



**Acreditación Institucional  
DE ALTA CALIDAD**  
Resolución 009527 Mineducación Sep. 6 de 2019

**Título: DESARROLLO DE PENSAMIENTO COMPUTACIONAL EN LOS  
ESTUDIANTES DE EDUCACIÓN MEDIA A PARTIR DE LA PROGRAMACIÓN  
DE ROBOTS**

**Wilson Ferney Molano García**

**UNIVERSIDAD AUTONÓNOMA DE MANIZALES**

**FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES Y EMPRESARIALES**

**MAESTRÍA EN ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS – INVESTIGACIÓN**

**MANIZALES**

**2023**

**DESARROLLO DE PENSAMIENTO COMPUTACIONAL EN LOS  
ESTUDIANTES DE EDUCACIÓN MEDIA A PARTIR DE LA PROGRAMACIÓN  
DE ROBOTS**

*Autor*

**WILSON FERNEY MOLANO GARCÍA**

**Proyecto de investigación para optar al título de Magister en Enseñanza de la  
Ciencia - Investigación**

**Tutor**

**LIGIA INÉS GARCÍA CASTRO**

**UNIVERSIDAD AUTONÓMOMA DE MANIZALES**

**FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES Y EMPRESARIALES**

**MAESTRÍA EN ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS – INVESTIGACIÓN**

**MANIZALES**

**2023**

## RESUMEN

Este estudio examina las percepciones iniciales de los estudiantes sobre el pensamiento computacional y cómo al implementar una unidad didáctica basada en programación de robots fortalece el crecimiento en esta habilidad del siglo XXI. La investigación permite describir las percepciones erróneas sobre el pensamiento computacional, previo a la implementación de esta unidad de aprendizaje y compararlas con los progresos obtenidos al finalizar el proceso. Asimismo, se observó un aumento en la confianza de los estudiantes frente a problemas tecnológicos y algorítmicos. Estos hallazgos respaldan los objetivos de investigación donde se muestra que la programación de robots es efectiva para mejorar el pensamiento computacional de los estudiantes de educación media, así como la importancia de potenciar habilidades de resolución de problemas y pensamiento crítico en la sociedad.

**Objetivo:** Describir el desarrollo del pensamiento computacional que alcanzan los estudiantes de educación media a partir de la implementación de una unidad didáctica que se fundamenta en la programación de robots.

**Metodología:** Esta investigación está enmarcada en el paradigma cualitativo de investigación, de tipo inductivo (Hernández, 2014). El estudio se basó en la observación de hechos, datos, actitudes y comportamientos de los estudiantes con el fin de generar conclusiones o generalizaciones sobre el desarrollo del pensamiento computacional de los estudiantes de grado decimo del colegio María Auxiliadora, del municipio de Santuario, ubicado en el departamento de Antioquia (Colombia).

**Resultados:** El estudio reciente demostró que una unidad didáctica sobre el pensamiento computacional, que incluyó la resolución de un reto de laberinto con un robot, fue eficaz para fortalecer las diversas categorías de pensamiento computacional en estudiantes de educación media. Los estudiantes lograron desarrollar la capacidad de modelar soluciones efectivas para problemas complejos, descomponer los desafíos en pasos lógicos y secuenciales, identificar y enfocarse en los aspectos esenciales para la resolución de problemas, aplicar la recursividad y el pensamiento algorítmico, y programar robots.

Además, la unidad didáctica fue inclusiva y promovió el aprendizaje creativo y la exploración autodirigida en los estudiantes de educación media.

**Conclusiones:** Se demostró que una unidad didáctica basada en la programación de robots es un método educativo eficaz para cultivar el pensamiento computacional en los estudiantes de educación media. Los resultados mostraron que los estudiantes mejoraron significativamente su comprensión y aplicación de conceptos fundamentales de programación, lógica y resolución de problemas. Además, su interés en ciencias tecnológicas y pensamiento algorítmico aumentó.

**Palabras claves:** Robótica, Educación, razonamiento, Inclusión social, Pensamiento, Resolución de problemas.

## ABSTRACT

This study examines the first impressions of the students regarding computational thinking and how, when implementing a didactic unit based in robots programming, enhances this knowledge and skills for the XXI Century. The research allows to describe some wrong perceptions about computational thinking, previous to the implementation of the didactic units and compare them with the achievements obtained at the end of the process. In addition, it was seen an increase in the confidence of the students regarding technological and algorithmic exercises. This findings support the objectives of the research, where is evident that robot programming is effective to improve the computational thinking of middle school students, as well as the importance of culture problem solving skills and critical thinking for the society.

**Objective:** Describe the development of computational thinking skills that high school students achieve through the implementation of a unit of instruction based on robot programming.

**Methodology:** This research is framed in the qualitative research paradigm, of an inductive type (Hernández, 2014). The study was based on the observation of facts, data, attitudes, and behaviors of students in order to generate conclusions or generalizations about the development of computational thinking skills of tenth-grade students from the María Auxiliadora school, in the municipality of Santuario, located in the department of Antioquia (Colombia).

**Results:** A recent study showed that a unit of instruction on computational thinking, which included solving a maze challenge with a robot, was effective in strengthening the various categories of computational thinking in high school students. Students were able to develop the ability to model effective solutions to complex problems, decompose challenges into logical and sequential steps, identify and focus on the essential aspects for problem solving, apply recursion and algorithmic thinking, and program robots. Additionally, the unit of

instruction was inclusive and promoted creative learning and self-directed exploration in high school students.

**Conclusion:** A unit of instruction based on robot programming was shown to be an effective educational method for cultivating computational thinking in high school students. The results showed that students significantly improved their understanding and application of fundamental programming, logic, and problem-solving concepts. Additionally, their interest in technological sciences and algorithmic thinking increased.

**Keywords:** Robotics, Education, reasoning, Social inclusion, Thinking, Problem solving.

## CONTENIDO

|       |                                                                                 |    |
|-------|---------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1     | PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....                                                | 13 |
| 1.1   | DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....                                                   | 13 |
| 2     | JUSTIFICACIÓN.....                                                              | 20 |
| 3     | OBJETIVO GENERAL .....                                                          | 22 |
| 3.1   | OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....                                                     | 22 |
| 4     | MARCO CONCEPTUAL.....                                                           | 23 |
| 4.1   | CONTEXTO EDUCATIVO.....                                                         | 23 |
| 4.2   | PENSAMIENTO COMPUTACIONAL.....                                                  | 28 |
| 4.2.1 | Modelo para resolver problemas .....                                            | 29 |
| 4.2.2 | Abstracción .....                                                               | 31 |
| 4.2.3 | Descomposición .....                                                            | 33 |
| 4.2.4 | Recursividad.....                                                               | 35 |
| 4.2.5 | Pensamiento algorítmico.....                                                    | 37 |
| 4.3   | PROGRAMACIÓN DE ROBOTS .....                                                    | 38 |
| 4.3.1 | Inclusión e igualdad .....                                                      | 39 |
| 4.3.2 | Aprendizaje creativo y resolución de problemas .....                            | 40 |
| 4.3.3 | Aprendizaje libre y la exploración autodirigida.....                            | 42 |
| 4.4   | RELACIÓN ENTRE EL PENSAMIENTO COMPUTACIONAL Y LA<br>PROGRAMACIÓN DE ROBOTS..... | 43 |
| 5     | METODOLOGÍA .....                                                               | 45 |
| 5.1   | ENFOQUE Y ALCANCE .....                                                         | 45 |
| 5.2   | POBLACIÓN Y CONTEXTO .....                                                      | 45 |
| 5.3   | UNIDAD DE TRABAJO .....                                                         | 49 |

|       |                                                                                                                                                 |    |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 5.4   | CONSIDERACIONES ÉTICAS .....                                                                                                                    | 49 |
| 5.5   | UNIDAD DE ANÁLISIS .....                                                                                                                        | 50 |
| 5.6   | TÉCNICAS Y FUENTES DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN .<br>.....                                                                                  | 51 |
| 5.6.1 | Instrumento de exploración de ideas previas .....                                                                                               | 51 |
| 5.6.2 | Instrumento de observación durante la implementación.....                                                                                       | 51 |
| 5.6.3 | Instrumento video Entrevista a estudiantes.....                                                                                                 | 52 |
| 5.7   | UNIDAD DIDÁCTICA.....                                                                                                                           | 52 |
| 5.8   | DISEÑO METODOLÓGICO.....                                                                                                                        | 53 |
| 5.9   | PLAN DE ANÁLISIS .....                                                                                                                          | 55 |
| 6     | ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....                                                                                                        | 56 |
| 6.1   | RECONOCIENDO LAS PERCEPCIONES DE LOS ESTUDIANTES<br>FRENTE AL PENSAMIENTO COMPUTACIONAL .....                                                   | 56 |
| 6.1.1 | Análisis de los resultados sobre la implementación del instrumento de<br>ideas previas .....                                                    | 59 |
| 6.2   | IMPLEMENTANDO LA UNIDAD DIDÁCTICA PARA LOS<br>ESTUDIANTES DE EDUCACIÓN MEDIA .....                                                              | 67 |
| 6.3   | EVIDENCIANDO EL DESARROLLO DEL PENSAMIENTO<br>COMPUTACIONAL QUE LOGRAN LOS ESTUDIANTES DE EDUCACIÓN MEDIA<br>CON LA PROGRAMACIÓN DE ROBOTS..... | 84 |
| 6.3.1 | Análisis del momento 1 de la implementación de la unidad didáctica<br>utilizando la programación en robots .....                                | 86 |
| 6.3.2 | Análisis del momento 2 de la implementación de la unidad didáctica<br>utilizando la programación en robots .....                                | 91 |
| 6.3.3 | Análisis del momento 3 de la implementación de la unidad didáctica<br>utilizando la programación en robots .....                                | 96 |

|       |                                                                                                                                 |     |
|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 6.3.4 | Análisis del momento 4 de la implementación de la unidad didáctica utilizando la programación en robots .....                   | 99  |
| 6.3.5 | Apreciaciones de los estudiantes después de la implementación de la unidad didáctica utilizando la programación en robots ..... | 102 |
| 7     | CONCLUSIONES .....                                                                                                              | 107 |
| 8     | RECOMENDACIONES .....                                                                                                           | 109 |
| 8.1   | AMPLIACIÓN DEL ALCANCE DEMOGRÁFICO .....                                                                                        | 109 |
| 8.2   | EVALUACIÓN A LARGO PLAZO .....                                                                                                  | 109 |
| 8.3   | COMPARACIÓN CON OTROS ENFOQUES PEDAGÓGICOS .....                                                                                | 109 |
| 9     | REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....                                                                                                | 110 |
| 10    | ANEXOS .....                                                                                                                    | 117 |

## LISTA DE ILUSTRACIONES

|                                                                                                                     |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Ilustración 1. Proyecto JUMI (Robot Blanco en forma de personaje de película animada)                               | 47 |
| Ilustración 2. MOUSEBOT .....                                                                                       | 47 |
| Ilustración 3. Estudiantes María Auxiliadora armando PINGUIBOT .....                                                | 48 |
| Ilustración 4. Marco metodológico.....                                                                              | 53 |
| Ilustración 5. Ruta metodológica.....                                                                               | 54 |
| Ilustración 6. Instrumento de ideas previas .....                                                                   | 56 |
| Ilustración 7. Compilación de la información recolectada. ....                                                      | 57 |
| Ilustración 8. Población analizada .....                                                                            | 60 |
| Ilustración 9. Tiempo que llevan los estudiantes en formación .....                                                 | 61 |
| Ilustración 10. Análisis resultados de instrumento de ideas previas .....                                           | 62 |
| Ilustración 11. Percepción categoría de investigación Pensamiento Algorítmico.....                                  | 63 |
| Ilustración 12. Percepción de los estudiantes sobre la categoría de Abstracción.....                                | 64 |
| Ilustración 13. Percepción de los estudiantes sobre la categoría de recursividad .....                              | 65 |
| Ilustración 14, Percepción de los estudiantes frente a la programación de robots .....                              | 66 |
| Ilustración 15. Orientaciones generales previas al inicio de diligenciamiento de instrumento .....                  | 69 |
| Ilustración 16. Reconociendo necesidades para solucionar el reto propuesto.....                                     | 70 |
| Ilustración 17. Reconociendo necesidades para solucionar el reto propuesto utilizando instrumentos de medición..... | 71 |
| Ilustración 18. Mbot 1 de la empresa Makeblock .....                                                                | 72 |
| Ilustración 19. Propagación de la onda ultrasónica a 40Khz de frecuencia .....                                      | 73 |
| Ilustración 20. laberinto propuesto para la solución del reto.....                                                  | 74 |
| Ilustración 21. Trabajando algoritmos recursivos .....                                                              | 75 |
| Ilustración 22. Estructura de bloques de movimiento de motores y desplazamientos del robot .....                    | 76 |
| Ilustración 23. Fortalecimiento de bloques de programación software mblock de makeblock .....                       | 77 |
| Ilustración 24. Interacciones estudiantes con la estructura del laberinto .....                                     | 78 |

|                                                                                                            |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Ilustración 25. Ejemplo, uso de sensor ultrasonido, código realizado por equipo de trabajo .....           | 78  |
| Ilustración 26. Estudiantes creando secuencias lógicas.....                                                | 79  |
| Ilustración 27. Estudiantes comprobando comportamiento de periféricos del mbot1 .....                      | 80  |
| Ilustración 28. Docente diligenciando instrumento de observación.....                                      | 82  |
| Ilustración 29. Expertos diligenciando instrumento de observación.....                                     | 82  |
| Ilustración 30. Diligenciando instrumento de observación .....                                             | 83  |
| Ilustración 31. Conformación de equipos de trabajo.....                                                    | 86  |
| Ilustración 32. Dimensionamiento de las necesidades para solucionar el reto.....                           | 87  |
| Ilustración 33. Construyendo la lógica algorítmica para solucionar el reto del laberinto ....              | 88  |
| Ilustración 34. Implementando teorías conocidas en procesos de programación.....                           | 90  |
| Ilustración 35. Apoyo y participación del docente líder para ayudar a solucionar el reto ...               | 91  |
| Ilustración 36. Experimentado e incursionando en la programación por bloques para solucionar el reto ..... | 92  |
| Ilustración 37. Propuestas planteadas por los equipos de trabajo.....                                      | 93  |
| Ilustración 38. Propuestas algorítmicas realizadas por los estudiantes .....                               | 94  |
| Ilustración 39. Probando varias estructuras de bloques de programación para solucionar el reto .....       | 95  |
| Ilustración 40. Utilización de elementos y equipos del ambiente de aprendizaje .....                       | 96  |
| Ilustración 41. Implementación de algoritmos utilizando herramientas tecnológicas.....                     | 97  |
| Ilustración 42. Herramienta tecnológica Robótica .....                                                     | 98  |
| Ilustración 43. Evidencia del pensamiento computacional utilizando robots como medio de aprendizaje.....   | 100 |
| Ilustración 44. Evidencia del desarrollo del pensamiento computacional.....                                | 101 |
| Ilustración 45. Estudiante hablando de las dificultades de la implementación del reto .....                | 103 |
| Ilustración 46. Reacciones de estudiantes con relación a los aprendizajes obtenidos.....                   | 104 |
| Ilustración 47. Comprensión del trabajo de equipo y utilización de elementos del entorno .....             | 106 |

## **LISTA DE TABLAS**

|                                                                |    |
|----------------------------------------------------------------|----|
| Tabla 1. Unidad de análisis de categorías y subcategorías..... | 50 |
| Tabla 2. Rubrica de evaluación de la unidad didáctica .....    | 81 |
| Tabla 3. Secuencia didáctica y metodológica.....               | 81 |

## **LISTA DE ANEXOS**

|                                                      |     |
|------------------------------------------------------|-----|
| Anexo. 1 Unidad didáctica .....                      | 117 |
| Anexo. 2. instrumento de observación momento 1 ..... | 129 |
| Anexo. 3. instrumento de observación momento 2 ..... | 130 |
| Anexo. 4. instrumento de observación momento 3 ..... | 131 |
| Anexo. 5. instrumento de observación momento 4 ..... | 132 |

## **1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA**

El pensamiento computacional se ha convertido en una habilidad para el siglo XXI, esencial para vivir en la sociedad moderna aportando en aspectos educativos, industriales, sociales, entre otros. La necesidad de profesionales en campos relacionados con la tecnología es cada vez mayor, por lo que es fundamental que los estudiantes desde su formación inicial desarrollen éstas desde edades tempranas. Una herramienta didáctica como los robots educativos permiten a los estudiantes desarrollar pensamiento computacional de manera práctica. Por esta razón, para Ortega (2018), da a conocer en su artículo un caso de éxito en la utilización de la programación para resolver problemas del entorno. Afirma, que la programación se enseña en aulas de todo el mundo para ayudar a los estudiantes a desarrollar el pensamiento computacional, pero no hay un acuerdo sobre qué procesos están involucrados o cómo intervenir y evaluarlos.

Por otra parte, las orientaciones curriculares para el área de Tecnología e informática en educación básica y media brindadas por el Ministerio de Educación Nacional de Colombia (MEN, 2022), ofrecen una guía para la formación adecuada de competencias en tecnología, pero éstas no se enfatizan tanto en el desarrollo del pensamiento lógico-matemático y, en consecuencia, los estudiantes pueden presentar ausencia en algunas competencias necesarias para el posterior desarrollo del pensamiento computacional. Aspectos relacionados con este tema han sido investigados por Marcos Román (2016), donde realizó la validación de un instrumento y evaluación de programas dando respuesta a la ausencia de habilidades en el área de la matemática que permitan del desarrollo el pensamiento computacional, destacando la importancia de implementar programas de educación infantil para fomentar estas habilidades en los estudiantes. La falta de herramientas y estrategias educativas apropiadas por instituciones de formación básica y media, en los estudiantes ha limitado su capacidad para comprender y resolver problemas complejos en la sociedad actual, que requieren un enfoque lógico y la capacidad de comprensión del uso de la

tecnología. Además, esto podría permitir a los estudiantes aprovechar la tecnología para avanzar en la ciencia y en la innovación.

En la actualidad los estudiantes se han visto sumergidos en un mundo tecnológico, lleno de plataformas y redes sociales que le ofrecen múltiples tipos de información a los estudiantes a través de algoritmos e inteligencias artificiales. Estos han venido adoptando estas alternativas tecnológicas, que se basan en redes neuronales y se han olvidado poco a poco de ofrecer soluciones desde sus propias vivencias, conocimientos y experiencias. Es allí donde la programación requiere del desarrollo del pensamiento computacional para aportar de forma importante en la resolución de estos problemas, mucho más, si se vincula con artefactos tecnológicos como los son los robots educativos.

Según la ISTE<sup>1</sup> (2011), el pensamiento computacional es una de las habilidades del siglo XXI, que se ha desarrollado en los últimos años con mucha fuerza en los procesos educativos. Por mencionar una de estas experiencias con estos artefactos se cuenta con Tecnoacademia (SENA) (2023), programa nacional que implementa el SENA (Servicio Nacional de Aprendizaje – Colombia), desde su ecosistema SENNOVA (Sistema de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación), en las instituciones de educación básica y media, el cual busca que los estudiantes adquieran habilidades, destrezas y conocimientos en tecnologías emergentes, como es la línea de electrónica y robótica. Allí los estudiantes construyen, programan y ensamblan prototipos que se convierten en proyectos que son presentados anualmente ante eventos o redes de investigación como lo es RedColsi (Red Colombiana de Semilleros de Investigación), simposios, concursos, congresos nacionales o internacionales, entre otros.

En particular, con los estudiantes de Tecnoacademia del Oriente Antioqueño (TOA), se trabaja aprendizaje basado en proyectos (ABP), como lo propone Escribano (2008), donde se han obtenido resultados significativos de prototipos que se encuentran en la actualidad

---

<sup>1</sup> Los estándares ISTE son un marco para estudiantes, administradores, entrenadores y educadores de ciencias de la computación que brindan las competencias para aprender, enseñar y liderar en la era digital, proporcionando una hoja de ruta integral para el uso efectivo de la tecnología en las escuelas de todo el mundo.

concurando a nivel internacional en RedColsi 2023, como lo es el robot LISA (Robot asistente para ejercicios de fisioterapia), desarrollado por la TOA bajo ABP. Esta metodología de aprendizaje ha permitido que los estudiantes desarrollen habilidades de programación en lenguaje Python (2023), siendo capaces de dar soluciones lógicas desde el desarrollo del pensamiento computacional a problemas reales, usando artefactos tecnológicos.

Una experiencia similar fue realizada por García (2019), donde muestra el impacto de la robótica educativa en el desarrollo del pensamiento computacional y habilidades de programación en niños de preescolar. El estudio propuso el desarrollar de una estrategia metodológica para el desarrollo del pensamiento computacional de manera experimental a lo largo de tres dimensiones: secuencias, correspondencia de acción-instrucción y purificación. Los hallazgos revelaron que la intervención enfocada en actividades de aprendizaje a través de esta metodología tuvo un impacto positivo en la adquisición de habilidades de pensamiento computacional. Los resultados mostraron que los estudiantes que participaron en el programa experimentaron mejoras significativas en su aprendizaje, mostraron un mayor nivel de creatividad, aumentaron su motivación para aprender y explorar nuevos temas y desarrollaron habilidades para el aprendizaje autónomo a través de un enfoque basado en proyectos y en indagación de intereses personales.

También en el País Vasco, se ha venido interviniendo los currículos académicos en la educación primaria realizando talleres de robótica educativa en estudiantes de segundo grado haciendo un análisis de la percepción de docentes, familias y estudiantes sobre la inclusión de esta tecnología y la programación de dispositivos digitales. Leire Vivas (2019), revelo en sus hallazgos que hubo una mejora en la percepción de la comunidad educativa sobre la integración de la robótica en el aula. Concluyeron que tanto el uso educativo de estas tecnologías, como la formación de docentes son temas polémicos, pero que estas herramientas brindan oportunidades educativas para solucionar los retos actuales.

Para John Dewey (1967), en su obra la Escuela y la Sociedad, los estudiantes al participar activamente en la resolución de problemas y proyectos que sean relevantes para su vida

diaria permiten desarrollar habilidades y destrezas lógicas para solucionar problemas. Para este caso, la programación puede llegar a ser una habilidad esencial y su aplicación en proyectos podría ser una forma eficiente de fomentar el pensamiento computacional. Estos requieren la aplicación de conceptos de lógica computacional y así descubrir nuevos conocimientos.

Una de las metodologías que han dado resultados significativos en relación con el desarrollo del pensamiento computacional es el ABP, desde los planteamientos de Escribano (2008), es posible aumentar la motivación y el compromiso de los estudiantes al demostrar la aplicabilidad y utilidad en entornos y necesidades reales. Se ha evidenciado en el trabajo de la TOA, que el desarrollo del pensamiento computacional de los estudiantes de grado sexto y séptimo bajo esta metodología de enseñanza brinda soluciones tangibles al momento de construir, ensamblar y programar robots utilizando razonamiento lógico matemático con los bloques de control, desde las métricas y las geometrías de piezas. Mitch Resnick (2017), creador del lenguaje de programación Scratch (2022), menciona sobre cómo se puede desarrollar el pensamiento computacional a través de la programación de máquinas educativas. Esta investigación genera valor a la experimentación y la creatividad en el aprendizaje, y cómo los robots educativos pueden ser una herramienta poderosa para promover el pensamiento computacional y la resolución de problemas. Desde sus planteamientos ha enfatizado en varias ocasiones la importancia del desarrollo del pensamiento computacional, aspecto que se busca constantemente potenciar en la línea de electrónica y robótica de la Tecnoacademia, dando resultados importantes en el aprendizaje de los estudiantes, se han desarrollado robots médicos, educativos, para soluciones puntuales del entorno, soluciones académicas por medio de inteligencia artificial como algoritmos de apoyo en el aula, entre otros, todo esto desarrollando pensamiento computacional en la población académica; asimismo, menciona que las herramientas de construcción, como LEGO Mindstorms (línea de robótica infantil fabricada por la empresa LEGO), se pueden usar para enseñar a los infantes pensamiento computacional utilizando la programación de artefactos, puede ayudar a los estudiantes a desarrollar habilidades como la resolución de problemas y el pensamiento crítico (Resnick M., 2000). Desde la

línea de formación se busca desarrollar el pensamiento computacional en los estudiantes, encontrando el ABP, como una oportunidad para adquirir habilidades y conocimientos, que construyan conocimiento en los estudiantes.

Un aspecto relacionado con la utilización de robots educativos como herramientas de aprendizaje, se evidenció en la Universidad Industrial de Santander UIS, López (2013) en su trabajo de maestría investigó sobre los aprendizajes basados en Robótica. Este analizó el uso de la robótica en la educación básica y media, como una herramienta para inspirar y proporcionar un contexto para el aprendizaje en una variedad de áreas temáticas. Asimismo, demostró que era posible que la informática fuera utilizada como un apoyo educativo para la educación y el aprendizaje de habilidades en pensamiento computacional. El artículo destaca cómo el uso de esta tecnología en el aula puede mejorar las estrategias de aprendizaje y cómo esta área necesita cada vez más la atención de investigadores y docentes, así como incentivos patrocinados por el estado para la investigación, el desarrollo y la difusión.

Otro caso para resaltar se ve reflejado en el artículo *usos y beneficios de la robótica en las aulas*. El autor enfatiza que la robótica se puede utilizar como una herramienta educativa en los ambientes de aprendizaje, destacando el valor de la educación STEM (ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas) en el desarrollo de los estudiantes y cómo puede ayudar a fomentar el interés en estas áreas del conocimiento. Enumera las diversas ventajas del uso de la robótica en el aula, como lo son: la mejora de la creatividad y la motivación de los estudiantes, así como el desarrollo de habilidades para la resolución de problemas, el pensamiento crítico, matemático y el trabajo en equipo (Angulo, 2018). Dando un aporte significativo en los procesos educativos y sus resultados en el aula, tales como el aprendizaje conceptual, entrenamiento cognitivo, curiosidad por lo tecnológico, pensamiento computacional y motivación a continuar con procesos similares.

En ocasiones también se ha hablado de la inclusión de la robótica en las aulas no como otro instrumento de acción estratégica, sino como una oportunidad para interactuar con la tecnología en una lista de prácticas de construcción y reconstrucción. En el escrito Robotics

at school as an interdisciplinary teaching approach in Basic Education: ¿The future has arrived to school?, se realizó una investigación con maestros de ciencias y matemáticas en un proyecto interdisciplinar que tuvo como resultado una revisión bibliográfica y una encuesta de campo. Dando a conocer que la robótica permite en la práctica, puede llegar a unir la enseñanza y evaluación como elementos inseparables, demostrando que puede ser un campo interdisciplinar del conocimiento, trabajando el concepto de clase de actividad pedagógica colectiva (Peralta & Guimarães, 2018).

Dando trazabilidad a los argumentos previos, Moshe Barak (2016) explora los patrones de trabajo de estudiantes, logros y dificultades en el aprendizaje de un curso de robótica orientada al tallo, y el impacto de esta experiencia, en la motivación para aprender tecnología y asignaturas troncales. Implementa aprendizaje basado en proyectos y en problemas, estableciendo ejercicios y tareas cerradas en las que la solución es conocida de antemano y los estudiantes pueden comprobar si llegaron a la respuesta correcta. Basa su investigación en teorías de aprendizaje como el constructivismo y construccionismo, como pilares que han tenido gran influencia en el aprendizaje de la ciencia desde mediados el siglo XX.

Una investigación significativa la ha realizado Barrera (2015), donde se enfatizó en motivar a los estudiantes y a los educadores para que formulen y apliquen estrategias educativas innovadoras que utilicen como instrumento didáctico plataformas robóticas y dispositivos tecnológicos que hayan concluido su vida útil. Se generó integración social en los participantes, a través del uso de este material tecnológico. Se destaca el concepto de Tecnología educativa el cual, permitió en los estudiantes adquirir habilidades en pensamiento lógico, mitigando el refuerzo escolar, ya que se identificó la interdisciplinariedad fortaleciendo habilidades en la resolución de problemas y mejorando el pensamiento lógico – matemático en los estudiantes.

Por último, el aprendizaje basado en proyectos se enseña a los estudiantes a través de la realización de actividades prácticas, en este caso se desea utilizar robots y otras herramientas tecnológicas para desarrollar el pensamiento computacional. La metodología

involucra a los estudiantes en actividades divertidas y les da la oportunidad de aplicar sus conocimientos y habilidades en un entorno específico. Suzie Boss (2008), da a conocer aquellos conceptos fundamentales de ABP y cómo se puede utilizar la tecnología para mejorar el proceso. Estos dan a conocer los desafíos comunes que los maestros pueden enfrentar al implementarlo con tecnología. Asimismo, brinda ejemplos de proyectos exitosos en una variedad de disciplinas, como ciencias, matemáticas, entre otros, para este caso la robótica. Además, relaciona experiencias al utilizar la robótica como herramienta para mejorar el pensamiento computacional por medio de la programación. Para Seymour Papert (1991), experimentar con los conceptos y ver cómo funcionan en el mundo real permite a los estudiantes comprender mejor las ideas científicas.

Los argumentos anteriores, permiten el desarrollo de una investigación articulada entre la programación de computadoras y la robótica como material didáctico, con el fin de desarrollar pensamiento computacional en los estudiantes desde su formación básica, siendo una gran oportunidad de mejorar esta habilidad del siglo XXI, en soluciones de problemas del entorno.

Adicionalmente, es importante tener en cuenta que la TOA, cuenta con máquinas, herramientas, así como de material electrónico, mecánico y de programación para la elaboración de estos prototipos, permitiendo que los estudiantes puedan ver aplicados los conceptos teóricos vistos en forma de cátedra, en una máquina elaborada por ellos. Por esta razón, se desea preguntar: *¿De qué manera se puede desarrollar el pensamiento computacional en los estudiantes de educación media a partir de la implementación de una unidad didáctica que se fundamenta en la programación de robots?*

## 2 JUSTIFICACIÓN

La tecnología es una parte integral en la vida diaria y a su vez, genera un alto impacto en aspectos de la sociedad, ya que se ha convertido en una habilidad esencial para comprender y resolver problemas en el mundo digital y real. Este proceso permite a las personas analizar y resolver problemas de una manera lógica y estructurada mediante el uso de conceptos de la teoría de la información como abstracción, descomposición de problemas, identificación de patrones y creación de algoritmos, esta habilidad fomenta la creatividad, el pensamiento crítico y la capacidad de resolver problemas complejos. Aspectos como los mencionados anteriormente, son elementos importantes que se buscan potenciar con el desarrollo de esta investigación.

La creación de material didáctico en robótica también enriquece en las poblaciones académicas el desarrollo del pensamiento computacional, con la construcción de piezas, implementación de conocimientos previos como lo pueden ser los operadores mecánicos, estructuras poligonales, construcción de tarjetas electrónicas que se fundamentan en el estímulo de la lógica aritmética en los estudiantes fomentando la creatividad, nuevas habilidades y maneras para solucionar problemas.

En el contexto educativo de la TOA en donde se pretende implementar el proyecto, se presentan esencialmente espacios tecnológicos que se pueden aprovechar para mejorar las capacidades, procesos y solución de problemas en los estudiantes. Los laboratorios de electrónica y robótica permitirán aumentar el conocimiento de los estudiantes mediante aplicación de algoritmos sobre un robot para solucionar situaciones partiendo de la formulación de hipótesis y poniendo a prueba éstas, mediante experimentos de programación en robots. Las herramientas tecnológicas construidas en el aula de clase también facilitarán el aprendizaje y, asimismo, permitirán desarrollar habilidades en el pensamiento computacional. Otro aspecto importante para resaltar está relacionado con el fortalecimiento de conceptos y teorías de áreas específicas como física, tecnología e informática, humanidades, entre otros. El laboratorio que se proyecta permitirá

implementar de forma directa un modelo constructivista en el ambiente de aprendizaje. En este sentido el individuo construye una solución utilizando los robots como herramienta programable y así mejorar sus habilidades de razonamiento lógico-matemático. Se busca la participación del estudiante, con el fin de solucionar retos de la sociedad en las aulas de clase (Molano García, La robótica educativa: una interdisciplina didáctica integradora para la enseñanza, 2022).

Desde la implementación del proyecto se busca que los estudiantes incrementen notoriamente habilidades de pensamiento computacional y paralelamente aumenten el interés por mejorar conocimientos y solucionar problemas utilizando la tecnología como una herramienta poderosa para solucionar problemas desde la programación.

La investigación se enfoca en una unidad didáctica la cual, se podría llegar a articular como material educativo, en una estrategia de programación de robots didácticos, que permitirá al estudiante de formación media, cumplir con los componentes educativos propuestos por el MEN (2022), y servir como apoyo para el docente en el aula clase, permitiendo fortalecer la enseñanza en diversas áreas del conocimiento, especialmente en tecnología e informática y así mejorar el pensamiento computacional en los estudiantes, a través de la robótica didáctica. Este tipo de material de apoyo permitirá que el estudiante tenga la capacidad de familiarizarse, generar, apropiarse y usar de buena manera las tecnologías emergentes. Asimismo, la unidad didáctica tendrá la posibilidad de promover el trabajo en equipo, la colaboración y la comunicación asertiva en los estudiantes.

Por último, pero no menos importante, la investigación sobre el desarrollo del pensamiento computacional en los estudiantes a través de la programación de robots educativos puede tener un impacto positivo en la calidad general de la educación media en Colombia, porque al generar procesos de enseñanza y aprendizaje en los estudiantes, estos construyen habilidades de programación algorítmica y pensamiento computacional.

### **3 OBJETIVO GENERAL**

Describir el desarrollo del pensamiento computacional que alcanzan los estudiantes de educación media a partir de la implementación de una unidad didáctica que se fundamenta en la programación de robots.

#### **3.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Reconocer las percepciones y conocimientos previos que poseen los estudiantes sobre el pensamiento computacional
- Implementar una unidad didáctica que permita hacer seguimiento al desarrollo del pensamiento computacional de los estudiantes de educación media a partir de rutinas teórico-prácticas de programación de robots.
- Indagar el desarrollo del pensamiento computacional que logran los estudiantes con la aplicación de rutinas teórico-prácticas de programación de robots.

## 4 MARCO CONCEPTUAL

### 4.1 CONTEXTO EDUCATIVO

La Globalización consiste básicamente en un concepto desde el cual se pretende describir una realidad social y económica actual, que toma como punto de partida la idea cada vez más generalizada de una sociedad planetaria, denominada en varios ámbitos como aldea global, carente de distinciones, económicas principalmente – tales como las barreras arancelarias o la diversidad de monedas,- o de tipo social – diferencias étnicas, credos religiosos, ideologías políticas y condiciones socio – económicas o culturales.- En este sentido, puede decirse que este concepto surge como una expresión de la internacionalización cada vez mayor de los procesos económicos, los conflictos sociales y los fenómenos político – culturales. (2022).

Los ámbitos de la realidad en los que mejor se refleja la globalización son la economía, la innovación tecnológica y el ocio. Es así como una gran cantidad de países han empezado a generar alianzas estratégicas para la conformación de bloques económicos, como la Comunidad Económica Europea, el ALCA<sup>2</sup>, MERCOSUR<sup>3</sup>, entre otras organizaciones, y cuyos efectos concretos en el ámbito de las sociedades empiezan a notarse de manera concreta, como por ejemplo en la consolidación del euro como una moneda común.

Los efectos de la globalización trascienden el campo de lo económico y afectan a otros ámbitos como el ideológico y el político, lo que se aprecia en hechos como la conformación de agrupaciones internacionales de partidos políticos. De la misma manera, la educación, como agente de direccionamiento en el desarrollo de una nación, no puede ser ajena de este proceso que impacta a nivel mundial. Las condiciones actuales abren campos de acción, participación y trabajo que han sido caracterizados como propios de la sociedad del conocimiento. Es evidente que la posibilidad de acceder a la ciencia, la tecnología y la

---

<sup>2</sup> Acuerdo de integración regional firmado entre países desarrollados y no desarrollados con miras a establecer el libre flujo comercial entre sus economías.

<sup>3</sup> EL MERCOSUR es un proceso abierto y dinámico. Desde su creación tuvo como objetivo principal propiciar un espacio común que generara oportunidades comerciales y de inversiones a través de la integración competitiva de las economías nacionales al mercado internacional.

cultura, determina la posibilidad de los países para ser parte de un mundo globalizado y altamente competitivo en el cual la riqueza se mide más por el potencial humano, que por los recursos naturales o la capacidad industrial. La riqueza económica se concentra en los lugares donde hay mayor capacidad humana, y en esos lugares también se concentra el poder político, la creación y difusión cultural. Por esto, resulta de importancia que quienes tradicionalmente no han tenido una educación de buena calidad puedan acceder a mayores oportunidades de insertarse en esa sociedad del conocimiento, que es muy exigente en el desarrollo de habilidades intelectuales y comunicativas.

Los cambios requeridos en el sector educativo deben ir orientados cada vez más a potenciar el talento humano. Para ello es necesario contar con escuelas capaces de identificar en los estudiantes sus potenciales intelectuales y fortalecer sus capacidades mediante la generación de Proyectos Educativos Institucionales (PEI), currículos y planes de estudio flexibles y abiertos a la exploración de los diversos campos del conocimiento, de tal manera que los jóvenes puedan elegir con mayor libertad el destino que quieran dar a su vida. Con tal fin, el sistema educativo debe abrir la mayor cantidad de opciones posibles, a pesar de que algunas de ellas requieran grandes esfuerzos por parte de quienes quieran incursionar en ellas. Esto constituye un criterio muy importante cuando se piensa en las poblaciones de menores recursos, pues con frecuencia se les ofrecen las alternativas más simples, cerrándoles las puertas hacia otros campos más exigentes en los cuales el éxito tiene menos garantías.

Gilbert (2006), propone los siguientes enunciados como premisas que sustentan su existencia y pertinencia en la educación: la Educación en Tecnología como un asunto de orden mundial. Este asunto hace referencia a la trascendencia del tema y su consecuente presencia en los sistemas educativos de países que cuentan con diversos modelos de desarrollo cultural y económico. Como casos particulares se pueden citar las propuestas que desde la formulación de una concepción contextualizada de tecnología y la determinación de su enfoque para la incorporación en la educación (genéricamente denominada Educación en Tecnología), han sido elaboradas en Inglaterra, Alemania, España, Israel, Estados

Unidos, y de forma más cercana al contexto Latinoamericano en Chile y Argentina, tan sólo por mencionar las propuestas más divulgadas en el medio (2006).

Los rápidos cambios sociales y económicos impulsados por el desarrollo científico y tecnológico han generado nuevas exigencias para los individuos y las organizaciones, lo que nos obliga a reaccionar en forma rápida y acertada, con habilidades para analizar situaciones, aprender de ellas y tomar decisiones. La dinámica del cambio ha variado las formas de trabajo, no sólo por contar con nuevos ambientes, espacios y recursos, sino porque las nuevas situaciones exigen movilidad en los puestos de trabajo y capacidad para asumir roles de diversa índole.

Las sociedades actuales se desenvuelven en espacios de información y con recursos tecnológicos que están cambiando muchos aspectos de nuestras vidas. En esta dinámica, el conocimiento se convierte en el recurso máspreciado al igual que su utilización en contextos diferentes al escolar, hecho que demanda de la escuela el reto de formar personas creativas, que tengan habilidades en el manejo de la información, personas flexibles que se adapten rápidamente, que trabajen colaborativamente, comunicativas, con métodos de trabajo ordenados, con capacidades que les permitan desempeñarse y posicionarse en cualquier espacio social.

La tecnología es uno de los supremos logros de la humanidad. Entonces, todas las personas deberían estar en contacto con ella. Se asume, como sustento de este precepto, que el conocimiento tecnológico y las implicaciones que tiene en la formación de las personas se convierte en un elemento que condiciona la posibilidad de acceso y participación en las decisiones que afectan su vida. En este sentido, dado el papel que adquiere la tecnología en la evolución del mundo actual y particularmente en la denominada sociedad del conocimiento, se pone de presente que independientemente del nivel de avance tecnológico de cada sociedad, su apropiación y manejo por parte de cada uno de sus integrantes se convierte en un factor que determina en gran medida su posicionamiento social.

Los objetos producto de la tecnología se encuentran en todos los ambientes humanos. Por lo tanto, condicionan la preparación para la vida adulta. Al enunciar el concepto de objeto no se hace referencia de forma exclusiva a aquello que puede ser material, sino que abarca toda una serie de manifestaciones de la tecnología entre las que se encuentran los artefactos, sistemas, procesos, pensamientos lógicos, computacionales y ambientes con los cuales el ser humano interactúa en razón a su relación con otras personas, bien sea involucrado en los procesos de producción y/o comunicación que dan cuenta de la existencia de dichos objetos, o bien de su papel en la transformación de las condiciones y calidad de vida de una sociedad (Gilbert, 2004).

Por estas razones, la Educación en Tecnología se considera como una mediación valiosa para conseguir los fines de la educación. Uno de los consensos en torno a la tecnología, hace referencia a su naturaleza interdisciplinar y a que en ella, como fenómeno cultural, convergen distintas manifestaciones del conocimiento humano, tales como la ciencia (natural y social), el arte, la ética, la comunicación, entre otras; con el fin de dar solución a problemas que implican la transformación del entorno humano, no solamente en el diseño y desarrollo de instrumentos, sino también en la generación de cambios en la forma de relación entre las personas, en el pensamiento computacional, las comunidades, las instituciones, los cuales se sustentan en innovaciones en las formas de intercambiar información y de construir conocimiento.

En Colombia la Constitución Política estipula que “Se busca el acceso al conocimiento, a la ciencia, a la técnica y a los demás bienes y valores de la cultura” y que ella “formará al colombiano [...] para el mejoramiento de la cultura científica, tecnológica y para la protección del medio ambiente (Colombia R. d., 1991)

Poco tiempo después de la promulgación de la Constitución y con la participación del gremio docente representado por FECODE<sup>4</sup> principalmente, se empieza la tarea de generar una ley marco que regule la prestación del servicio público educativo como un cuerpo

---

<sup>4</sup> La Federación Colombia de Trabajadores de la Educación

estructurado de normas con una filosofía e intencionalidad manifiestas, que establezca las condiciones de la educación, le determine una estructura con fines y objetivos y establezca las pautas mínimas de trabajo. A continuación, se enuncian aquellos artículos o acápites específicos relacionados con la Educación en Tecnología:

La Ley 115, (Ley General de Educación). Esta ley tiene sus bases en la LOGSE<sup>5</sup> (1994), elaborada en España y puesta en marcha en 1990. En ella se introduce el concepto de Diseño Curricular Base (DBC), que en Colombia es asumido desde la redacción de los Lineamientos Generales de los Procesos Curriculares, elaborados por profesionales del MEN (1994). Así mismo la Ley 115 incorpora el concepto de los Proyectos Educativos de Centro a través de los PEI, sustentados en la Autonomía Escolar contemplada en el Artículo 77. Para el caso de la Educación en Tecnología, pueden tomarse como referentes concretos los siguientes:

- Artículo 5. Fines de la educación – Numerales 9 y 13.
- Artículo 20. Objetivos generales de la Educación Básica – Literales a y c.
- Artículo 22. Objetivos específicos de la Educación Básica en el ciclo de secundaria – Literales c y g.
- Artículo 23. Áreas obligatorias y fundamentales.
- Artículo 31. Áreas fundamentales de la educación media académica.
- Artículo 32. Educación Media Técnica.” (Orientaciones para la creación de una política distrital para la educación en tecnología. SED<sup>6</sup> Bogotá, página 50)

En los citados artículos se determina la necesidad de fortalecer, a través del sistema educativo, el avance científico y tecnológico como condición para el mejoramiento de la calidad de vida de la población. Con base en el incremento de la capacidad para crear, investigar y adoptar tecnología como parte de la formación general básica, con miras a la vinculación con la sociedad y el trabajo, siendo un aspecto inherente a la vida cotidiana que

---

<sup>5</sup> Ley Orgánica de Ordenación General del Sistema Educativo

<sup>6</sup> Secretaría de Educación Distrital, Bogotá D.C

debe ser promovido y fundamentado desde la educación primaria hasta la universidad y más allá de ella como un aprendizaje constante y autónomo.

Así y en términos generales, la intención de involucrar a la tecnología en el sistema educativo ha generado en los educadores pensar en cómo se vincula al concepto de trabajo el desarrollo del pensamiento computacional, inicialmente en estudiantes de educación media, ya que, la tecnología empieza a jugar un papel importante y relevante en las nuevas generaciones con relación a la constante interacción con el mundo real.

## **4.2 PENSAMIENTO COMPUTACIONAL**

Dado estas argumentaciones relacionadas con la educación en tecnología y como con ella puede mejorar el pensamiento lógico matemático en los ambientes de aprendizaje, el pensamiento computacional se convirtió en una habilidad esencial en el mundo, ya que la tecnología evoluciona constantemente y el uso de herramientas digitales se vuelve más común en una variedad de campos. Se define como un enfoque para la resolución de problemas que implica habilidades como la abstracción, la descomposición, la generalización y la creación de algoritmos. En el contexto de este trabajo de grado, se centra en el desarrollo de este pensamiento basado en teorías que puede proporcionar una base sólida para determinar habilidades aplicadas en muchos campos y mejorar la resolución de problemas.

Con el objetivo de comprender y aplicar el pensamiento computacional en el campo educativo, se han desarrollado diversas teorías con el fin de establecer las habilidades básicas que componen este tipo de pensamiento. Algunas de estas teorías son relacionadas con la resolución de problemas mencionada por George Pólya (1957), la teoría de la abstracción de Jeannette M. Wing (2006), la teoría de la descomposición de Papert (1993), la teoría de la recursividad de Barbara Jane Liskov (1975), la teoría del pensamiento algorítmico de Donald Ervin Knuth (1997), entre otras a tratar en este documento. Estas teorías propuestas por expertos en la materia permiten establecer una base sólida para la investigación y de pensar en aplicaciones que involucren el pensamiento computacional. A

continuación, profundizaremos en cada una de estas teorías y su relevancia en el contexto de pensamiento computacional.

#### **4.2.1 Modelo para resolver problemas**

El mundo siempre está cambiando y evolucionando, en gran parte debido a los avances tecnológicos que han modificado la forma en que se hacen las cosas en varios campos. En este contexto, el pensamiento computacional y su aplicación para resolver problemas se ha vuelto cada vez más significativo como concepto y marco metodológico para abordar los desafíos que se presentan en diversos campos académicos y disciplinas. La adopción del pensamiento computacional como modelo para la resolución de problemas implica el desarrollo de habilidades y disposiciones que permitan el reconocimiento de patrones, la creación de modelos abstractos y la formulación de algoritmos para la solución de problemas desafiantes en contextos particulares.

El modelo para resolver problemas de George Pólya relaciona cuatro pasos esenciales: comprender el problema, formular un plan de trabajo, llevar a cabo lo formulado y así revisar el resultado obtenido. Según ella, esta metodología se puede utilizar para resolver problemas matemáticos y de la vida cotidiana (Pólya, 1957). El primer paso consiste en comprender el problema, paso clave porque permite la identificación de datos e información relevante y la exclusión de datos e información irrelevantes del proceso de resolución de problemas. Es posible lograr una comprensión profunda del problema permitiendo avanzar hacia los próximos pasos. El segundo paso, idear un plan de trabajo, es crucial para definir una estrategia que permita resolver la problemática de manera efectiva. En este momento implica tener en cuenta varias alternativas y analizar las ventajas y desventajas de cada una de ellas. El tercer momento implica llevar a cabo la estrategia establecida, lo que requiere una ejecución minuciosa y meticulosa del plan y el cuarto paso, consiste en revisar la solución obtenida, lo cual permite ver si cumple con los requisitos del problema y si se cometieron errores en el camino. Cabe señalar que la teoría de Pólya se ha aplicado en entornos educativo para enseñar a los estudiantes cómo resolver problemas de manera efectiva e independiente. La metodología permite a los estudiantes aprender a

pensar de forma analítica y estructurada, la cual puede ser aplicada en una variedad de contextos y ayuda en el desarrollo cognitivo.

Por otra parte, Bono (1992), da a conocer varios métodos y herramientas que se pueden aplicar para fomentar la creatividad y producir soluciones novedosas a los problemas. Una de las características principales del pensamiento creativo está basada en los enfoques sistémicos y estructurados, cuyo objetivo es estimular la generación de ideas mediante el uso de técnicas particulares. Una de las técnicas más conocidas de Bono es el pensamiento lateral, que se define como un enfoque no convencional que busca explorar nuevas perspectivas y soluciones a los problemas. La base del pensamiento lateral es la exploración de conceptos desde varios puntos de vista y la creación de asociaciones libres entre conceptos que parecen no estar relacionados. Además, propuso otro método llamado los seis sombreros, que tiene como objetivo fomentar la exploración de varios puntos de vista sobre un tema mediante el uso de seis sombreros de varios colores para representar diversas formas de pensar. El pensamiento creativo se distingue por su enfoque práctico y sistémico, que tiene como objetivo fomentar la generación de ideas innovadoras y soluciones eficaces.

El pensamiento creativo para Osborn (1953), se enfoca en el desarrollo de innovadores conceptos través de técnicas y procesos sistémicos. Da a conocer la técnica de la *lluvia de las ideas*, que se ha convertido en una de las herramientas más conocidas y eficaces para fomentar la creatividad grupal. El proceso de generar pensamientos y asociaciones sin restricciones, críticas o evaluaciones rápidas permite la selección y el desarrollo de los temas de manera más prometedora. La técnica tiene como objetivo fomentar la investigación de nuevos puntos de vista a retos o problemas. Osborn (1958), en sus investigaciones destaca la analogía, la cual consiste, en trazar paralelos entre situaciones o ideas que parecen no estar relacionadas para estimular el desarrollo de nuevos conceptos. La analogía es una técnica que se utiliza en campos como el diseño, la publicidad, la innovación tecnológica, entre otros.

Simon (1957), da a conocer la teoría de la decisión y racionalidad en contextos sociales. Se establecen argumentos donde da a conocer que los seres humanos no siempre toman decisiones racionales y que, en cambio, por situaciones sociales, culturales y emocionales inciden en tales decisiones. Esta teoría de la toma de decisiones se aplica a la forma de toma de decisiones individuales en contextos sociales donde las personas interactúan entre sí y tienen un impacto en los demás. Este investigó cómo la motivación y las emociones afectan el pensamiento y la toma de decisiones. Concluyo, que las emociones y la motivación juegan un papel importante en la forma en que las personas procesan la información y evalúan sus opciones por lo que es vital comprenderlas al tomar decisiones (Simon, 1967).

#### **4.2.2 Abstracción**

La abstracción es un concepto fundamental para el pensamiento computacional porque permite a los programadores y analistas de datos simplificar y reducir los procesos complejos de los problemas, lo que a su vez les permite diseñar soluciones más efectivas y eficientes. Para abstraer efectivamente un problema, los aspectos esenciales deben ser identificados y representados de manera concisa y clara sin detalles innecesarios. Esto puede implicar el desarrollo de modelos abstractos, la agrupación de datos en categorías o la definición de funciones que llevan a cabo tareas particulares. La abstracción es esencial para el desarrollo de algoritmos y programas, así como para la resolución de problemas en una variedad de campos de la tecnología de la información y las ciencias.

En consecuencia, Wing (2006), propuso que la abstracción es una habilidad primordial del pensamiento computacional, la cual permite la identificación de los elementos esenciales de un problema y la eliminación de aquellos que no son importantes para encontrar una solución. Desde su discurso afirma que la abstracción se puede utilizar tanto en el diseño de programas como en la resolución de problemas en múltiples campos del conocimiento (Wing, 2006). Esta teoría enfatiza que la capacidad de abstracción es fundamental para la resolución de problemas, ya que permite identificar los aspectos más relevantes y reduce la complejidad de su solución. De esta manera, la abstracción permite establecer una comprensión más clara y precisa del problema, lo que facilita la selección de la mejor

solución y la toma de decisiones. Esta habilidad es crucial para el diseño de programas, ya que permite una definición precisa y clara de la estructura de los algoritmos y el comportamiento de un programa. La abstracción es de destacar como una habilidad en el pensamiento computacional y su practicidad. Además, la teoría de la abstracción ha sido aplicada en otros campos del conocimiento, incluyendo la educación, la ingeniería y la investigación científica.

Por otra parte, Kay (1993), realizó grandes aportes con relación a los procesos de abstracción desde el pensamiento computacional y la programación para estudiantes sin importar el nivel de formación, para dar este gran aporte creo el lenguaje de programación Smalltalk<sup>7</sup>, donde demuestra la importancia de la abstracción en el diseño de este software porque permite a los programadores pensar en términos de objetos y mensajes en lugar de estructuras de control intrincadas. Esta función de abstracción también hizo posible que este desarrollo fuera muy modular y versátil, lo que lo convirtió en una herramienta muy apreciada para crear programación de interfaz de usuario. Smalltalk se ha utilizado en una amplia gama de aplicaciones, desde el desarrollo de sistemas operativos y herramientas de programación hasta la creación de aplicaciones comerciales y de juegos. Su énfasis en la programación orientada a objetos lo hace particularmente adecuado para el desarrollo de proyectos complejos y escalables y su sintaxis sencilla hace que sea más fácil de aprender para los principiantes.

Denning (2015), dio un aporte fundamental a conceptos de abstracción y pensamiento computacional en la programación propone una metodología para enseñar a los estudiantes de pregrado los principios básicos de la tecnología de la información, concentrándose en la enseñanza de abstracción, modularidad, escalabilidad, verificabilidad y otros conceptos fundamentales de la teoría de la información. La enseñanza de estos conceptos es fundamental para los ingenieros de software y dedicados a desarrollos informáticos

---

<sup>7</sup> Smalltalk es un lenguaje de programación orientado a objetos creado en los años 70 por Alan Kay, Adele Goldberg y Dan Ingalls en el Xerox Palo Alto Research Center (PARC). Ha sido utilizado en una amplia variedad de aplicaciones, desde el desarrollo de sistemas operativos y herramientas de programación hasta la creación de aplicaciones de negocios y juegos.

comprendan estos conceptos, ya que les permite abordar problemas complejos de una manera metódica e innovadora. Denning (2005), estableció que la abstracción permite a los programadores *ocultar*, detalles complejos de hardware o software para que puedan concentrarse en el problema en cuestión. La capacidad de abstraer la complejidad es esencial para el desarrollo de sistemas de software fiables y escalables. Introduce el concepto de “localidad”, que establece que la información que es importante para resolver un problema debe estar lo más cerca posible del punto de uso.

El libro *The Art and Science of Java* se centra en enseñar a los estudiantes los fundamentos del lenguaje de programación Java. Da a conocer la importancia de la abstracción en la resolución de problemas para el desarrollo de programas. La abstracción permite a los programadores representar ideas complejas de una manera más sencilla y como resultado, trabajar a un mayor nivel de abstracción siendo crucial para desarrollar programas a largo plazo que sean mantenibles y escalables (Roberts, 2008).

Asimismo, la capacidad de identificar patrones, simplificar problemas y representar ideas complejas de una manera más comprensible hace posible que los programadores y los estudiantes de tecnología de la información diseñen soluciones efectivas para una amplia gama de problemas del mundo real. La comprensión de la abstracción y su aplicación práctica se han convertido en un aspecto fundamental de la educación informática y el desarrollo de software. Como se ha destacado en este análisis, muchos expertos en informática, incluidos Alan Kay (1993), Peter Denning (2005), y Eric Roberts (2008), han desarrollado teorías y enfoques novedosos para enseñar y aplicar la abstracción en la programación.

#### **4.2.3 Descomposición**

La habilidad de reducir problemas en partes más pequeñas y manejables para que sea más fácil de resolver se conoce como *descomposición de problemas*, y es una habilidad esencial en el pensamiento computacional. Al dividir la complejidad de la tarea en componentes más manejables y accesibles, permite a las personas abordar problemas complejos de la manera más eficaz posible. La resolución de problemas se ha convertido en un tema

educativo importante porque puede ayudar a los estudiantes a desarrollar habilidades de pensamiento crítico para resolver problemas en una variedad de campos, incluidas la tecnología de la información, educación, industrial, entre otras.

La descomposición se puede aplicar tanto en la programación como en la solución de problemas cotidianos (Papert S. , 1993). Esto significa que al desglosar un problema, se puede abordar individualmente en sus diversos componentes, aspectos y necesidades, facilitando la solución en aspectos menos complejos. Es una técnica que se puede utilizar para identificar los componentes centrales de un problema y establecer las relaciones entre ellos tanto en programación como en otras áreas. La teoría de la descomposición de Papert, también se ha aplicado ampliamente a la educación en programación y al diseño de sistemas complejos. Es posible establecer procesos de enseñanza y aprendizaje más efectivos y escalables al dividir un tema en partes más simples, lo que ha permitido el desarrollo de programas educativos para la enseñanza de la programación en varios niveles de formación.

La descomposición para solucionar problemas según Parnas (1972), crea un método sistémico para dividir problemas complejos en unidades más simples con el objetivo de hacer que las dificultades sean más fáciles de entender y resolver. Él enfatiza la importancia de la modularidad en el desarrollo de sistemas de software y establece los requisitos que deben cumplirse al dividir un sistema en componentes, tales como la cohesión y la adecuación de los componentes. Este trabajo ha hecho contribuciones significativas a áreas de la ingeniería de software, como la elaboración de requisitos y la documentación del sistema. Su enfoque sistémico y meticuloso fue esencial para el desarrollo de la ingeniería de software como disciplina y tuvo un impacto significativo en cómo los sistemas de software se desarrollan y mantienen en la actualidad.

DiSalvo (2014), es una reconocida investigadora en los campos de la educación y el pensamiento computacional. En su trabajo han explorado la importancia de la descomposición de problemas en el aprendizaje del programa y cómo los estudiantes pueden aprender a dividir un gran desafío en tareas más pequeñas y manejables para

abordarlos de manera efectiva. En particular, examinó la conexión entre las técnicas de resolución de problemas y la programación de computadoras en el aula y desarrolló herramientas de enseñanza para ayudar a los estudiantes a practicar técnicas de resolución de problemas en programación (DiSalvo, 2013).

En conclusión, la descomposición de problemas es una habilidad crucial que deben adquirir las personas, destreza que brinda la programación de computadoras y el pensamiento computacional. Como lo demostraron los expertos en la materia David Parnas (1972), y Betsy DiSalvo (2013), la descomposición de problemas permite a los estudiantes dividir situaciones difíciles en tareas manejables y abordarlas exitosamente. El resultado de incluir la descomposición de problemas en la educación para formar en ciencias de la computación es un paso crítico para que los estudiantes sean más competentes y efectivos para resolver problemas en el mundo digital que cambia constantemente.

#### **4.2.4 Recursividad**

La recursividad es una habilidad que permite a los programadores definir una función o procedimiento al que pueden referirse como ellos mismos para resolver un problema de manera más efectiva y elegante. Esta habilidad poderosa que se utiliza en una amplia gama de aplicaciones de tecnología de la información, desde la manipulación de estructuras de datos hasta la implementación de algoritmos complejos. El pensamiento computacional y la recursividad ayuda a los estudiantes a comprender la importancia de la abstracción en la resolución de problemas. La habilidad de la recursividad es crucial tanto para la formación de programadores como para la enseñanza general de las tecnologías de la información y las comunicaciones.

La recursividad se genera a través del pensamiento computacional, permite resolver problemas complejos de otra manera y otra perspectiva, hasta que considerable imposibles desde puntos de vistas distintos (Liskov & H., 1975). Esta se usa en programación para definir algoritmos e implementar funciones que requieren procesos repetitivos. La recursividad se ha utilizado en otros campos, incluso en biología, física y matemáticas, para resolver problemas. En la educación, el uso de la recursividad permite establecer procesos

de enseñanza y aprendizaje más efectivos y escalables, lo que ha permitido la creación de programas educativos para la enseñanza de la programación en la formación de estudiantes. La importancia de esta habilidad tiene un papel importante al ser aplicada a varios dominios de conocimiento, lo que la convierte en una herramienta valiosa para resolver problemas complejos e implementar algoritmos efectivos.

Por esta razón, Hofstadter (1979), define que los sistemas complejos pueden surgir de estructuras simples y demuestra cómo la recursividad es crucial para comprender la complejidad, creatividad y pensamiento usando analogías matemáticas y musicales para ilustrar su presencia en sistemas formales y biológicos. Desde la publicación de Hofstadter (1979), ha tenido un impacto significativo en la teoría de la computación y la inteligencia artificial e inspiró a otros científicos y filósofos a investigar el papel de la recursividad en la mente humana y el mundo natural.

También, Cook (1971), un matemático e informático que ha realizado importantes contribuciones a la teoría de la computación. Este propuso el concepto de complejidad computacional, que condujo al desarrollo de la teoría de este mismo concepto. En particular, Cook usó la recursividad en su trabajo para demostrar el teorema de Cook-Levin, que establece la naturaleza equivalente del problema de satisfacción booleano y la clase de problemas NP-completos, varios campos informáticos, incluida la criptografía y la verificación de programas ha surgido gracias a la recursividad.

Para finalizar, la recursividad se ha utilizado en muchas áreas de la informática, incluida la programación de algoritmos, la resolución de problemas para la optimización y la teoría de la complejidad computacional. El teórico de la ciencia debe poseer el conocimiento y la habilidad para usar la recursividad, ya que les permite desarrollar soluciones efectivas y hermosas para problemas complejos, es una poderosa herramienta para el pensamiento computacional que ha demostrado ser esencial para la resolución de problemas en una variedad de dominios informáticos.

#### **4.2.5 Pensamiento algorítmico**

Actualmente, la capacidad para resolver problemas y tomar decisiones de manera efectiva se ha vuelto crucial en el mundo digital. En este sentido, el pensamiento computacional se ha convertido en una habilidad que es esencial para cualquier persona que quiera avanzar en el entorno tecnológico actual. El pensamiento algorítmico se encuentra entre los enfoques y habilidades que componen el pensamiento computacional.

En consecuencia, la teoría del pensamiento algorítmico de Donald Knuth (1997), destaca la importancia de esta habilidad en el pensamiento computacional, porque permite describir la solución de un problema utilizando una colección de instrucciones precisas y bien organizadas. El pensamiento es esencial en la programación, donde los algoritmos se utilizan para la implementación del programa y la resolución de problemas.

Laport (1978), es un renombrado matemático e informático que ha realizado contribuciones significativas al diseño de sistemas distribuidos y la teoría de la concurrencia. Uno de sus logros más importantes fue el desarrollo del algoritmo de Lamport para sincronizar relojes lógicos en sistemas distribuidos. Este tipo de algoritmos de Laport, dieron origen a los algoritmos Paxos, que se utiliza en muchos sistemas distribuidos para lograr el consenso entre los nodos de una red.

Por consiguiente, también Dijkstra (1959), ha construido de forma crucial para el avance de la teoría de la computación y el desarrollo de soluciones efectivas para una variedad de problemas de optimización. Sus logros más notables son el algoritmo de Dijkstra, para ubicar el camino más corto en un gráfico. Este se utiliza en una amplia gama de aplicaciones, desde la planificación de redes de transporte, hasta el cálculo de rutas de navegación en mapas. El trabajo ha recibido mucha atención y ha servido como trampolín para otros estudios en los campos de la teoría de grafos y la optimización combinatoria.

La serie de etapas descritas anteriormente, se pueden tomar de manera ordenada para resolver un problema en particular, y la programación depende en gran medida de su efectividad. Ha sido relevante en otras áreas del conocimiento como la ingeniería, la física,

las matemáticas y la química, donde se utilizan algoritmos para resolver problemas complejos y describir procesos académicos en la industria. El estudio del pensamiento algorítmico enseña a los estudiantes cómo organizar y estructurar sus pensamientos de manera lógica y sistemática, lo que les permite resolver problemas de manera más efectiva y eficiente.

Es esencial comprender las teorías que hablan sobre habilidades claves que componen el pensamiento computacional para comprenderlo en general y aplicarlo en el entorno educativo. Estas permiten el establecimiento de una base sólida para el estudio y la aplicación de pensamiento computacional en varios campos del conocimiento, en este caso específico en desarrollarlo con la programación de robots, que permite fomentar en los estudiantes habilidades que les serán útiles no solo en el campo de las tecnologías de la información, sino también en su vida diaria, así como en procesos de enseñanza y aprendizaje más efectivos y adaptables.

Una vez revisado el recorrido por ponentes representativos en el pensamiento computacional se puede evidenciar que existen unas habilidades importantes que se deben tener en cuenta, durante el transcurso de la historia han arrojado elementos importantes a tener en consideración en la investigación, como los son el *método para resolver problemas*, *abstracción* de aspecto importantes en una indagación y así, dar soluciones puntuales, el *descomponer* problemas en situaciones menos complejas para que la solución de varias de estas den respuesta a una dificultad mayor, *la recursividad* para buscar distintas maneras menos complejas para dar respuesta a una necesidad y *el pensamiento algorítmico* para estructurar secuencias dando soluciones tangibles a un problema.

### **4.3 PROGRAMACIÓN DE ROBOTS**

La programación de robots es una aplicación práctica del pensamiento computacional y se ha convertido en una herramienta fundamental para la automatización de procesos industriales, así como para la exploración espacial, la atención médica y la educación, entre otros campos. Para diseñar, construir y controlar robots tanto genéricos, básicos o inteligentes, las personas deben aplicar conceptos y técnicas de programación, así como

conocimientos de electrónica, mecánica, matemáticas y muchos más. Por esta razón, la programación de estos artefactos presenta una oportunidad para que un estudiante de educación media puede desarrollar habilidades de pensamiento computacional donde pueda poner en práctica sus conocimientos y destrezas adquiridas con el fin, de contribuir al avance de la tecnología y la innovación.

#### **4.3.1 Inclusión e igualdad**

La robótica es una herramienta cada vez más utilizada en todo el mundo para educar a niños y adolescentes. La tecnología permite a los estudiantes desarrollar habilidades tanto prácticas como teóricas en campos como la programación, la mecánica y la electrónica a través de la programación del diseño de robots. Sin embargo, por falta de ofertas o accesibilidad en algunos casos como en la industria, se ha presentado inigualdad género, como de oportunidades, así como la inclusión de estas tecnologías en la educación.

Con relación a lo anterior, Resnick (2013), demostró que la programación y la robótica pueden ser herramientas poderosas para promover la inclusión y la igualdad en la educación, en vez de limitarse a estudiantes con habilidades técnicas, la programación y la robótica brindan una oportunidad para que todos los estudiantes participen en el aprendizaje creativo y la resolución de problemas. Este recomienda utilizarse en la educación para apoyar a los estudiantes en el desarrollo de habilidades sociales y emocionales como la empatía, la cooperación, entre otras; en sus investigaciones demostró que esta manera de intervenir las aulas con robótica tuvo una influencia significativa en cómo se enseña programación a los jóvenes, ofreciendo la oportunidad de crear y experimentar con sus propias ideas, lo que les permite desarrollar habilidades valiosas como la resolución de problemas y el trabajo en equipo.

Howard (2016), también, hizo contribuciones significativas al campo de la robótica y más en la importancia de la igualdad de género y la inclusión en la robótica en numerosas ocasiones. En una entrevista afirmó que “la robótica debe ser inclusiva, no solo por razones éticas, sino también porque la inclusión conduce a una mejor innovación” (Howard, 2016). Cuando se trabaja en el desarrollo de robots para mejorar la calidad de vida de las personas

con discapacidad, demuestra su compromiso con la inclusión y la accesibilidad en la tecnología robótica.

Además, la profesora Yasmin Kafai (2015), reconocida en la investigación sobre el papel que juegan la programación y la robótica en la promoción de la inclusión y la diversidad en la educación, enfatiza en la importancia de enseñar programación a estudiantes de todas las edades y orígenes. Ella ratifica que la programación puede ser una herramienta poderosa para involucrar a estudiantes de diversos orígenes e inspirarlos a participar activamente en el aprendizaje, permitiendo ayudar a los estudiantes a desarrollar sus habilidades de pensamiento crítico y computacional en resolución de problemas y diseños creativos.

Una de las investigadoras más influyentes en el campo de la robótica educativa es Cynthia Breazeal, cuyo trabajo ha sido crucial para comprender cómo se pueden usar los robots para enseñar habilidades sociales y emocionales a los niños (Breazeal, 2022). Ella argumentó que los robots pueden ser herramientas de enseñanza efectivas para las habilidades sociales porque pueden crear un entorno de aprendizaje seguro y libre de juicios donde los estudiantes interactúan con el robot sin temor a ser juzgados o burlados por sus compañeros. Ella ha investigado cómo el usar robots en el aula, puede fomentar la inclusión y participación de los estudiantes al permitirles interactuar con una tecnología atractiva, interesante y por medio de metodologías activas.

#### **4.3.2 Aprendizaje creativo y resolución de problemas**

La educación está cada vez más centrada en el estudiante, las estrategias de aprendizaje basadas en problemas son cada vez más populares. Los robots educativos pueden convertirse una herramienta eficaz para fomentar la resolución de problemas y la creatividad. Los estudiantes pueden desarrollar habilidades cruciales como la lógica, el pensamiento de una manera divertida y atractiva al interactuar con robots y programarlos para realizar ciertas tareas.

La investigación de Paulo Blikstein (2013), arroja que la robótica educativa puede ser una herramienta útil para enseñar conceptos, habilidades científicas y matemáticas abstractas.

La aplicación de conceptos abstractos y teóricos a situaciones del mundo real, mientras construye y programa robots, desarrolla habilidades para el siglo XXI, prácticas en el proceso. También mostró que la robótica educativa se puede utilizar para aumentar la motivación y el interés de los estudiantes en estos temas, porque construir y programar estos artefactos puede ser una actividad emocionante y desafiante.

La robótica educativa puede promover el trabajo en equipo y la colaboración en el aula, en la mayoría de los proyectos de robótica educativa se involucran equipos de estudiantes, lo que les permite colaborar para resolver problemas y lograr objetivos compartidos. Como resultado, se puede ayudar a los estudiantes a desarrollar habilidades sociales y emocionales como el trabajo en equipo y la comunicación, que son cruciales para el éxito en la vida. Asimismo, brinda libertades a los estudiantes para experimentar con varios diseños y soluciones, la robótica educativa también puede fomentar el aprendizaje libre y exploraciones autodirigidas. Al experimentar con varios diseños y soluciones se puede fomentar el aprendizaje y la exploración de nuevos saberes y habilidades.

Otro referente importante es el reconocido experto en robótica y profesor de la Universidad de Osaka en Japón, Hiroshi Ishiguro (2019), quien ha demostrado que los robots pueden ser herramientas útiles para mejorar de la comunicación en la educación de los estudiantes. Este afirmó que los robots pueden usarse como herramientas para mejorar la instrucción en habilidades interpersonales como el trabajo en equipo, la resolución de disputas, la negociación y la empatía, determinando que la interacción con los robots puede brindar a los estudiantes una experiencia de aprendizaje más inmersiva y realista, lo que podría ayudarlos a retener y comprender mejor los contenidos curriculares orientados por los docentes.

El uso de robots en la resolución de problemas y el aprendizaje creativo brinda una oportunidad única para que los estudiantes desarrollen habilidades de pensamiento crítico en un entorno de aprendizaje atractivo. Los robots pueden llevar a cabo una variedad de tareas y actividades que ayudan a los estudiantes a aprender sobre una variedad de conceptos matemáticas y ciencias hasta habilidades sociales y emocionales.

### **4.3.3 Aprendizaje libre y la exploración autodirigida**

Los aspectos de la educación robótica que son cruciales incluyen el aprendizaje libre y la exploración robótica autodirigida. A diferencia al aprendizaje estructurado, cuando el instructor sigue un plan de lección predeterminado, el aprendizaje libre permite a los estudiantes explorar el mundo de la robótica a su propio ritmo y siguiendo su propio camino, da la oportunidad de desarrollar habilidades críticas de resolución de problemas y pensamiento creativo a través de la experimentación y la toma de decisiones autónoma. La metodología de enseñanza fomenta la motivación y el interés intrínsecos de los estudiantes, lo que les ayuda a mantener su compromiso con el aprendizaje a largo plazo.

Por esta razón, Khatib (2005), pasó una gran parte importante de su carrera investigando el desarrollo de robots humanoides y sistemas de control de robots móviles. Su trabajo mostró cómo se pueden utilizar los robots para aplicaciones en la exploración espacial y submarina, así como en entornos que son peligrosos o inaccesibles para los seres humanos. Esto ha llevado a generar avances significativos en la industria de la robótica. Además, Khatib (2017), trabajó en el desarrollo de robots cooperativos usados con personas de manera segura y eficaz. Estos resultados han sido cruciales para integrar robots en la industria y otros entornos donde se requiere la cooperación entre humanos y robots. La investigación ha hecho posible desarrollar más robots, seguros y efectivos que pueden trabajar junto a las personas para aumentar la productividad y la calidad de vida de todos, los de tecnología.

En el campo de la educación relacionada con la tecnología, Bers (2010), ha creado proyectos y actividades educativas para promover el aprendizaje activo y el aprendizaje autodirigido en el aula desarrollando robots educativos como el robot KIBO, que permite a los niños construir y programar robots utilizando bloques codificados por colores. Bers adaptó el lenguaje de programación para niños pequeños en la aplicación “ScratchJr”, que les permite crear y programar sus propias historias, juegos y animaciones interactivas. Además de su trabajo con robots educativos, la promoción del aprendizaje activo y la exploración autodirigida en la educación tecnológica. Asimismo, ha investigado la inclusión y la diversidad en el campo de la tecnología educativa.

Por último, pero no menos importante Scassellati (2007), recibió reconocimiento por su trabajo en el desarrollo de robots que pueden interactuar naturalmente con los niños y fomentar su curiosidad y creatividad. Enriquece el uso de robots educativos en el aula para fomentar el pensamiento crítico y las habilidades de resolución de problemas de los estudiantes. Demostró cómo se pueden programar los robots para involucrar a los estudiantes en tareas desafiantes y difíciles al tiempo que fomenta el aprendizaje y la exploración independientes. Cabe destacar que esta investigación ha recibido un amplio reconocimiento y ha aparecido en numerosas revistas y conferencias prestigiosas en los campos de la robótica y la educación.

Para cerrar este apartado, la programación de robots ha demostrado ser una herramienta poderosa para los ponentes mencionados anteriormente, donde existen conceptos de *inclusión e igualdad en la educación*, lo que permite que todos los estudiantes participen en *el aprendizaje creativo y la resolución de problemas*, promoviendo *habilidades emocionales* que son esenciales para el éxito en la vida, incluidas la *empatía y la cooperación*. Permitiendo a los estudiantes explorar con una variedad de diseños y soluciones, promoviendo el *aprendizaje libre y la exploración autodirigida*.

#### **4.4 RELACIÓN ENTRE EL PENSAMIENTO COMPUTACIONAL Y LA PROGRAMACIÓN DE ROBOTS**

El pensamiento computacional se ha promovido en la enseñanza de la programación y la robótica en el aula, dado que ambos pueden ayudar a los estudiantes a desarrollar habilidades de pensamiento crítico y resolución de problemas. Esto permite que los participantes puedan ver resultados concretos y ajustar sus algoritmos para soluciones tangibles. Además, los robots pueden ayudar a los estudiantes a comprender cómo funcionan los sistemas juntos y cómo varios componentes interactúan entre sí para lograr un objetivo común (Brennan, 2012). Como resultado, la programación de robots no solo fomenta el pensamiento computacional, sino que también puede ayudar a los estudiantes a desarrollar sus habilidades en *pensamiento complejo y sistémico*.

Otro elemento en consideración con relación al pensamiento computacional y la programación de robots es que estos generan saberes que se pueden orientar tanto para hombres y mujeres y, asimismo, en diversos ambientes de aprendizaje, buscando fomentar enfoques STEAM<sup>8</sup>. Tradicionalmente, los campos de la programación y la robótica históricamente han estado dominados por hombres, lo que ha resultado en una falta de diversidad de personal en la industria. Al enseñar estos aspectos a todo tipo de estudiantes, incluidos niñas, estudiantes de minorías y otras condiciones sociales, permite capacitar personas con habilidades para la industria y mejorar la igualdad de género. La programación de robots puede ayudar a combatir los estereotipos al permitir que los estudiantes exploren con una variedad de roles y habilidades y así, alentar el trabajo en equipo.

Debido a lo anteriormente nombrado, según Carroll (2015), el desarrollar pensamiento computacional por medio de la programación de robots, podría fomentar la colaboración de los estudiantes mejorando la comunicación entre ellos y trabajar para llegar a objetivos comunes, buenas prácticas que pueden utilizar en su vida diaria y en aspectos profesionales.

En conclusión, la programación de robots fomenta el pensamiento computacional, el crecimiento de habilidades sociales y emocionales, así como la inclusión y la igualdad en la educación. La incorporación de la robótica educativa en el aula permite a los estudiantes aprender de una manera más activa y autodirigida mientras experimentan utilizando tecnología, fomentando la creatividad, la resolución de problemas y el trabajo en equipo. La robótica es una herramienta inclusiva que permite a todos los estudiantes participar en el aprendizaje sin importar su género, habilidades técnicas o estatus socioeconómico. El aprender a programar permite desarrollar habilidades que son cruciales para el futuro como la capacidad de adaptarse a los cambios y de utilizar la tecnología para resolver problemas.

---

<sup>8</sup> Ciencias, tecnología, ingeniería, arte y matemáticas

## **5 METODOLOGÍA**

### **5.1 ENFOQUE Y ALCANCE**

Esta investigación está enmarcada en el paradigma cualitativo de investigación, de tipo inductivo (Hernandez Sampieri, 2014). El estudio se basará en la observación de hechos, datos, actitudes y comportamientos de los estudiantes con el fin de generar conclusiones o generalizaciones sobre el desarrollo del pensamiento computacional de los estudiantes de grado decimo del colegio María Auxiliadora, del municipio de Santuario, ubicado en el departamento de Antioquia (Colombia).

Al revisar las teorías del pensamiento computacional, se tendrán en consideración las categorías principales de este, observando de forma correlacional actitudes, comportamientos y resultados obtenidos por los jóvenes. Para Hernández Sampieri (2014), la investigación cualitativa-inductiva se basa en la recopilación y el análisis de datos específicos para producir teorías o conceptos. El autor afirma que este enfoque es particularmente adecuado cuando se quiere explorar fenómenos complejos, comprender la realidad a partir de la experiencia de los participantes según sus perspectivas y descubrir nuevas relaciones o patrones emergentes.

El alcance de esta investigación es descriptivo ya que, el objetivo del investigador es describir el desarrollo del pensamiento computacional, teniendo en consideración contextos y eventos que se manifestarán al aplicar esta investigación arrojando evidencias e instrumentos expuestos en las prácticas en el aula de clase.

### **5.2 POBLACIÓN Y CONTEXTO**

La educación en Tecnología, Ingeniería, Matemáticas y Artes (STEAM), de los jóvenes colombianos es el objetivo principal del gobierno nacional, buscar formar estudiantes innovadores (Botero, 2018). Por esta razón, aparece el programa educativo conocido como Tecnoacademia del SENA<sup>9</sup> en Colombia.

El proyecto de investigación es una respuesta a la necesidad de fortalecer las habilidades técnicas y científicas de los estudiantes preparándolos para los desafíos del lugar de trabajo

---

<sup>9</sup> Servicio nacional de aprendizaje en Colombia

moderno. La entidad cuenta con ambientes de aprendizaje especiales donde estos pueden explorar y experimentar con tecnologías de punta como robótica a través de talleres lúdicos, proyectos prácticos y laboratorios. Además, permiten fomentar el trabajo en equipo, el pensamiento crítico, pensamiento computacional y procesos colaborativos, apoyando el crecimiento integral de los participantes.

En este sentido, Tecnoacademia se posiciona como una iniciativa clave para el SENA, porque promueve la educación STEAM desde edades tempranas, despertando el interés de los jóvenes por las disciplinas científicas y tecnológicas. Asimismo, realiza alianzas con empresas de la industria e instituciones educativas para fortalecer el vínculo entre el desarrollo académico y profesional. De esta forma, estas entidades se convierten en actores clave en el desarrollo de una nación más competitiva y tecnológicamente avanzada.

La aplicación de esta investigación se realizará en la Tecnoacademia del Oriente Antioqueño situada en Marinilla, en el departamento de Antioquia (Colombia), la cual cuenta con cuatro líneas de formación en Biotecnología, Diseño y prototipado, Tecnologías de la Información y las comunicaciones y Electrónica y Robótica. Esta última, es donde se enfatiza este trabajo de investigación, este laboratorio cuenta con equipos de formación de última tecnología que permite desarrollar habilidades relacionadas con tecnologías emergentes y estar a la vanguardia de la industria 4.0. En este laboratorio se cuenta con equipos Makeblock<sup>10</sup> y equipos LEGO, como robots de trabajo didácticos para los estudiantes, los cuales son programados en varios lenguajes de programación, como puede ser scratch, Mblock<sup>11</sup> y plataforma de programación LEGO.

Las anteriores herramientas se utilizan para desarrollar en los estudiantes pensamiento crítico, lógica aritmética y computacional. No solamente se trabajan con prototipos estandarizados de empresas que se dedican a construir material didáctico en robótica, sino que también, se construyen modelos con las máquinas que están a disposición para los estudiantes como lo son las impresoras 3D, cortadoras láser, maquinaria de mecanizado y corte mecánico, materiales de consumo electrónicos y material mecánico. Se han

---

<sup>10</sup> Empresa que construye plataformas robóticas didácticas para distintas edades.

<sup>11</sup> Es una plataforma educativa para aprender a programar que utiliza la programación mediante bloques de código.

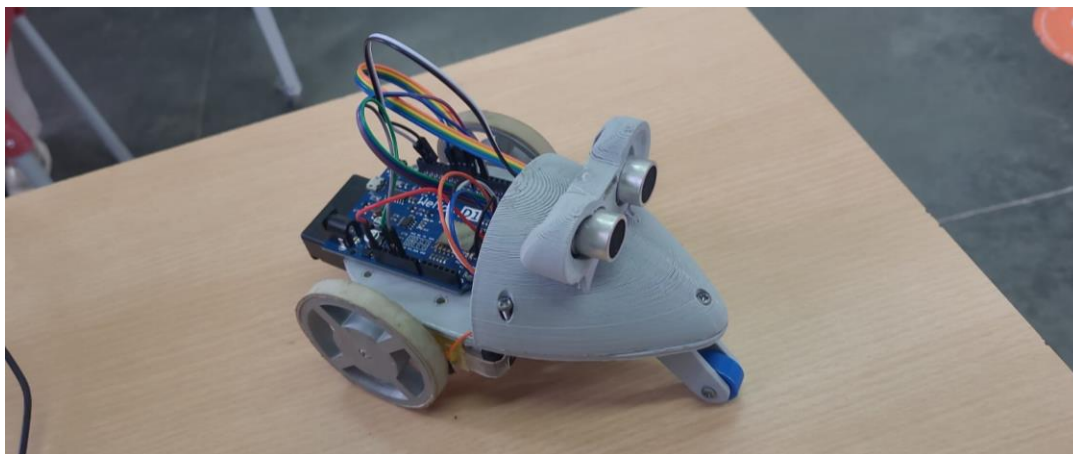
desarrollado varios prototipos que han tenido participaciones nacionales e internacionales como ideas innovadoras y proyectos de investigación elites en nuestro país. A continuación, se muestran algunos de los desarrollos realizados con los estudiantes de la Tecnoacademia:

Ilustración 1. Proyecto JUMI (Robot Blanco en forma de personaje de película animada)



Nota. Robot terapeuta para disminuir ansiedad en los jóvenes y adolescentes. Trabaja con una red neuronal de aprendizaje máquina año 2022.

Ilustración 2. MOUSEBOT



Nota. Robot en forma de ratón que permite evadir obstáculos controlado por aplicaciones realizadas por los estudiantes de manera inalámbrica por comunicación WIFI y RS232 año 2022.

Ilustración 3. Estudiantes María Auxiliadora armando PINGUIBOT



Nota: Los estudiantes diseñan y arman un prototipo final como entrega y cierre al proceso formativo.

Ilustración 4. PINGUIBOT.



Nota. Robot seguidor de línea desarrollado por los estudiantes de la Tecnoacademia con partes laminales año 2022.

### **5.3 UNIDAD DE TRABAJO**

Para la aplicación de esta investigación se tendrán en consideración a un grupo de 20 estudiantes de grado decimo del colegio María Auxiliadora, ubicado en la dirección Cl. 50 #4628, municipio el Santuario, Antioquia (Colombia), vinculados a la formación Tecnoacademia con el número de Ficha 2752199 relacionados al programa de formación de formulación de proyectos de investigación formativa con código 12210005 del SENA. Estos estudiantes se desplazan semana a semana a la Tecnoacademia del oriente antioqueño para desarrollar proyectos de investigación, innovación y nuevas propuestas de emprendimiento.

### **5.4 CONSIDERACIONES ÉTICAS**

La población para trabajar son personas con edades de 13 a 15 años, vinculados al colegio María Auxiliadora del municipio de Santuario Antioquia, por esta razón la institución establece un consentimiento informado con el fin de utilizar imágenes de los estudiantes y poder hacer desplazamientos a eventos y demás instancias que requieran los proyectos de investigación e innovación.

El consentimiento informado juega un papel crucial en la protección de los derechos de los estudiantes y otros participantes en sus programas y actividades. La importancia de asegurar el respeto por la autonomía y la dignidad de cada persona, particularmente cuando se trata de la recopilación, el uso y la divulgación de información personal, incluidas las imágenes. El proceso de consentimiento informado es un paso crítico que se lleva a cabo de manera clara y transparente el cual brinda a los estudiantes y a sus padres o tutores legales toda la información que necesitan para tomar una decisión informada. Todos los consentimientos informados de los estudiantes se encuentran custodiados en la Tecnoacademia de Marinilla Antioquia.

## 5.5 UNIDAD DE ANÁLISIS

Varias categorías del pensamiento computacional permiten realizar un estudio minucioso con el fin de comprender como se desarrolla. Los componentes clave que conforman esta capacidad cognitiva pueden reconocerse y examinarse mediante la siguiente categorización expuesta en la tabla a continuación:

Tabla 1. Unidad de análisis de categorías y subcategorías

| <b>Categorías</b>                                               | <b>Subcategorías</b>                                                  | <b>Actividades de la unidad didáctica</b>                                               |
|-----------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| Modelo para resolver problemas                                  | Comprender<br>Formular<br>Implementar<br>Solución revisar resultado   | Implementación de laberinto como reto para el desarrollo del pensamiento computacional. |
| Abstracción de aspectos esenciales para solución de un problema | Identificar<br>Segmentar en problemas pequeños.<br>Revisar resultados | Implementación de laberinto como reto para el desarrollo del pensamiento computacional. |
| Recursividad                                                    | Programación estructurada                                             | Construir la secuencia lógica del programa para solucionar el laberinto.                |
| Pensamiento algorítmico                                         | Algoritmos                                                            | El desarrollo del algoritmo para solucionar el reto propuesto.                          |
| Programación de robots                                          | Robots y lenguajes de programación.                                   | Diseñar el software para el dispositivo en un lenguaje de programación.                 |
| Inclusión e igualdad de genero                                  | Equidad<br>Diversidad                                                 | Generar integración de equipos de trabajo multigénero.                                  |
| Aprendizaje creativo                                            | Innovación<br>aprendizaje significativo                               | Proponer más de una solución para salir del laberinto.                                  |
| Exploración autodirigida                                        | Metacognición.<br>Resiliencia.                                        | Reconocer las debilidades y fortalezas del propio proceso de aprendizaje.               |

## **5.6 TÉCNICAS Y FUENTES DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN**

Existen varias técnicas y fuentes de recolección de información que pueden ser utilizadas en investigaciones de tipo cualitativo inductivo, con alcance descriptivo (Hernandez Sampieri, 2014). En estos se utiliza como instrumento inicial una entrevista semiestructurada, donde se realizará una exploración de ideas previas relacionadas con el pensamiento computacional en la población seleccionada.

### **5.6.1 Instrumento de exploración de ideas previas**

Se realizará una breve introducción que explica el propósito del estudio dentro de la encuesta, así como la importancia de explorar las nociones previas de los participantes con respecto al pensamiento computacional, que permitan recopilar información relevante frente al estudio de maestría, donde se tienen en cuenta las consideraciones y precepciones de los estudiantes. La intención de conocer los conceptos previos de los estudiantes es crucial a la hora de llevar a cabo una aplicación científica, porque proporciona una base sólida para el aprendizaje y fomenta la creación de nuevos conocimientos. En este instrumento recogerá algunos conceptos relacionados con las categorías de investigación que se establecen en el marco conceptual y que serán relevantes a las horas de obtener convergencias y divergencias en el estudio.

### **5.6.2 Instrumento de observación durante la implementación**

Por otra parte, como instrumento de ejecución de la implementación de campo, se utilizará una guía de observación que relaciona los aspectos claves que se desean analizar y registrar durante la inmersión en el ambiente de aprendizaje con relación al pensamiento computacional, que está relacionado con las categorías de investigación. Para esta implementación se usará una participación dinámica, en donde se motivará a los estudiantes a participar y resolver un reto de programación con robots enfocado a ABP. Asimismo, se apoyará instrumento que permitirá registrar observaciones de campo donde es posible consignar evidencias, descripciones, detalles de las interacciones y cualquier otro dato relevante con respecto al estudio.

Lo anterior, tiene como fin poder observar y analizar aspectos relacionados con las categorías del modelo de resolución de problemas como la abstracción de aspectos, recursividad para solucionar una dificultad, aplicación del pensamiento algorítmico por medio de programación de robots, buscando garantizar en este ejercicio inclusión e igualdad de género en áreas de la ingeniería afianzando el aprendizaje creativo y la exploración autodirigida. Lo anterior permitirá establecer un conjunto predeterminado de criterios y categorías para orientar la observación, que ayudará a estandarizar el proceso la recopilación de datos y garantizar que los observadores evalúen los mismos aspectos y apliquen los mismos criterios, mejorando la coherencia y la fiabilidad de los datos recopilados.

### **5.6.3 Instrumento video Entrevista a estudiantes**

Como instrumento final se realizarán videos haciendo entrevistas a los estudiantes donde estos darán a conocer las experiencias vividas, buscando hacer un recorrido sobre las categorías y subcategorías del pensamiento computacional encontradas y establecidas desde un principio de la investigación, las cuales fueron identificadas a partir de un análisis inductivo de los datos recopilados durante la aplicación del estudio a través de la observación. Lo anterior, permitirá generar una estructura clara para organizar los datos obtenidos, permitiendo resumir, comparar y contrastar la información recopilada con el fin de sacar conclusiones, tendencias, observaciones y recomendaciones. En este instrumento se medirán y analizarán todas las categorías como subcategorías de investigación.

## **5.7 UNIDAD DIDÁCTICA**

La unidad para este trabajo de grado tendrá tres momentos: La ubicación, la desubicación y el cierre del proceso formativo. En la era digital actual, el pensamiento computacional se ha convertido en una habilidad crucial para que los estudiantes se desarrollen y prosperen en un mundo tecnológico. La unidad didáctica es una forma innovadora y emocionante de introducir el pensamiento computacional en el aula. Además, al utilizar dispositivos tecnológicos llegan a ser excelente herramienta educativa que permite a los estudiantes explorar y aplicar conceptos básicos de programación, técnicas de resolución de problemas

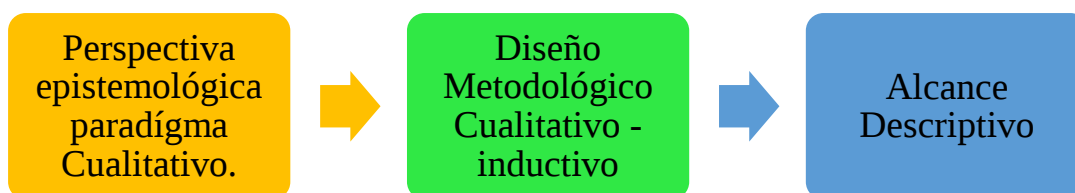
y trabajo en equipo en un entorno del mundo real para este caso se utilizarán los robots de Makeblock.

Para la **ubicación** de esta unidad didáctica se explorarán conceptos utilizando el instrumento inicial de exploración de ideas previas relacionado con las categorías de investigación que se abordan en el estudio, partiendo de la exploración bibliográfica sobre el pensamiento computacional, buscando conocer los conocimientos previos de los estudiantes. En el proceso de la **desubicación** se adentrarán a los estudiantes a nuevos conocimientos partiendo de las ideas previas utilizando un software de programación de robots para este caso Mblock. Donde se abordarán procesos de recursividad y pensamiento algorítmico con la programación de algoritmos de robots. Para el **cierre** de esta unidad didáctica se propondrá más de una solución para resolver el reto propuesto desde las actividades de la unidad didáctica, allí se tendrá en cuenta los aspectos de la investigación cualitativa-inductiva con las notas de campo y hojas de evidencia para aportar a las conclusiones del estudio (Hernandez Sampieri, 2014).

## 5.8 DISEÑO METODOLÓGICO

La ruta metodológica propuesta para este trabajo es la siguiente:

Ilustración 4. Marco metodológico



Nota: Propuesta marco metodológico para este trabajo de grado.

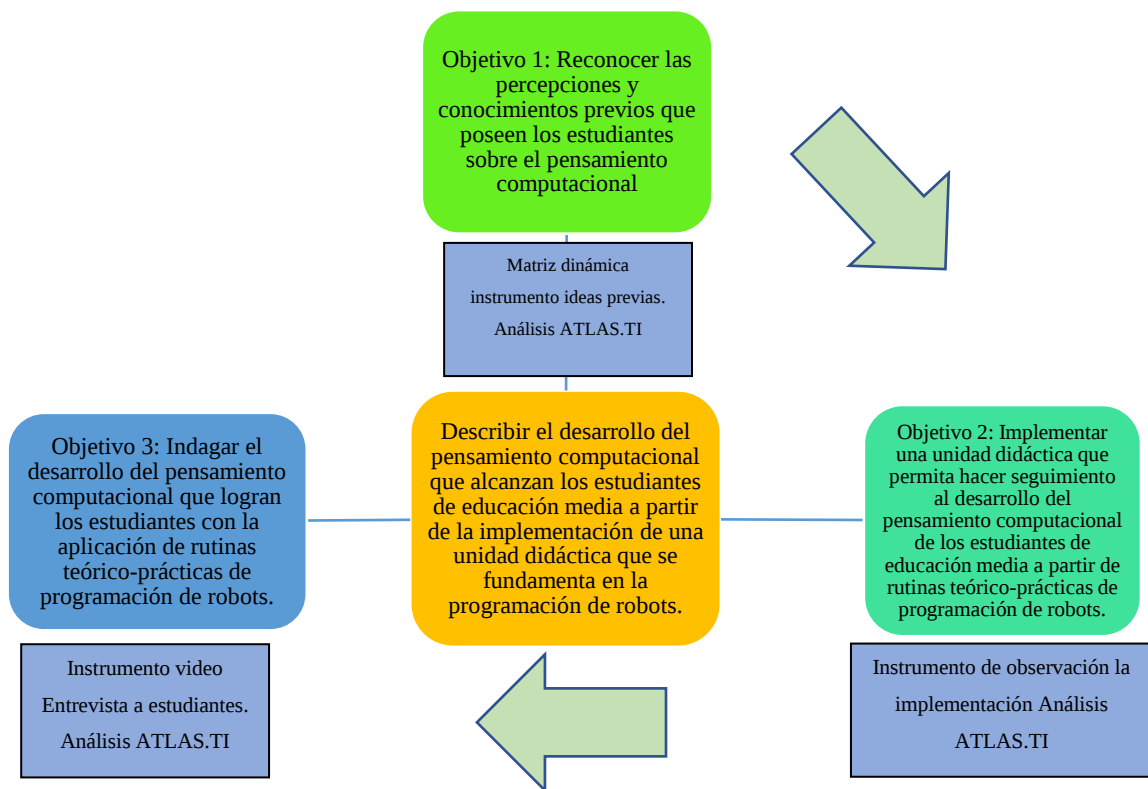
Para dar cumplimiento a este marco metodológico se dará claridad como se abordarán los objetivos de esta investigación:

Tener en cuenta esta modificación de los objetivos para incluirlos en la gráfica

- Reconocer las percepciones y conocimientos previos que poseen los estudiantes sobre el pensamiento computacional

- Implementar una unidad didáctica que permita hacer seguimiento al desarrollo del pensamiento computacional de los estudiantes de educación media a partir de rutinas teórico-prácticas de programación de robots.
- Indagar el desarrollo del pensamiento computacional que logran los estudiantes con la aplicación de rutinas teórico-prácticas de programación de robots.

Ilustración 5. Ruta metodológica



Nota: Estructura tomada de (Molano García, 2022)

## 5.9 PLAN DE ANÁLISIS

La herramienta principal para el análisis del plan de investigación cualitativa en el contexto de esta tesis de grado será el software ATLAS.ti<sup>12</sup>, el cual, es una plataforma poderosa que ofrece muchos beneficios para este tipo de investigaciones. Este permite la codificación, organización y análisis cuantitativo de datos de datos es fácil y eficiente debido a su interfaz intuitiva y su amplia gama de funciones. El software permite la exploración de relaciones entre conceptos, el descubrimiento de principios y la extrapolación de significados profundos de las numerosas fuentes de información reunida. Al utilizar ATLAS.ti, se optimiza la calidad y el rigor del análisis cuantitativo, lo que permite una rica interpretación y respaldará los hallazgos alcanzados en esta tesis de grado.

Algo importante a aclarar es que este software permitirá crear una unidad hermenéutica que abarcará toda la información recolectada analizada en términos de códigos de investigación (categorías de investigación), permitiendo obtener redes semánticas, tablas comparativas, gráficos de categorías y subcategorías correlacionadas y tendencias en categorías que se evidencias en la codificación de la información de los instrumentos utilizados (Scientific Software Development, 2022).

---

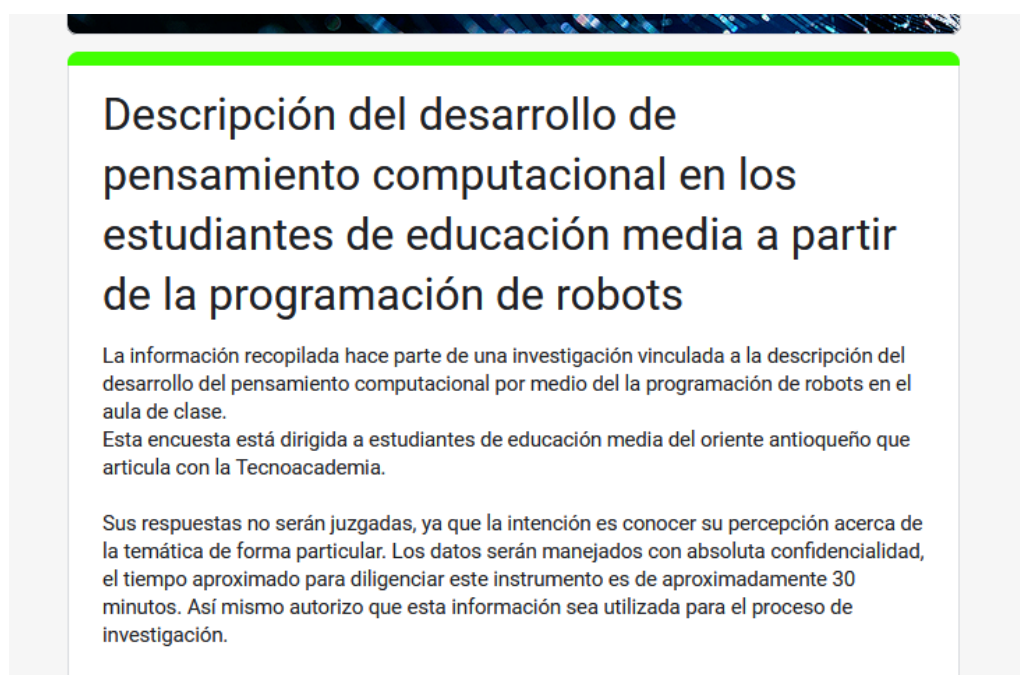
<sup>12</sup> Es una herramienta de uso tecnológico y técnico creada con el objetivo de apoyar la organización, el análisis e interpretación de información en investigaciones cualitativas.

## 6 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

### 6.1 RECONOCIENDO LAS PERCEPCIONES DE LOS ESTUDIANTES FRENTE AL PENSAMIENTO COMPUTACIONAL

Para el objetivo número uno que se enfocó en *reconocer las percepciones y conocimientos previos que poseen los estudiantes sobre el pensamiento computacional*; se creó un formulario en Google Forms<sup>13</sup>, el cual, genera una matriz dinámica en una hoja de cálculo (Excel), con el fin de conocer las percepciones iniciales de los estudiantes de educación media con relación al pensamiento computacional, que incluyó las categorías de investigación identificadas en el abordaje del marco conceptual. A continuación, se muestra el instrumento que se diseñó de ideas previas para esta recolección de la información.

Ilustración 6. Instrumento de ideas previas



**Descripción del desarrollo de pensamiento computacional en los estudiantes de educación media a partir de la programación de robots**

La información recopilada hace parte de una investigación vinculada a la descripción del desarrollo del pensamiento computacional por medio de la programación de robots en el aula de clase.

Esta encuesta está dirigida a estudiantes de educación media del oriente antioqueño que articula con la Tecnoacademia.

Sus respuestas no serán juzgadas, ya que la intención es conocer su percepción acerca de la temática de forma particular. Los datos serán manejados con absoluta confidencialidad, el tiempo aproximado para diligenciar este instrumento es de aproximadamente 30 minutos. Así mismo autorizo que esta información sea utilizada para el proceso de investigación.

Nota: Instrumento de ideas previas implementado con los estudiantes con el fin, de conocer la percepción frente al pensamiento computacional.

<sup>13</sup> Permite fácilmente crear y publicar formularios, útiles para encuestas, exámenes, asistencias a cursos o capacitaciones y mucho más, permitiéndonos también ver los resultados de manera gráfica

Ilustración 7. Compilación de la información recolectada.

|    | A                 | B                                    | C                                 | D         | E                  | F                 | G                         | H                         | I                      |
|----|-------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|-----------|--------------------|-------------------|---------------------------|---------------------------|------------------------|
| 1  | Marca temporal    | Dirección de correo electrónico      | Nombre completo                   | Género    | Grado de formación | Tiempo de trabajo | Ha tenido una experiencia | Podría comentar algo      | ¿Qué tipo de material? |
| 2  | 7/7/2023 19:40:17 | josemanu516977@gmail.com             | José Manuel Giraldo Soto          | Masculino | Decimo             | 2 años.           | Si                        | Elaboramos un robot r     | Resistencias, leds     |
| 3  | 7/7/2023 18:41:54 | juantrivi2008@gmail.com              | Juan Diego Triviño Zuluaga        | Masculino | Decimo             | 1 año.            | No                        | He tenido una sola exp    | Para el proyecto de e  |
| 4  | 7/7/2023 11:09:16 | juanestebanquesalazar49@gmail.com    | Juan Esteban Duque Salazar        | Masculino | Decimo             | 1 año.            | No                        | La creación del prototipo | Tinkercad, el protobo  |
| 5  | 7/7/2023 11:03:34 | juanosearcia1999@gmail.com           | Juan José Arcila Aristizabal      | Masculino | Decimo             | 1 año.            | No                        | No he tenido              | Tinkercad, Solid work  |
| 6  | 7/7/2023 11:02:01 | mabelcristina.p@hotmail.com          | Juan Sebastian Zuluaga Pineda     | Masculino | Decimo             | 1 año.            | No                        | Son interesantes los p    | Mblock, tinkercad, pro |
| 7  | 7/7/2023 11:00:53 | juanitavasquezduque@gmail.com        | Juanita Vásquez Duque             | Femenino  | Decimo             | 1 año.            | Si                        | aunque mi relación con    | las plataformas como   |
| 8  | 7/7/2023 10:53:15 | juliandavidsalazargraldob8@gmail.com | Julian David Salazar Giraldo      | Masculino | Decimo             | 1 año.            | Si                        | a sido una experiencia el | materia que nosotros   |
| 9  | 7/7/2023 11:10:09 | Karenlondono5@gmail.com              | Karen Dahiana Londoño Aristizabal | Femenino  | Decimo             | 1 año.            | Si                        | Con el uso de la Intelig  | Tinkercad, cartón pa   |
| 10 | 7/7/2023 10:56:33 | karlaalazate2007@gmail.com           | Karla cristina alazate zuluaga    | Femenino  | Decimo             | 1 año.            | No                        | no he tenido              | solworks, tinkercad    |
| 11 | 7/7/2023 11:08:07 | rmariaalejandra928@gmail.com         | Maria Alejandra Ramirez Ramirez   | Femenino  | Decimo             | 1 año.            | No                        | No he tenido ninguna      | (Solworks, tinkercad   |
| 12 | 7/7/2023 11:05:20 | mariaacamilasobardduque40@gmail.com  | maria camila escobar duque        | Femenino  | Decimo             | 1 año.            | No                        | no he tenido la fortuna   | tratar de aumentar la  |
| 13 | 7/7/2023 11:15:31 | orozcosalazarmanafemanda89@gmail.com | Maria Fernanda Orozco Salazar     | Femenino  | Decimo             | 1 año.            | Si                        | Me pareció muy intere     | Tinkercad, fue una aq  |
| 14 | 7/7/2023 16:35:29 | marianaariasgiraldo24@gmail.com      | Mariana Arias Giraldo             | Femenino  | Decimo             | 1 año.            | No                        | No he tenido la experi    | TinkercAD, solwork     |
| 15 | 7/7/2023 11:06:38 | marianariasabohorquez@hotmail.com    | Mariana Isaza Bohórquez           | Femenino  | Decimo             | 1 año.            | Si                        | Me ha parecido una m      | Solid word, tinkercad  |
| 16 | 7/7/2023 11:05:15 | miguelangelramirezciro@gmail.com     | miguel angel ramirez ciro         | Masculino | Decimo             | 2 años.           | Si                        | mi experiencia fue muy    | protoboar resistenci   |
| 17 | 7/7/2023 11:06:49 | samusa1802@gmail.com                 | Samuel Aristizábal Alzate         | Masculino | Decimo             | 1 año.            | No                        | He tenido experiencias    | Solid Works, tinkerc   |
| 18 | 7/7/2023 11:00:49 | saracq6707@gmail.com                 | sara castaño quintero             | Femenino  | Decimo             | 1 año.            | No                        | no ha sido muy cerca      | las plataformas digite |
| 19 | 7/7/2023 11:12:33 | sarameliasbotero@gmail.com           | Sara Melissa Botero Gallego       | Femenino  | Decimo             | 1 año.            | No                        | No he tenido              | TinkercAD, solwork     |
| 20 | 7/7/2023 11:15:08 | sara20gomez20@gmail.com              | Sara Yuliet Gómez Atehortua       | Femenino  | Decimo             | 1 año.            | No                        | no he tenido              | Tinker CAD, solwork    |
| 21 | 7/7/2023 11:07:49 | sofiaalazatezuluaga@gmail.com        | Sofia Alzate Zuluaga              | Femenino  | Decimo             | 1 año.            | No                        | no he tenido la oportu    | TinkercAD, solidos p   |

Nota. Matriz dinámica en una hoja de cálculo (Excel) con la respuesta de los estudiantes.

La intención de este instrumento que se evidencia en el anexo 1, tuvo como fin, comprender si los estudiantes del colegio María Auxiliadora del Municipio del Santuario (Antioquia, Colombia), tenían claro los conceptos de pensamiento computacional. Para esto se realizaron preguntas que estaban relacionadas con las categorías de la investigación que son *recursividad*, *abstracción*, *pensamiento algorítmico* y *un componente de programación de robots*. Estas preguntas se diseñaron y avalaron por un experto temático en el tema de la robótica en educación como lo es el Doctor Diego Molano (2022), y un experto en los componentes humanísticos y pedagógicos Manuel García.

Asimismo, se empezó a reconocer posibles fortalezas y debilidades de cada uno de los estudiantes con relación al pensamiento computacional, se realizaron los análisis hermenéuticos de cada categoría según sus preguntas, de la misma manera, se tomaron los elementos que se consideran necesarios para resaltar e identificar aspectos que enriquecerán la construcción de la unidad didáctica, actividad posterior que se propuso para el objetivo número dos.

Las preguntas que se realizaron a los estudiantes fueron revisadas y avaladas por expertos en el tema las cuales fueron las siguiente:

- ¿Ha tenido una experiencia significativa con el uso de los robots? Podría comentar acerca de esta experiencia, por favor
- ¿Qué tipo de material didáctico relacionado con la robótica usted ha usado en el colegio o en la Tecnoacademia?, Podría describirlo, por favor.
- ¿Cuál es la intención de enseñar a través de la programación?, por favor argumente su respuesta
- ¿Qué aprendizaje significativo ha generado este proceso de programación de robots o de tarjetas embebidas como el Arduino para usted?, podría por favor describirlo.
- ¿Cuál es tu comprensión de la abstracción y cómo crees que puede ayudarte a resolver problemas de manera más eficiente? Podría describirlo por favor.
- ¿Puedes proporcionar un ejemplo de cómo has utilizado la abstracción en el pasado para descomponer un problema complejo en partes más manejables? Podría describirlo por favor.
- ¿Cómo crees que la capacidad de abstraer conceptos y patrones puede ayudarte a identificar soluciones innovadoras en situaciones problemáticas? Podría describirlo por favor.
- Si usted considera que pueden existir otras características o potencialidades de la abstracción o simplificación de problemas, por favor mencionarlas a continuación.
- ¿Cómo definirías la recursividad y cuál es su importancia en la resolución de problemas algorítmicos?
- ¿Puedes darme un ejemplo de un problema algorítmico que se resuelva de manera más eficiente mediante un enfoque recursivo en lugar de uno iterativo? ¿Cuáles son las ventajas de utilizar la recursividad en este caso?
- ¿Qué estrategias o técnicas utilizas para identificar si un problema se puede resolver de manera recursiva y cómo determinas cuándo es apropiado utilizar este enfoque en lugar de uno iterativo?
- ¿Cómo crees que el pensamiento algorítmico puede ayudar a resolver problemas complejos en diferentes áreas del conocimiento, como la medicina, la educación o la gestión empresarial?

- ¿Qué pasos seguirías para diseñar un algoritmo eficiente que resuelva un problema específico en tu campo de interés? ¿Qué consideraciones tendrías en cuenta durante el proceso de diseño?
- ¿Cómo crees que el pensamiento algorítmico puede ayudar a mejorar la toma de decisiones en situaciones de incertidumbre? ¿Puedes dar ejemplos concretos de cómo se aplicaría en la vida cotidiana?
- ¿Qué habilidades crees que son fundamentales para desarrollar un pensamiento algorítmico sólido y cómo podrían fomentarse en entornos educativos y profesionales?

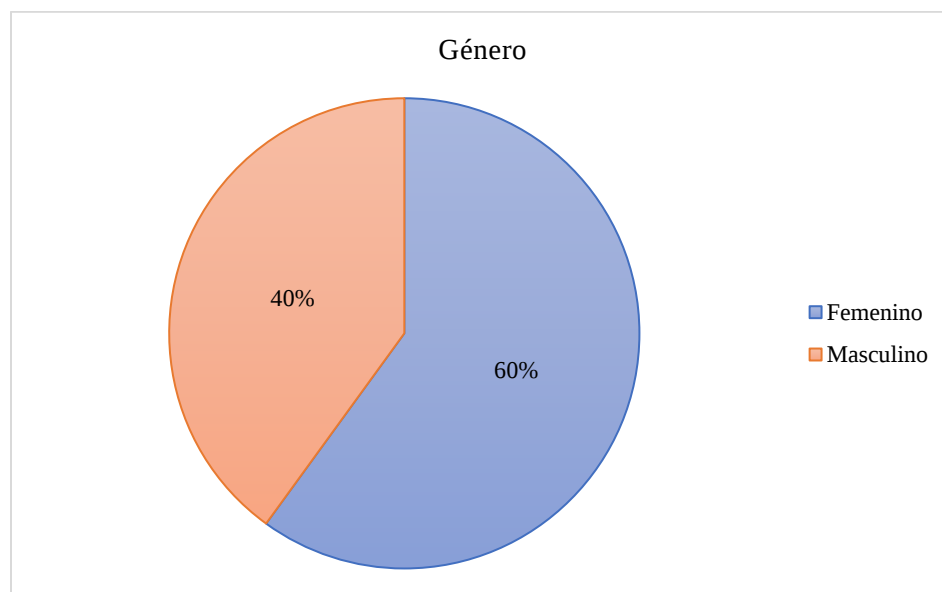
Los resultados obtenidos del análisis de esta información se muestran a continuación, donde se pueden evidenciar aspectos interesantes con relación al pensamiento computacional y cómo los estudiantes identifican y comprenden las categorías de investigación propuestas en esta tesis. A estas preguntas abiertas se les hace un análisis de comprensión del pensamiento computacional asignando un criterio identificado a cada estudiante, que permitió poder medir la posible apropiación del conocimiento tenían los estudiantes con relación a las categorías de investigación.

#### **6.1.1 Análisis de los resultados sobre la implementación del instrumento de ideas previas**

Teniendo en la cuenta lo anterior, se realizó una serie de análisis, definiendo los elementos que se desearon abordar y que están relacionados con las categorías de investigación que llevaron a realizar algunos interrogantes a las personas que aportaron en el trabajo investigativo. Estos componentes están relacionados con el desarrollo del pensamiento computacional utilizando la programación de robots; lo anterior, incluye las características generales arrojadas en la relación de las preguntas con las categorías de investigación, identificando fortalezas y posibles debilidades. Para este caso se implementó este instrumento de investigación a 20 estudiantes de la Ficha 2752199, del programa de formación de formulación de proyectos de investigación formativa. Los estudiantes que

participaron fueron 12 mujeres y 8 hombres pertenecientes al grado decimo de bachillerato (Ilustración 6). Teniendo una participación superior por parte de la población femenina.

Ilustración 8. Población analizada

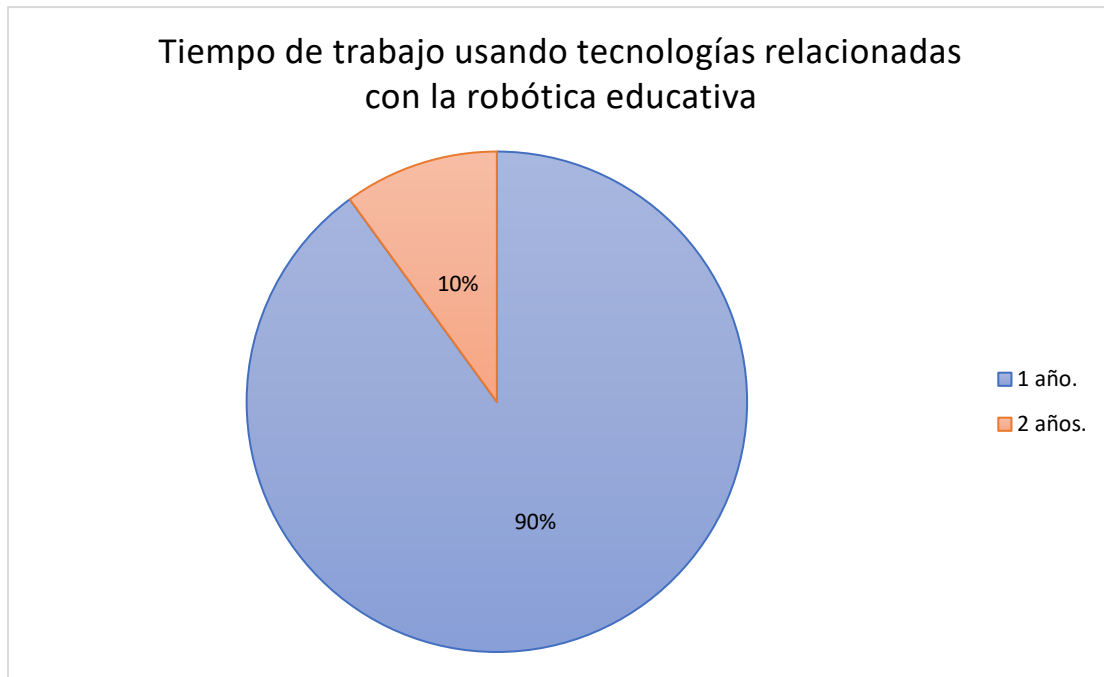


Nota: Cantidad de mujeres y hombres a los cuales se les realizó el instrumento de ideas previas.

Los resultados muestran que esta investigación motiva a la población femenina, fortaleciendo procesos de igualdad de género generando posibilidades e intereses de las mujeres en participar en procesos de formación en robótica y específicamente en las ciencias STEAM y en tecnologías relacionadas con la educación.

Otro aspecto para resaltar está vinculado con el tiempo que los estudiantes llevaban trabajando con tecnologías relacionadas con temas de robótica educativa y la generación de proyectos de Ciencia, Tecnología e innovación CTI; se puede evidenciar que solo dos de los estudiantes que participaron en este proceso llevan más de un año trabajando en temas de robótica (Ilustración 7), participantes que se pueden llegar a destacar al momento de la implementación de la unidad de aprendizaje. Lo anterior, muestra que existen unos saberes previos mínimos para el trabajo de programación de robots en esta población.

Ilustración 9. Tiempo que llevan los estudiantes en formación

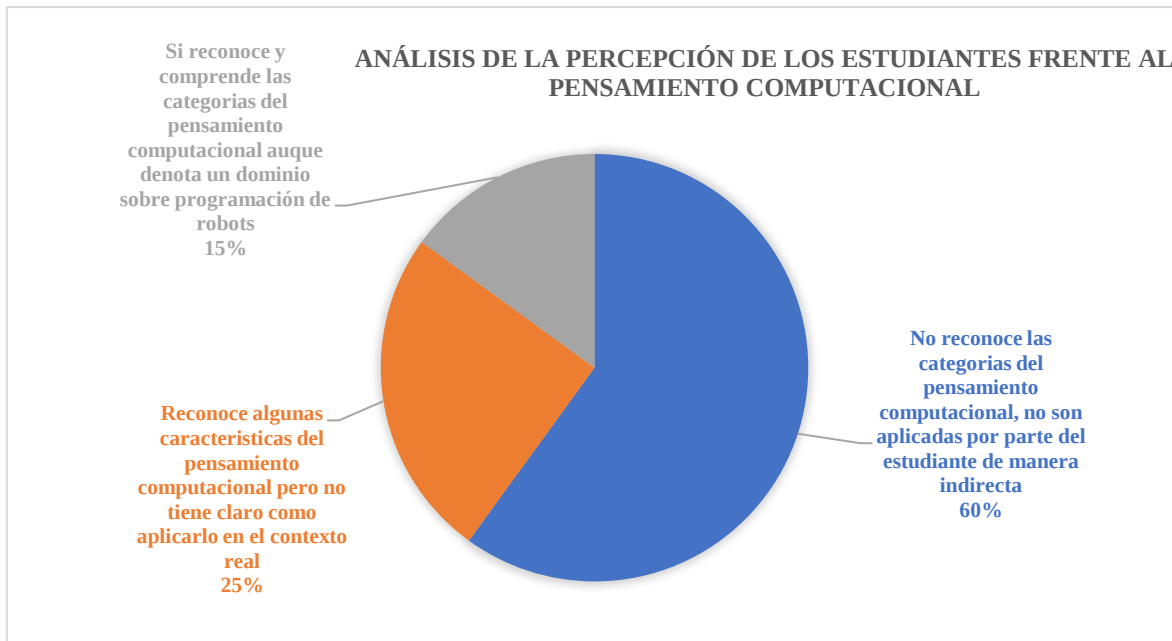


Nota: Tiempo de los estudiantes en años de trabajo con tecnologías de emergentes.

Para el análisis de este instrumento se realizó una revisión exhaustiva a cada respuesta de los estudiantes de manera individual y se encasillan estos saberes previos en tres denominaciones determinadas bajo tres aspectos asignados. Para este caso los criterios a considerar fueron:

No reconoce las categorías del pensamiento computacional, no son aplicadas por parte del estudiante de manera indirecta, *reconoce algunas características del pensamiento computacional pero no tiene claro cómo aplicarlo en el contexto real y si reconoce y comprende las categorías del pensamiento computacional, aunque denota un dominio sobre programación de robots*. El instrumento de aplicación fue creado con preguntas que apuntaban a medir las categorías del pensamiento computacional, para esta investigación como lo son *la recursividad, la abstracción, el pensamiento algorítmico y la programación de robots*. Este análisis arroja los criterios mencionados anteriormente que se ven reflejados en la siguiente ilustración.

Ilustración 10. Análisis resultados de instrumento de ideas previas



Nota: Análisis de percepción del instrumento de ideas previas

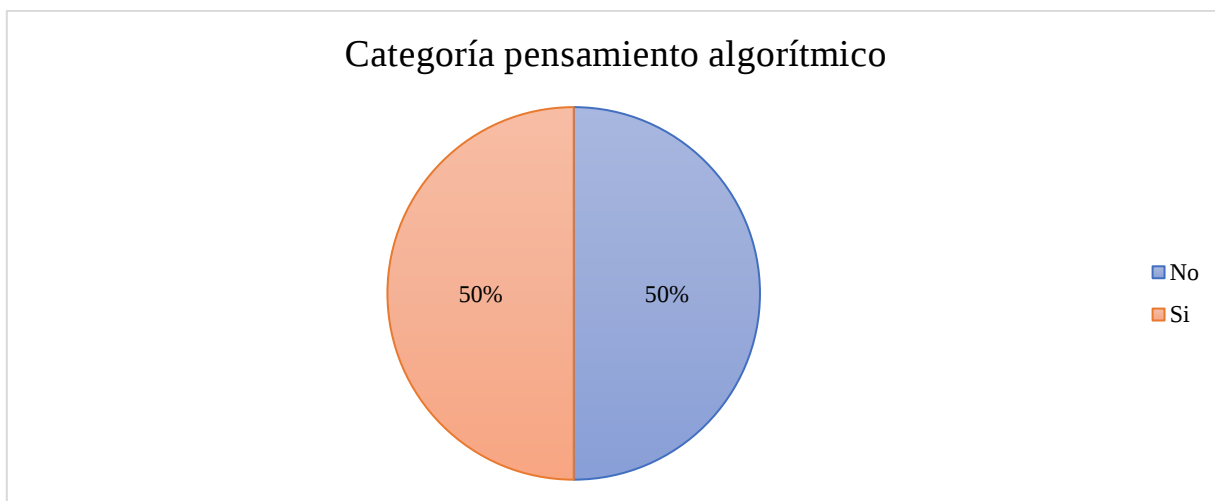
Se evidencia que el 60 % de los estudiantes no tienen claro los aspectos, ni categorías o elementos que componen el pensamiento computacional, ni mucho menos saben cómo implementarlo en situaciones cotidianas, para solucionar problemas o aplicarlo en espacios reales. Esto determina que los estudiantes no tienen identifican el desarrollo de su pensamiento computacional y pueden llegar a existir vacíos desde aspectos de las habilidades del siglo XXI, por consiguiente, es importante afianzar estas habilidades en los estudiantes y desarrollar categorías del pensamiento computacional, en la implementación de esta investigación.

Por otra parte, el 25% de los estudiantes intervenidos identifican algunos conceptos relacionados con el pensamiento computacional, pero no tienen claro en algunos aspectos como reconocerlos y mucho menos como aplicarlos en situaciones reales. Los conceptos en algunos casos son claros para la gran mayoría, pero no están contextualizados con estos, ni mucho menos los han interiorizado, ni aplicado.

Por último, solo el 15% de la población SI identifica aquellas categorías relevantes que fueron evidenciadas en el marco conceptual y comprenden aspectos importantes de programación en robots.

Otros análisis interesantes están ligados a ¿cómo entienden cada categoría los estudiantes y cómo han interiorizado estos conceptos como propios para ser implementados a la hora de solucionar un problema real? Allí, se muestra un análisis más detallado de las categorías de investigación y como son las percepciones de ellas. En la ilustración 9, se puede observar que solo el 50% de los estudiantes comprenden el concepto de pensamiento algorítmico o entienden como implementarlo en entornos reales, esta es una categoría que se debe reforzar y ser consignada en la unidad didáctica de trabajo con estos estudiantes más adelante.

Ilustración 11. Percepción categoría de investigación Pensamiento Algorítmico

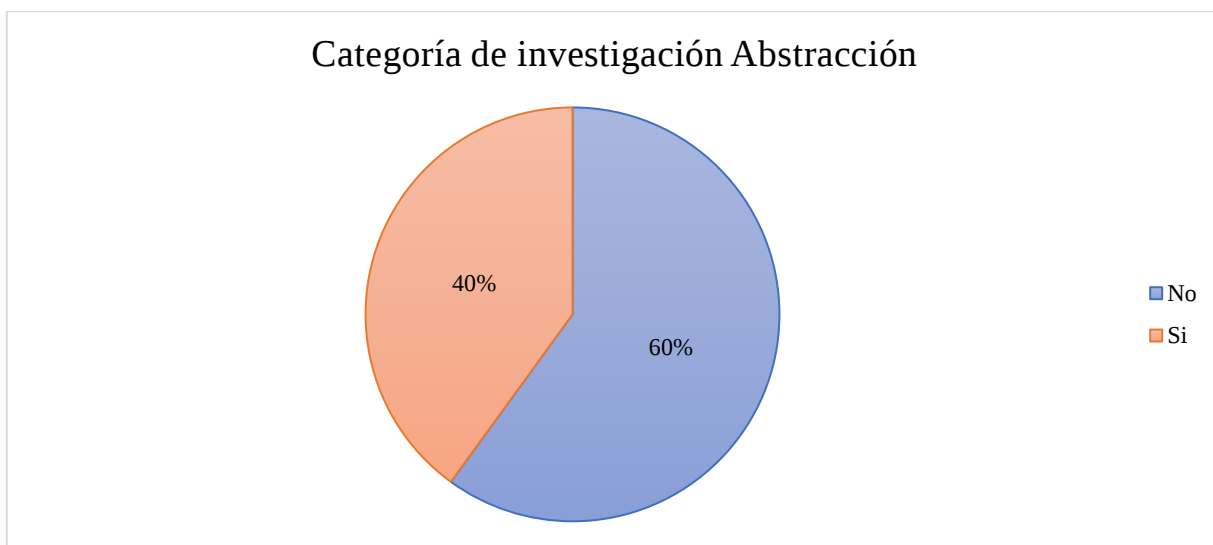


Nota: resultado de categoría de pensamiento algorítmico el instrumento de ideas previas.

En consiguiente, se identifica que la gran mayoría de los estudiantes no comprenden el concepto de abstracción de situaciones para segmentar una dificultad en pequeños problemas, solo el 40% de ellos (Ilustración 10), tienen idea en que consiste la abstracción y más como aplicar esta habilidad en contexto de su entorno o en situaciones personales. Debido a este análisis es fundamental al momento de construir la unidad didáctica permita a

los estudiantes desarrollar esta habilidad y que el estudiante comprenda que es útil para solucionar un problema establecido desde el aprendizaje basado en proyectos, utilizando elementos y recursos del ambiente de aprendizaje de la línea de electrónica y robótica de la Tecnoacademia del Oriente Antioqueño.

Ilustración 12. Percepción de los estudiantes sobre la categoría de Abstracción



Nota: resultado de categoría de abstracción del instrumento de ideas previas.

La categoría recursividad en los procesos del pensamiento computacional y en procesos de programación de robots es una habilidad fundamental para dar soluciones a problemas que requieren procesos itinerantes y reutilización de algoritmos para solucionar problemas complejos que requieren concentración para encontrar soluciones. En este caso el 80% de los estudiantes (Ilustración 11), desconocen el concepto y no comprenden como aplicarlo en entornos reales. De igual manera, tienen ambigüedades frente a este y hacen analogías no relacionadas la realidad, también es un elemento importante que se debe involucrar en la construcción y la implementación de la unidad didáctica con el fin, de medir el desarrollo del pensamiento computacional.

Ilustración 13. Percepción de los estudiantes sobre la categoría de recursividad



Nota: resultado de categoría de recursividad del instrumento de ideas previas.

Por último, pero no menos importante es conocer que acercamiento o experiencia han tenido los estudiantes frente a la programación de robots, que habilidades de programación han apropiado y como esta programación orientada a objetos, les ayuda a mejorar sus destrezas para solucionar problemas y fortalecer su pensamiento computacional. En la ilustración 12, se evidencia que el 75% de los estudiantes carecen de habilidades en la programación de robots o nunca han experimentado la experiencia de trabajar con este tipo de tecnología para la formación de estudiantes o en ámbito de aspectos industriales. La anterior conclusión, determina que es enriquecedor utilizar la programación de robots para poder desarrollar el pensamiento computacional en los estudiantes, el enfoque de la unidad didáctica debe construirse con componentes que aporten al trabajo con robots, estos se convierten en el medio con el cual se genere interés y motivación para desarrollar la unidad didáctica.

Ilustración 14, Percepción de los estudiantes frente a la programación de robots



Nota: resultado de categoría de Programación de robots del instrumento de ideas previas.

El desarrollo de una unidad didáctica en programación de robots se presenta como una herramienta fundamental para reforzar varias áreas clave de investigación en el ámbito educativo y en desarrollo del pensamiento computacional. La enseñanza de la abstracción se fortalece primero al introducir a los estudiantes al mundo de la programación de robots. La capacidad de abstraer conceptos complejos y traducirlos en instrucciones lógicas es fundamental en el desarrollo de habilidades cognitivas y resolución de problemas. Investigaciones como las de Resnick (2004), dan a conocer la importancia de enseñar a los estudiantes a abstraer ideas para desarrollar su pensamiento abstracto y creativo, lo cual se fortalece con el uso de robots como una herramienta de aprendizaje concreta y motivadora. La unidad didáctica que se proyecta sin duda fomentará el pensamiento computacional al enseñar a los estudiantes a dividir los problemas en pasos lógicos, reconocer patrones y crear algoritmos efectivos. Papert (1980), menciona que los robots pueden fomentar el pensamiento computacional, preparando a los jóvenes para enfrentar los desafíos tecnológicos que enfrenta la sociedad moderna.

La investigación beneficiará el desarrollo de otra categoría de investigación que es la recursividad, esta es la capacidad de crear programas que se refieran a sí mismos es

esencial para tratar problemas complejos y problemas de estructura de datos. La programación de robots permite entender y utilizar de manera práctica esta categoría, porque les permite diseñar algoritmos que realizan eficientemente tareas repetitivas. Investigaciones como la de Guzdial y Soloway (1985), señalan cómo aprender acerca de la recursividad a través de la programación de robots, porque mejora la comprensión de los conceptos lógicos y matemáticos al mismo tiempo que fomenta la creatividad y la innovación. Cabe destacar que la programación de robots no solo facilita el aprendizaje sobre la recursividad, sino que también fortalece la programación en sí misma, lo que permite a los estudiantes comprender cómo interactúan sus instrucciones de código con el entorno físico. De esta manera, la unidad didáctica en programación de robots surge como un recurso beneficioso para fomentar la exploración y comprensión de la recursividad en el contexto de la educación.

## **6.2 IMPLEMENTANDO LA UNIDAD DIDÁCTICA PARA LOS ESTUDIANTES DE EDUCACIÓN MEDIA**

En este objetivo se hizo el abordaje y análisis de la unidad didáctica diseñada para la investigación que buscará ser innovadora y permitir generar pensamiento computacional de los estudiantes a través de la programación de robots. El desarrollo de habilidades de pensamiento aritmético y creativo en los estudiantes se promueve mediante el desarrollo de habilidades de pensamiento computacional (Grover, 2017). El uso de robots como herramienta de enseñanza proporciona un enfoque práctico y motivador para el aprendizaje de la programación y el desarrollo de habilidades informáticas y a su vez del pensamiento computacional (Brennan, 2012).

Para la construcción de la unidad didáctica *Pensamiento computacional a través de la programación de robots usando material Makeblock*, se tuvo en consideración varias estructuras propuestas por personas del campo de la pedagogía, pero como referente principal el Dr. Enrique Chaux (2016), profesor titular en el Departamento de Psicología de la Universidad de los Andes (Bogotá, Colombia); él es un referente de la educación en Colombia y ha aportado significativamente en la construcción de documentos académicos y construcciones de unidades didácticas en el país. La estructura propuesta para el desarrollo

de esta unidad didáctica está ligada en 4 momentos, tomando como referencias documentos elaborados por Chaux.

En el primer momento se da a conocer el enfoque general de la unidad didáctica, así como la intencionalidad de aplicarla a una población específica, para este caso, los estudiantes del Colegio María Auxiliadora del grado décimo del municipio de Santuario (Antioquía, Colombia). El objetivo de la actividad es *Programar secuencias lógicas– algorítmicas para que un robot físico o simulado pueda salir de un laberinto*. La intención de este ejercicio fue fortalecer las competencias que deben adquirir los estudiantes vinculados con el diseño curricular del programa de Formulación de Proyectos Formativos las cuales son:

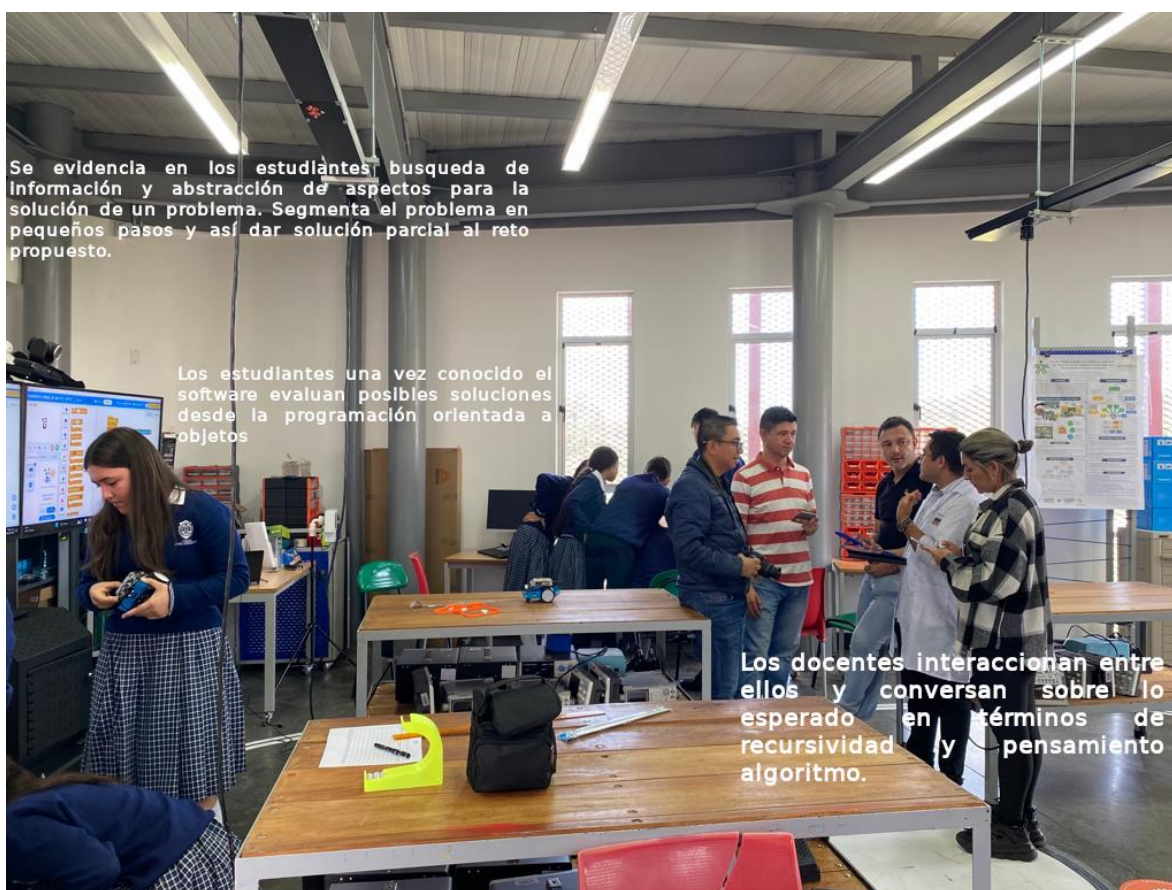
- *Para la competencia de Formular el proyecto educativo de acuerdo con métodos y técnicas de investigación para la educación media, utiliza responsablemente las TIC, con el fin de aprender, indagar y ordenar dispositivos robóticos para solucionar problemas y proponer estrategias para soluciones tecnológicas a problemas.* Se buscó que el desarrollo de esta unidad didáctica pudiera llegar a aportar a estas competencias donde el manejo de las TIC se verá directamente involucrado por parte de los estudiantes en la manipulación de los equipos robóticos y en la construcción de bloques de control. Al final de esta actividad, se espera que el estudiante pueda solucionar un laberinto creado en Tecnoacademia, garantizando que el artefacto programado, por medio de secuencias lógicas salga del espacio establecido por el docente. Para garantizar esta actividad se entrega a los estudiantes los enlaces de donde pueden descargar el software a trabajar y donde se realizará dicha actividad.

Para finalizar este momento, se da claridad a los estudiantes los lugares a trabajar y los entregables durante el desarrollo de la unidad didáctica. Estos están relacionados en el instrumento de *observación*. Este fue revisado y aprobado por 4 expertos en la programación de robótica y la enseñanza de la electrónica y robótica en la educación media. Para este caso un Doctor en Ciencias de la Computación, una Licenciada en Electrónica, un Doctor en Ingeniería con énfasis en Nuevos Materiales y un licenciado en

Electrónica, experto en robots, quien estuvo a cargo de la implementación de este trabajo de grado (Ilustración 13), donde analizaron preguntas de acuerdo con las cuatro categorías que se desean fortalecer y que son mencionadas en la unidad didáctica:

- *Momento 1: percepción de recursividad, Momento.*
- *2: Fortalecimiento del pensamiento algorítmico y Momento.*
- *3 y 4: Programación de robots.*

Ilustración 15. Orientaciones generales previas al inicio de diligenciamiento de instrumento



Nota: Los docente e ingenieros empiezan el proceso de observación y diligenciamiento del instrumento de medición de ejecución de unidad de didáctica.

Se encuentran elementos importantes donde se ven involucrados aspectos de programación estructurada en un entorno de bloques, relacionado con la recursividad. Asimismo, se evidencian procesos de abstracción de aspectos esenciales para solución de un problema, lo

estudiantes reconocen patrones que pueden ser esenciales para la solución del reto, segmentando en situaciones pequeñas los problemas con el fin de dar respuesta al requerimiento.

En el segundo momento se buscó fortalecer los saberes que se deben medir en el desempeño de los estudiantes en aspectos del saber, del saber hacer y saber ser respectivamente.

- Para abordar del saber: *Frente a una necesidad o problema, el estudiante seleccionó una alternativa tecnológica apropiada, según el problema. Al hacerlo utiliza criterios como eficiencia, seguridad, consumo y costo.* Los estudiantes realizaron análisis de cómo solucionar el reto propuesto. Se les entregan herramientas de medición y usando materiales del entorno de aprendizaje buscando encontrar parámetros para el desarrollo del algoritmo en bloques de programación (Ilustración 14 y 15).

Ilustración 16. Reconociendo necesidades para solucionar el reto propuesto



Nota: Los estudiantes reconocen las problemáticas y necesidades para solucionar el reto.

Se encontró en la implementación de este reto con los estudiantes de grado décimo, que desarrolló innovación para solucionar este. Se midieron y contaron tiempos de desplazamiento del robot, lo que permitió demostrar un desarrollo del aprendizaje significativo a través de la programación por bloques y así se fortaleció el pensamiento computacional relacionado con aprendizaje creativo, evidenciando que este reto fomento esta habilidad y fue apropiada por los estudiantes.

Los estudiantes a su vez reconocieron de manera individual que tienen fortalezas como debilidades, trabajaron en equipo y distribuyeron roles para lograr alcanzar el reto de la solución del laberinto dejando ver que existe un desarrollo metacognitivo y resiliencia para solucionar el problema establecido.

Ilustración 17. Reconociendo necesidades para solucionar el reto propuesto utilizando instrumentos de medición.



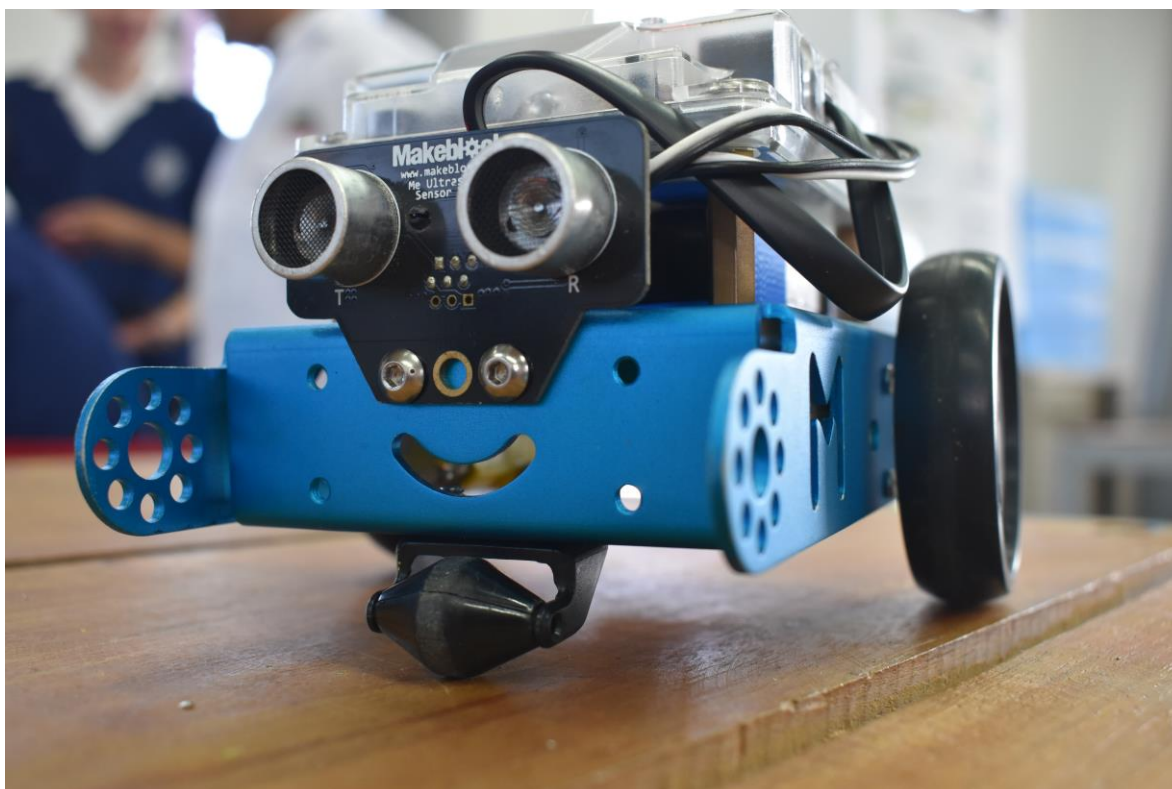
Los estudiantes comprenden, formulan e interpretan posibles soluciones al reto propuesto, demostrando que desarrollan aspectos de modelos para resolver problemas y así buscar como equipo una solución final al reto del laberinto.

Nota: Realizando métricas para encontrar distancias para utilizar los sensores del mbot1.

Para el saber hacer el estudiante debe *identificar la influencia de factores ambientales, sociales, culturales y económicos en la solución de problemas del entorno real*. Los

estudiantes miden el laberinto y establecieron parámetros que permitieron encontrar un patrón de solución al desplazamiento del robot por esta estructura. Cabe aclarar que encuentran incidencias al medir distancias por cuestiones de las señales ultrasónicas del sensor HC-SR04<sup>14</sup> incorporado como extensión de los mbot1 (Ilustración 16). Identifican que en ocasiones las ondas del sensor golpean sobre paredes que no se desean medir (Ilustración 11) y registran datos erróneos que debe ajustarse por medio de hardware o software según sea la situación.

Ilustración 18. Mbot 1 de la empresa Makeblock

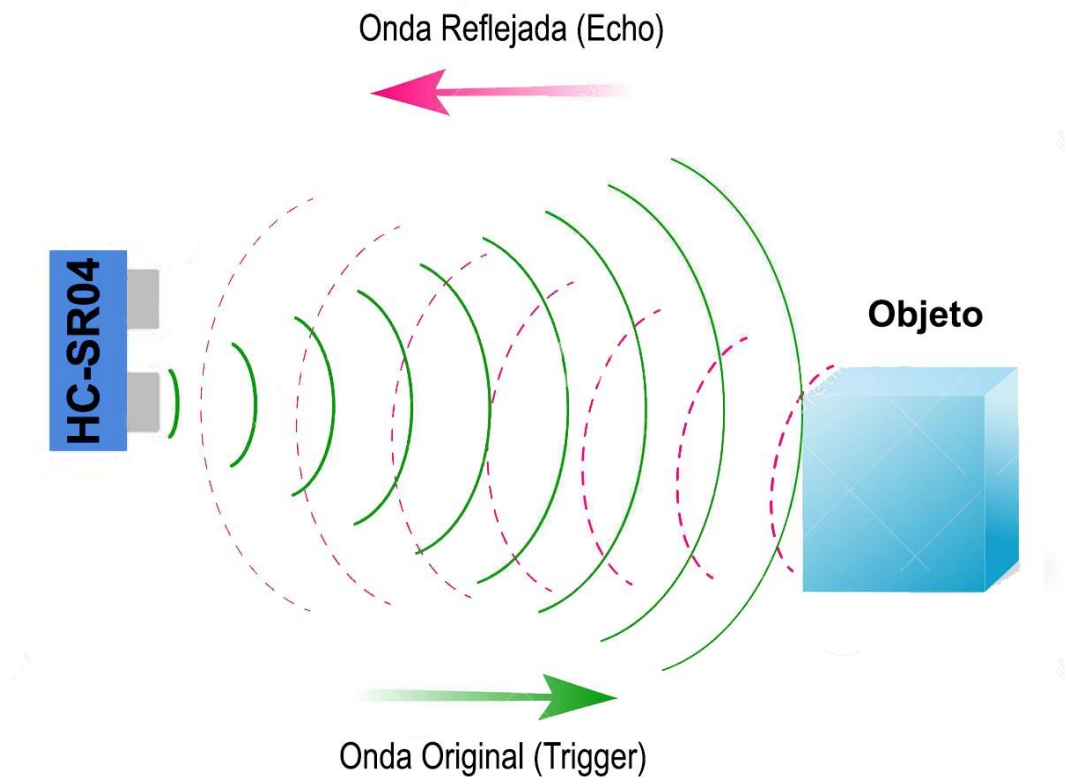


Nota: Mbot1 1 con el sensor ultrasonido HC-SR04

---

<sup>14</sup> Es un sensor de distancia de bajo costo, su uso es muy frecuente en la robótica, utiliza transductores de ultrasonido para detectar objetos.

Ilustración 19. Propagación de la onda ultrasónica a 40Khz de frecuencia

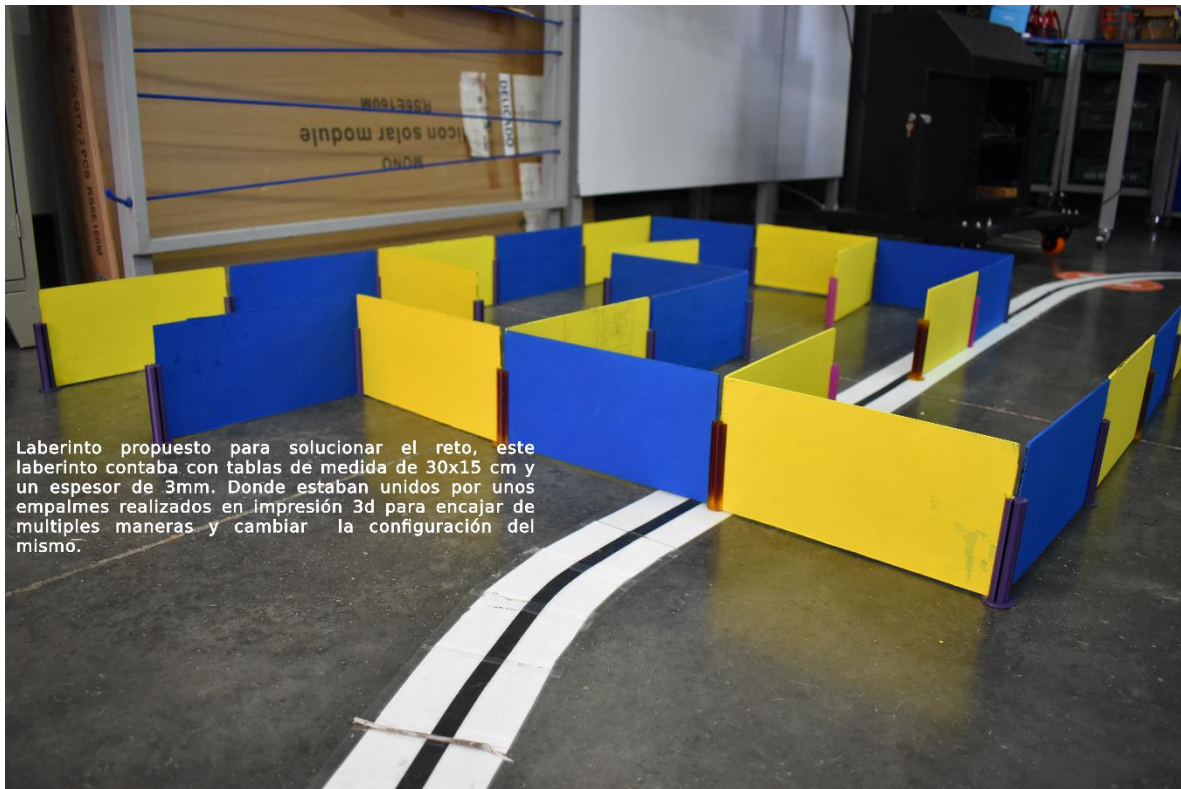


Nota: Imagen tomada de: (MArker, 2023)

Para el saber socioemocional (saber hacer), se propone que *el estudiante sea capaz de reconocer y divulgar los derechos de las comunidades para acceder a bienes y servicios (como, por ejemplo, los recursos energéticos e hídricos)*, los estudiantes tuvieron en consideración el medio para solucionar el problema, en este caso el reto puesto en un ambiente desconocido, enfrentándose a saberes nuevos donde se deben interiorizar y aplicar para dar respuesta a la solicitud de la unidad didáctica.

Para el tercer momento de la ejecución de esta unidad de programación de robots, se abordan las categorías de investigación donde se realiza una contextualización académica para medir el desarrollo del pensamiento computacional. Se realizan analogías y acercamientos al manejo del robot con los estudiantes y así, encuentran como estas categorías tienen pertinencia en para la solución del reto del laberinto (Ilustración 18)

Ilustración 20. laberinto propuesto para la solución del reto

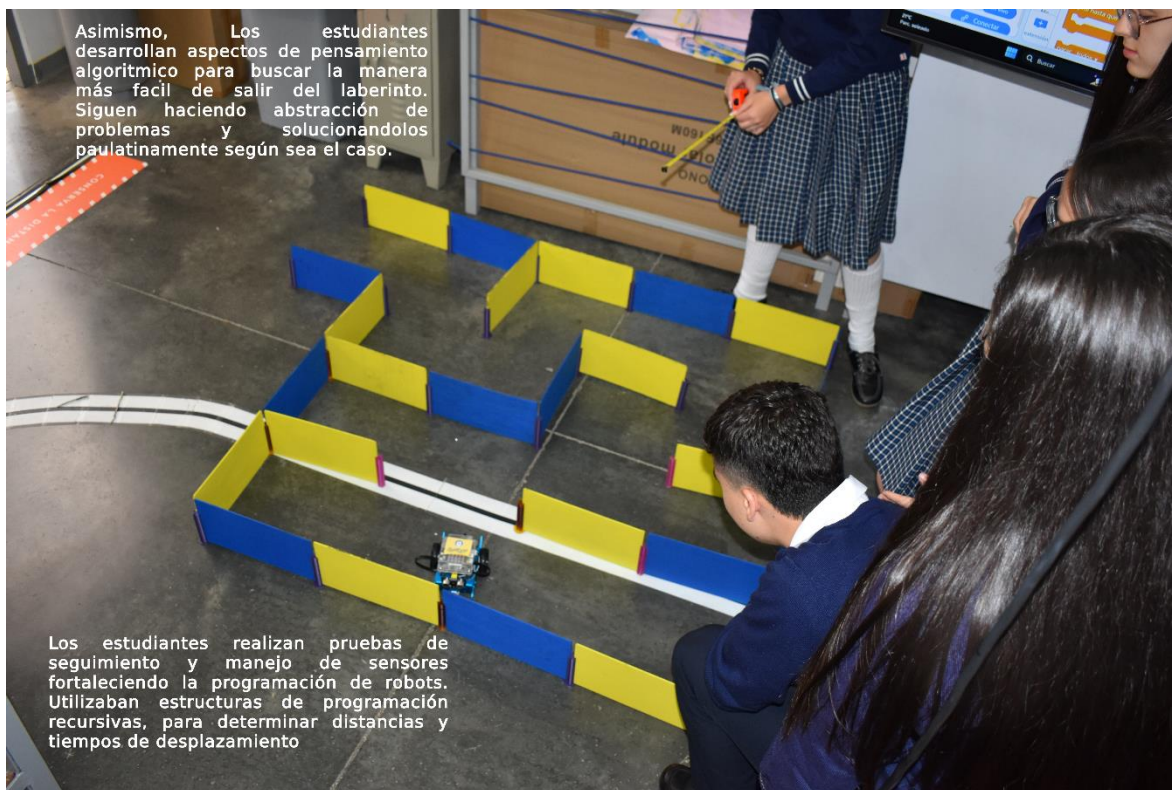


Nota: Laberinto realizado con MFD (tablero de fibra de densidad media), detallados por cortadora láser y terminados manuales por el gestor de este trabajo de grado.

Se resalta la recursividad como aspecto importante a los estudiantes, donde se aclara que es proceso fundamental para resolver problemas por medio de algoritmos y estructuras lógicas ya sean programables o no programables. En el caso específico del software Mblock, para coordenadas de ubicación y desplazamiento de robots, la recursividad puede ser de gran utilidad. Por ejemplo, si se necesita determinar la trayectoria óptima para que el robot alcance una ubicación específica en el menor tiempo posible, se pueden emplear algoritmos recursivos como el algoritmo de búsqueda en profundidad o el algoritmo de búsqueda en anchura que se les dio a los estudiantes al encontrarse con un nuevo entorno programable y una estructura de programación. Además, la recursividad es esencial cuando se trabaja con estructuras de datos recursivas, como árboles o listas enlazadas. Para aclarar, si se necesita recorrer un objeto se trabajarían coordenadas de ubicación y desplazamiento. Para esta

situación, se puede implementar una función recursiva que visite los nodos hijos, llamándose a sí misma para recorrer los subárboles. Esto permite un código más conciso y legible, evitando la necesidad de utilizar bucles complejos. Experiencia que sucedió en la implementación del reto (Ilustración 19).

Ilustración 21. Trabajando algoritmos recursivos

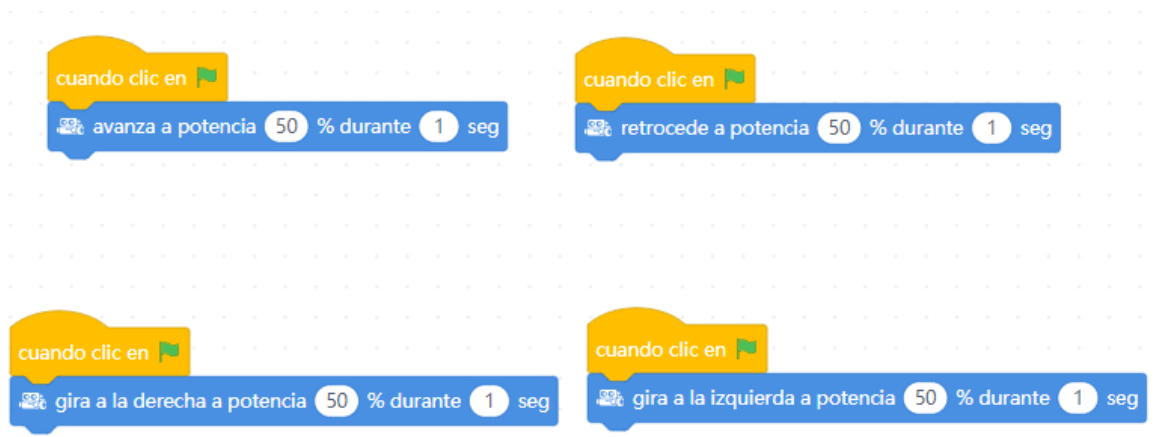


Nota: Los estudiantes encuentran patrones que deben tener en consideración para realizar procesos recursivos.

Otra categoría que se fortaleció fue el pensamiento algoritmo a su vez la implementación de la recursividad en el momento de la desubicación de la unidad didáctica planteado previamente en su apartado. Se da a conocer al estudiante un nuevo entorno de trabajo completamente desconocidos para esta población, donde por primera vez experimentan la programación por bloques aplicada a un dispositivo robótico y se enfrentan al manejo de un sensor, concepto nuevo para los aprendices. Previamente, en la unidad didáctica se da a conocer periféricos del robot y como estos se deben programar, encuentran un pequeño tutorial del control de los motores (Ilustración 20) y del sensor de ultrasonido del mbot1,

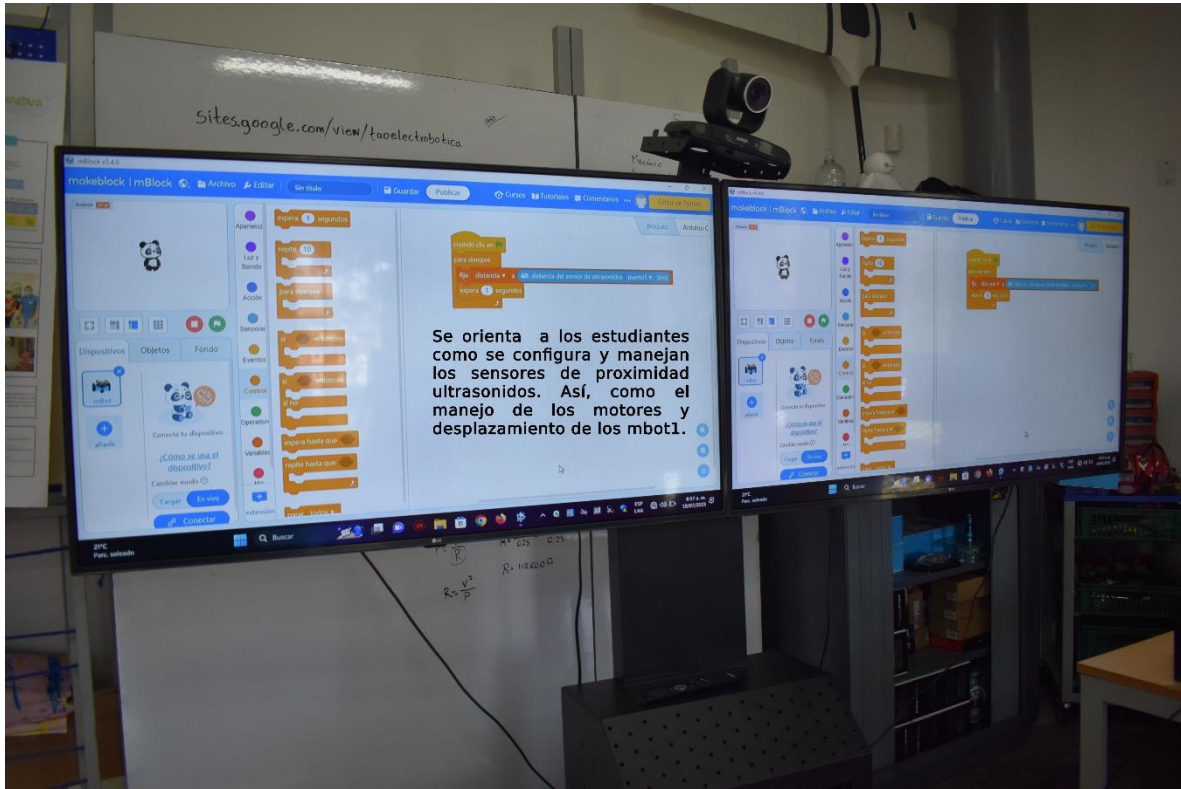
acá se muestran estructuras básicas de movimiento que a su vez fueron enfatizadas en el momento de la aplicación de la unidad didáctica (Ilustración 21), esto con el fin, de desarrollar habilidades en la solución de problemas por estructuras algorítmicas y apropiando nuevos retos en la solución de un problema.

Ilustración 22. Estructura de bloques de movimiento de motores y desplazamientos del robot



Nota: Además, de dar dirección los bloques de programación permiten controlar la potencia del torque en porcentajes por señales pwm (Pulse Width Modulation).

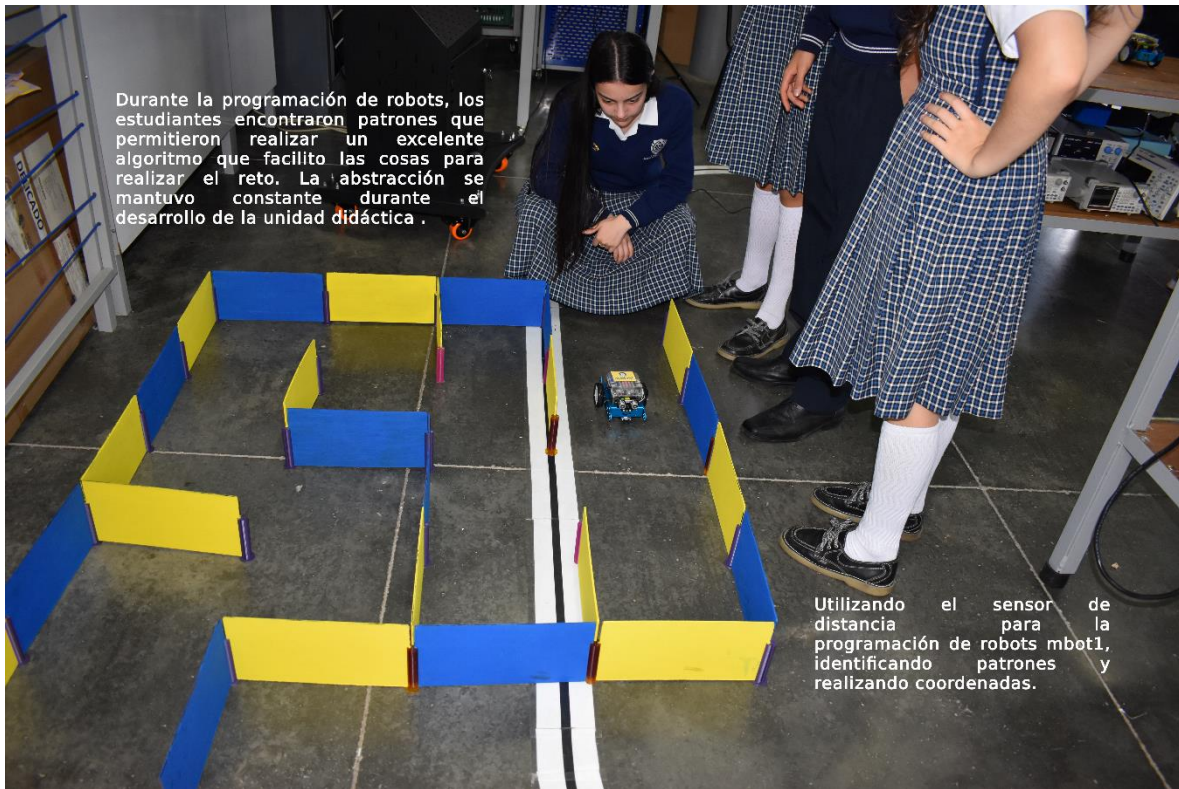
Ilustración 23. Fortalecimiento de bloques de programación software mblock de makeblock



Nota: Estructura básica para el manejo del sensor ultrasonido del mbot1

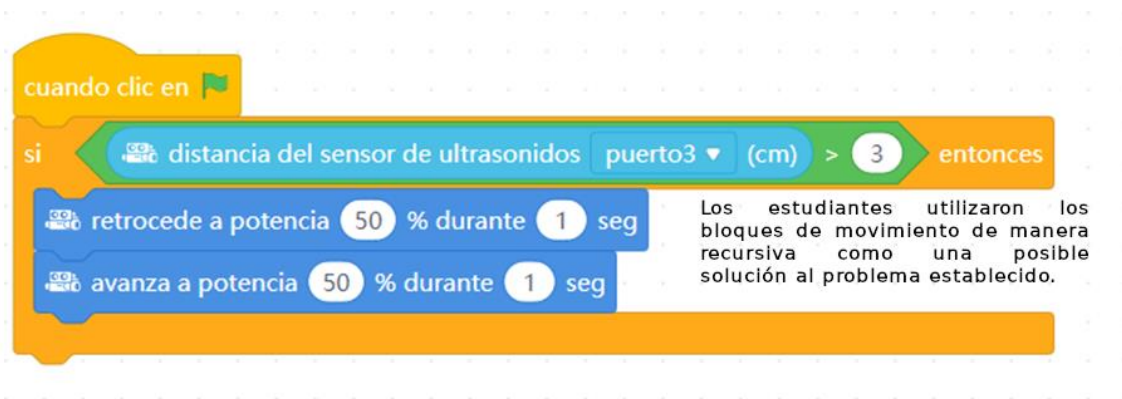
Por último, la programación de robots también fue abordada por medio de la lógica de algoritmos e incluida en la unidad didáctica, aspecto orientado por el docente de igual manera en la implementación de esta. La interactividad que se creó entre el laberinto y los estudiantes fue única (Ilustración 22). Las condiciones del medio exigieron a los estudiantes a tener creatividad y llevar su lógica a un entorno gráfico para plasmarlo en un algoritmo utilizando el sensor establecido bajo bloques estandarizados de control (Ilustración 23).

Ilustración 24. Interacciones estudiantes con la estructura del laberinto



Nota: Realizan pruebas de distancias y aspectos para darle respuesta al reto laberinto.

Ilustración 25. Ejemplo, uso de sensor ultrasonido, código realizado por equipo de trabajo



Nota: Bloque básico estandarizado que permite medir distancias con el disparo y el eco del ultrasonido.

El utilizar la recursividad en los movimientos del mbot 1 permitió a dos equipos de trabajo avanzar de manera sistemática por el laberinto sin utilizar el sensor de distancia, pero esto

ocasiono que no pudieran llegar a culminar el reto, ya que se requería tener en consideración estas medidas para los apartados del laberinto de mayor complejidad.

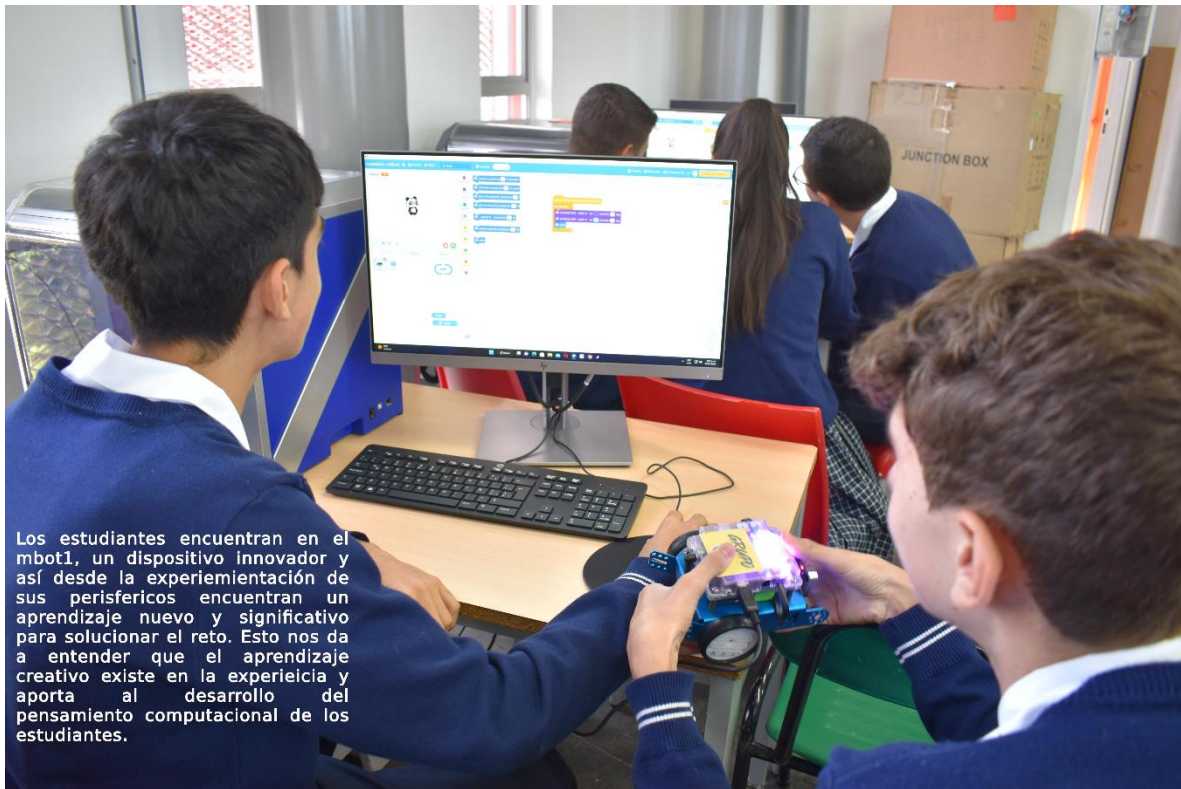
Para el cuarto y último momento de esta implementación, se da respuesta a la solución del laberinto establecido, donde los estudiantes construyen un algoritmo y una estructura lógica programable. Los estudiantes utilizan bucles y condiciones para que el robot tome decisiones basadas en la información proporcionada por el sensor de ultrasonido, detectando obstáculos, distancias y configurando potencias según las variables captadas y procesadas lo indiquen (Ilustraciones 24 y 25). Cabe resaltar que se establecen criterios de evaluación para esta actividad que se verán reflejados en una única rubrica de evaluación (Tabla 2), estandarizada que abarca los entregables establecidos y las evidencias cargadas en plataforma por parte de los estudiantes. Asimismo, una secuencia didáctica (Tabla 3), que se da respuesta en este resultado del objetivo 2 de investigación.

Ilustración 26. Estudiantes creando secuencias lógicas



Nota: Trabajando bloques de medición de distancia con sensor de sonido

Ilustración 27. Estudiantes comprobando comportamiento de periféricos del mbot1



Nota: probando que todas las salidas digitales estén acordes al mapa de conexión del equipo robótico.

Los estudiantes se enfrentaron a unos nuevos saberes, a un dispositivo desconocido, pero pudieron sobrellevar las adversidades y darle solución al reto propuesto, ellos encuentran el robot un elemento llamativo e innovador, experimentando con los periféricos, leds, sonidos y demás adecuaciones encuentran saberes nuevos y aplicaciones adicionales que expresaban para solucionar problemas en su ambiente académico como cotidiano. Se muestra un aprendizaje creativo que aporta significativamente al desarrollo del pensamiento computacional.

Tabla 2. Rubrica de evaluación de la unidad didáctica

| RÚBRICA DE EVALUACIÓN |                                                            |                                                                                             |                                                                                                   |                                                                                       |                                                                                                           |                                                                                                         |
|-----------------------|------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| VALOR CUANTITATIVO    | 1.0                                                        | 2.0                                                                                         | 3.0                                                                                               | 3.6                                                                                   | 4.0                                                                                                       | 5.0                                                                                                     |
|                       | NP. No presenta las entregas y/o no realiza estas a tiempo | Se evidencia unas entregas insuficientes, estas no cumplen los objetivos de las actividades | Se evidencia unas entregas regulares, que cumplen con algunos de los objetivos de las actividades | Se evidencia unas entregas básicas, que cumplen con los objetivos de las actividades. | Se evidencia unas entregas sobresalientes, que cumplen con la mayoría de los objetivos de las actividades | Se evidencia unas entregas excelentes, que cumplen con la totalidad de los objetivos de las actividades |

Nota: rubrica de evaluación que hace seguimiento a los entregables de los estudiantes.

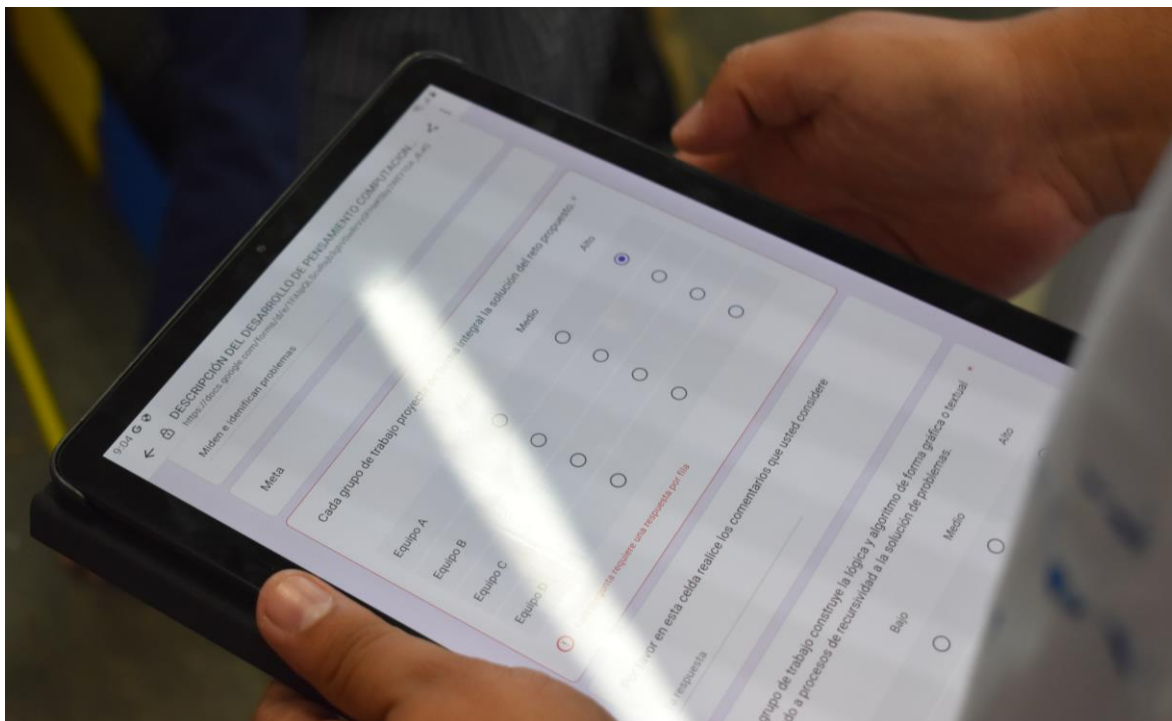
Tabla 3. Secuencia didáctica y metodológica.

| PROCESO DE APRENDIZAJE                                                                                                                   | ESTRATEGIAS DE APRENDIZAJE (Qué hacer)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | ACTIVIDADES Y EXPERIENCIAS (Cómo hacerlo)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Exploración de Saberes Previos</b><br><br>(Intervención del Docente, motivación, meta de aprendizaje, exploración de saberes previos) | <p><b>Actividad de encuadre</b><br/>Se les recuerda las normas de la clase con el fin de tener un ambiente agradable, donde las condiciones sean dialogadas por el salón y se hace una charla introductoria frente a las metas de la actividad.</p> <p><b>Actividad de motivación:</b> Se muestra a los estudiantes el resultado de la programación con un robot mBot1, en el laberinto.</p> <p><b>Actividad de reconocimiento de Presaberes:</b> Se realiza una exposición oral donde se comenta acerca los principales retos que encontraron los estudiantes y soluciones realizadas.</p> | <p><b>1-</b> Presentación de la actividad, junto con su meta de aprendizaje, tiempos de trabajo y metodología a utilizar.</p> <p><b>2- Actividad de encuadre:</b> Al realizar el encuadre se muestran las condiciones mínimas no negociables del espacio de clase. Este se realiza para generar un ambiente de trabajo propicio la solución del laberinto utilizando mBots.</p> <p><b>3- Actividad de motivación:</b> Se expone anécdota de cómo fue la elaboración del primer algoritmo para solucionar el laberinto, así como del trabajo de ajuste de los sensores.</p> <p><b>4- Actividad de reconocimiento de Presaberes:</b> Se entregan estructuras de códigos de subrutinas previamente vistas, que permitirán dar solución al reto propuesto.</p> |

Nota: Momento dados durante la implementación de la unidad didáctica

Después de toda esta contextualización desde la implementación de la unidad didáctica cabe aclarar que durante la ejecución los cuatro expertos docentes diligenciaron del instrumento de observación (Ilustraciones 26 y 27), donde se consignó todo lo observado y dicha información permitió ser analizada en el tercer objetivo de la investigación, donde se podrá evidenciar el avance de las categorías de investigación, las percepciones de los estudiantes y la medición en la evolución de la apropiación del conocimiento alrededor de la programación de robots y pensamiento computacional.

Ilustración 28. Docente diligenciando instrumento de observación



Nota: Se diligencia las preguntas establecidas en el instrumento de observación según lo identificado por los docentes.

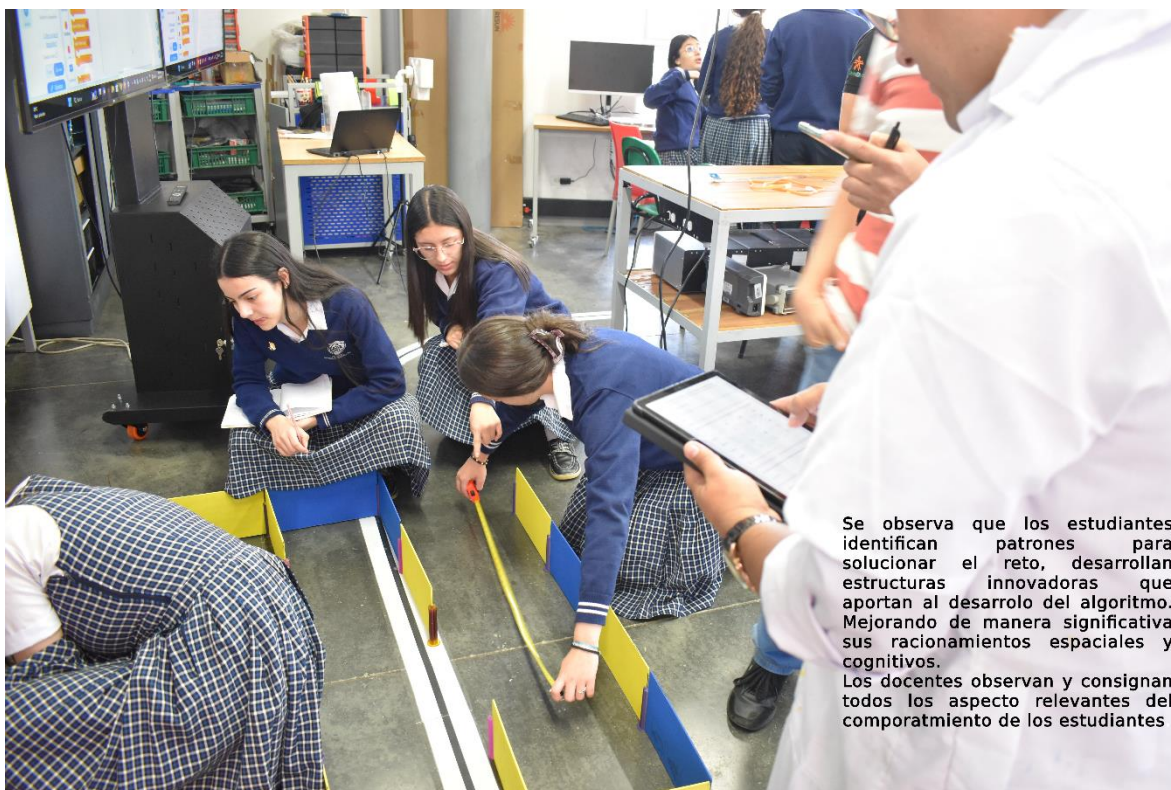
Ilustración 29. Expertos diligenciando instrumento de observación



Nota: Docentes interpretando las conductas de los estudiantes y consignada información en el instrumento de observación.

En el apartado final de este trabajo de grado, se establece un paso fundamental en el proceso de esta investigación. Tras haber recopilado exhaustivamente información por parte de expertos en el campo y por medio del instrumento de observación (Ilustración 28), que busca evaluar el pensamiento computacional en el contexto educativo, se procedió a dar inicio al seguimiento de la evolución de éste en los estudiantes. Esta información permitirá evaluar el impacto y la efectividad de la implementación de la unidad didáctica diseñada, así como analizar cómo los estudiantes adquieren y desarrollan sus habilidades en el ámbito del pensamiento computacional al momento de enfrentarse a un problema en entornos reales. Mediante este proceso de seguimiento y análisis, se busca obtener resultados significativos que contribuyan a la mejora continua del conocimiento de los estudiantes.

Ilustración 30. Diligenciando instrumento de observación



Se observa que los estudiantes identifican patrones para solucionar el reto, desarrollan estructuras innovadoras que aportan al desarrollo del algoritmo. Mejorando de manera significativa sus razonamientos espaciales y cognitivos. Los docentes observan y consignan todos los aspectos relevantes del comportamiento de los estudiantes

Nota: Los docentes observan y consignan apreciaciones frente a los aspectos propuestos para evaluar. Se identifica que los estudiantes mejoraron significativamente en la estructura inicial del algoritmo con respecto a la solución final. Se evidencio recursividad, aprendizaje creativo,

abstracción, pensamiento algorítmico, exploración autodirigida y lo más importante inclusión e igualdad de género. Las estudiantes en su gran mayoría lideraron el reto, orientaron a los equipos de trabajo y tomaron el rol de líderes de la solución del problema de cada uno de los equipos que participaron.

### **6.3 EVIDENCIANDO EL DESARROLLO DEL PENSAMIENTO COMPUTACIONAL QUE LOGRAN LOS ESTUDIANTES DE EDUCACIÓN MEDIA CON LA PROGRAMACIÓN DE ROBOTS.**

En el contexto educativo actual, el pensamiento computacional se ha convertido en una estructura de pensamiento fundamental para los estudiantes de educación media, ya que promueve la resolución de problemas, el razonamiento lógico y la creatividad en el entorno digital. Uno de los enfoques más innovadores para potenciar esta destreza, es la programación de robots en ambientes de aprendizaje, brindando la oportunidad de interactuar con tecnología tangible a los estudiantes, lo que les permite aplicar conceptos de abstracción en situaciones concretas. Para comprender la evolución y el desarrollo del pensamiento computacional en esta investigación, se implementó un instrumento de observación retroalimentado por 4 expertos en el campo de la programación y robótica, con conocimientos del pensamiento computacional, que permitió analizar cómo los jóvenes abordaron el desafío de la programación de robots y así, solucionar un reto establecido.

Este estudio se propuso explorar de manera integral la programación de robots cómo herramienta pedagógica, que influye en el avance del pensamiento computacional en estudiantes de educación media, utilizando un enfoque observacional que capte las apropiaciones cognitivas a medida que los estudiantes adquieren experiencia y conocimiento en el campo de la electrónica y la robótica. El instrumento está construido con una escala de Likert, sus niveles de evaluación que abarcan desde "bajo" hasta "alto", siendo el primero con menor calificación y el segundo el de mayor. Este se usó para el análisis del impacto de la unidad didáctica en la estructura cognitiva enfocada al pensamiento computacional, dando importancia a la medición y análisis de los aspectos clave, como las categorías de investigación, previamente establecidas en la tesis. Esta escala proporciona una estructura clara y jerárquica que permite evaluar de manera

cuantitativa y cualitativa los niveles de competencia y desarrollo de los estudiantes con relación a los objetivos planteados en este trabajo de grado.

El seguimiento a la implementación de la unidad didáctica se realizó en cuatro momentos establecidos en la solución del laberinto y consignados en el instrumento de observación por los maestros que apoyaron la ejecución de esta.

En el primer momento se establecieron los espacios de operatividad de la actividad, aquí se evidenció trabajo en equipo, comprensión del reto a cumplir y por su puesto metas y contextos utilizando teoría y conocimientos previos.

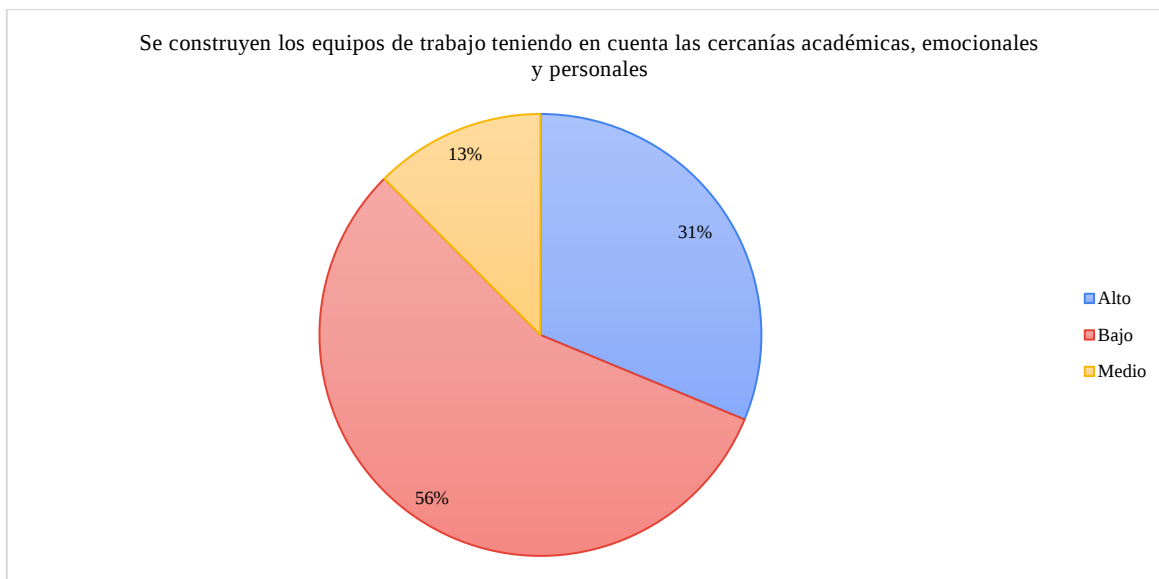
En el segundo momento se buscó que los estudiantes a partir de la orientación docente realicen lluvias de ideas con el fin de conseguir posibles soluciones y el bosquejo de un primer acercamiento al algoritmo deseado.

Para el tercer escenario se buscó mirar como en la implementación llegan a conseguir las rutinas correctas para la solución del reto y, por último, la solución del reto y ajustes tanto mecánicos como de software para responder a la meta propuesta. Cabe aclarar, que durante cada momento se estuvo revisando y evidenciando categorías y subcategorías del pensamiento computacional establecidas en el marco conceptual y se hizo seguimiento a la evolución con el fin de ver el desarrollo de este pensamiento utilizando como medio la programación de robots y esta tecnología emergente.

### 6.3.1 Análisis del momento 1 de la implementación de la unidad didáctica utilizando la programación en robots

En el instrumento se obtuvieron los siguientes resultados con relación a trabajo en equipo, situación a resolver, metas y contextos utilizando teorías previas.

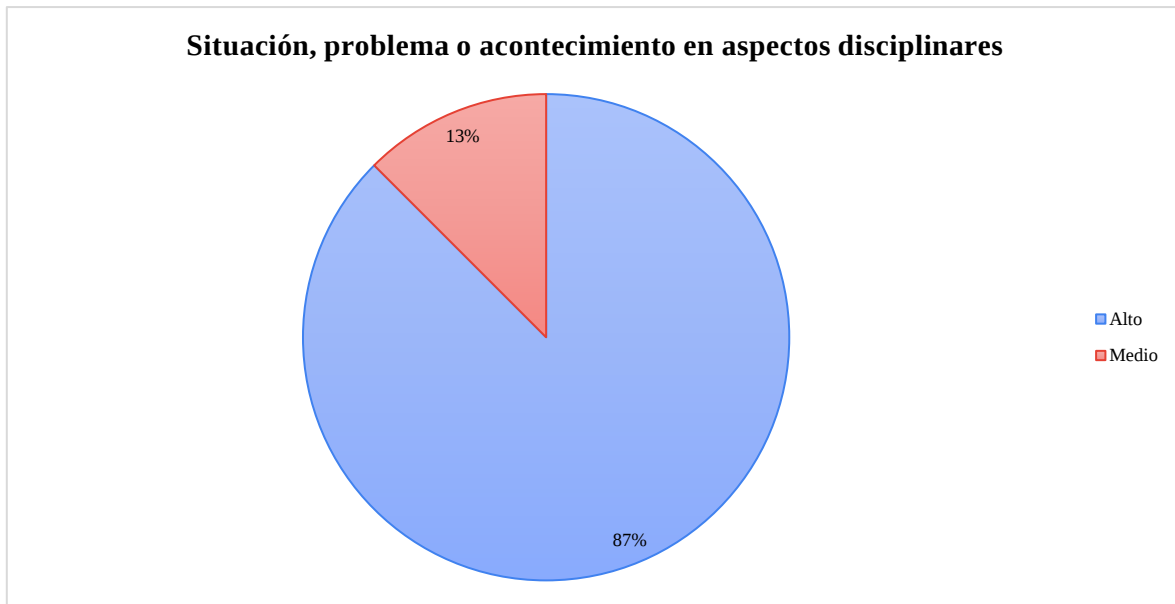
Ilustración 31. Conformación de equipos de trabajo



Nota: Análisis del instrumento en trabajo de equipo del instrumento de observación.

En la ejecución de la actividad los estudiantes en un principio tuvieron dificultades para conformar los equipos de trabajo, la solicitud por parte del docente fue imprevisto, pero en su gran mayoría a excepción de un equipo duraron mucho para establecer en este caso lo equipo nombrados del A al D respectivamente. Demostraron que tenían dificultades para llegar acuerdos con los compañeros, algunas afinidades y diferencias entre ellos (Ilustración 29). Los docentes consignaron que tuvieron dificultades para organizarse tres equipos de 4, se evidenció que en este grupo de trabajo se debe generar mayor trabajo colaborativo y mejoramiento en la comunicación asertiva. En su momento esto dimensionaba que la implementación podría tener sesgos y malos resultados, pero durante el desarrollo se evidenciaron aspectos que dieron respuesta a la necesidad planteada.

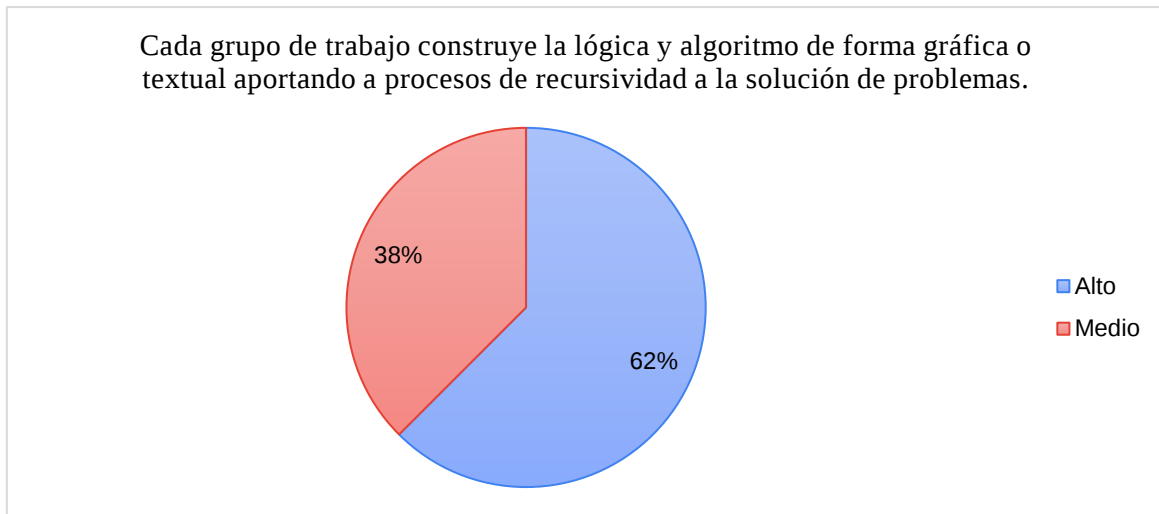
Ilustración 32. Dimensionamiento de las necesidades para solucionar el reto



Nota: Análisis del instrumento de aspectos disciplinares del instrumento de observación.

Una vez conformados los equipos de trabajo se evidenció que lograron superar sus diferencias y trabajar en equipos, se distribuyeron funciones y roles que permitirían dar resultado al reto establecido. Como se observa en la ilustración 30, se identificó, que comprendieron de manera general las rutas de trabajo, se empezó a fortalecer el trabajo en equipo y comunicación entre ellos. Los equipos empezaron a realizar abstracción de los posibles retos que tendrían que asumir para solucionar el problema establecido y así, segmentando en la solución en problemas pequeños. Las mujeres participantes tuvieron un papel de liderazgo en este reto, esta población tenía una gran participación de este género quienes organizaron los roles y asignaron tareas de medición, tiempos, ajustes y personas encargadas de la programación de robots. Para los estudiantes enfrentarse a un nuevo equipo innovador frente a un reto fue motivador y lo realizaron con la seriedad de una prueba institucional.

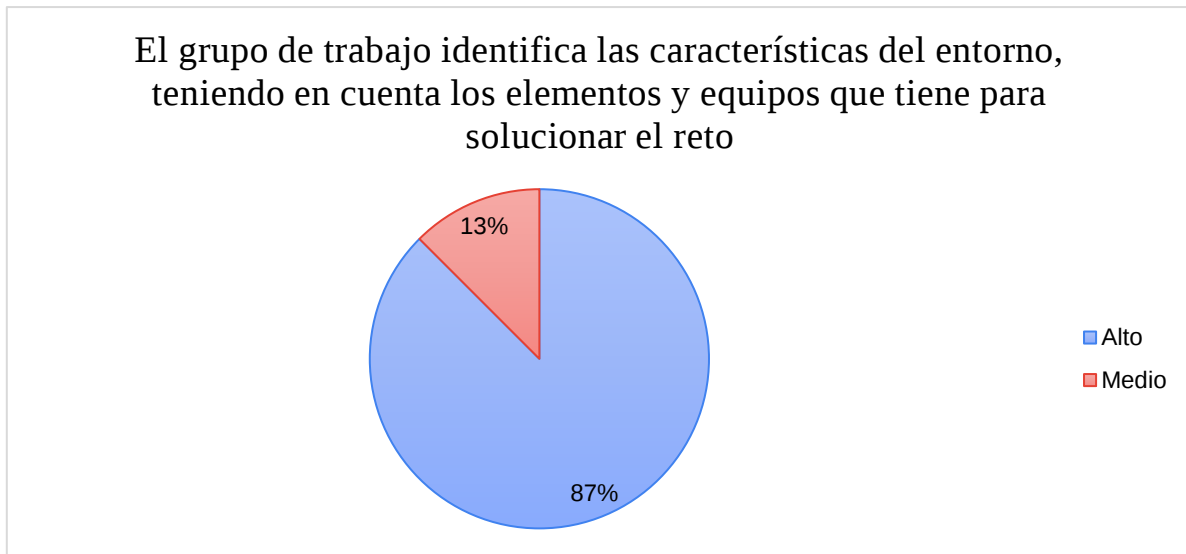
Ilustración 33. Construyendo la lógica algorítmica para solucionar el reto del laberinto



Nota: Análisis de la lógica algorítmica del instrumento de observación.

Los estudiantes realizaron un primer acercamiento de manera analógica de cómo solucionar el reto, ya sea por medición de las distancias establecidas, por replicar el desplazamiento que debería llegar el robot o consignar en algún lugar las rutas, desplazamientos y consideraciones para dar solución a la actividad propuesta en la unidad didáctica. Se pudo observar que los estudiantes desarrollaron estructuras gráficas y representativas de movimiento con sus cuerpos para recrear el algoritmo de solución que debían implementar. Comprendieron el reto, formularon posibles soluciones esperando resultados significativos en la solución del problema, se evidencia de manera implícita tomaron elementos del modelo para resolver problemas para hallar resultados significativos en la implementación, Como se presenta en la ilustración 31, las apreciaciones de los expertos también sustentan este proceso evidenciando que tuvieron respuestas medio y alto afirmando que se da una construcción lógica y algorítmica de manera analógica para responder a un problema.

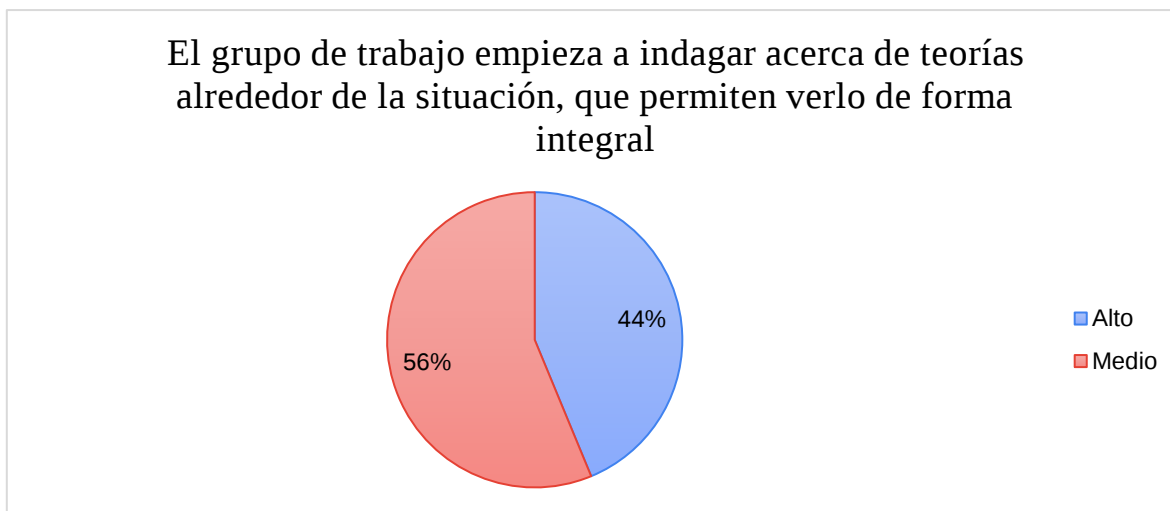
Ilustración 32. Comprensión de las necesidades y apropiación de elementos del entorno



Nota: Análisis de la característica del entorno del instrumento de observación.

Se observó que la integración de equipos de trabajo multigénero y con mayor porcentaje de mujeres en cada uno de ellos, se evidenciaron diferentes formas de concebir las posibles soluciones, las jóvenes lideraban constantemente la organización de los compañeros integrantes del equipo identificando parámetros para trabajar y posibles mejoras al algoritmo analógico previamente establecido. Continúan, en una constante segmentación del problema dando apropiación a la abstracción de problemas de manera constante. Además, en las soluciones integrales de las estudiantes, entregan propuestas para la solución del laberinto, demostrando avance en el aprendizaje creativo (Ilustración 32).

Ilustración 34. Implementando teorías conocidas en procesos de programación.



Nota: Análisis de las teorías implementadas en la solución del reto.

Los estudiantes una vez identificados los retos, las características, los aspectos a tener en consideración del contexto y las herramientas necesarias para trabajar, empiezan a traer teorías de programación estructurada e identifican patrones que podrían ser reutilizables en el desarrollo del reto (Evidenciando tendencias de recursividad). Los expertos evidenciaron como se muestra en la ilustración 33, que se observa una alta resolución del problema por parte de los estudiantes al interiorizar el problema y hacer asociaciones cognitivas con teorías y habilidades previamente adquiridas en programación y a su vez, se fortaleció el pensamiento algorítmico de los estudiantes.

Para concluir, a lo largo de esta investigación se han revelado elementos fundamentales que aportan significativamente al desarrollo del pensamiento computacional en estudiantes de educación media. En pensar los estudiantes en aplicar procesos de recursividad en la programación de robots ha demostrado ser una herramienta pedagógica poderosa, permitiendo a los estudiantes comprender la importancia de la estructura lógica y la resolución de problemas de manera estructurada. El pensamiento algorítmico, cultivado a través del desafío y el ejercicio propuesto, podrá fomentar habilidades de diseño de algoritmos y planificación, nutriendo la capacidad de los estudiantes para descomponer

problemas complejos en pasos manejables, todo esto evidenciado en el preámbulo de la ejecución del reto.

Asimismo, la inclusión del género femenino ha sido una parte integral de este proceso. La participación equitativa de estudiantes de todos los géneros ha contribuido a la formación de un ambiente de aprendizaje diverso y enriquecedor, donde se han derribado barreras previas y se ha fortalecido el sentido de comunidad, la comunicación y el trabajo en equipo. Además, el fomento del pensamiento creativo permitirá a los estudiantes explorar múltiples enfoques para la resolución de problemas, incentivando la innovación y la originalidad en sus soluciones de manera tangible.

### **6.3.2 Análisis del momento 2 de la implementación de la unidad didáctica utilizando la programación en robots**

En este segmento de la implementación de la unidad didáctica se buscó, que los estudiantes partiendo de la orientación dada por el docente realizarán lluvias de ideas con el fin de conseguir posibles soluciones y una ruta algorítmica para responder al reto, donde empiezan a realizar sus primeras estructuras en el software Mblock.

Ilustración 35. Apoyo y participación del docente líder para ayudar a solucionar el reto



Nota: Participación del docente en la solución del reto

Después de hacer un preámbulo de cómo se daría respuesta a la solución del laberinto, los estudiantes ya tienen claro la estructura posible de solución, empiezan a realizar posibles estructuras de bloques de programación en mBlock, donde comienzan a experimentar con el sensor de ultrasonido y el desplazamiento del mbot1 (Ilustración 34), esto soportado y consignado por los expertos en el instrumento de observación visibles.

Ilustración 36. Experimentado e incursionando en la programación por bloques para solucionar el reto



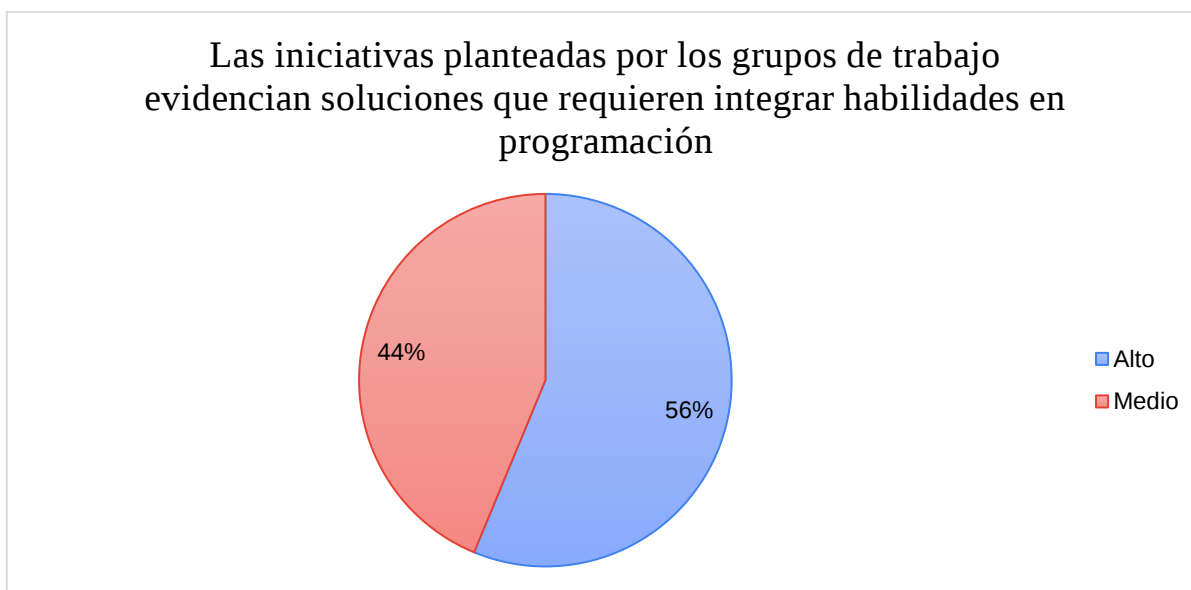
Nota: Estudiantes apropiaron nuevos conocimientos sobre el manejo del sensor hc-sr04 e inversor de giro de los motores

También, se evidenció que los estudiantes en pocas ocasiones querían la ayuda del docente se hacían reflexiones constantes con él y consultas puntuales para dar respuesta al reto en términos del manejo del dispositivo electrónico, más no querían ayuda por parte del maestro para avanzar. Se observó la motivación y que estos brindaban respuestas demasiado creativas frente al reto, demostrando resiliencia para llegar a cumplir la meta; fue un aprendizaje partiendo de la experiencia, vivencia y experimentación dando respuesta a procesos metacognitivos y así aportando de manera significativa a la exploración autodirigida.

Se evidenció un proceso interesante donde el docente se vuelve una guía y no el centro del conocimiento, se genera aprendizaje creativo utilizando como medio la programación de

robots y un nuevo lenguaje por medio de programación por bloques, involucrando un nuevo aprendizaje desde los entornos llamativos y gráficos del Mblock.

Ilustración 37. Propuestas planteadas por los equipos de trabajo.



Nota: Trabajo en equipo durante la solución del problema planteado

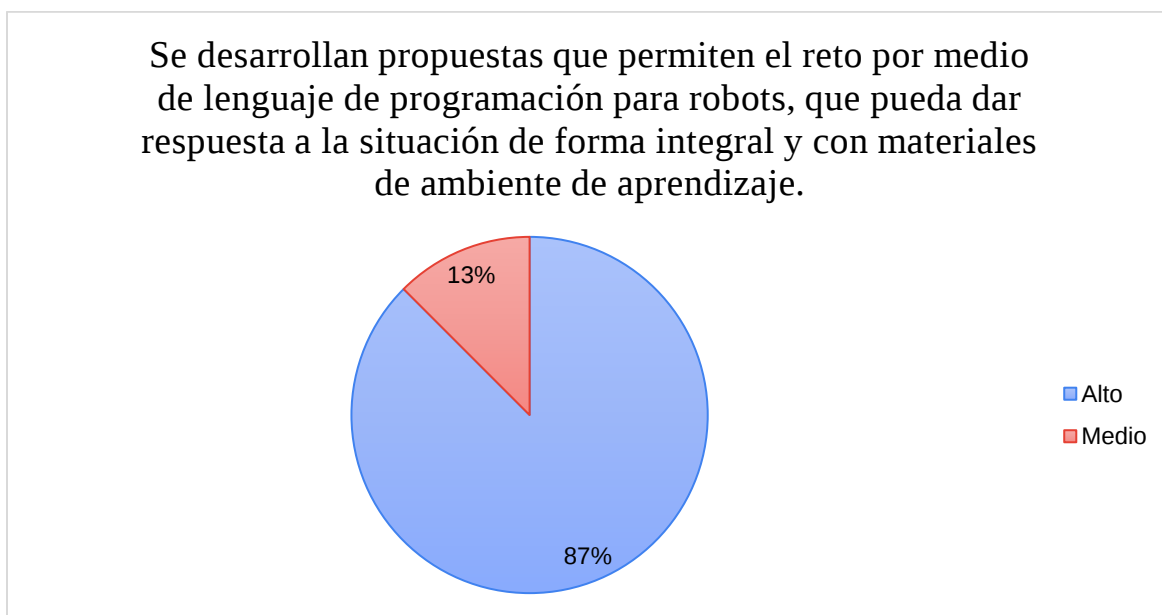
Una vez experimentado con el entorno de programación, los estudiantes fortalecieron aspectos importantes en el pensamiento computacional como el aprendizaje creativo y determinar una ruta posible a una solución. Se empezó la construcción de los algoritmos utilizando las estructuras orientadas por el docente. Los estudiantes tomaron dos rutas de trabajo; dos de los cuatro equipos, tomaron la decisión de trabajar un algoritmo utilizando el sensor de distancia y trabajar con la parametrización de las estructuras ya definidas del laberinto, una solución bastante coherente pero compleja a la vez.

Por otra parte, los otros dos equipos se dedicaron a medir tiempos, potencias y giros de los motores estableciendo una ruta única de solución. Solución que solo funcionará para esa estructura de laberinto, pero no serviría para otras formas de solución.

Sin importar la ruta tomada por los estudiantes y equipos de trabajo se evidencia que las iniciativas planteadas dan respuestas a una solución tangible para plasmarlo en una solución

de un algoritmo por bloques, observaciones realizadas por los expertos también dan respuesta a esta apreciación como se puede evidenciar en la ilustración 36.

Ilustración 38. Propuestas algorítmicas realizadas por los estudiantes



Nota: Análisis de utilización de programación de robots en la solución del reto.

Los estudiantes sin importar la ruta tomada empezaron a construir gran cantidad de algoritmos para ser probados y hacer procesos de recursividad optimizándolos durante el tiempo y las respuestas en el desplazamiento de los robots por el laberinto (Ilustración 37). Los expertos que diligenciaron el instrumento de observación también evidenciaron que, por medio de la programación de robots, los estudiantes fueron capaces de utilizar elementos del entorno y encontraban soluciones parciales apoyándose de estos. Se evidenciaba un gusto por alcanzar la meta y resiliencia para cumplir el objetivo utilizando algoritmos, estructuras repetitivas y exploración autodirigida (Ilustración 39).

Ilustración 39. Probando varias estructuras de bloques de programación para solucionar el reto



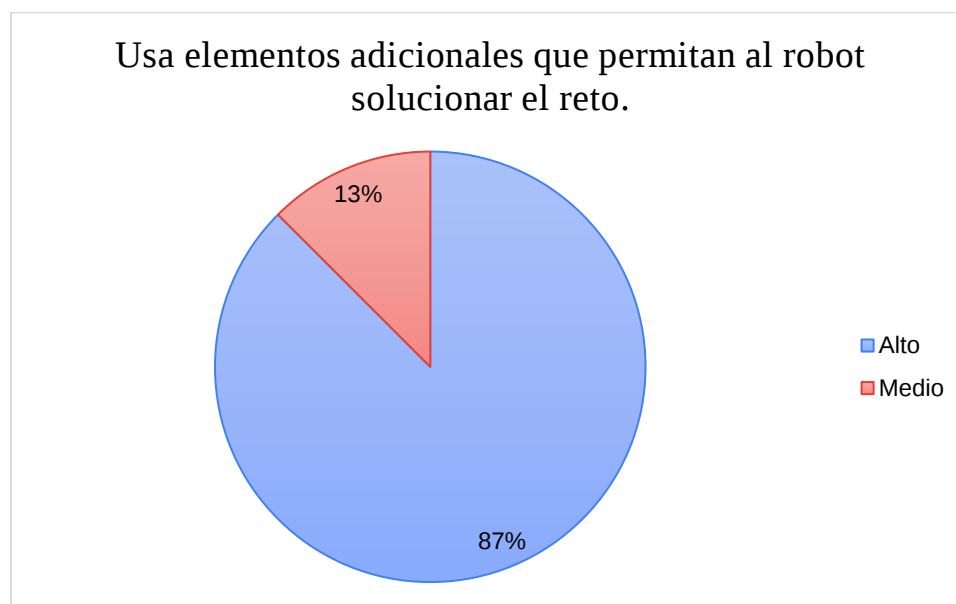
Nota: Estudiantes implementando algoritmos para la solución del reto

En el transcurso del Momento dos de la implementación de esta unidad didáctica, se ha evidenciado el aporte en esta actividad al desarrollo del pensamiento computacional en los estudiantes. Durante esta etapa, se fomentó la generación de ideas para abordar el reto planteado, lo que resultó en una rica lluvia de ideas que reflejaba la creciente comprensión de los conceptos clave. Asimismo, se observó la capacidad de los estudiantes para identificar y explorar diversas soluciones potenciales, evidenciando su habilidad para evaluar diferentes enfoques en función de la eficiencia y eficacia. La culminación de esta fase incluyó el diseño de algoritmos por parte de los estudiantes, donde quedó clara su capacidad para descomponer problemas complejos en pasos lógicos y secuenciales. Se evidencia una evolución y progreso logrado hasta el momento, nutriendo y evaluando el crecimiento continuo del pensamiento computacional en los futuros hitos de esta unidad didáctica.

### 6.3.3 Análisis del momento 3 de la implementación de la unidad didáctica utilizando la programación en robots

Al adentrarnos en la fase de la implementación de la solución del reto planteado en esta unidad didáctica, se evidenció en los estudiantes motivación donde la teoría, la lógica y la planificación convergen en una acción tangible. En este apartado, se muestra cómo los estudiantes fueron capaces de aplicar las habilidades y conocimientos adquiridos hasta el momento para abordar el reto de manera práctica. A medida que los conceptos se transformaron en soluciones concretas, se abrió la puerta a un proceso de aprendizaje aún más inmersivo y a la adquisición de una comprensión más profunda de los principios del pensamiento computacional en acción.

Ilustración 40. Utilización de elementos y equipos del ambiente de aprendizaje



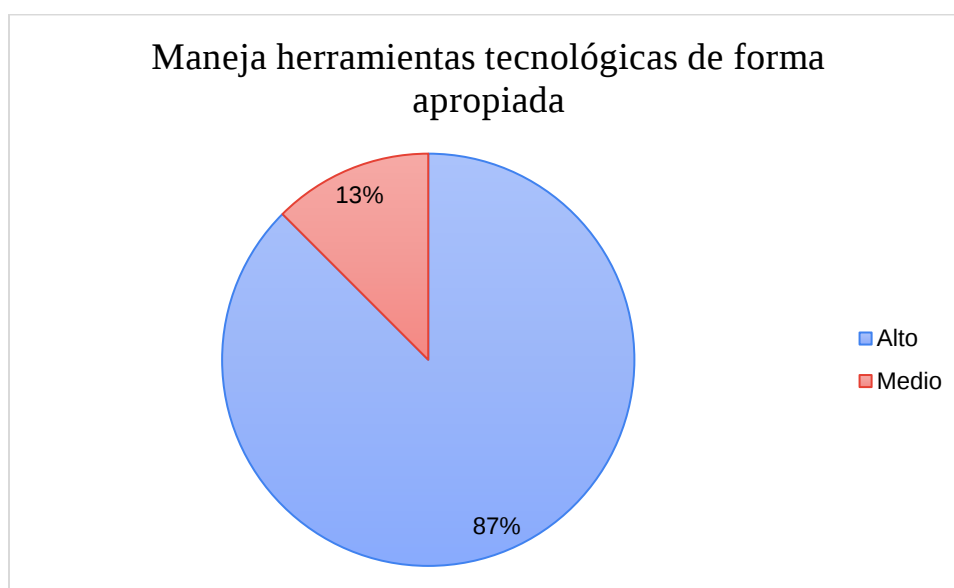
Nota: Recursos o elementos que facilitaron la solución del reto

Los estudiantes en la implementación del reto utilizaron elementos de apoyo como reglas, metros, extensiones de cables y demás elementos propios para poder llegar a tener un resultado significativo en la solución del laberinto. Dieron a conocer e implementaron soluciones innovadoras que dan respuesta al reto planteado, mostrando que se fortaleció el

aprendizaje creativo de los estudiantes por medio de la utilización de robots (Ilustración 39).

La ejecución de esta unidad didáctica ha demostrado ser una plataforma eficaz para el fortalecimiento de habilidades del siglo XXI, en línea con los estándares definidos por la Sociedad Internacional de Tecnología en la Educación (ISTE). A través de la integración de desafíos basados en problemas y la implementación práctica de soluciones utilizando el pensamiento computacional, los estudiantes pudieron cultivar habilidades esenciales como la resolución de problemas, la creatividad, la colaboración y la comunicación (ISTE, 2011). Estas habilidades, consideradas fundamentales en la era digital actual, se han visto ampliamente desarrolladas en los estudiantes a medida que se sumergen en el proceso de diseñar algoritmos y proponer soluciones innovadoras. Este enfoque pedagógico está en consonancia con la noción de que el pensamiento computacional no solo se trata de habilidades técnicas, sino también de capacidades cognitivas y sociales que permiten a los estudiantes navegar de manera efectiva en un mundo cada vez más digitalizado.

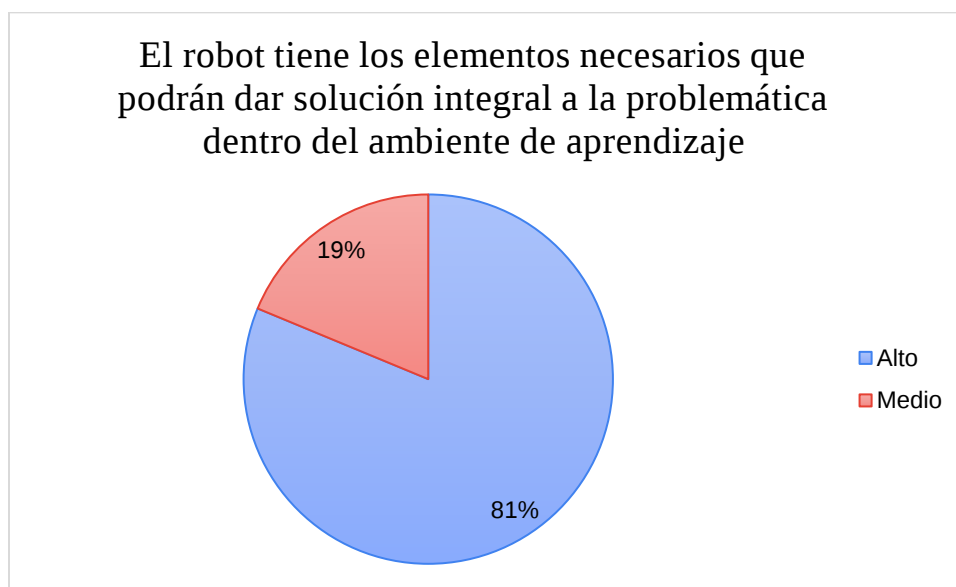
Ilustración 41. Implementación de algoritmos utilizando herramientas tecnológicas



Nota: Análisis de elementos y herramientas utilizadas para la solución del reto.

La implementación exitosa de esta unidad didáctica ha desempeñado un papel fundamental al capacitar a los estudiantes en el manejo competente de herramientas tecnológicas avanzadas, con un enfoque destacado en la aplicación de algoritmos de bloques utilizando la plataforma MBlock. A lo largo de este proceso educativo, los estudiantes no solo han logrado familiarizarse con la interfaz y las funcionalidades de MBlock, sino que también han demostrado la habilidad de crear y utilizar estos algoritmos de manera efectiva. Esta competencia recién adquirida no solo ha habilitado la realización de sus ideas y soluciones de manera práctica, sino que también ha sentado las bases para un futuro en el cual la programación y la tecnología desempeñarán un papel aún más integral en su desarrollo académico y personal (Ilustración 40).

Ilustración 42. Herramienta tecnológica Robótica



Nota: Percepción de los estudiantes y docentes frente a las herramientas para solucionar el reto

Por último, la solución tangible del reto propuesto arrojó resultados importantes, el dispositivo robótico tenía todos los sensores y demás elementos mecánicos, la incorporación del robot en el contexto de esta unidad didáctica ha demostrado ser una estrategia pedagógica efectiva al ofrecer a los estudiantes los elementos necesarios para abordar de manera integral la problemática planteada en su entorno de aprendizaje. A través

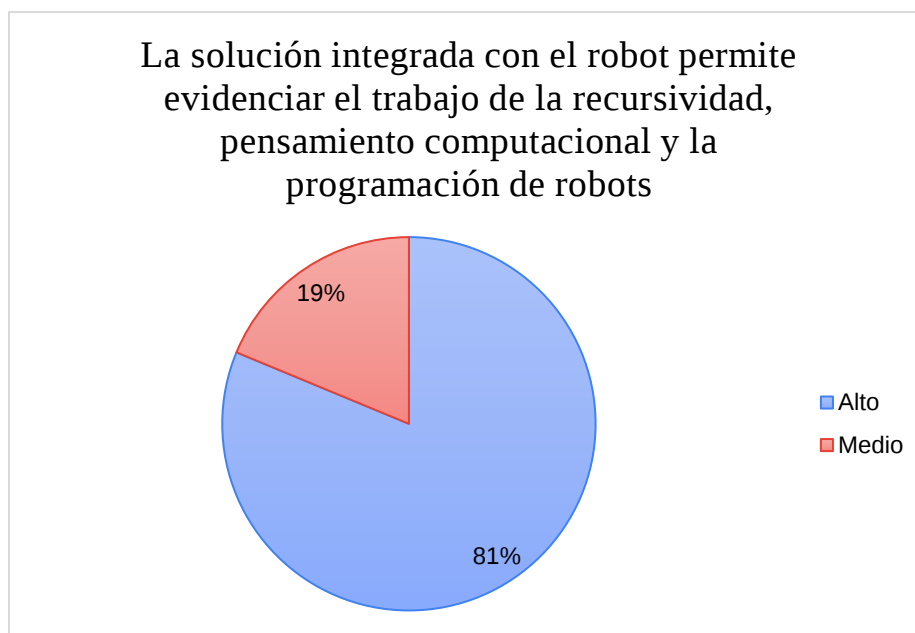
de la interacción con el robot, los estudiantes han podido experimentar de manera tangible los conceptos teóricos enseñados, lo que ha contribuido a una comprensión más profunda y a la aplicación práctica de dichos conocimientos. El uso del robot no solo ha permitido a los estudiantes poner en práctica habilidades técnicas, como la programación y la resolución de problemas, sino que también ha fomentado el desarrollo de habilidades cognitivas y socioemocionales al promover la colaboración, la comunicación y la creatividad en el proceso de encontrar soluciones integrales. En última instancia, la combinación de la unidad didáctica y el uso del robot ha enriquecido significativamente el ambiente de aprendizaje al ofrecer a los estudiantes una experiencia educativa holística y enriquecedora. La implementación del reto del laberinto fue un paso fundamental en el seguimiento y fomento del desarrollo del pensamiento computacional en nuestros estudiantes de educación media.

A lo largo de este desafiante proceso, los expertos fueron testigos del crecimiento sustancial en sus habilidades para descomponer problemas complejos en pasos lógicos y secuenciales, así como para diseñar algoritmos eficientes y recursivos que aborden las dificultades planteadas. Además de la mejora evidente en la competencia técnica, también se observó cómo los estudiantes han interiorizado las estrategias de resolución de problemas, la toma de decisiones estructuradas y la capacidad de colaborar en la búsqueda de soluciones. Este reto del laberinto no solo ha proporcionó un terreno fértil para cultivar el pensamiento computacional, sino que también sentó las bases para el continuo crecimiento de las habilidades digitales y cognitivas de nuestros estudiantes en su camino hacia la excelencia en la educación media y superior.

#### **6.3.4 Análisis del momento 4 de la implementación de la unidad didáctica utilizando la programación en robots**

Con el objetivo de alcanzar la meta propuesta, se examinó cada componente y estrategia implementada por los estudiantes, identificando áreas de mejora y oportunidades de optimización de este tipo de retos y aplicaciones en ambientes de aprendizaje. A través de este análisis, se reflejó la excelencia en la ejecución tanto en términos técnicos como en la alineación con las necesidades del desafío (Laberinto).

Ilustración 43. Evidencia del pensamiento computacional utilizando robots como medio de aprendizaje



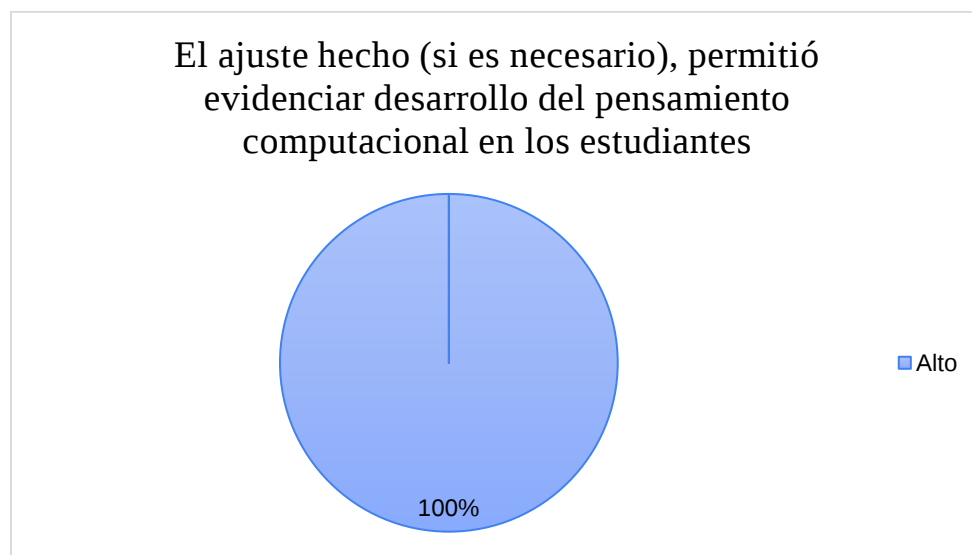
Nota: Análisis de categoría de recursividad.

Todas las soluciones que propusieron los 4 equipos de trabajo tuvieron resultados similares, los estudiantes responden al reto establecido utilizando el robot mbot1, existieron demasiados intentos y los algoritmos que fueron corregidos constantemente. Se enriquece los procesos de recursividad de los estudiantes, entendiendo demás aspectos que no tuvieron presentes en momentos anteriores de la implementación de la unidad didáctica. El pensamiento computacional de manera indirecta se ve fortalecido desde todos los momentos de la unidad didáctica, ubicación, desubicación y el cierre de los procesos formativos, en este caso la solución de un problema establecido, esto fue evidenciado por los expertos observadores durante la implementación (Ilustración 42).

La implementación de la unidad didáctica y la solución del reto del laberinto permitió evidenciar que las categorías de investigación que se deseaban analizar tuvieron un alto impacto por parte de la implementación de los estudiantes y, asimismo, fortaleciendo el desarrollo del pensamiento computacional (Ilustración 43). Los estudiantes demostraron que evolucionaron de manera significativa y se desarrollaron estas categorías en los

estudiantes permitiendo enriquecer el pensamiento computacional. Esta intensidad fue la idea con la que se aborda y se inicia esta investigación.

Ilustración 44. Evidencia del desarrollo del pensamiento computacional



Nota: Resultados de la evolución del pensamiento computacional.

Los resultados exitosos de esta unidad didáctica han demostrado su impacto al fortalecer de manera significativa las diversas categorías del pensamiento computacional en el aprendizaje de los estudiantes de educación media. A través de esta experiencia, los estudiantes lograron desarrollar la capacidad de modelar soluciones efectivas para problemas complejos, descomponiendo los desafíos en pasos lógicos y secuenciales. Además, han interiorizado la importancia de la abstracción, identificando y enfocándose en los aspectos esenciales para la resolución de problemas. La recursividad y el pensamiento algorítmico han dejado una marca duradera en su enfoque de resolución de problemas, mientras que la programación de robots ha proporcionado una plataforma tangible para aplicar estas habilidades en un contexto real.

Es importante destacar que esta unidad didáctica también ha permitido la inclusión e igualdad de género, proporcionando oportunidades equitativas para que todos los estudiantes participen y promuevan sus habilidades en un ambiente de aprendizaje

colaborativo. La promoción del aprendizaje creativo ha fomentado la innovación y la originalidad al resolver el reto, y la exploración autodirigida ha empoderado a los estudiantes para asumir la responsabilidad de su educación y desarrollo de los procesos de enseñanza aprendizaje. En conjunto, esta experiencia permitió dejar unas bases para una generación de estudiantes que no solo dominan el pensamiento computacional, sino que también están preparados para afrontar los desafíos del futuro con confianza, creatividad y una mentalidad colaborativa.

#### **6.3.5 Apreciaciones de los estudiantes después de la implementación de la unidad didáctica utilizando la programación en robots**

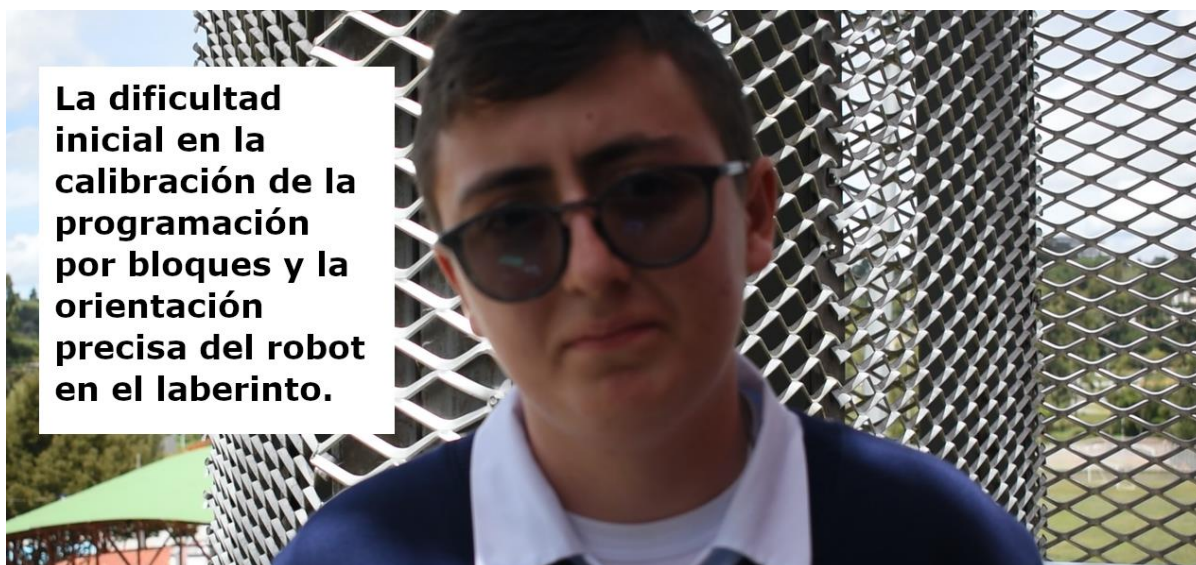
En este apartado, se analizaron las respuestas proporcionadas por los estudiantes de educación media del colegio María Auxiliadora del municipio del Santuario (Antioquia), en relación con tres preguntas clave que arrojan aspectos importantes sobre su experiencia con la implementación del reto del laberinto. Estas respuestas reflejan sus desafíos, logros y percepciones a medida que abordaron el reto y participaron en el proceso de aprendizaje. Las preguntas abordan los obstáculos que enfrentaron, las lecciones significativas que extrajeron del desarrollo de la actividad y cómo consideran que esta unidad didáctica impacta tanto en su desarrollo académico como en su crecimiento integral. A través de sus reflexiones, obtuvo una visión más completa y enriquecedora de cómo esta experiencia ha moldeado su pensamiento, habilidades y perspectivas.

Para la pregunta sobre los mayores retos y obstáculos que enfrentaron durante la implementación de la unidad didáctica, los estudiantes resaltan diversos desafíos enfrentados durante la implementación del reto del laberinto. Un estudiante mencionó la dificultad inicial en la calibración de la programación por bloques y la orientación precisa del robot en el laberinto (Ilustración 44). Los problemas con los movimientos de derecha e izquierda generaron complejidad en la navegación. Otro desafío señalado se relaciona con la coordinación dentro de los equipos de trabajo. Para algunos, comprender y coordinar las acciones de sus compañeros y asignar roles adecuados fue un reto que exigía habilidades de colaboración y comunicación efectiva. Además, hubo estudiantes que destacaron la necesidad de adaptarse al lenguaje de programación y garantizar que el robot siguiera la

lógica algorítmica previamente establecida, subrayando la importancia de la coherencia en la secuencia de acciones.

Analizando estas respuestas, es evidente que la implementación del reto del laberinto contribuyó en gran medida al desarrollo del pensamiento computacional de los estudiantes. Los desafíos mencionados reflejan la necesidad de dominar la abstracción y la planificación algorítmica, así como la recursividad y la lógica de programación. La calibración de movimientos y la orientación precisa del robot demuestran la importancia de la precisión y la atención al detalle, habilidades esenciales en la programación y en la solución de problemas en general. La coordinación dentro de los equipos resalta la importancia de la colaboración y la comunicación, habilidades fundamentales para cualquier proyecto de programación conjunto. La adaptación al lenguaje de programación resalta la habilidad de los estudiantes para aprender nuevos conceptos y aplicarlos en contextos prácticos. En conjunto, estas respuestas evidencian cómo la implementación del reto no solo fortaleció el pensamiento computacional, sino que también abordó las categorías de investigación asociadas, enriqueciendo el aprendizaje de los estudiantes en múltiples aspectos.

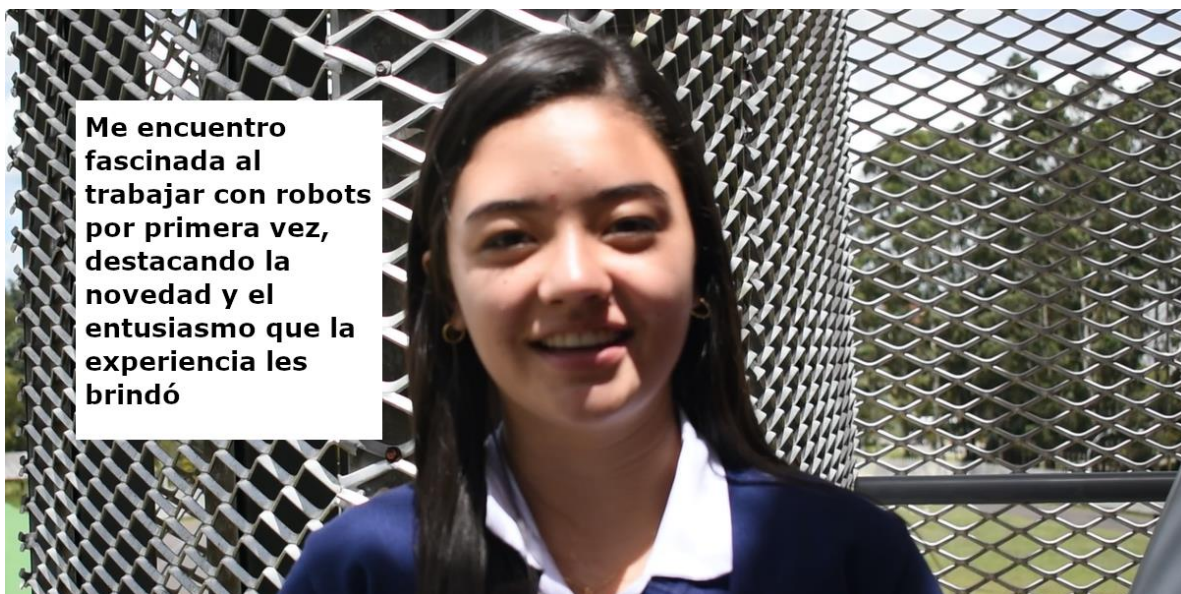
Ilustración 45. Estudiante hablando de las dificultades de la implementación del reto



Nota: Respuesta de los estudiantes a la entrevista realizada.

Para la pregunta sobre que aporte el desarrollo de la unidad didáctica en su aprendizaje académico y en su formación integral. Las respuestas de los estudiantes tras la implementación del reto del laberinto revelan una variedad de percepciones y aprendizajes significativos. Uno de los estudiantes mencionó que estaba fascinado al trabajar con robots por primera vez, destacando la novedad y el entusiasmo que la experiencia les brindó (Ilustración 45). Otro estudiante resaltó la resiliencia que desarrollaron para superar los desafíos de la actividad, lo que refleja la perseverancia y la mentalidad de solución de problemas que cultivaron a lo largo del proceso. Una respuesta se enfatizó en el sistema embebido de programación, que permitió mover el robot, resaltando la comprensión adquirida sobre la interacción entre software y hardware en la programación de dispositivos.

Ilustración 46. Reacciones de estudiantes con relación a los aprendizajes obtenidos



Nota: Respuesta de los estudiantes a la entrevista realizada.

Para la última pregunta relacionada con el aporte para el desarrollo del ámbito académico e integral los estudiantes respondieron. Las respuestas proporcionadas por los estudiantes tras la implementación del reto del laberinto ilustran de manera elocuente los diversos aprendizajes y beneficios obtenidos. Uno de los estudiantes destacó haber adquirido una

base en la programación de robots, evidenciando la oportunidad de incursionar en una habilidad técnica clave. Otro resaltó cómo el reto no solo contribuyó al enriquecimiento del pensamiento computacional, sino que también fortaleció el desarrollo integral de diversas áreas del conocimiento. La mención del desarrollo del pensamiento lógico resalta cómo la actividad nutrió una forma enriquecedora al pensamiento esencial en la resolución de problemas y la toma de decisiones. Además, la respuesta sobre aprender a resolver problemas utilizando elementos del entorno refleja el enfoque práctico y aplicado de la actividad, así como la capacidad adquirida para abordar desafíos de manera creativa y proactiva (Ilustración 46).

Se evidencia que la implementación del reto del laberinto brindó a los estudiantes un conjunto valioso saberes que contribuyen significativamente al desarrollo del pensamiento computacional. La adquisición de habilidades básicas de programación de robots destaca la oportunidad de experimentar y aplicar conceptos técnicos en un entorno tangible. El fortalecimiento de diversas áreas del conocimiento evidencia cómo el enfoque interdisciplinario de la actividad puede ampliar las perspectivas de los estudiantes y conectar conceptos a través de disciplinas. La mejora del pensamiento lógico es fundamental para la resolución de problemas y la toma de decisiones, habilidades cruciales tanto en programación como en la vida cotidiana. Por último, el aprendizaje de resolver problemas utilizando elementos del entorno y la creatividad resalta la aplicación práctica del pensamiento computacional en situaciones del mundo real. En conjunto, estas respuestas destacan cómo la implementación del reto no solo potenció el pensamiento computacional, sino que también fortaleció múltiples categorías de investigación relacionadas, preparando a los estudiantes para desafíos futuros en un mundo cada vez más tecnológico.

Ilustración 47. Comprensión del trabajo de equipo y utilización de elementos del entorno



Nota: Respuesta de los estudiantes a la entrevista realizada.

## 7 CONCLUSIONES

Durante el desarrollo de este trabajo de investigación que incluyó encuestas, entrevistas y análisis de datos, fue posible obtener una comprensión de cómo los estudiantes perciben el pensamiento computacional antes de interactuar con una unidad didáctica utilizando robots como medio de desarrollo. Algunos participantes demostraron una sólida comprensión del pensamiento computacional, mientras una gran mayoría mostraron percepciones falsas o erróneas sobre el pensamiento computacional. Los hallazgos resaltan la importancia de modificar los métodos de enseñanza y los recursos educativos para abordar estos conocimientos con el fin, de fomentar un aprendizaje eficaz en el pensamiento computacional.

El implementar una unidad didáctica que consistía además de enseñar, monitorear el desarrollo del pensamiento computacional de los estudiantes de educación media mediante el uso de rutinas teórico-prácticas de programación de robots. Demostró durante este proceso de investigación y aplicación pedagógica que esta estrategia educativa es efectiva para fomentar este tipo de habilidades en los estudiantes. Se observó notable progreso en la comprensión y aplicación de los estudiantes de conceptos como programación y lógica computacional durante la implementación de la unidad didáctica. Además, participar activamente en actividades teórico-prácticas de programación de robots aumentó el interés en las ciencias relacionadas con áreas tecnológicas y en el pensamiento algorítmico.

Se ha obtenido una comprensión sólida de cómo estas rutinas pueden afectar significativamente el desarrollo de las habilidades de pensamiento computacional a través de la implementación de una unidad didáctica y de actividades pedagógicas específicas. Los resultados de este estudio han demostrado que la capacidad de los estudiantes para comprender y aplicar conceptos básicos de programación, lógica y resolución de problemas mejoraron. Además, se ha observado un aumento en la confianza de los estudiantes cuando se enfrentan a desafíos tecnológicos y algorítmicos. Esto sugiere que estas rutinas teórico-prácticas son una herramienta efectiva para ayudar a los estudiantes a fortalecer su pensamiento computacional.

Los resultados obtenidos respaldan firmemente la idea de que la integración de la programación de robots en la enseñanza puede ser una estrategia altamente efectiva para enseñar a los estudiantes de educación media con el fin de desarrollar pensamiento computacional en ellos. El impacto que se generó en la implementación de la unidad didáctica destacó la importancia de desarrollar habilidades de resolución de problemas y pensamiento crítico en los estudiantes de educación media. Esta investigación contribuyó al proporcionar pruebas sólidas de que una unidad didáctica basada en la programación de robots es un método pedagógico exitoso para ayudar a los estudiantes de educación media a desarrollar el pensamiento computacional. Además, a través de esta metodología innovadora y prometedora, establece un punto de partida para futuras investigaciones y mejoras en la enseñanza del pensamiento computacional.

## **8 RECOMENDACIONES**

### **8.1 AMPLIACIÓN DEL ALCANCE DEMOGRÁFICO**

Para futuras investigaciones se recomienda ampliar el alcance demográfico y geográfico de los participantes sería beneficioso para futuras investigaciones. Esto permitirá una comprensión más completa de cómo la implementación de una unidad didáctica basada en la programación de robots fortalece el desarrollo del pensamiento computacional en una variedad de contextos y grupos de estudiantes. La inclusión de una muestra más amplia de estudiantes, tanto en términos de edad como de origen cultural, podría revelar posibles variaciones en el impacto de la enseñanza de pensamiento computacional.

### **8.2 EVALUACIÓN A LARGO PLAZO**

En futuras investigaciones se podría monitorear el desarrollo del pensamiento computacional de los estudiantes a largo plazo. Esto proporcionaría información útil sobre la retención y aplicación de las habilidades. En los años posteriores a la implementación, se podrían realizar evaluaciones regulares para evaluar el impacto a largo plazo y cómo estas habilidades se desarrollan a medida que los estudiantes avanzan en su educación.

### **8.3 COMPARACIÓN CON OTROS ENFOQUES PEDAGÓGICOS**

El llevar a cabo investigaciones que evalúen el impacto de la unidad didáctica basada en la programación de robots en el desarrollo del pensamiento computacional sería relevante. Esto podría incluir la evaluación de cómo diferentes tecnologías y recursos pueden afectar el logro de objetivos de pensamiento computacional o la comparación con métodos tradicionales de enseñanza de ciencias de la computación. Estos estudios comparativos ayudarían a identificar las mejores prácticas y métodos para enseñar estas habilidades en la educación media.

## 9 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Angulo, C. (2018). Usos y beneficios de la robótica en las aulas. En 2. Revista de Investigación Académica, *Revista de Investigación Académica* (págs. 1 - 15). Madrid, España: Universidad Politécnica de Cataluña.
- Barak, M., & Assal, M. (2016). Robotics and STEM learning: students' achievements in assignments according to the P3 Task Taxonomy - practice, problem solving, and projects. En S. S. 2016, *Int J Technol Des Education* (págs. 121 - 144). Jerusalén, Israel: Springer Science+Business Media Dordrecht 2016.
- Barrera Lombana, N. (2015). Uso de la robótica educativa como estrategia didáctica en el aula. *Praxis & Saber*, 215-234.
- Bers, M. (2010). *The development of computational thinking in young children through programming robots, digital media, and other technologies*. Journal of Educational Computing Research, 36(4).
- Blikstein, P. (2013). Using learning analytics to assess students' behavior in open-ended programming tasks in robotics. *Journal of Educational Psychology*, 105(4), 1021–1032.
- Bono, E. (1992). *Pensamiento creativo*. Paidós.
- Boss, S. &. (2008). *Project-Based Learning with Technology*. International Society for Technology in Education.
- Botero, J. (2018). *Introducción a una nueva forma de enseñar y aprender. Educación STEM*. Bogotá: STILO IMPRESORES LTDA.
- Breazeal, C. (2022). *Designing sociable robots*. Massachuset: MIT Press.
- Brennan, W. (2012). *New frameworks for studying and assessing the development of computational thinking*. Vancouver: Proceedings of the 2012 Annual Meeting of the American Educational Research Association, Vancouver, BC, Canada.

- Carroll, J. (2015). *Robotics education: a catalyst for STEAM learning. Technology and Engineering Teacher*.
- Chaux, E. (2016). *Secuencias Didácticas de Educación para la paz*. Bogotá, Colombia: Ministerio de Educación Nacional.
- Colombia, M. d. (1994). *Ley General de Educación 115*. Bogotá: Imprenta Nacional.
- Colombia, M. d. (2009). Orientaciones para la construcción de una política distrital de educación en tecnología. Área de tecnología e Informática, en la educación básica. En MEN. Bogotá: Imprenta Nacional.
- Colombia, R. d. (1991). *La constitución Política de Colombia*. Bogotá: Imprenta Nacional.
- Cook, S. (1971). *The complexity of theorem-proving procedures*. California: Proceedings of the third annual ACM symposium on Theory of computing.
- Denning, P. (2005). *The Locality Principle*. New York: Communications of the ACM.
- Denning, P. (2015). *Great Principles of Computing*. Massachusetts, EE. UU. : MIT Press.
- Dewey, J. (1967). *La escuela y la sociedad*. Siglo XXI editores.
- Dijkstra, E. (1959). *A note on two problems in connexion with graphs*. Berlin: Numerische Mathematik.
- DiSalvo, B. (2013). Preparing for future learning with a tangible user interface: A comparative case study. *International Journal of Human-Computer Studies*, 957-975.
- DiSalvo, B. (2014). *Computing and the arts: A road less traveled*. New York: Communications of the ACM.
- Escribano, A. (2008). *La metodología del aprendizaje basado en problemas*. Madrid: Narcea.
- García, A., Muñoz, V., & Caballero-González, Y. A. (2019). Robotics to develop computational thinking in early Childhood Education. *Comunicar*, n. 59, v. XXVII, 2019, 63 - 72.

- Gilbert, J. K. (2004). *Science Education in its Social Setting*. Open University Press.
- Gilbert, J. K. (2006). *Teaching, learning and assessing science in a technological world*. . Open University Press.
- Grover, S. &. (2017). *Research on K-12 Computer Science Education: The Field, the Curriculum and Their Instructional Practices*. ACM Transactions on Computing Education .
- Guzdial, & Soloway. (1985). *A Subgoal Learning Model*. Cognitive Science.
- Hernandez Sampieri, R. (2014). *Metodología de la investigación*. McGraw-Hill Education.
- Hofstadter, D. (1979). *Gödel, Escher, Bach: An Eternal Golden Braid*. New York: Basic Books.
- Howard, A. (2016). *Gender, robotics, and STEM education*. Science Robotics, 1(1), eaah4662. doi: 10.1126/scirobotics.aah4662.
- Ishiguro, H. (2019). Robots and communication education. In Handbook of Research on Learning Outcomes and Opportunities in the Digital Age. En *IGI Global*. (págs. 121-139). IGI Global.
- ISTE. (2011). *International Society for Technology in Education & the Computer Science Teachers Association*. Obtenido de <https://info.iste.org/student-standards-get-poster-thanks?submissionGuid=570bbbc2-a28c-42e1-a3a6-c6fa607cd470>
- Kafai, Y. (2015). *Connected code: Why children need to learn programming*. Massachuset: MIT Press.
- Kay, A. (1993). *The Early History of Smalltalk*. New York: ACM Press.
- Khatib, O. (2005). Robotics as a pathway to achieving intelligence. En *Science*, 309 (5743).
- Khatib, O. (2017). Robots for humanity. *Science Robotics*, 2(4).

- Knuth, D. (1997). *The art of computer programming: Fundamental algorithms*. Addison-Wesley.
- Lamport, L. (1978). *Time, clocks, and the ordering of events in a distributed system*. Communications of the ACM, 21.
- Liskov, & H., B. (1975). *Programming with abstract data types*. ACM Sigplan Notices, 10(8).
- López, P. A., & Andrade Sosa, H. (2013). Learning of and with Robotics, some experiences. En R. d. Rica, *Revista Educación* 37(1), 43-63, ISSN: 03797082, enero-junio, 2013 (págs. 42 - 63). Colombia: Universidad de Costa Rica.
- MARker, Z. (27 de 07 de 2023). *Zona MARker*. Obtenido de <https://www.zonamaker.com/arduino/modulos-sensores-y-shields/ultrasonido-hc-sr04>
- Molano García, D. J. (Enero de 2022). La robótica educativa: una interdisciplina didáctica integradora para la enseñanza. *Tesis Doctoral*. Bogotá, Colombia.
- Molano García, D. J. (2022). *LA ROBÓTICA EDUCATIVA: UNA INTERDISCIPLINA DIDÁCTICA INTEGRADORA PARA LA ENSEÑANZA*. Bogotá: USTA.
- NACIONAL, M. D. (2022). *ORIENTACIONES CURRICULARES PARA EL ÁREA DE TECNOLOGÍA E INFORMÁTICA EN LA EDUCACIÓN BÁSICA Y MEDIA*. Bogotá: Ministerio de Educación Nacional.
- Ortega Ruipérez, B., & Asensio Brouard, M. M. (2018). Robótica DIY: pensamiento computacional para mejorar la resolución de problemas. En *Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa*, 17(2) (págs. 56 - 58). España: Revista Electrónica de Tecnología en Educación.
- Osborn, A. (1953). *Applied Imagination: Principles and Procedures of Creative Problem Solving*. New York: Charles Scribner's Sons.

- Osborn, A. (1958). *Creative Problem Solving: The Basic Course*. . New York: Creative Education Foundation Press.
- Papert, S. (1980). *Mindstorms: Children, Computers, and Powerful Ideas*. Basic Books.
- Papert, S. (1991). Constructionism: A New Opportunity for Elementary Science Education. En I. H. Papert, *Constructionism: A New Opportunity for Elementary Science Education* (págs. 191 - 206). Ablex Publishing.
- Papert, S. (1993). *The children's machine: Rethinking school in the age of the computer*. New York: Basic Books.
- Parnas, D. (1972). *On the criteria to be used in decomposing systems into modules*. New York: Communications of the ACM.
- Peralta, D., & Guimarães, E. C. (2018). A robótica na escola como postura pedagógica interdisciplinar: o futuro chegou para a Educação Básica? En R. B. RBIE, *Brazilian Journal of Computers in Education* (págs. 30 - 50). Brasilia. Brasil: Revista Brasileira de Informática na Educação - RBIE.
- Pólya, G. (1957). *How to solve it: A new aspect of mathematical method*. New Jersey: Princeton University Press.
- PYTHON. (2023). *Python*. Obtenido de <https://www.python.org/>
- Resnick, M. (2000). Some reflections on designing construction kits for kids. In I. Harel & S. Papert (Eds.). En M. Resnick, *Some reflections on designing construction kits for kids* (págs. 143 - 163). Ablex Publishing.
- Resnick, M. (2004). *Turtles, Termites, and Traffic Jams: Explorations in Massively Parallel Microworlds*. The MIT Press.
- Resnick, M. (2013). *Constructionism in Practice: Designing, Thinking, and Learning in a Digital World*.

- Resnick, M. (2017). *Lifelong Kindergarten: Cultivating Creativity through Projects, Passion, Peers, and Play*. MIT Press.
- Roberts, E. (2008). *The Art and Science of Java*. New Jersey: Addison-Wesley Professional.
- Román González, M., Jiménez Fernández, C., & Pérez González, J. C. (2016). Codigoalfabetización y pensamiento computacional en Educación Primaria y Secundaria: validación de un instrumento y evaluación de programas. En R. d. Educación, *Revista de Investigación en Educación*, 18(2) (págs. 135-156). Madrid, España: Universidad Nacional de Educación a Distancia .
- Román González, M., Jiménez Fernández, C., & Pérez González, J. C. (2020). Codigoalfabetización y pensamiento computacional en Educación Primaria y Secundaria: validación de un instrumento y evaluación de programas. En *Revista de Investigación en Educación* (págs. 243-257). Revista de Investigación en Educación.
- Scassellati, B. (2007). *Robots for use in autism research*. Annual Review of Biomedical Engineering.
- Scientific Software Development. (2022). *ATLAS TI, Qualitative data Analysis*. Obtenido de <https://atlasti.com/es/>
- SCRATCH. (2022). *SCRATCH*. Obtenido de <https://scratch.mit.edu/>
- SENA. (2023). *Tecnoacademias*. Obtenido de <https://www.sena.edu.co/es-co/formacion/Paginas/tecnoacademia.aspx>
- Simon, H. (1957). *Models of man; social and rational: mathematical essays on rational human behavior in a social setting*. New York: John Wiley and Sons.
- Simon, H. (1967). *Motivational and emotional controls of cognition*. Psychological Review.
- Vivas Fernandez, L., & Sáez López, J. M. (2019). Integration of educational robotics in Primary. En R. I. Residencial, *Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa*, 18(1) (págs. 107 - 128). Cataluña, España: RELATEC.

Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*. En *Revista insignia de ACM* (págs. 33 - 35). New York: Moshe Y. Vardi.

## 10 ANEXOS

Anexo. 1 Unidad didáctica

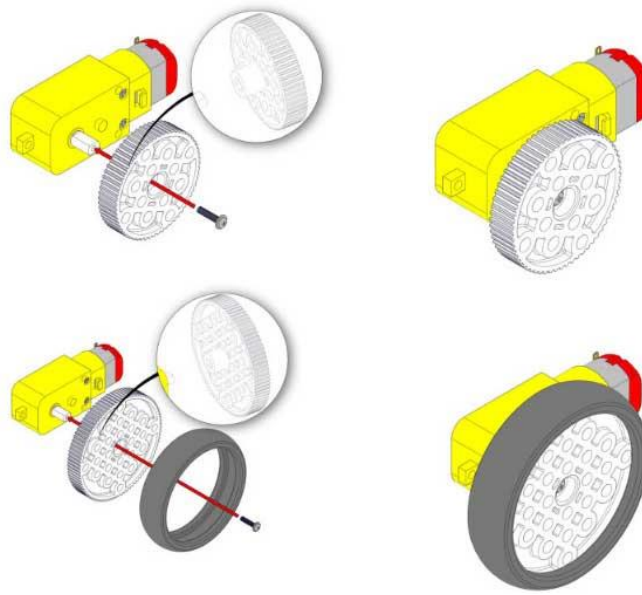
| <b>Línea de Electrónica y Robótica: Programación de robots</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| <b>PROGRAMA: Formulación de proyectos de investigación formativa</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | <b>CODIGO: 12210005</b><br><b>FICHA: 2752199</b> |
| <b>HORAS PRESENCIALES: 4</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | <b>HORAS AUTÓNOMAS: 4</b>                        |
| <b>DOCENTE: WILSON FERNEY MOLANO GARCÍA</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                  |
| <b>OBJETIVO LA ACTIVIDAD:</b><br><br>Programar de secuencia lógica – algorítmica para que un robot físico o simulado pueda salir de un laberinto.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                  |
| <b>NOMBRE DE LA SECUENCIA DIDÁCTICA:</b><br><br>Pensamiento computacional a través de la programación de robots usando material Makeblock.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                  |
| <b>COMPETENCIAS PARA DESARROLLAR:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Formula el proyecto educativo de acuerdo con métodos y técnicas de investigación para la educación media.</li> <li>• Utiliza responsablemente las TIC, con el fin de aprender, indagar y ordenar dispositivos robóticos para solucionar problemas.</li> <li>• Propone estrategias para soluciones tecnológicas a problemas, en diferentes contextos de la educación media.</li> </ul> |                                                  |
| <b>ACTIVIDADES:</b><br><br>1. Generar un proceso en cual le permita al estudiante solucionar un laberinto en Tecnoacademia, que permita que un robot programable salga de este usando el material didáctico Makeblock.                                                                                                                                                                                                                                               |                                                  |
| <b>MATERIAL DE APOYO:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                  |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                  |                                                                                                                                                |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Mblock (Software para programar robots makeblock):</b><br><a href="https://www.mblock.cc/en/download/">https://www.mblock.cc/en/download/</a>                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                  |                                                                                                                                                |
| <b>PRODUCTOS PARA ENTREGAR:</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Algoritmo realizado en el software Mblock para coordenadas de ubicación y desplazamiento del robot.</li> <li>2. Programación en bloques del robot, usando el programa Mblock</li> <li>3. Video elaborado por los estudiantes donde se evidencia la solución del reto propuesto en el laberinto.</li> </ol> |                                                                                                                  |                                                                                                                                                |
| <b>SABERES EN TÉRMINOS DE DESEMPEÑO</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                  |                                                                                                                                                |
| <b>SABER<br/>(CONOCIMIENTOS)</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | <b>SABER HACER<br/>(Capacidades y Habilidades)</b>                                                               | <b>SABER SER<br/>(Socioemocional)</b>                                                                                                          |
| Frente a una necesidad o problema, el estudiante selecciona una alternativa tecnológica apropiada, según el problema. Al hacerlo utiliza criterios como eficiencia, seguridad, consumo y costo.                                                                                                                                                                                      | Identifica la influencia de factores ambientales, sociales, culturales y económicos en la solución de problemas. | Reconoce y divulga los derechos de las comunidades para acceder a bienes y servicios (como, por ejemplo, los recursos energéticos e hídricos). |
| <b>FECHA DE ENTREGA:</b><br><b>Día de la implementación de la unidad didáctica</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                  |                                                                                                                                                |
| <b>Contextualización académica</b><br><b>TUTORIAL DE CONTROL DE LOS MOTORES DEL MBOT Y MANEJO DEL ULTRASONIDO</b>                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                  |                                                                                                                                                |

El manejo de motores en los mBlock, se desarrollará en un entorno de programación basado en bloques que ha sido objeto de estudio y desarrollo en diversos trabajos académicos en educación básica y media. Los motores o actuadores desempeñan un papel crucial en el control de robots y vehículos autónomos, su correcto manejo es fundamental para lograr un movimiento del dispositivo de forma precisa y eficiente.

Según el estudio de Wang y Li (2018), los motores en los mBlock se pueden controlar utilizando bloques de programación específicos que permiten ajustar la velocidad, la dirección y otros parámetros relacionados con este. Asimismo, en el trabajo de Johnson et al. (2020), se destaca la importancia de comprender los conceptos básicos de los motores y su funcionamiento para una programación efectiva.

En el programa mBlock, para manejar el movimiento de los motores se utilizan diferentes bloques de programación específicos que permiten controlar la velocidad, la dirección y la duración de los movimientos. Por ejemplo, se pueden usar bloques como "Avanzar" o "Retroceder" para indicar al mBot que se desplace hacia adelante o hacia atrás respectivamente. Además, se pueden ajustar la velocidad y la duración de los movimientos utilizando librerías como "Establecer velocidad" y "Esperar" respectivamente. De esta manera, mediante la combinación de diferentes secuencias, es posible crear comandos que permiten controlar de manera precisa y programada el movimiento de los motores en el mBot1, dentro del entorno de mBlock.



### Nota: Motores mbot 1: Ensamble y estructura mecánica

Estas funciones permitirán al robot desplazarse por el laberinto y estructurar los movimientos para resolver el reto. A continuación, se da a conocer las posibles funciones que se podrán utilizar para resolver el ejercicio:



Es de resaltar que los bloques de color naranja se encuentran en la solapa de eventos



Eventos

y los bloques de girar, serán encontrados en la solapa acción

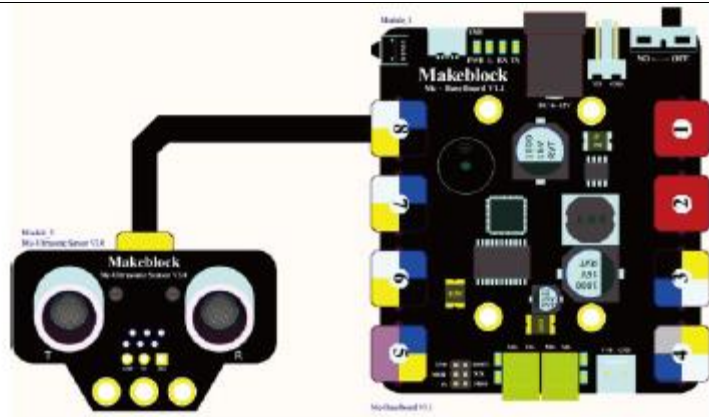


Acción

. La potencia esta relacionada con la velocidad de los motores y el tiempo de ejecución que se desea que se realice el movimiento.

Por otra parte, los sensores de ultrasonido (proximidad), desempeñan un papel fundamental en el mBot1, ya que permiten detectar la presencia de objetos y medir distancias de manera precisa. Según el estudio de Zhang et al. (2019), los sensores de ultrasonido en el mBot1 se utilizan para evitar colisiones, realizar seguimiento de líneas y navegar de manera autónoma en entornos desconocidos. Estos sensores emiten ondas ultrasónicas y miden el tiempo que tarda en recibir el eco, lo que les permite calcular la distancia hasta un objeto. Esta información es vital para que el mBot1, pueda tomar decisiones basadas en su entorno y evitar obstáculos. Asimismo, el estudio de Li et al. (2020), destaca la importancia de los sensores de ultrasonido para la resolución de problemas de navegación en robots móviles, ya que proporcionan información crucial para planificar rutas y evitar colisiones.

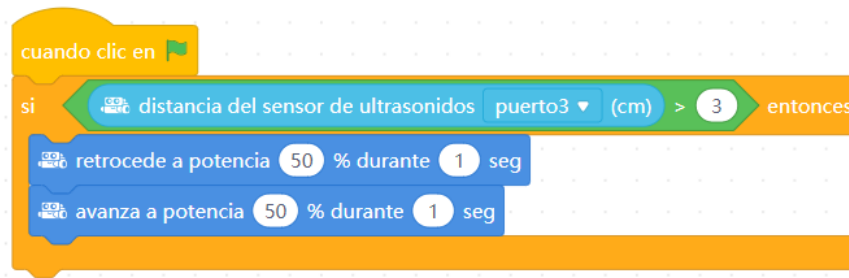
La capacidad de los sensores de ultrasonido del mBot1 para detectar y medir distancias es esencial para el funcionamiento efectivo del robot. Estos sensores permiten al mBot1 interactuar con su entorno de manera inteligente y autónoma. En el estudio de Zhao et al. (2017), se enfatiza que los sensores de ultrasonido son esenciales para la navegación de robots en entornos complejos, ya que proporcionan información en tiempo real sobre la presencia de obstáculos y permiten tomar decisiones para evitar colisiones. Además, estos sensores son ampliamente utilizados en aplicaciones de robótica educativa, como se menciona en el trabajo de Lee et al. (2018), donde se destaca su importancia para el aprendizaje de conceptos como la detección de obstáculos y la planificación de rutas. En resumen, los sensores de ultrasonido del mBot1, desempeñan un papel crucial en la solución de problemas al proporcionar información precisa sobre distancias y obstáculos, permitiendo una navegación segura y eficiente.



*Nota: Sensor utilizado en el mBot para medir distancia e identificar obstáculos.*

Para utilizar el sensor de ultrasonido en el mBot1, puedes seguir los siguientes pasos:

- Conexión del sensor: Asegurarse que el sensor de ultrasonido esté correctamente conectado al mBot1. El sensor se conecta a uno de los puertos de entrada/salida en el cuerpo del mBot1.
- Programación en mBlock: Se inicializa el entorno de programación mBlock en la computadora y selecciona el dispositivo mBot1. A continuación, arrastra y suelta bloques de programación relacionados con el sensor de ultrasonido desde la sección de "Sensores" en el panel de bloques.
- Bloques de programación: Por favor utilizar los bloques específicos del sensor de ultrasonido para realizar diferentes acciones. Por ejemplo, puede utilizar el bloque "Obtener distancia", para obtener esta medida por el sensor. Puede asignar esa distancia a una variable matemática o utilizarla en condiciones o cálculos posteriores.
- Lógica de control: Utilizar bloques de control, como "Si-entonces" o "Repetir hasta", para tomar decisiones basadas en los datos del sensor de ultrasonido. Por ejemplo, puede utilizar un bloque "Si-entonces" para verificar si la distancia medida es menor que un valor determinado y tomar una acción correspondiente, como detener el mBot1, o cambiar su dirección.
- Prueba y ajuste: Realice pruebas y ajustes para verificar que el sensor de ultrasonido funcione correctamente. Puede utilizar bloques de visualización, como "Mostrar en pantalla" o "Reproducir sonido", para mostrar o escuchar los resultados obtenidos del sensor.



*Nota: Estructura de bloques de control para medir distancias con el sensor de ultrasonido del mbot.*

¡Éxitos!

Cordialmente.

Wilson Ferney Molano García.

Licenciado en Electrónica.

### **Reto**

El Reto planteado consiste en utilizar el mBot, junto con la programación en mBlock para que un robot salga de un laberinto. El objetivo es que el mBot, equipado con su sensor de ultrasonido y habilidades de programación, pueda navegar de manera autónoma a través del laberinto, evitando obstáculos y encontrando la salida. Este tipo de desafío combina la lógica de control, la toma de decisiones y el uso adecuado del sensor de ultrasonido para crear un algoritmo eficiente de navegación.

Para superar el reto, se requiere un enfoque estratégico en la programación del mBot utilizando mBlock. Se pueden utilizar bucles y condiciones para tomar decisiones basadas en la información proporcionada por el sensor de ultrasonido. Por ejemplo, si el sensor detecta un obstáculo cercano, el mBot puede girar a la izquierda o a la derecha para evitarlo. Además, se pueden utilizar variables para realizar un seguimiento de la ubicación

actual del mBot en el laberinto y tomar decisiones informadas sobre la siguiente dirección a tomar.

La resolución exitosa del laberinto utilizando el mBot y la programación en mBlock no solo implica superar el desafío en sí, sino que también fomenta el pensamiento lógico, el razonamiento algorítmico y el desarrollo de habilidades de programación en los participantes.

**Cargue de evidencias:** Se deben cargar en la plataforma de Classroom del programa de formación.

| <b>RÚBRICA DE EVALUACIÓN</b> |                                                               |                                                                                             |                                                                                                     |                                                                                       |                                                                                                           |                                                                                                           |
|------------------------------|---------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>VALOR CUANTITATIVO</b>    | <b>1.0</b>                                                    | <b>2.0</b>                                                                                  | <b>3.0</b>                                                                                          | <b>3.6</b>                                                                            | <b>4.0</b>                                                                                                | <b>5.0</b>                                                                                                |
|                              | NP.<br>No presenta las entregas y/o no realiza estas a tiempo | Se evidencia unas entregas insuficientes, estas no cumplen los objetivos de las actividades | Se evidencia a unas entregas regulares, que cumplen con algunos de los objetivos de las actividades | Se evidencia unas entregas básicas, que cumplen con los objetivos de las actividades. | Se evidencia unas entregas sobresalientes, que cumplen con la mayoría de los objetivos de las actividades | Se evidencia a unas entregas excelentes, que cumplen con la totalidad de los objetivos de las actividades |

## SECUENCIA DIDÁCTICA Y PROPUESTA METODOLÓGICA

| PROCESO DE APRENDIZAJE                                                                                                                                                                                  | ESTRATEGIAS DE APRENDIZAJE<br>(Qué hacer)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | ACTIVIDADES Y EXPERIENCIAS<br>(Cómo hacerlo)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p style="text-align: center;"><b>Exploración de Saberes Previos</b></p> <p style="text-align: center;">(Intervención del Docente, motivación, meta de aprendizaje, exploración de saberes previos)</p> | <p><b>Actividad de encuadre</b><br/>Se les recuerda las normas de la clase con el fin de tener un ambiente agradable, donde las condiciones sean dialogadas por el salón y se hace una charla introductoria frente a las metas de la actividad.</p> <p><b>Actividad de motivación:</b> Se muestra a los estudiantes el resultado de la programación con un robot mbot, en el laberinto.</p> <p><b>Actividad de reconocimiento de Presaberes:</b> Se realiza una exposición oral donde se comenta acerca los principales retos que encontraron los estudiantes y soluciones realizadas.</p> | <p><b>5-</b> Presentación de la actividad, junto con su meta de aprendizaje, tiempos de trabajo y metodología a utilizar.</p> <p><b>6- Actividad de encuadre:</b> Al realizar el encuadre se muestran las condiciones mínimas no negociables del espacio de clase. Este se realiza para generar un ambiente de trabajo propicio la solución del laberinto utilizando mBots.</p> <p><b>7- Actividad de motivación:</b> Se expone anécdota de cómo fue la elaboración del primer algoritmo para solucionar el laberinto, así como del trabajo de ajuste de los sensores.</p> <p><b>8- Actividad de reconocimiento de Presaberes:</b> Se entregan estructuras de códigos de subrutinas previamente vistas, que permitirán dar solución al reto propuesto.</p> |

|                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>Acceder a la información</b></p> <p><b>ESTRUCTURACIÓN</b></p>                                                                                           | <p><b>Explicación docente</b></p> <p>Se desarrolla una explicación catedrática por parte del docente, en donde se muestran en el Smart Tv ejemplos de código para solucionar el reto.</p>         | <p><b>1- Ayudas audiovisuales (video)</b> Se muestra un video de un programar los motores y sensor de ultrasonido.</p> <p><b>2- Explicación docente:</b> Se enunciarán y explicarán bloques estructurados de control de potencia y giro de los motores. Asimismo, el funcionamiento del sensor y medición de distancias.</p>                                                                                                                                                          |
| <p><b>Conceptualización y comprensión</b></p> <p>(relación de nuevos conocimientos con conocimientos previos y situaciones reales)</p> <p><b>PRÁCTICA</b></p> | <p><b>Conceptualización:</b> relación de nuevos conocimientos con conocimientos previos.</p> <p><b>Comprensión:</b></p> <p>Se muestra los bloques de control, su uso y programación del mBot.</p> | <p><b>1- Conceptualización:</b> Se relacionan los nuevos conocimientos con conocimientos previos mediante el planteamiento de los siguientes interrogantes:</p> <p>¿Qué es la programación?</p> <p>¿Qué es pensamiento computacional?</p> <p>¿Qué es pensamiento lógico aritmético?</p> <p>¿Cuántos lenguajes de programación conoce?</p> <p><b>2- Comprensión:</b> se muestra la implementación de la solución del laberinto con un mBot, previamente programado por el docente.</p> |

|                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                              |
|-------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Transferencia</b><br>(Aplicación y usos del conocimiento)                  | <b>Exposición:</b><br>Los estudiantes realizan una exposición acerca de cómo solucionaron el reto.                                                                                                                                                                                                | 1- <b>Exposición:</b> El estudiante mostrará el video de como solucionaron el reto y dificultades encontradas para dar solución al problema. |
| <b>Evaluación</b><br>(Evaluar los aprendizajes, los procesos y los productos) | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Algoritmo realizado para coordenadas de ubicación y desplazamiento del robot dentro del laberinto.</li> <li>- Programación en bloques del robot para salir del laberinto.</li> <li>- Video donde se evidencia la solución del reto propuesto.</li> </ul> |                                                                                                                                              |
| <b>Refuerzo de aprendizajes</b><br>(Autoaprendizaje)                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Entrega de links de vídeos adicionales acerca del tema.</li> <li>- Entrega de bibliografía destacada de la temática.</li> <li>- Retomar el tema en la siguiente clase, usando lo destacado de la sesión del laberinto.</li> </ul>                        |                                                                                                                                              |
| <b>Recursos</b>                                                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ambiente de electrónica y robótica.</li> <li>- TV Smart.</li> <li>- Videobeam.</li> <li>- Computador, celular o Tablet.</li> <li>- Mbot</li> </ul>                                                                                                       |                                                                                                                                              |
| <b>Observaciones y recomendaciones</b>                                        | Es importante destacar que esta sesión de clase también se puede complementar con material impreso del tema, así como en la búsqueda de información por la web y recursos bibliográficos de la institución educativa.                                                                             |                                                                                                                                              |

|                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|-----------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>Referencias Bibliográfica</b></p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Johnson, R., Smith, A., &amp; Martinez, A. (2020). Programming Robots with Scratch: An Introduction to Robotics Using mBlock and the Makeblock Robot. Apress.</li> <li>• Lee, B., Shin, S., &amp; Lee, S. (2018). Development of an Ultrasonic Sensor-based Obstacle Avoidance Algorithm for Educational Robots. Journal of Electrical Engineering and Technology, 13(1), 30-35.</li> <li>• Li, B., Li, Y., &amp; Han, L. (2020). Path Planning Method for Mobile Robots Based on Improved Ultrasonic Sensor. IEEE Access, 8, 94683-94692.</li> <li>• Wang, L., &amp; Li, Y. (2018). Design and Application of Educational Robotics Programming Platform Based on Scratch and mBlock. In 2018 2nd International Conference on Robotics and Automation Engineering (ICRAE) (pp. 150-154). IEEE.</li> <li>• Zhang, J., Li, Y., &amp; Li, X. (2019). An Obstacle Avoidance Algorithm for Educational Robots Based on Ultrasonic Sensors. In 2019 IEEE International Conference on Mechatronics and Automation (ICMA) (pp. 1055-1060). IEEE.</li> <li>• Zhao, X., Zhang, G., Yu, H., &amp; Li, Y. (2017). Obstacle Avoidance and Path Planning of Mobile Robot Based on Ultrasonic Sensors. Journal of Physics: Conference Series, 890(1), 012140.</li> </ul> |
|-----------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Anexo. 2. instrumento de observación momento 1

| DESCRIPCIÓN DEL DESARROLLO DE PENSAMIENTO COMPUTACIONAL EN LOS ESTUDIANTES DE EDUCACIÓN MEDIA A PARTIR DE LA PROGRAMACIÓN DE ROBOTS                                                                                                                       |                                                                                                                                                   |                                                                                      |   |       |   |      |          |      |   |       |   |          |   |      |   |       |          |      |   |      |   |                                                                         |       |   |      |   |   |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---|-------|---|------|----------|------|---|-------|---|----------|---|------|---|-------|----------|------|---|------|---|-------------------------------------------------------------------------|-------|---|------|---|---|
|    |                                                                                                                                                   |                                                                                      |   |       |   |      |          |      |   |       |   |          |   |      |   |       |          |      |   |      |   |                                                                         |       |   |      |   |   |
| Fecha                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                   | Ejercicio de Validación - Etapa de Validación - Tecnoacademia del Oriente Antioqueño |   |       |   |      |          |      |   |       |   |          |   |      |   |       |          |      |   |      |   |                                                                         |       |   |      |   |   |
| Momento                                                                                                                                                                                                                                                   | 1                                                                                                                                                 | A                                                                                    |   |       |   |      | B        |      |   |       |   | C        |   |      |   |       | D        |      |   |      |   | Elementos adicionales que el docente desee comentar propuesta didáctica |       |   |      |   |   |
| Análisis                                                                                                                                                                                                                                                  | Wilson Ferney Molano García                                                                                                                       | EQUIPO 1                                                                             |   |       |   |      | EQUIPO 2 |      |   |       |   | EQUIPO 3 |   |      |   |       | EQUIPO 4 |      |   |      |   | Por favor en esta celda realice los comentarios que usted considere     |       |   |      |   |   |
| Por favor diligenciar uniendo una X en una de las cinco columnas                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                   | BAJO                                                                                 |   | MEDIO |   | ALTO |          | BAJO |   | MEDIO |   | ALTO     |   | BAJO |   | MEDIO |          | ALTO |   | BAJO |   |                                                                         | MEDIO |   | ALTO |   |   |
|                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                   | 1                                                                                    | 2 | 3     | 4 | 5    | 1        | 2    | 3 | 4     | 5 | 1        | 2 | 3    | 4 | 5     | 1        | 2    | 3 | 4    | 5 |                                                                         | 1     | 2 | 3    | 4 | 5 |
| Equipo                                                                                                                                                                                                                                                    | Se construyen los equipos de trabajo teniendo en cuenta las cercanías académicas, emocionales y personales                                        |                                                                                      |   |       |   |      |          |      |   |       |   |          |   |      |   |       |          |      |   |      |   |                                                                         |       |   |      |   |   |
| Situación                                                                                                                                                                                                                                                 | El grupo de trabajo identifica la situación, problema o acontecimiento de forma integral.                                                         |                                                                                      |   |       |   |      |          |      |   |       |   |          |   |      |   |       |          |      |   |      |   |                                                                         |       |   |      |   |   |
|                                                                                                                                                                                                                                                           | El grupo de trabajo dimensiona la situación, problema o acontecimiento en aspectos disciplinares                                                  |                                                                                      |   |       |   |      |          |      |   |       |   |          |   |      |   |       |          |      |   |      |   |                                                                         |       |   |      |   |   |
| Meta                                                                                                                                                                                                                                                      | Cada grupo de trabajo proyecta de forma integral la solución del reto propuesto.                                                                  |                                                                                      |   |       |   |      |          |      |   |       |   |          |   |      |   |       |          |      |   |      |   |                                                                         |       |   |      |   |   |
|                                                                                                                                                                                                                                                           | Cada grupo de trabajo construye la lógica y algoritmo de forma gráfica o textual aportando a procesos de recursividad a la solución de problemas. |                                                                                      |   |       |   |      |          |      |   |       |   |          |   |      |   |       |          |      |   |      |   |                                                                         |       |   |      |   |   |
| Contexto                                                                                                                                                                                                                                                  | El grupo de trabajo identifica las características del entorno desde la integralidad.                                                             |                                                                                      |   |       |   |      |          |      |   |       |   |          |   |      |   |       |          |      |   |      |   |                                                                         |       |   |      |   |   |
|                                                                                                                                                                                                                                                           | El grupo de trabajo identifica las características del entorno, teniendo en cuenta los elementos y equipos que tiene para solucionar el reto      |                                                                                      |   |       |   |      |          |      |   |       |   |          |   |      |   |       |          |      |   |      |   |                                                                         |       |   |      |   |   |
| Teoría                                                                                                                                                                                                                                                    | El grupo de trabajo empieza a indagar acerca de teorías alrededor de la situación, que permiten verlo de forma integral                           |                                                                                      |   |       |   |      |          |      |   |       |   |          |   |      |   |       |          |      |   |      |   |                                                                         |       |   |      |   |   |
|                                                                                                                                                                                                                                                           | El grupo de trabajo busca métodos de solución del reto partiendo de teorías de programación y recursividad (Son 9 según el MEN)                   |                                                                                      |   |       |   |      |          |      |   |       |   |          |   |      |   |       |          |      |   |      |   |                                                                         |       |   |      |   |   |

Anexo. 3. instrumento de observación momento 2

| DESCRIPCIÓN DEL DESARROLLO DE PENSAMIENTO COMPUTACIONAL EN LOS ESTUDIANTES DE EDUCACIÓN MEDIA A PARTIR DE LA PROGRAMACIÓN DE ROBOTS |                                                                                                                                                                                                         | Ejercicio de Validación - Etapa de Validación - Tecnoacademia del Oriente Antioqueño |       |      |   |          |       |      |   |          |       |      |   |          |       |      |   |                                                                         |   |   |   |                                                                     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|-------|------|---|----------|-------|------|---|----------|-------|------|---|----------|-------|------|---|-------------------------------------------------------------------------|---|---|---|---------------------------------------------------------------------|
| Fecha                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                         |                                                                                      |       |      |   |          |       |      |   |          |       |      |   |          |       |      |   |                                                                         |   |   |   |                                                                     |
| Sesión                                                                                                                              | 2                                                                                                                                                                                                       |                                                                                      |       |      |   |          |       |      |   |          |       |      |   |          |       |      |   |                                                                         |   |   |   |                                                                     |
| Evaluable                                                                                                                           | Wilson Ferney Molano garcía                                                                                                                                                                             |                                                                                      |       |      |   |          |       |      |   |          |       |      |   |          |       |      |   |                                                                         |   |   |   |                                                                     |
| Por favor diligenciar uniendo una X en una de las cinco columnas                                                                    |                                                                                                                                                                                                         | EQUIPO 1                                                                             |       |      |   | EQUIPO 2 |       |      |   | EQUIPO 3 |       |      |   | EQUIPO 4 |       |      |   | Elementos adicionales que el docente desee comentar propuesta didáctica |   |   |   |                                                                     |
|                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                         | BAJO                                                                                 | MEDIO | ALTO |   | BAJO     | MEDIO | ALTO |   | BAJO     | MEDIO | ALTO |   | BAJO     | MEDIO | ALTO |   |                                                                         |   |   |   |                                                                     |
|                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                         | 1                                                                                    | 2     | 3    | 4 | 5        | 1     | 2    | 3 | 4        | 5     | 1    | 2 | 3        | 4     | 5    | 1 | 2                                                                       | 3 | 4 | 5 | Por favor en esta celda realice los comentarios que usted considere |
| Lluvia de ideas                                                                                                                     | Las iniciativas planteadas por los grupos de trabajo evidencian soluciones que requieren integrar habilidades en programación                                                                           |                                                                                      |       |      |   |          |       |      |   |          |       |      |   |          |       |      |   |                                                                         |   |   |   |                                                                     |
|                                                                                                                                     | Las alternativas planteadas por los grupos de trabajo requieren respuestas desde diversas estrategias de programación partiendo de esquemas o textos previos                                            |                                                                                      |       |      |   |          |       |      |   |          |       |      |   |          |       |      |   |                                                                         |   |   |   |                                                                     |
| Posibles soluciones                                                                                                                 | Se proponen posibles soluciones que dan respuesta a la situación problema                                                                                                                               |                                                                                      |       |      |   |          |       |      |   |          |       |      |   |          |       |      |   |                                                                         |   |   |   |                                                                     |
|                                                                                                                                     | Las soluciones propuestas requieren la intervención del maestro                                                                                                                                         |                                                                                      |       |      |   |          |       |      |   |          |       |      |   |          |       |      |   |                                                                         |   |   |   |                                                                     |
| Diseño del algoritmo                                                                                                                | Se desarrollan propuestas que permiten el reto por medio de lenguaje de programación para robots, que pueda dar respuesta a la situación de forma integral y con materiales de ambiente de aprendizaje. |                                                                                      |       |      |   |          |       |      |   |          |       |      |   |          |       |      |   |                                                                         |   |   |   |                                                                     |
|                                                                                                                                     | Se propone temáticas que desde diversas áreas del conocimiento se elabore un robot prototipo con materiales de fácil consecución                                                                        |                                                                                      |       |      |   |          |       |      |   |          |       |      |   |          |       |      |   |                                                                         |   |   |   |                                                                     |
| Validaciones de trabajo en el momento 2                                                                                             |                                                                                                                                                                                                         |                                                                                      |       |      |   |          |       |      |   |          |       |      |   |          |       |      |   |                                                                         |   |   |   |                                                                     |

Anexo. 4. instrumento de observación momento 3

| DESCRIPCIÓN DEL DESARROLLO DE PENSAMIENTO COMPUTACIONAL EN LOS ESTUDIANTES DE EDUCACIÓN MEDIA A PARTIR DE LA PROGRAMACIÓN DE ROBOTS |                                                                                                                               | Ejercicio de Validación - Etapa de Validación - Tecnoacademia del Oriente Antioqueño |       |      |   |   |          |       |      |   |   |          |       |      |   |   |          |       |      |   |   |                                                                         |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|-------|------|---|---|----------|-------|------|---|---|----------|-------|------|---|---|----------|-------|------|---|---|-------------------------------------------------------------------------|
| Fecha                                                                                                                               |                                                                                                                               | A                                                                                    |       |      |   |   | B        |       |      |   |   | C        |       |      |   |   | D        |       |      |   |   | Elementos adicionales que el docente desee comentar propuesta didáctica |
| Momento                                                                                                                             | 3                                                                                                                             | EQUIPO 1                                                                             |       |      |   |   | EQUIPO 2 |       |      |   |   | EQUIPO 3 |       |      |   |   | EQUIPO 4 |       |      |   |   |                                                                         |
| Evaluator                                                                                                                           | Wilson Ferney Molano García                                                                                                   | EQUIPO 1                                                                             |       |      |   |   | EQUIPO 2 |       |      |   |   | EQUIPO 3 |       |      |   |   | EQUIPO 4 |       |      |   |   |                                                                         |
| Por favor diligenciar unificando una X en una de las cinco columnas                                                                 |                                                                                                                               | BAJO                                                                                 | MEDIO | ALTO |   |   | BAJO     | MEDIO | ALTO |   |   | BAJO     | MEDIO | ALTO |   |   | BAJO     | MEDIO | ALTO |   |   | Por favor en esta celda realice los comentarios que usted considere     |
|                                                                                                                                     |                                                                                                                               | 1                                                                                    | 2     | 3    | 4 | 5 | 1        | 2     | 3    | 4 | 5 | 1        | 2     | 3    | 4 | 5 | 1        | 2     | 3    | 4 | 5 |                                                                         |
| Solución del reto                                                                                                                   | Se evidencia trabajo en equipo y los diversos roles asignados                                                                 |                                                                                      |       |      |   |   |          |       |      |   |   |          |       |      |   |   |          |       |      |   |   |                                                                         |
|                                                                                                                                     | Se tiene en cuenta el contexto, herramienta y elementos del ambiente de aprendizaje                                           |                                                                                      |       |      |   |   |          |       |      |   |   |          |       |      |   |   |          |       |      |   |   |                                                                         |
|                                                                                                                                     | Usa elementos adicionales que permitan al robot solucionar el reto                                                            |                                                                                      |       |      |   |   |          |       |      |   |   |          |       |      |   |   |          |       |      |   |   |                                                                         |
|                                                                                                                                     | Desarrolla habilidades del siglo XXI, según la ISTE                                                                           |                                                                                      |       |      |   |   |          |       |      |   |   |          |       |      |   |   |          |       |      |   |   |                                                                         |
|                                                                                                                                     | Utiliza elementos importantes de las diversas estrategias para solucionar el reto.                                            |                                                                                      |       |      |   |   |          |       |      |   |   |          |       |      |   |   |          |       |      |   |   |                                                                         |
|                                                                                                                                     | Maneja herramientas tecnológicas de forma apropiada                                                                           |                                                                                      |       |      |   |   |          |       |      |   |   |          |       |      |   |   |          |       |      |   |   |                                                                         |
|                                                                                                                                     | El robot tiene los elementos necesarios que podrán dar solución integral a la problemática dentro del ambiente de aprendizaje |                                                                                      |       |      |   |   |          |       |      |   |   |          |       |      |   |   |          |       |      |   |   |                                                                         |
| Validaciones de trabajo en el momento 3                                                                                             |                                                                                                                               |                                                                                      |       |      |   |   |          |       |      |   |   |          |       |      |   |   |          |       |      |   |   |                                                                         |

Anexo. 5. instrumento de observación momento 4

| <b>DESCRIPCIÓN DEL DESARROLLO DE PENSAMIENTO COMPUTACIONAL EN LOS ESTUDIANTES DE EDUCACIÓN MEDIA A PARTIR DE LA PROGRAMACIÓN DE ROBOTS</b>    |                                                                                                                                            |          |       |      |   |   |          |       |      |   |   |          |       |      |   |   |          |       |      |   |   |                                                                         |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-------|------|---|---|----------|-------|------|---|---|----------|-------|------|---|---|----------|-------|------|---|---|-------------------------------------------------------------------------|
| Fecha                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | <b>Ejercicio de Validación - Etapa de Validación - Tecnoacademia del Oriente Antioqueño</b>                                                |          |       |      |   |   |          |       |      |   |   |          |       |      |   |   |          |       |      |   |   |                                                                         |
| Momento                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | <b>4</b>                                                                                                                                   |          |       |      |   |   |          |       |      |   |   |          |       |      |   |   |          |       |      |   |   |                                                                         |
| Evalúador                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | <b>Wilson Ferney Molano García</b>                                                                                                         |          |       |      |   |   |          |       |      |   |   |          |       |      |   |   |          |       |      |   |   |                                                                         |
| Por favor diligenciar uniendo una X en una de las cinco columnas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                            | EQUIPO 1 |       |      |   |   | EQUIPO 2 |       |      |   |   | EQUIPO 3 |       |      |   |   | EQUIPO 4 |       |      |   |   | Elementos adicionales que el docente desee comentar propuesta didáctica |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                            | BAJO     | MEDIO | ALTO |   |   | BAJO     | MEDIO | ALTO |   |   | BAJO     | MEDIO | ALTO |   |   | BAJO     | MEDIO | ALTO |   |   |                                                                         |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                            | 1        | 2     | 3    | 4 | 5 | 1        | 2     | 3    | 4 | 5 | 1        | 2     | 3    | 4 | 5 | 1        | 2     | 3    | 4 | 5 |                                                                         |
| <b>Evaluación</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Aspecto                                                                                                                                    |          |       |      |   |   |          |       |      |   |   |          |       |      |   |   |          |       |      |   |   | Por favor en esta celda realice los comentarios que usted considere     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | La solución integrada con el robot permite evidenciar el trabajo de la recursividad, pensamiento computacional y la programación de robots |          |       |      |   |   |          |       |      |   |   |          |       |      |   |   |          |       |      |   |   |                                                                         |
| <b>Ajuste</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | El ajuste hecho (si es necesario), permite aplicar a la problemática una solución integral dentro del proceso de formación                 |          |       |      |   |   |          |       |      |   |   |          |       |      |   |   |          |       |      |   |   |                                                                         |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | El ajuste hecho (si es necesario), permitió evidenciar desarrollo del pensamiento computacional en los estudiantes                         |          |       |      |   |   |          |       |      |   |   |          |       |      |   |   |          |       |      |   |   |                                                                         |
| <b>Validaciones de trabajo en la sesión 4</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                            |          |       |      |   |   |          |       |      |   |   |          |       |      |   |   |          |       |      |   |   |                                                                         |