



## **TÍTULO DEL TRABAJO DE GRADO**

**FORMACIÓN EN PROGRAMACIÓN Y ROBÓTICA A ESTUDIANTES DE  
EDUCACIÓN MEDIA DEL COLEGIO DIEGO HERNANDEZ DE GALLEGOS DE  
BARRANCABERMEJA**

### **AUTORES**

Juan David Gordillo Ospina	1096233409
Álvaro Orozco García	13893694

**UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER  
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES E INGENIERÍAS  
TECNOLOGIA EN ELECTRONICA INDUSTRIAL  
BARRANCABERMEJA  
FECHA DE PRESENTACIÓN: 21-08-2017**



**TÍTULO DEL TRABAJO DE GRADO**  
FORMACIÓN EN PROGRAMACIÓN Y ROBÓTICA A ESTUDIANTES DE  
EDUCACIÓN MEDIA DEL COLEGIO DIEGO HERNANDEZ DE GALLEGOS DE  
BARRANCABERMEJA

**AUTORES**

Juan David Gordillo Ospina	1096233409
Álvaro Orozco García	13893694

**Trabajo de Grado para optar al título de**  
Tecnólogo en Electrónica Industrial

**DIRECTOR**

Luis Omar Sarmiento Álvarez

**GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN INGENIERÍAS Y CIENCIAS SOCIALES –  
DIANOIA.**

**UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER  
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES E INGENIERÍAS  
TECNOLOGIA EN ELECTRONICA INDUSTRIAL  
BARRANCABERMEJA**

**FECHA DE PRESENTACIÓN: 21-08-2017**

Nota de Aceptación

---

---

---

---

---

Firma del jurado

---

Firma del Jurado

## DEDICATORIA

Dedicatoria Juan David Gordillo Ospina.

Quiero dedicar este trabajo de grado a Dios, quien me dio las fuerzas y su gran ayuda, a mi madre Ana Ospina Vivas que estuvo apoyándome y la cual siempre me dio fuerzas de seguir en pie de lucha, a mi padre Julio Enrique Gordillo, a mis hermanos, Julio Gordillo, Carlos Gordillo, Sara Moya, que también les quiero dedicar mis más sinceras gracias porque a pesar de las dificultades siempre me han dado la mano para seguir luchando por mis anhelos y llegar a ser alguien en la vida.

A mis amigos y compañeros que siempre han estado ahí ayudándome y que he podido conocer durante esta etapa de formación, gracias a las personas que no se encuentran en estos momentos pero siempre van a estar presentes en mi corazón.

Agradezco a todos por su apoyo.

Dedicatoria Alvaro Orozco García.

Dedicada a la memoria de mi querida esposa Idalides Quintero Barroso, quien me acompañó y me brindó su apoyo en mi carrera como profesional, también quiero dedicar este proyecto a mis hermosas hijas, Juana Gicela Orozco Quintero y Loraine Orozco Quintero, que a pesar de las dificultades siempre me han dado fuerzas para culminar esta etapa de mi vida.

Gracias Dios, y a mis compañeros que me ayudaron y apoyaron durante este proyecto.

## AGRADECIMIENTOS

Deseamos manifestar nuestros agradecimientos al Ing. Luis Omar Sarmiento, por su constante apoyo y seguimiento durante todo el proceso en la realización del proyecto, por su paciencia, dedicación, motivación y el aliento para seguir adelante.

Al colegio, Diego Hernández de Gallegos, al rector Gustavo Moreno, a los coordinadores Emely López y Jaime Martínez, al docente de apoyo Diana Shirley Acuña y Briceida Gonzalez y principalmente a los estudiantes de noveno grado que se atrevieron a ser parte de este curso y culminarlo satisfactoriamente.

## TABLA DE CONTENIDO

<b><u>RESUMEN EJECUTIVO .....</u></b>	<b><u>11</u></b>
<b><u>INTRODUCCIÓN.....</u></b>	<b><u>13</u></b>
<b><u>1. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN.....</u></b>	<b><u>15</u></b>
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	15
1.2. JUSTIFICACIÓN .....	17
1.3. OBJETIVOS .....	18
1.3.1. OBJETIVO GENERAL .....	18
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	18
<b><u>1.4 ESTADO DEL ARTE/ANTECEDENTES.....</u></b>	<b><u>20</u></b>
<b><u>2. MARCOS REFERENCIALES.....</u></b>	<b><u>21</u></b>
2.1. MARCO TEÓRICO.....	21
2.2. MARCO HISTÓRICO .....	26
2.3. MARCO CONCEPTUAL .....	29
<b><u>3. DESARROLLO DEL TRABAJO DE GRADO.....</u></b>	<b><u>31</u></b>
3.1. ENSAMBLADO DEL ROBOT MULTIPROPÓSITO (ROBUTS).....	31
3.2. FORMACIÓN EN PEDAGOGÍA BÁSICA.....	36
3.3. AUTOCAPACITACIÓN EN PROGRAM, ROBÓTICA, ELA. GUIAS DIDACTICAS	36
3.4. CAPACITACIÓN A ESTUDIANTES Y APLICACIÓN DE PRIMER TEST DE R.A..	44
3.5. APLICACIÓN DE TEST FINAL PSICOTECNICO DE RAZONAMIENTO ABS.....	48
3.6. COMPETENCIA DE ROBÓTICA ENTRE COLEGIOS .....	49
<b><u>4. RESULTADOS .....</u></b>	<b><u>52</u></b>
<b><u>5. CONCLUSIONES.....</u></b>	<b><u>58</u></b>
<b><u>6. RECOMENDACIONES .....</u></b>	<b><u>60</u></b>
<b><u>7. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS .....</u></b>	<b><u>61</u></b>
<b><u>8. ANEXOS.....</u></b>	<b><u>63</u></b>

## LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Plano esquemático de Robots. ....	31
Ilustración 2. Acoplamiento llantas a los moto-reductores.....	32
Ilustración 3. Ubicación de llantas a la placa del robot y acoplamiento de rueda loca .....	32
Ilustración 4. Placa diseñada en pcb, con sus respectivos componentes.....	33
Ilustración 5. Placa insertada en arduino con su respectiva batería de litio de 7 voltios.....	34
Ilustración 6 Arduino y puente H ya asegurados .....	34
Ilustración 7 Conexiones. Conexiones .....	35
Ilustración 8. Programación en Scratch.....	37
Ilustración 9. Control de luces .....	38
Ilustración 10. Bloques de sonidos .....	41
Ilustración 11. Plano esquemático de foto celda con sus respectivas conexiones.	42
Ilustración 12. Programación a bloques, utilizando S4A.....	43
Ilustración 13. Diagrama de bloques .....	43
Ilustración 14 Plano esquemático de conexiones para encender led. ....	44
Ilustración 15. Estudiantes siendo evaluados.....	45
Ilustración 16. Test de razonamiento abstracto 1. ....	46
Ilustración 17. Test psicotécnico de razonamiento abstracto 2.....	48
Ilustración 18. Continuación test psicotécnico de razonamiento abstracto 2. ....	49
Ilustración 19. Programación de control de luces. ....	50
Ilustración 20. Seguidor de objetos. ....	50
Ilustración 21. Pelea de zumos. ....	51
Ilustración 22. Robot multipropósito armado por los integrantes del proyecto. ....	53
Ilustración 23. Guías didácticas .....	53
Ilustración 24. Ganadores del concurso. ....	56

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Estructura de la asignatura por unidades temáticas .....	47
Tabla 2. Resultados test 1 y 2.....	54

## TABLA DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Resultado análisis test 1 .....	55
Gráfica 2. Resultado análisis test 2 .....	55
Gráfica 3 Resultados del test 1 y 2.....	56

## RESUMEN EJECUTIVO

La Robótica Educativa es un sistema de enseñanza interdisciplinaria que potencia el desarrollo de habilidades y competencias en los alumnos. Uno de los principales objetivos de la robótica educativa, es la generación de ambientes de aprendizajes interdisciplinarios y significativos, como formación de bases en lenguaje algorítmico, pensamiento abstracto, manejo de software y hardware de libre acceso. La pregunta a resolver es: ¿Cómo se hace posible que estudiantes de educación media aprendan un lenguaje de programación y lo apliquen a la robótica? El presente proyecto busca desarrollar un programa de formación en robótica y electrónica básica, utilizando software como: Scratch, Arduino y S4A, a 10 estudiantes del COLEGIO DIEGO HERNANDEZ DE GALLEGOS de la ciudad de Barrancabermeja.

El proyecto se desarrolló en seis etapas. En la primera etapa se procedió a realizar el ensamble de dos robots multipropósito (ROBUTS) con los cuales se implementó pruebas como seguidor de línea, seguidor de objetos, evasor de obstáculos, control de luces y sensor de luz. En la segunda etapa se recibió la formación relacionada con hablar en público y pedagogía básica. En la tercera etapa se realizó una autocapacitación en las plataformas Scratch, Arduino y S4A. En la cuarta etapa se capacitó a los estudiantes de educación media, apoyados en los dos robots multi-propósito previamente construidos. La capacitación tuvo una duración de 60 horas, contemplando temas como: fundamentación en electrónica, programación en Scratch, fundamentos de microcontroladores, programación de microcontroladores y robótica. La quinta etapa contenía actividades de evaluación. Antes y después de la capacitación se aplicó una prueba psicotécnica de razonamiento abstracto a los 10 estudiantes en formación, con el fin de evaluar la capacidad para resolver problemas lógicos. En la sexta y última etapa se organizó

una competencia de robótica entre las diferentes instituciones educativas, la cual permitió evaluar las capacidades adquiridas por los estudiantes.

El presente proyecto se realizó en el colegio Diego Hernández de Gallegos, con la participación de 10 estudiantes de noveno grado de la misma institución educativa.

## INTRODUCCIÓN

En el último medio siglo, la tecnología robótica ha pasado de ser un mito, propio de la imaginación de algunos autores literarios, a una realidad imprescindible en el actual mercado productivo. La robótica posee un reconocido carácter interdisciplinario, participando en ella diferentes disciplinas básicas, y tecnológicas. Tales como la teoría de control, la mecánica, la electrónica, la informática, y la programación entre otras.

La Robótica Educativa se centra principalmente en la creación de un robot con el único fin de desarrollar de manera mucho más práctica y didáctica las habilidades motoras y cognitivas de quienes los usan. De esta manera se pretende estimular el interés por las ciencias y motivar la actividad sana. Así mismo hacer que el joven logre una organización en grupo, discusiones que permitan desarrollar habilidades sociales y aprender a trabajar en equipo. Además, la robótica como recurso educativo permite desarrollar de manera natural conocimientos de Ciencia y Tecnología en general (Ocaña, 2015, pág. 182).

En Barrancabermeja son escasos los colegios públicos que en educación permiten a sus alumnos tener conocimientos básicos sobre la electrónica y robótica; es por eso que con la realización de este proyecto, se quiere dar la oportunidad a los estudiantes de tener acercamientos con la robótica y la electrónica, mediante técnicas didácticas básicas de programación y diseño. De igual manera, poder incentivar a los estudiantes desde temprana edad, a que tenga una visión de las grandes cosas que se pueden aprender estudiando carreras como la electrónica, con el fin de no quedarse atrás y seguirles el paso a países como Estados Unidos, Corea o Japón, donde ya la robótica educativa es implementada en las aulas de clase de la educación media.

Por otra parte, también se busca que los estudiantes cambien la concepción y falsos mitos de que el mundo de la electrónica y robótica son un sector complejo y sin aplicabilidad. Con esto se pretende ampliar la demanda de estudiantes que deseen ingresar a carreras como la electrónica y similares, con el fin de fortalecerlas, pues las universidades se han visto amenazadas a cerrar estas áreas por falta de estudiantes interesados.

## 1. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

### 1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La educación se define como “un proceso de formación permanente, personal cultural y social que se fundamenta en una concepción integral de la persona humana, de su dignidad, de sus derechos y de sus deberes” (Ministerio de Educación Nacional MEN, 2016). Pero más allá de esto, se busca que la educación se promueva más, es decir, que el estudiante tenga la capacidad de innovar, tener nuevas ideas y lo más importante que el estudiante tenga la facilidad de investigar para dar solución a diferentes problemáticas que se presentan a diario.

Esto proyecta a que el estudiante pueda imaginarse y crear una manera de solución a los conflictos reales, en el que pueda formular diferentes soluciones y sobre todo ponga a prueba sus ideas, entendiendo que la robótica educativa es “un sistema de enseñanza interdisciplinaria que potencia el desarrollo de habilidades y competencias en los alumnos” (Edukative, 2016).

Uno de los principales objetivos de la robótica educativa es la generación de ambientes de aprendizaje interdisciplinarios. “Un ambiente de aprendizaje permite activar procesos cognitivos y sociales que propician un aprendizaje significativo en el estudiante y las destrezas necesarias para desempeñarse adecuadamente en el contexto diverso y complejo que requiere la sociedad” (Acuña, 2006, pág. 956).

Para Barrancabermeja la robótica educativa puede traer beneficios. Respecto a este tema, Parra, Bravo, & García, (2013) manifiestan:

Los ambientes de aprendizaje son espacios ideales para el desarrollo de conocimientos, habilidades y actitudes disciplinares y no disciplinares, personales e

interpersonales, algunas tan importantes como la socialización, trabajo en equipo, la creatividad, innovación y la iniciativa, esenciales para que el estudiante se desenvuelva eficientemente en los entornos cambiantes del mundo actual (p.2).

La pregunta de investigación es la siguiente: ¿Cómo se hace posible que estudiantes de educación media aprendan un lenguaje de programación y lo apliquen a la robótica?

## 1.2. JUSTIFICACIÓN

Este proyecto está orientado a las instituciones educativas públicas de la ciudad de Barrancabermeja, el cual fue dirigido por dos estudiantes de las Unidades Tecnológicas de Santander, de Tecnología en Electrónica Industrial, y donde se desarrolló un programa de formación en electrónica básica, programación en Scratch, Arduino y S4A, a 10 estudiantes de noveno grado del COLEGIO DIEGO HERNANDEZ DE GALLEGOS.

Durante el desarrollo de este proyecto, se elaboró un kit de material didáctico para la enseñanza de la robótica. El kit contiene los planos para la elaboración de un robot multi-propósito y guías didácticas de electrónica, microcontroladores, programación en Scratch, Arduino y S4A. De igual manera se logró capacitar a estudiantes de educación media en temas de programación y robótica. Se dio a conocer las capacidades de los estudiantes de las Unidades Tecnológicas de Santander sede de Barrancabermeja, al poner al servicio de la comunidad los conocimientos adquiridos en el transcurso de su formación profesional. A la vez, este proyecto aportó posibles soluciones a la necesidad que tiene Barrancabermeja de promover la investigación y la innovación en los jóvenes, mediante actividades que estimularon sus capacidades cognitivas dentro de un entorno de aprendizaje significativo.

Por otra parte, durante la realización del presente proyecto, se buscó fomentar y fortalecer habilidades en los alumnos de bachillerato de la ciudad de Barrancabermeja, ya que se estimuló la capacidad de resolver problemas, su dedicación, trabajo en equipo, pensamiento crítico, mediante actividades que incluyeron el ensamble del robot prototipo, programación de este y una competencia de robótica.

### 1.3. OBJETIVOS

#### 1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Desarrollar un programa de formación en programación y robótica a un grupo de estudiantes de educación media del COLEGIO DIEGO HERNANDEZ DE GALLEGOS de la ciudad de Barrancabermeja.

#### 1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Construir dos prototipos robot multipropósito, siguiendo el diseño proporcionado por el semillero de investigación GITEDI de las UTS.
- Participar en un plan de formación para adquirir competencias relacionadas con hablar en público y pedagogía básica,
- Efectuar una autocalificación en programación Scratch, Arduino y S4A; la cual incluya la elaboración de guías didácticas para la capacitación de los 10 estudiantes de educación media.
- Capacitar durante 60 horas, a un grupo de 10 estudiantes de educación media, en temas de electrónica básica, programación en Scratch y S4A, y microcontroladores.
- Aplicar una prueba psicotécnica de razonamiento abstracto a los estudiantes de educación media, antes y después de la capacitación, con el fin de evaluar la capacidad para resolver problemas lógicos.

- Evaluar las capacidades adquiridas por los estudiantes mediante la organización e implementación de una competencia pública de robótica.

## 1.4 ESTADO DEL ARTE/ANTECEDENTES

Es muy común encontrar en el contenido programático de muchas universidades, asignaturas como mecatrónica, automatización, microcontroladores, tanto dentro de las asignaturas de línea, como las de contexto o electivas. “Cada vez la realidad se acerca a lo que hace muchos años únicamente se veía a través de los documentales que hablaban de los estudiantes japoneses y de sus invenciones” (Hernández, 2013).

Los institutos educativos han adoptado a la robótica como una manera didáctica de atraer estudiantes interesados. Una de las modalidades más usada para desarrollar actividades de robótica de manera dedicada es a través de grupos y semilleros de investigación, en los cuales los estudiantes que deseen dedicar tiempo extra a ciertas actividades que puedan enriquecer su intelecto, se reúnen bajo la dirección de un líder (un profesor con conocimientos y experiencia relacionadas con la electrónica o la mecatrónica) para desarrollar proyectos de creación de prototipos robóticos que realicen determinadas funciones. Entre los diseños más comunes se encuentran los carros seguidores de línea, vehículos que pelean entre sí por mantenerse dentro de un círculo (denominados sumo), evasores de obstáculos, entre otras, en donde las competencias internas y entre instituciones educativas hace parte de las estrategias de motivación tanto para los estudiantes que aún no están vinculados, como para aquellos que pretendan optar por la electrónica como su carrera universitaria.

Para la elaboración del robot multipropósito y para las guías didácticas de electrónica, microcontroladores, programación en Scratch y S4A, se usaron los planos que contenían el kit desarrollado por estudiantes del semillero de investigación en tecnologías disruptivas de las Unidades Tecnológicas de Santander, denominado “kit de material didáctico para la enseñanza de la robótica dirigido a estudiantes de educación media” (Cuellar, 2015).

## 2. MARCOS REFERENCIALES

### 2.1. MARCO TEÓRICO

En menos de 30 años la robótica ha pasado de ser un mito, propio de la imaginación de algunos autores literarios, a una realidad imprescindible en el actual mercado productivo. La robótica posee un reconocido carácter interdisciplinario, participando en ella diferentes disciplinas básicas, y tecnológicas. Tales como la teoría de control, la mecánica, la electrónica, la informática, y la programación entre otras.

La Robótica Educativa se centra principalmente en la creación de un robot con el único fin de desarrollar de manera mucho más práctica y didáctica las habilidades motoras y cognitivas de quienes los usan. De esta manera se pretende estimular el interés por las ciencias y motivar la actividad sana. Así mismo hacer que el joven logre una organización en grupo, discusiones que permitan desarrollar habilidades sociales y aprender a trabajar en equipo. Además, la robótica como recurso educativo permite desarrollar de manera natural conocimientos de Ciencia y Tecnología en general (Ocaña, 2015, pág. 182).

En particular, si se utiliza la metodología educación STEM. Science, technology, engineering, and mathematics (ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas). El termino STEM se ha desarrollado como una nueva manera de enseñar conjuntamente ciencias, matemáticas y tecnología.

En una Educación STEM, los estudiantes aprenden a resolver problemas reales sobre los que deben tomar decisiones y reflexionar. A través de la explicación de hipótesis e ideas, hacen conexiones entre los objetivos de la resolución de problemas y los procesos realizados, retienen el conocimiento adquirido y desarrollan sus habilidades. La evolución educativa que supone la Educación

STEM en el siglo XXI es que la Ingeniería y sus métodos se abren paso también en la Educación Primaria y Secundaria (Sanders, 2009, pág. 26).

Según el artículo de Colombia Digital, en su columna Artífice Innovación, sostiene que:

Para innovar simplemente se requiere que en las aulas de clase cuenten con entornos de aprendizaje tecnológicos integrados, interactivos y multidisciplinarios, que permitan que los estudiantes integren diferentes áreas del conocimiento aprovechando la infraestructura en las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) no solo para que adquieran habilidades y desempeño en el uso y apropiación de las TIC, sino también competencias en principios científicos que les permita generar conocimiento, al igual que competencias laborales para su inserción social y laboral futura (Artífice Innovación, 2014).

La robótica educativa está fuertemente vinculada con las teorías del constructivismo y la pedagogía activa. La teoría constructivista de William Fritz Piaget asegura que el aprendizaje no es resultado de una transferencia de conocimiento, sino que es un proceso activo de construcción del aprendizaje basado en experiencias. El constructivismo sostiene que el aprendizaje se manifiesta a medida que el estudiante interactúa con su realidad y realiza concretamente actividades sobre ella. La propuesta de Piaget se puede sintetizar en la frase (el conocimiento no se descubre, el conocimiento se construye), que a su vez se fundamenta en dos tesis centrales. Una, es que el desarrollo del conocimiento es un proceso continuo que tiene sus raíces en el organismo biológico, prosigue a través de la niñez y la adolescencia, y se prolonga en la actividad científica. La otra idea central plantea que el conocimiento se construye en la interacción entre el sujeto y el objeto del conocimiento, en donde el sujeto tiene un papel activo. “El constructivismo constituye una teoría del aprendizaje que

se basa en los estudios realizados principalmente por Piaget, Papert, Inhelder, Ausubel, Vigotzky y Bruner, entre otros que se centra, esencialmente, en la enseñanza de la programación y la robótica” (Villar, 2016).

En el proceso de la enseñanza de la robótica se destaca el trabajo realizado por David Paul Ausubel que incorpora el concepto de aprendizaje significativo. Este surge cuando el estudiante, como constructor de su propio conocimiento, relaciona los conceptos a aprender y les da sentido a partir de la estructura conceptual que ya posee; es decir, construye nuevos conocimientos a partir de los conocimientos que ha adquirido anteriormente. El estudiante es el responsable de su propio proceso de aprendizaje. Él es quien construye el conocimiento y nadie puede sustituirle en esa tarea.

- El aprendizaje adquiere significado si se relaciona con el conocimiento previo.
- El alumno construye sus propios esquemas de conocimiento.
- Relaciona los nuevos conocimientos con los conocimientos previos. Para ello el material nuevo tiene que estar organizado en una secuencia lógica de conceptos. De lo general a lo específico.
- El alumno debe relacionar conscientemente las nuevas ideas con las estructuras cognitivas previas. “Cuando el alumno no tiene desarrolladas esas estructuras previas, como en el caso de muchas disciplinas escolares, solo puede incorporar el nuevo material de manera memorística. Como resulta imposible aplicarlo a la práctica, se olvida con facilidad” (Díaz & Hernández, 2002). El aprendizaje no se produce si no hay interés por parte del alumno.

Por otra parte, Seymour Papert, considera un enfoque propio acerca del desarrollo intelectual que denomina construccionismo, según el cual el conocimiento es construido por el que aprende. El construccionismo expresa la idea de que esto

sucede particularmente cuando el estudiante se compromete en la elaboración de algo que tenga significado social y que, por tanto, pueda compartir. El construccionismo de Papert parte de una concepción del aprendizaje según la cual la persona aprende por medio de su interacción dinámica con el mundo físico, social y cultural en el que está inmerso.

Así, el conocimiento sería el fruto del trabajo propio y el resultado del conjunto de vivencias del individuo desde que nace, Papert expresa que es importante la acción del sujeto sobre el medio y del medio sobre el sujeto. Un medio adecuado al desarrollo del estudiante debe ofrecer no solo estímulos, sino también respuestas a sus acciones. Por esto, el ambiente debe estar adecuadamente organizado, estructurado y previsible, si se desea que sea favorable al desarrollo cognitivo. Otro aspecto importante del medio es la mayor o menor frecuencia de posibilidades de manipulación y de actuación que permita al estudiante. En este sentido, cierto grado de complejidad en la organización material del medio es una condición favorable para el desarrollo.

Entre los rasgos estimulantes del medio, es fundamental facilitar al estudiante la posibilidad de enriquecer su trabajo u actividad con sus ideas y motivaciones personales. La intención de esta forma de enseñar es que el alumno o alumna pueda disfrutar al experimentar con sus ideas, sus razonamientos y hasta sus errores. Otro elemento que debe estar presente en un ambiente educativo propicio a la creatividad, es un educador capacitado para reconocer las características propias de cada alumno o alumna y, de esta forma poder proponer las situaciones de enseñanza requeridas. El construccionismo de Papert supone, por tanto, el concepto de aprender haciendo, pero también el de respetar los intereses y motivos propios de cada estudiante, así como su estilo de aprendizaje.

En síntesis, el construccionismo promueve un enfoque educativo en el que se toma muy en cuenta la personalidad de cada estudiante, sus intereses, estilo de conocimiento, y en el que se busca proporcionarle una gran autonomía intelectual y afectiva. Un educador con excelentes capacidades de observación, muy flexible en sus relaciones con los alumnos y muy creativo en la búsqueda de estrategias pedagógicas, sería el que promueve la filosofía construccionista de Seymour Papert (Obaya, s.f).

## 2.2. MARCO HISTÓRICO

Según Enrique Velasco “La robótica empezó desde hace unos 3000 años como mitos y leyendas, donde hacían parte de escritos imaginarios de algunos autores de esa época, estos se originaron en Grecia, Egipto, Roma, India y China” (Velasco, 2007, pág. 80).

A continuación se presentan algunos mitos que dieron un avance para el desarrollo de la robótica y que en la actualidad se conocen, estos son:

- 1623-1662 Pascal creó el primer autómata matemático, capaz de calcular y ejecutar operaciones de adición y sustracción (Velasco, 2007, pág. 84).
- 1678 Opera Chirurgical, publican como los pioneros de la medicina utilizan construcciones parecidas a las de un robot, para explicar la anatomía (Velasco, 2007, pág. 84).
- 1788 James Watt, incorpora las máquinas de vapor una de las primeras formas de control automático (Velasco, 2007, pág. 84).
- 1801 Joseph Marie Jacquard, implementó los telares automáticos, que eran controlados por una serie de tarjetas perforadas (Velasco, 2007, pág. 84).
- 1812 Charles Babbage, considerado el padre de las computadoras modernas, crea la Máquina Diferencial, máquina que determina los principios fundamentales del funcionamiento de las computadoras modernas (Velasco, 2007, pág. 85).
- 1886 Herman Hollerith, inventó la primera perforadora de tarjetas electromecánica, que permitió realizar el censo de 1890 en los Estados Unidos (Velasco, 2007, pág. 85).
- 1947 Jhon Von Neumann, aporta el diseño final, sobre el cual se construyen las actuales computadoras. Es a partir de ese momento, que la

ingeniería mecánica y el control de computadoras están en un momento álgido que permiten el nacimiento de los robots reales, es decir, tal y como los conocemos actualmente (Velasco, 2007, pág. 85).

Alejandro Gamero en su escrito denominado “Los alucinantes inventos de Herón en el siglo I d, manifiesta lo siguiente: “quisiera hoy reivindicar una figura injustamente relegada a un segundo plano de la historia, la de Herón de Alejandría” (Gamero, 2014) Se trata de un ingeniero y matemático helenístico, que trabajó en el Musaeum, el museo anexo a la Biblioteca de Alejandría, llegó a idear muchos inventos.

Herón ideó los primeros autómatas autorregulados, capaces de tomar decisiones basadas en su diseño, sin necesidad de que fueran supervisadas por un ser humano. Algo así como los antepasados de los robots programables. Un primer prototipo era el carro programable, que se impulsaba por un peso que caía a partir de varias cuerdas envueltas alrededor del eje motriz. El movimiento se podía controlar dependiendo de cómo se enrollara la cuerda, permitiendo que el carro cambie de dirección dependiendo de cómo se haya programado. El culmen de este concepto fue su teatro de marionetas, desarrollado a partir de las ideas de Filón de Bizancio. El mecanismo permitía que sobre el escenario se desarrollara de forma automática una historia de diez minutos de duración con pequeños muñecos de seres humanos, dioses, barcos, delfines y hasta efectos de sonido y llamas (Gamero, 2014).

En la antigüedad se conocían como autómatas aquellos artefactos que hacían parte de una literatura o de tecnología que hoy en día se les llama robots. A partir del siglo XVI estos autómatas fueron evolucionando cada vez más donde surgían diferentes versiones. Además, tomaron como inspiración la construcción de autómatas parecidos al hombre, ya que ellos consideraban que el hombre era una máquina sofisticada.

A Isaac Asimov se le atribuye el creador de la palabra robótica que significa “ciencia que estudia a los robots, donde esta surge de una historia de ficción científica llamada YO ROBOT” (Velasco, 2007, pág. 86).

En algunas historias de Asimov como la de “¿Qué es el Hombre?” se puede ver cuestionamientos que hoy por hoy aún persisten, como por ejemplo, la posibilidad de que los prototipos robots llegaran a revelarse contra la humanidad, además de creer que tal vez los robots tienen una inteligencia superior o parecida al de las personas.

A su vez, en la historia “El hombre Bicentenario” Asimov muestra otro punto de vista donde la tecnología deja de ser una amenaza para las personas. Se refiere a un robot que busca ser tratado y tener los mismos derechos que un ser humano, donde el mayor problema que se le presenta es lograr demostrarlo (Velasco, 2007). Aquel robot se aferró tanto a esto, que logró su objetivo en el último momento de su muerte, donde fue llamado el hombre bicentenario.

En 1975 aparece una primera utilización con fines pedagógicos de la robótica. Se trataba en esa época de desarrollar un sistema de control automatizado de administración de experiencias en laboratorio en el campo de la psicología. De estas investigaciones emergió el concepto de encargado-robot (Casanova, 2004, pág. 119).

### 2.3. MARCO CONCEPTUAL

Por marco conceptual se entiende “la representación general de toda la información que se maneja en el proceso de investigación” (Navarro, 2017, pág. 1).

**ROBOTICA EDUCATIVA:** En los cursos de Robótica Educativa bien estructurados, se trabajan áreas de Ciencias, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas, en inglés, STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics), así como áreas de Lingüística y también de Creatividad (Edukative, 2016).

**ROBOT:** “Máquina automática programable capaz de realizar determinadas operaciones de manera autónoma y sustituir a los seres humanos en algunas tareas, en especial, las pesadas, repetitivas o peligrosas. Puede estar dotada de sensores, que le permiten adaptarse a nuevas situaciones” (Oxford, s.f).

**SENSOR DE LUZ O FOTOELECTRICO** (también llamados ópticos):

Es un dispositivo electrónico que responde al cambio en la intensidad de la luz. Estos sensores requieren de un componente emisor que genera la luz, y un componente receptor que “ve” la luz generada por el emisor. Están diseñados especialmente para la detección, ausencia, clasificación y posicionado de objetos; la detección de formas, colores y diferencias de superficie, incluso bajo condiciones ambientales extremas (Leal, 2012).

**MICROCONTROLADOR:** Es un circuito integrado que en su interior contiene una unidad central de procesamiento (CPU), unidades de memoria (RAM y ROM), puertos de entrada y salida y periféricos.

Estas partes están interconectadas dentro del microcontrolador, y en conjunto forman lo que se le conoce como microcomputadora. Se puede decir con toda propiedad que un microcontrolador es “una microcomputadora completa encapsulada en un circuito integrado” (IE Proyectos, 2010).

BATERIAS LIPO (abreviatura de Litio y polímero): “son un tipo de baterías recargables que suelen utilizar los sistemas eléctricos de radiocontrol, especialmente los aviones, helicópteros y multicópteros” (Erle, 2016). Algunos dicen que estas baterías son la razón principal por las que el vuelo eléctrico es ahora una opción muy viable respecto a los modelos que funcionan con combustible.

ARDUINO: “Plataforma de hardware de código abierto, basada en una sencilla placa con entradas y salidas, analógicas y digitales, en un entorno de desarrollo que está basado en el lenguaje de programación Processing” (Proyecto Arduino, 2005).

LEGO® MINDSTORMS® NXT: “Solución robótica completa de aprendizaje a partir de 8 años hasta la universidad potenciando la creatividad, aprendiendo jugando ciencia, tecnología, ingeniería, matemáticas y programación. Permite a los estudiantes descubrir la programación controlando dispositivos reales de entrada y salida” (Lego, 2016).

### 3. DESARROLLO DEL TRABAJO DE GRADO

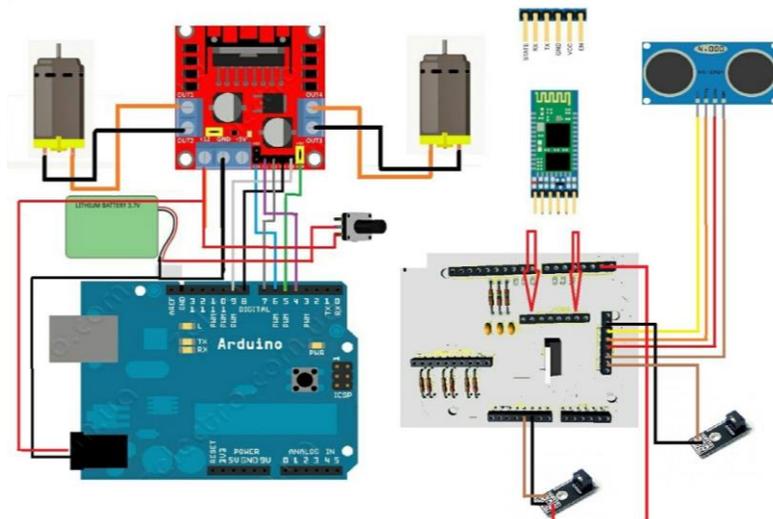
El trabajo de grado se desarrolló en seis etapas, las cuales se describen a continuación:

#### 3.1. ENSAMBLADO DEL ROBOT MULTIPROPÓSITO (ROBUTS)

La plataforma robótica multipropósito está basada en el diseño proporcionado por el semillero de investigación GITEDI de las UTS y cuya finalidad de uso debe ser lo menos compleja para la excelente comprensión y adaptación del estudiantado, ya que esta sería su primera interacción con la robótica. Para el ensamblado del robot multipropósito Robuts, se realizaron varios pasos, los cuales se describen a continuación:

3.1.1. Se realizó un plano esquemático para las conexiones de todos los componentes que forman parte del robot. En la imagen 1 se aprecia el plano esquemático del robot Robuts.

Ilustración 1. Plano esquemático de Robuts.



Fuente: Autores del proyecto

3.1.2. Se acoplaron las llantas a los ejes de los moto-reductores, tal como se evidencia en la imagen 2.

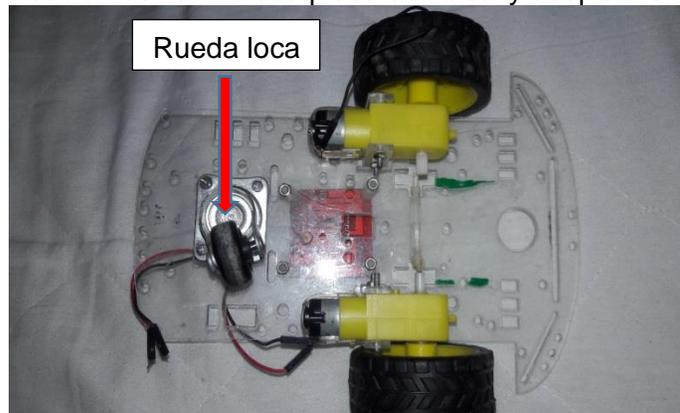
Ilustración 2. Acoplamiento llantas a los moto-reductores



Fuente: Autores del proyecto

3.1.3. El cuerpo del robot se elaboró mediante una base en acrílico, a la cual se le acoplaron las llantas con sus respectivos moto-reductores. Para darle estabilidad, se le adaptó una rueda loca en la parte trasera. Luego se aseguraron a las bases laterales para que quedaran bien ajustadas con sus respectivos tornillos y arandelas. La imagen 3 señala este acoplamiento.

Ilustración 3. Ubicación de llantas a la placa del robot y acoplamiento de rueda loca

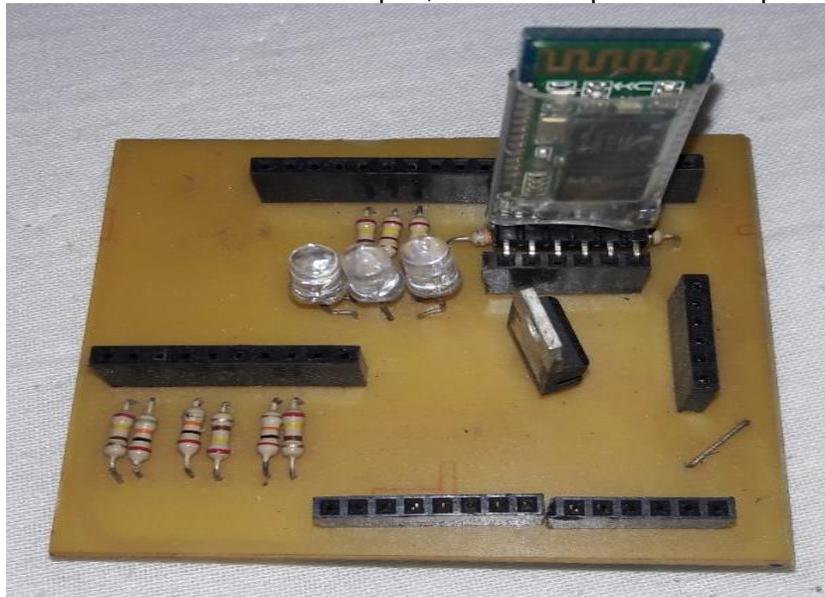


Fuente: Autores del proyecto

3.1.4. Se colocaron los espaciadores en los sitios correspondientes para posteriormente ubicar los sensores de línea QRD1114.

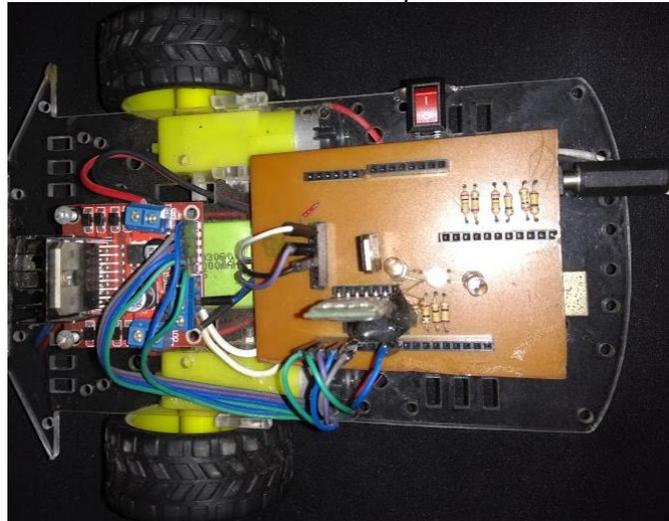
3.1.5. Se diseñó y fabricó una placa pcb utilizando el software PROTEUS, a la cual se le incorporaron 3 diodos led de colores rojo, amarillo y verde con sus respectivas resistencias de 220 ohm. Para hacer funcionar el carro (robots), se adaptó un regulador de voltaje para obtener 5 voltios de los 7 voltios que entrega la fuente, en este caso, una batería litio de 7 voltios. Luego se insertó la placa a la tarjeta arduino y así se logró conectar el robot a través de bluetooth HC-05 a un computador. Posteriormente se ubicó el sensor Ultrasónico HC-SR04, acoplado los cables a la placa. Las imágenes 4 y 5 evidencian lo anteriormente expuesto.

Ilustración 4. Placa diseñada en pcb, con sus respectivos componentes



Fuente: Autores del proyecto

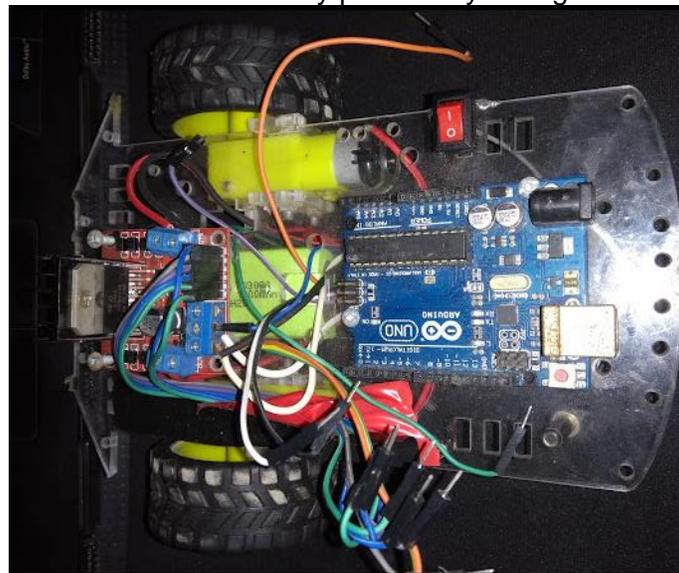
Ilustración 5. Placa insertada en arduino con su respectiva batería de litio de 7 voltios.



Fuente: Autores del proyecto

3.1.6. Se insertó la tarjeta arduino y tarjeta puente H L298N, a la base del carro (robot), asegurándolas con sus respectivos tornillos y tuercas, tal como se indica en la imagen 6.

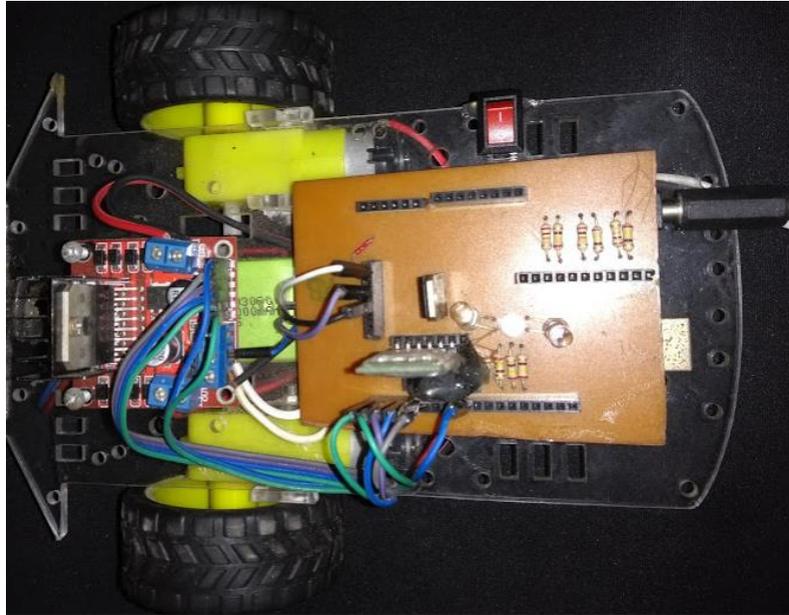
Ilustración 6 Arduino y puente H ya asegurados



Fuente: Autores del proyecto

3.1.7. Se realizaron las conexiones de las tarjetas, los sensores y los motores, respectivamente. Para finalizar la armada del carro, se aseguró la batería en el lugar correspondiente tal como se indica en la imagen 7.

Ilustración 7 Conexiones. Conexiones



Fuente: Autores del proyecto

### 3.2. FORMACIÓN EN PEDAGOGÍA BÁSICA

Para esta segunda etapa, los autores del presente proyecto realizaron una capacitación, la cual consistió en un programa de formación, además se participó de un plan de competencias relacionadas con pedagogía básica y el arte de hablar en público. El tiempo empleado fue de dos horas diarias, durante una semana. Esta capacitación fue impartida por el director del grupo de investigación DIANOIA Ing. Luis Omar Sarmiento Álvarez. El objetivo de esta capacitación fue ampliar los conocimientos y destrezas de los autores del proyecto para el desarrollo del mismo.

### 3.3. AUTOCAPACITACIÓN EN PROGRAMACIÓN, ROBÓTICA Y ELABORACIÓN DE GUIAS DIDACTICAS

La tercera etapa del proyecto se desarrolló en dos fases tal como se especifica en seguida:

3.3.1. La primera fase consistió en una autocapacitación en los softwares requeridos, Scratch, Arduino y S4a. A continuación se da una descripción detallada de estos programas:

**Scratch:** “Es un lenguaje de programación multimedia que permite crear animaciones interactivas, cuentos, juegos, y compartir sus creaciones en la página web. Es un entorno donde los niños y jóvenes pueden expresar sus ideas, mediante actividades creativas y lúdicas” (Peñaherrera, 2010).

A continuación se muestra la imagen 8, donde se evidencia una programación en el programa Scratch.

### Ilustración 8. Programación en Scratch



Fuente: Guia No.4. Apariencia y control

**Arduino:** “Es una plataforma de prototipos electrónica de código abierto (open-source) basada en hardware y software flexibles y fáciles de usar. Está pensado para artistas, diseñadores, como hobby y para cualquier interesado en crear objetos o entornos interactivos” (Proyecto Arduino, 2005).

**S4A:** “Es una modificación de Scratch que proporciona una programación sencilla de la plataforma abierta de hardware Arduino. Incluye nuevos bloques para controlar sensores y actuadores conectados a Arduino” ( (Ruíz, 2012, pág. 4).

La imagen 9 que se muestra a continuación, señala una programación de sistema a bloques donde se da como ejemplo una secuencia de luces, la cual se asimila a las luces de un semáforo.

Ilustración 9. Control de luces



Fuente: Guía No. 13. Control de luces.

3.3.2. En la segunda fase se elaboraron cuatro guías didácticas, cuyo fin era completar un total de 20 guías con los demás grupos de investigación, las cuales sirvieron para realizar la capacitación a los 10 estudiantes del colegio Diego Hernández de Gallegos. Las guías elaboradas fueron:

**1. Guía 5. Sonido en Scratch:** El bloque de sonido contenía instrucciones las cuales permitieron que la programación tuviera efectos y sonidos que fueron más interesantes al momento de programar.

A continuación se define cada uno de los bloques de programación:

**Tocar Sonido:** El tocar sonido en el programa significa que cuando se alza banderilla o empieza a correr la programación, el audio con el bloque asignado va a sonar.

**Tocar Sonido y Esperar:** Significa que cuando suena el audio que tiene asignado en este bloque, suena y espera en segundos, hasta que vuelva a llegar a otro bloque.

**Detener todos los Sonidos:** Este es un bloque muy importante y fundamental en cualquier programación, ya que este detiene o hace apagar los sonidos que tiene en la programa de bloques. Casi siempre va ubicado en lo último del programa para que no se finalice o detenga los sonidos de toda la programación.

**Tocar Tambor Durante determinados Pulsos:** Scratch tiene distintos tipos de tambores en todas sus tonalidades acústicas. El tambor es otro sonido más que tiene el programa, con este se puede llegar a crear un intro o sonido instrumental de cualquier género musical, también tiene tipos de pulsos que llegan a sonar más rápido o más lento.

**Silencio por Pulsos:** Dar silencios por pulsos, nos ayuda a ir controlando el programa para que no todos los sonidos o audios suenen a la vez, así nos daría tiempo o espacio para que el siguiente bloque suene mientras unos paran.

**Tocar Nota durante determinados Pulsos:** Como se dijo anteriormente acerca del bloque del Tambor por Pulsos, Scratch tiene distintos tipos de notas musicales en todas sus tonalidades acústicas.

**Fijar Instrumento:** En este bloque se puede fijar o escoger cualquier otro instrumento que necesites en tu programación. Por ejemplo: Guitarra eléctrica tipo jazz, sintonizadores, pianos, entre otros tipos de instrumentos utilizados en este bloque.

**Cambiar Volumen:** Este bloque sirve para cambiar el tipo de sonido que se quiere dar a la programación, se le puede disminuir o aumentar el volumen.

**Fijar Volumen a 100:** Bloque destinado a subir el volumen al máximo del audio o sonido que este en la programación.

**Volumen:** Este bloque es más una señalización o indicación de que el volumen está al máximo.

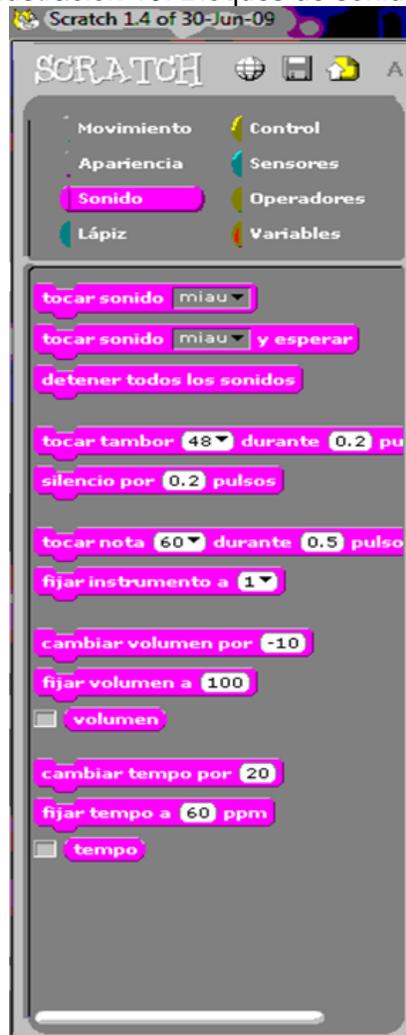
**Cambiar temporizador:** Modifica el tempo de la programación en una cantidad específica, permite ir aumentando o disminuyendo el tempo durante un ciclo iterativo.

**Fijar tempo a pulsos por minutos:** Fija el tempo del objeto a un valor especificado de pulsos por minuto.

**Tempo:** Informa el valor del tiempo en segundos. Las temporizaciones se hacen con los bloques “pensar” de la librería “apariencia” a los que se les quitó el texto que muestran por defecto.

Para una mayor ilustración de lo expuesto, se invita a observar la imagen 10, la cual se presenta a continuación:

Ilustración 10. Bloques de sonidos



Fuente: Autores del proyecto.

**2. Guía 9. Encender Led con fotocelda:** Para realizar un sensor de luz se debe trabajar con el elemento electrónico denominado fotorresistencia o fotocelda, que actúa como una resistencia variable con la luz en el ambiente en el que se encuentre. Al trabajar con una fotocelda en Arduino hay que usar los pines de lectura analógica, los cuales interpretan la luz con rangos de valores, tales como: 1023 para cuando hay mucha luz en el ambiente y menor a 100 para cuando hay oscuridad en el ambiente.

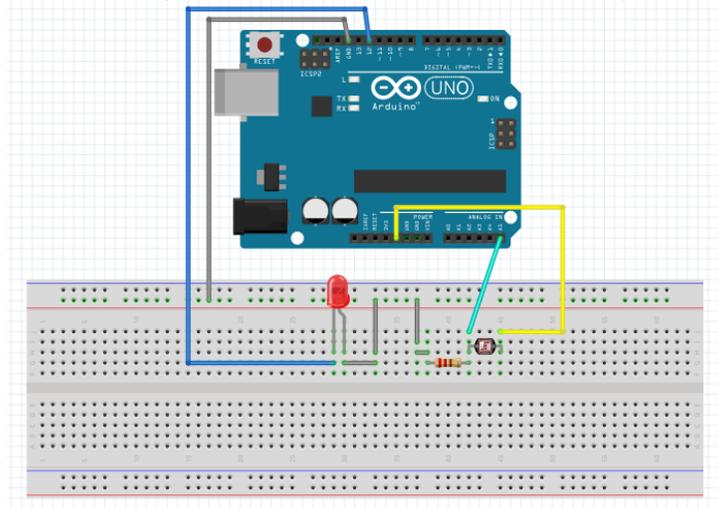
Los materiales que se usaron:

- Fococelda
- Resistencia
- Led de cualquier color
- Cable para protoboard
- Protoboard
- Pinzas

Pasos desarrollados:

1. Crear un nuevo proyecto en S4A y conectar la placa Arduino, verificar que el software se haya conectado con Arduino correctamente.
2. Hacer las conexiones en el protoboard. Las imágenes 11 y 12 ilustran lo anteriormente mencionado.

Ilustración 11. Plano esquemático de foto celda con sus respectivas conexiones.



Fuente: Autores del proyecto en PROTEUS.

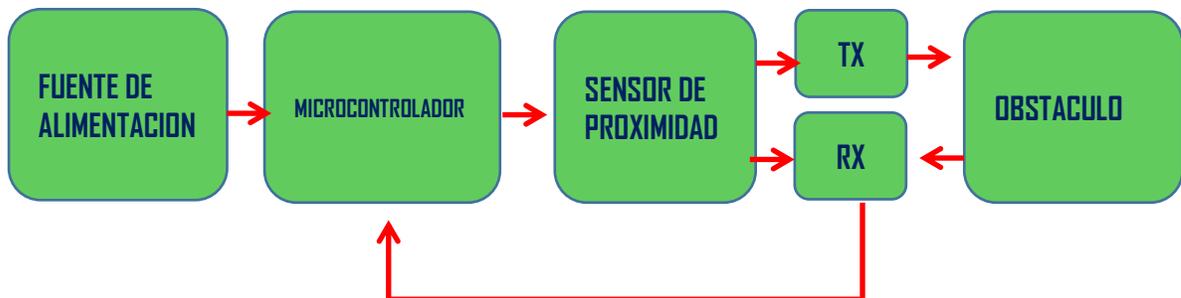
Ilustración 12. Programación a bloques, utilizando S4A.



Fuente: Autores del proyecto.

**3. Guía 12. Evasor de obstáculos:** En esta práctica se requería controlar el sensor de proximidad del prototipo, el cual debía cumplir la función requerida, “Evasor de objetos”, robots debía moverse a medida que se detectara un obstáculo y debía evadirlo. Esto se hizo usando el entorno s4a y el robot prototipo. En la ilustración 13 se muestra el diagrama de bloques que resume el funcionamiento del dispositivo de detección de obstáculos.

Ilustración 13. Diagrama de bloques

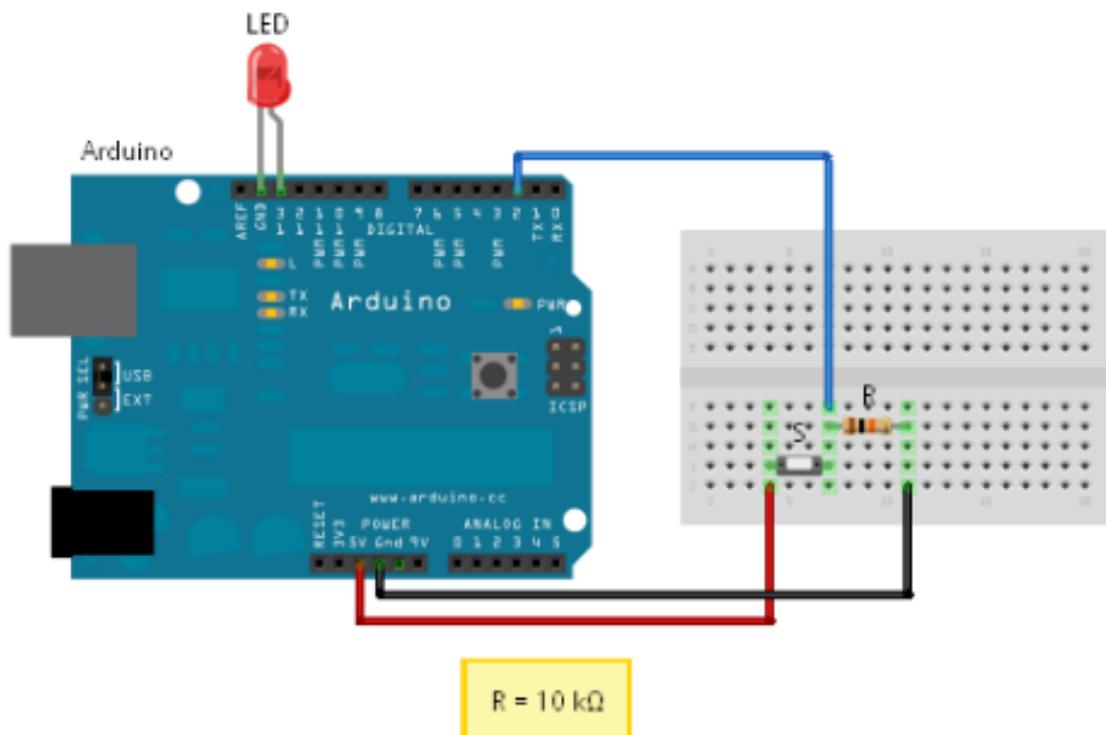


Fuente: Autores del proyecto

**4. Guía 14. Encender y Apagar un led con pulsador en S4A:** Esta práctica consistió en encender y apagar un led con un pulsador. Para realizar esto se creó un variable llamada ESTADO que indicaba 0 si el led estaba apagado y a 1 si

estaba encendido. Se procedió de la siguiente manera: se conectó la salida 12 de Arduino un led y luego se acopló un pulsador a la entrada 2. El programa en s4a funcionó de forma que al oprimir el pulsador se encendía el led y al volver a pulsarlo se apagaba y así sucesivamente. En la ilustración 14 se muestra un plano esquemático de conexiones para encender led.

Ilustración 14 Plano esquemático de conexiones para encender led.



Fuente: [http://s4a.cat/index\\_es.html](http://s4a.cat/index_es.html)

### 3.4. CAPACITACIÓN A ESTUDIANTES Y APLICACIÓN DE PRIMER TEST DE RAZONAMIENTO ABSTRACTO.

Para realizar la capacitación en programación y robótica a los estudiantes, inicialmente se adelantaron gestiones en el Colegio Diego Hernández de Gallegos, con el fin de socializar la propuesta y seleccionar a los alumnos de los grados

novenos del Colegio. El método que se empleó para la selección de los estudiantes fue a través del muestreo. La muestra estuvo constituida por 20 estudiantes entre 14 y 16 años de edad del grado noveno del Colegio Diego Hernández de Gallegos. De estos 20 estudiantes se seleccionaron 10 para ser capacitados. Antes de realizar la capacitación, se practicó una evaluación a los 20 estudiantes, con fin de conocer el nivel de razonamiento y la capacidad de ellos para resolver problemas, frente a situaciones difíciles que se les presenten, ya sea dentro de su vida cotidiana, o en temas relacionados con programación y robótica. La ilustración 15 muestra a los estudiantes presentando la prueba.

Ilustración 15. Estudiantes siendo evaluados

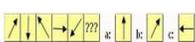
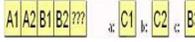
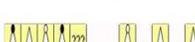
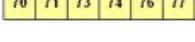
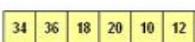
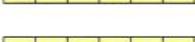
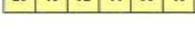
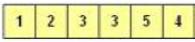
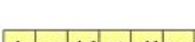
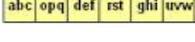
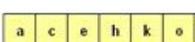
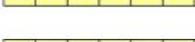
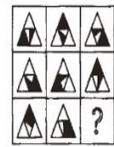
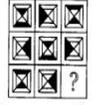


Fuente: Autores del proyecto

El análisis de la información se sustentó con base a los resultados obtenidos por los estudiantes que fueron seleccionados para recibir la capacitación, frente a los resultados obtenidos por los estudiantes que no fueron seleccionados.

El instrumento utilizado para la evaluación fue un test de razonamiento abstracto con 51 ítems de preguntas de selección múltiple con única respuesta. El test aplicado se pueden observar en la ilustración 16.

Ilustración 16. Test de razonamiento abstracto 1.

PÁGINA	REFERENCIAS	CORRESPONDENCIA	REVISAR	VISTA
<p>1) Cambie el cuadro con las incógnitas (???) Por uno de los tres que están a la derecha (a, b, c):</p> <p>01. 1 3 7 13 ??? a: 20 b: 21 c: 23</p> <p>02. 99 1 98 2 97 ??? a: 96 b: 3 c: 0</p> <p>03.  a:  b:  c: </p> <p>04.  a:  b:  c: </p> <p>05.  a:  b:  c: </p> <p>06.  a:  b:  c: </p> <p>07. A D G J ??? a: K b: L c: M</p> <p>08. A1 A2 B1 B2 ??? a: C1 b: C2 c: B3</p> <p>09.  a:  b:  c: </p> <p>10.  a:  b:  c: </p>				
<p>Señale las figura que no tiene relación con los demás:</p> <p>A)  B)  C)  D)  E) </p> <p>Indique la alternativa que completa correctamente el siguiente gráfico:</p> <p></p> <p>A)  B)  C) </p> <p>D)  E) </p> <p>Indique la alternativa que completa correctamente el siguiente gráfico:</p> <p></p> <p>A)  B)  C) </p> <p>D)  E) </p>				
<p>2) Reemplace las incógnitas (???) por uno de las tres opciones que están a la derecha (a, b, c):</p> <p>1.    ?</p> <p>2.    ?</p> <p>3.    ?</p> <p>4.    ?</p> <p>5.    ?</p> <p>6.   ?</p> <p>7.   ?</p> <p>8.   ?</p> <p>9.   ?</p> <p>10.   ?</p>				
<p>3) Elija la figura que no está relacionada con las demás (a,b,c,d):</p> <p>6. a:  b:  c:  d: </p> <p>7. a:  b:  c:  d: </p> <p>8. a:  b:  c:  d: </p> <p>9. a:  b:  c:  d: </p>				
<p>1. 70 71 73 74 76 77 ??? a: 78 b: 79 c: 80</p> <p>2. 34 36 18 20 10 12 ??? a: 14 b: 8 c: 6</p> <p>3. 1 2 2 3 3 4 ??? a: 4 b: 5 c: 6</p> <p>4. 28 10 32 14 36 18 ??? a: 40 b: 60 c: 54</p> <p>5. 1 2 3 3 5 4 ??? a: 9 b: 8 c: 7</p> <p>6. abc opq def rst ghi uvw ??? a: lmn b: jkl c: xyz</p> <p>7. a c e h k o ??? a: s b: t c: u</p> <p>8. fg fg hi hi jk jk ??? a: lm b: kl c: ml</p>				
<p>1.    ? ?  a:  b:  c: </p> <p>2.    ? ?  a:  b:  c: </p> <p>3.    ? ?  a:  b:  c: </p> <p>4.    ? ?  a:  b:  c: </p> <p>5.    ? ?  a:  b:  c: </p> <p>6.    ? ?  a:  b:  c: </p> <p>7.    ? ?  a:  b:  c: </p> <p>8.    ? ?  a:  b:  c: </p> <p>9.    ? ?  a:  b:  c: </p> <p>10.    ? ?  a:  b:  c: </p>				

Fuente: Director del proyecto, ing. Luis Omar Sarmiento

La capacitación duró 60 horas, la cual se realizó en la sala TICs y el aula 3. Allí se impartieron temas sobre electrónica básica como: ley de ohm, corriente eléctrica, simbología de elementos y electrónica digital. Igualmente programación en Scratch, Arduino, S4A, arquitectura de un micro controlador, unidad central de procesamiento, memoria y periféricos de entrada/salida. La capacitación también contó con un plan temático, el cual se había elaborado con anterioridad con las guías teórico prácticas. La tabla 1 señala la estructura de la asignatura por unidades temáticas.

Tabla 1. Estructura de la asignatura por unidades temáticas

<b>ESTRUCTURA DE LA ASIGNATURA POR UNIDADES TEMÁTICAS</b>				
<b>COMPETENCIAS ESPECÍFICAS</b>	<b>UNIDADES TEMÁTICAS</b>	<b>Horas</b>	<b>Horas</b>	
			<b>TP</b>	<b>TI</b>
Aplicar los conceptos fundamentales sobre electrónica, ley de ohm, corriente eléctrica, simbología de elementos y electrónica digital.	<b>PRINCIPIOS DE ELECTRONICA BASICA</b>	14	4	2
Comprender y reconocer la arquitectura de un micro controlador, unidad central de procesamiento, memoria y periféricos de entrada/salida.	<b>ARQUITECTURA DE UN MICROCONTROLADO R/ARDUINO</b>	10	4	4
Analizar y comprender problemas lógicos de programación a partir del medio utilizado, scratch, Arduino y s4a.	<b>PROGRAMACIÓN SCRATCH, ARDUINO y S4A</b>	36	25	11
<b>Total</b>		<b>60</b>	<b>40</b>	<b>20</b>

Fuente: Autores del proyecto.

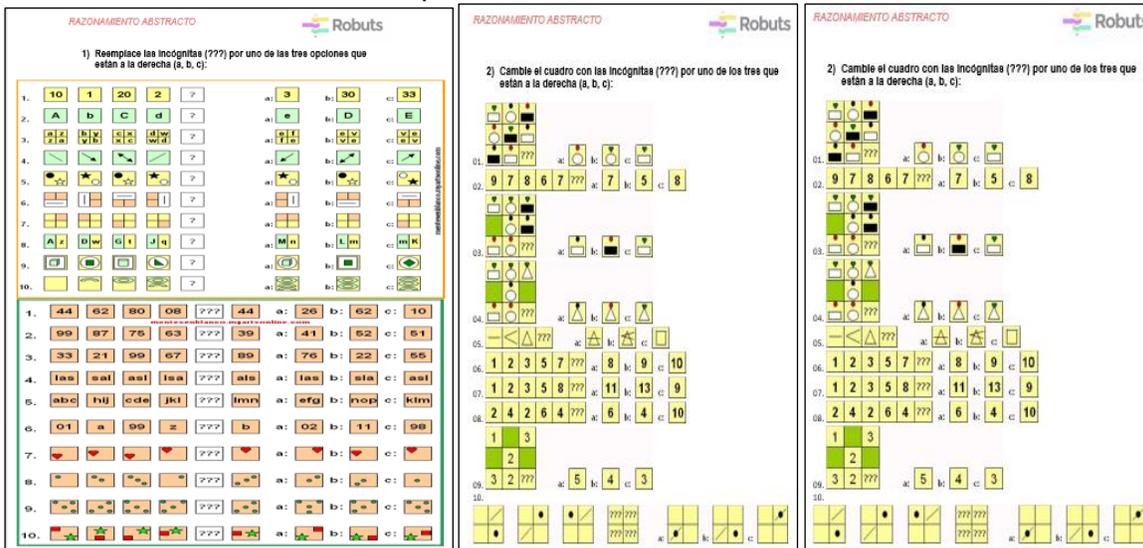
### 3.5. APLICACIÓN DE TEST FINAL PSICOTECNICO DE RAZONAMIENTO ABSTRACTO.

El segundo test o test final psicotécnico de razonamiento abstracto constaba de 45 ítems de preguntas de selección múltiple con única respuesta. Este fue el instrumento utilizado para evaluar y comparar las habilidades y destrezas adquiridas en el desarrollo del curso de los 10 estudiantes capacitados. El test se aplicó a los 20 estudiantes.

El análisis de la información se sustentó con base en los resultados obtenidos por los estudiantes capacitados, frente a los resultados obtenidos por los estudiantes que no fueron capacitados, pero que presentaron el primer test.

El test aplicado se pueden observar en las ilustraciones 17 y 18.

Ilustración 17. Test psicotécnico de razonamiento abstracto 2.



Fuente: Director del proyecto, ing. Luis Omar Sarmiento

Ilustración 18. Continuación test psicotécnico de razonamiento abstracto 2.

**RAZONAMIENTO ABSTRACTO**

**Robots**

4) Cambie el cuadro con las Incógnitas (???) por uno de los tres que están debajo (a, b, c):

1.	$\begin{matrix} 2 & 4 \\ 6 & 8 \end{matrix}$	$\begin{matrix} 8 & 10 \\ 12 & 14 \end{matrix}$	$\begin{matrix} 14 & 16 \\ 18 & 20 \end{matrix}$	$\begin{matrix} ? & ? \\ ? & ? \end{matrix}$		
	a:	$\begin{matrix} 22 & 24 \\ 26 & 28 \end{matrix}$	b:	$\begin{matrix} 20 & 22 \\ 24 & 26 \end{matrix}$	c:	$\begin{matrix} 24 & 26 \\ 28 & 30 \end{matrix}$
2.	$\begin{matrix} 1 & 2 \\ 1 & 3 \end{matrix}$	$\begin{matrix} 1 & 4 \\ 1 & 5 \end{matrix}$	$\begin{matrix} 1 & 6 \\ 1 & 7 \end{matrix}$	$\begin{matrix} ? & ? \\ ? & ? \end{matrix}$		
	a:	$\begin{matrix} 0 & 1 \\ 1 & 9 \end{matrix}$	b:	$\begin{matrix} 1 & 0 \\ 1 & 9 \end{matrix}$	c:	$\begin{matrix} 1 & 0 \\ 9 & 1 \end{matrix}$
3.	$\begin{matrix} \rightarrow & \rightarrow \\ \leftarrow & \leftarrow \end{matrix}$	$\begin{matrix} \leftarrow & \rightarrow \\ \leftarrow & \rightarrow \end{matrix}$	$\begin{matrix} \leftarrow & \leftarrow \\ \rightarrow & \rightarrow \end{matrix}$	$\begin{matrix} ? & ? \\ ? & ? \end{matrix}$		
	a:	$\begin{matrix} \rightarrow & \leftarrow \\ \rightarrow & \leftarrow \end{matrix}$	b:	$\begin{matrix} \rightarrow & \leftarrow \\ \leftarrow & \leftarrow \end{matrix}$	c:	$\begin{matrix} \rightarrow & \rightarrow \\ \leftarrow & \leftarrow \end{matrix}$
4.	$\begin{matrix} \uparrow & \rightarrow \\ \leftarrow & \downarrow \end{matrix}$	$\begin{matrix} \leftarrow & \downarrow \\ \uparrow & \leftarrow \end{matrix}$	$\begin{matrix} \downarrow & \leftarrow \\ \rightarrow & \uparrow \end{matrix}$	$\begin{matrix} ? & ? \\ ? & ? \end{matrix}$		
	a:	$\begin{matrix} \leftarrow & \downarrow \\ \uparrow & \rightarrow \end{matrix}$	b:	$\begin{matrix} \uparrow & \rightarrow \\ \leftarrow & \downarrow \end{matrix}$	c:	$\begin{matrix} \leftarrow & \uparrow \\ \downarrow & \rightarrow \end{matrix}$
5.	$\begin{matrix} \downarrow & \cdot \\ \leftarrow & \leftarrow \end{matrix}$	$\begin{matrix} \leftarrow & \downarrow \\ \cdot & \leftarrow \end{matrix}$	$\begin{matrix} \leftarrow & \leftarrow \\ \cdot & \downarrow \end{matrix}$	$\begin{matrix} ? & ? \\ ? & ? \end{matrix}$		
	a:	$\begin{matrix} \downarrow & \leftarrow \\ \cdot & \leftarrow \end{matrix}$	b:	$\begin{matrix} \leftarrow & \leftarrow \\ \cdot & \cdot \end{matrix}$	c:	$\begin{matrix} \downarrow & \leftarrow \\ \cdot & \cdot \end{matrix}$

Fuente: Director del proyecto, ing. Luis Omar Sarmiento

### 3.6. COMPETENCIA DE ROBÓTICA ENTRE COLEGIOS

Para evidenciar las capacidades adquiridas por los 10 estudiantes capacitados, se organizó e implementó una competencia pública de robótica entre cuatro colegios de la ciudad.

La competencia de robótica consistió de cuatro pruebas donde se evaluaron los siguientes aspectos:

1. Manejo de programación de control de luces en S4A con el robot multipropósitos.

La ilustración 19 muestra a una estudiante siendo evaluada en el manejo de programación de control de luces.

Ilustración 19. Programación de control de luces.



Fuente: Autores del proyecto

2. Control de luces y control de motores con un tiempo determinado y un giro de 180 grados, para finalmente detenerse en el lugar de donde partió inicialmente.
3. Seguidor de objetos, el cual consistía en que el robot siguiera a su operador. Esto se puede apreciar en la ilustración 20.

Ilustración 20. Seguidor de objetos.



Fuente: Autores del proyecto

4. Control de motores. Se llevó a cabo una pelea de zumo entre dos robots, el cual consistió en ubicarlos dentro de un cuadro dibujado en el piso y donde el ganador sería aquel que lograra sacar al otro del cuadro. Ver ilustración 20.

Ilustración 21. Pelea de zumos.



Fuente: Autores del proyecto

## 4. RESULTADOS

Los resultados que se presentan a continuación, son derivados del desarrollo de las actividades realizadas en el ensamblado del robot multipropósito (robuts), formación en pedagogía básica y el arte de hablar en público; auto capacitación en programación, robótica y elaboración de guías didácticas; capacitación a estudiantes y aplicación de primer test de razonamiento abstracto, aplicación de test final psicotécnico de razonamiento abstracto y competencia de robótica entre colegios. Los resultados obtenidos son los siguientes:

**4.1. Ensamblado del robot multipropósito (robuts):** Los 10 estudiantes que fueron capacitados, interactuaron con el uso de la plataforma robótica multipropósito, la cual lograron comprender y adaptarse con facilidad a ella. Esta actividad era necesaria como primer paso para el ensamblado del robot multipropósito. Acto seguido se procedió a armar el robot, para lo cual se tomó el plano esquemático para las conexiones, las llantas acopladas a los ejes de los moto-reductores, la base realizada en acrílico que hacía parte del cuerpo del robot, junto con la rueda loca adaptada para darle firmeza y ubicar los sensores de línea QRD1114. Luego se tomó la placa que se fabricó en pcb, con sus respectivas adaptaciones, se insertaron las respectivas tarjetas y finalmente se armó el robot multipropósito.

La ilustración 22 registra al robot multipropósito armado por los integrantes del proyecto.

Ilustración 22. Robot multipropósito armado por los integrantes del proyecto.



Fuente: Autores del proyecto

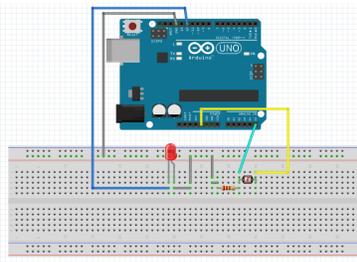
**4.2. Formación en pedagogía básica y el arte de hablar en público:** Los autores del proyecto fueron formados en pedagogía y en el arte de hablar en público por parte del docente encargado Luis Omar Sarmiento Álvarez.

**4.3. Autocapacitación en programación, robótica y elaboración de guías didácticas:** Se llevó a cabo la autocapacitación en programación, robótica y elaboración de guías didácticas. Las guías que se elaboraron se pueden ver en la ilustración 23.

Ilustración 23. Guías didácticas



Guía 5. Bloque de sonido



Guía 9. Encender Led Con fotocelda



Guía 12. Evador de obstáculos

Fuente: Autores del proyecto

#### 4.4. Capacitación a estudiantes y aplicación de primer test de razonamiento

**abstracto:** Se realizó la capacitación a estudiantes y la aplicación de las dos pruebas de razonamiento abstracto, luego se compararon los resultados obtenidos en ellas, tal como se muestra en la tabla No. 2.

Tabla 2. Resultados test 1 y 2.

Nombres y Apellidos	SEX O	PREGUNTA S ACERTADAS 1o. TEST	%	TOTAL PREG. REALI Z	PREGUNTAS ACERTADAS 2o. TEST	%	TOTAL PREG. REALIZA	TOTAL PREG. ACERTADAS	% PROMEDIO ACUMULADO	TOTA L	
ESTUDIANT E 1	M	33	65%	51	28	62%	45	61	64%	96	
ESTUDIANT E 2	M	28	55%	51	28	62%	45	56	58%	96	
ESTUDIANT E 3	M	40	78%	51	30	67%	45	70	73%	96	
ESTUDIANT E 4	M	38	75%	51	39	87%	45	77	80%	96	
ESTUDIANT E 5	F	38	75%	51	30	67%	45	68	71%	96	
ESTUDIANT E 6	M	32	63%	51	32	71%	45	64	67%	96	
ESTUDIANT E 7	M	39	76%	51	39	87%	45	78	81%	96	
ESTUDIANT E 8	F	41	80%	51	38	84%	45	79	82%	96	
ESTUDIANT E 9	M	33	65%	51	33	73%	45	66	69%	96	
ESTUDIANT E 10	M	33	65%	51	40	89%	45	73	76%	96	
<b>ESTUDIANTES NO CAPACITADOS</b>											
ESTUDIANT E 11	F	25	49%	51	15	33%	45	40	42%	96	
ESTUDIANT E 12	M	31	61%	51	32	71%	45	63	66%	96	
ESTUDIANT E 13	F	24	47%	51	26	58%	45	50	52%	96	
ESTUDIANT E 14	F	25	49%	51	31	69%	45	56	58%	96	
ESTUDIANT E 15	M	21	41%	51	22	49%	45	43	45%	96	
ESTUDIANT E 16	M	28	55%	51	33	73%	45	61	64%	96	
ESTUDIANT E 17	M	29	57%	51	22	49%	45	51	53%	96	
ESTUDIANT E 18	F	24	47%	51	22	49%	45	46	48%	96	
ESTUDIAN TE 19	F	32	63%	51	15	33%	45	47	49%	96	
ESTUDIANTE 20	M	34	67%	51	33	73%	45	67	70%	96	
<b>TOTAL PREGUNTAS REALIZADAS</b>				<b>628</b>		<b>1020</b>		<b>F588</b>	<b>900</b>	<b>1216</b>	<b>1920</b>

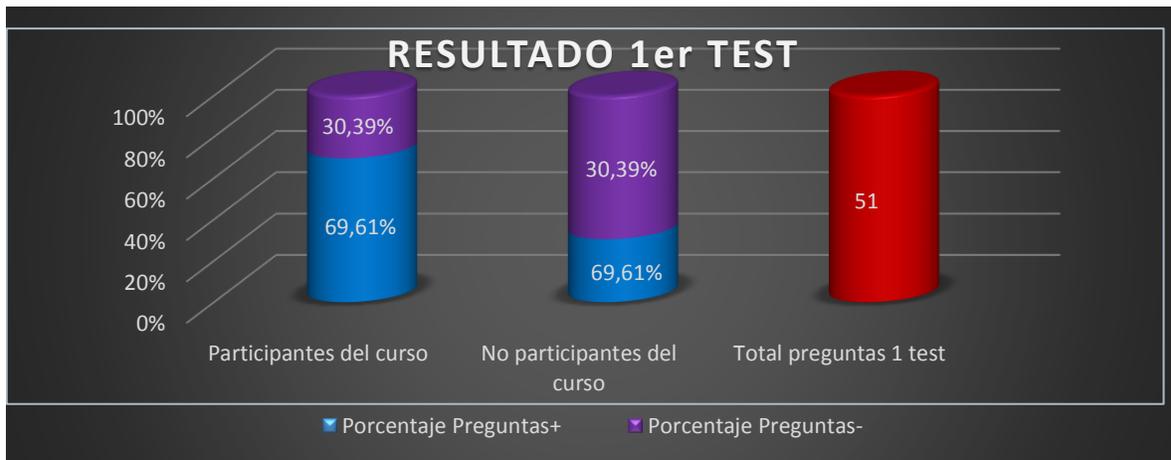
Fuente: Autores del proyecto.

#### 4.5. Aplicación de test final psicotécnico de razonamiento abstracto: Con los

resultados obtenidos se realizó un análisis de comparación entre las

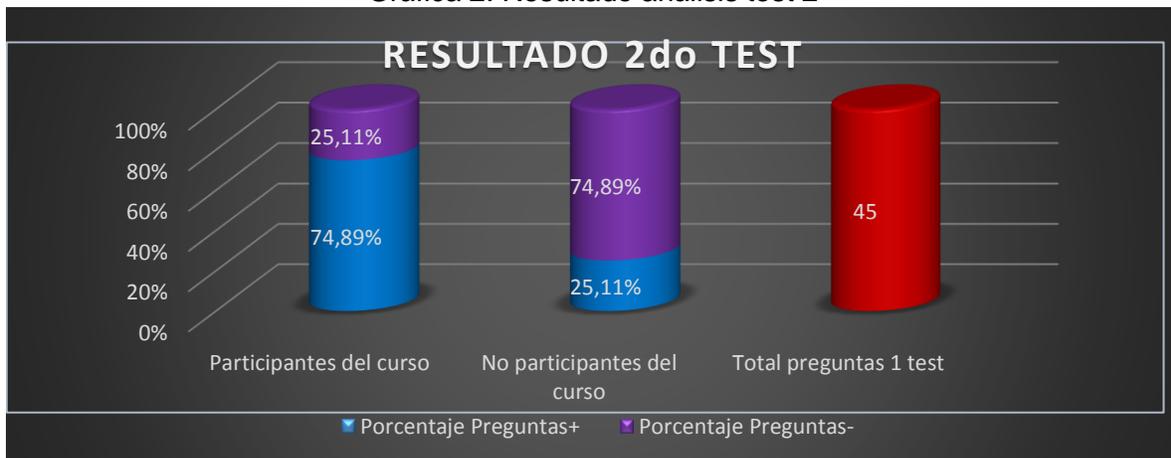
respuestas contestadas correctamente por los estudiantes que fueron capacitados y la de los estudiantes que no fueron capacitados, donde se observó que de un total de 1216 respuestas acertadas, los estudiantes capacitados respondieron 692 y los no capacitados obtuvieron 524, demostrando un porcentaje de comparación de un 5,28% de mejora en los estudiantes capacitados. Las gráficas 1, 2 y 3 muestran el resultado de los análisis de los dos test.

Gráfica 1. Resultado análisis test 1



Fuente: Autores del proyecto

Gráfica 2. Resultado análisis test 2



Fuente: Autores del proyecto

Gráfica 3 Resultados del test 1 y 2.



Fuente: Autores del proyecto.

**4.6. Competencia de robótica entre colegios:** Se realizó una competencia pública de robótica entre los colegios INTECOBA, José Prudencio Padilla-CADS, Técnico de Comercio y Diego Hernández de Gallegos, donde resultó ganador el Técnico de Comercio y en el segundo lugar Diego Hernández de Gallegos. La ilustración 24 registra a los ganadores del concurso.

Ilustración 24. Ganadores del concurso.



Fuente: Autores del proyecto.

## 5. CONCLUSIONES

La metodología empleada en cada una de las etapas del desarrollo del proyecto, permitió proporcionar a los estudiantes de Tecnología en Electrónica Industrial, una manera de idear un nuevo aprendizaje y conocimientos propios de la formación en Programación y Robótica.

Las experiencias vividas generaron en los estudiantes de educación media de los cinco colegios seleccionados, una motivación de querer aprender conceptos de mayor complejidad a través de la lúdica y la competencia.

Se logró fomentar y fortalecer habilidades en los estudiantes de educación media, ya que se estimuló la capacidad de resolver problemas, su dedicación y pensamiento crítico. Así mismo hacer que el joven logre una organización en grupo, discusiones que permitan desarrollar habilidades sociales y aprender a trabajar en equipo

Dado que en Barrancabermeja son escasos los colegios públicos que incluyen en la formación de sus alumnos tener conocimientos básicos sobre la electrónica y robótica, se brindó la oportunidad a los estudiantes de tener este acercamientos, mediante técnicas didácticas básicas de programación y diseño, con el fin de incentivarlos desde temprana edad a que tenga una visión de las grandes cosas que se pueden aprender estudiando este tipo de carreras.

Con la realización de este proyecto se logró demostrar que sí es posible que los estudiantes de educación media aprendan un lenguaje de programación y lo

apliquen a la robótica. Tal es el caso de los estudiantes del colegio Diego Hernández de Gallegos quienes no solo aprendieron a aplicar algunos lenguajes de programación, sino que también resultaron ganadores en segundo lugar en la competencia municipal de robótica.

## 6. RECOMENDACIONES

El trabajo de investigación realizado mediante el presente proyecto fue muy significativo; sin embargo, se pudo apreciar que todavía falta por consolidar algunos aspectos, tales como: establecer una sala de robótica en la institución, materiales requeridos para la sala, abrir un grupo de investigación en electrónica básica; ya que existe la necesidad de continuar incentivando al estudiante para seguir desarrollando actividades tales como electrónica y/o robótica.

## 7. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Acuña, A. (2006). *Proyectos de robótica educativa: motores para la innovación*. Current Developments in Technology- Assisted Education.
- Artífice Innovación. (2014). *El para qué de la robótica pedagógica*. Obtenido de Colombia digital: <https://www.colombiadigital.net/opinion/columnistas/artifice-innovacion/item/6684-el-para-que-de-la-robotica-pedagogica.html>
- Casanova, H. (2004). El vinculo crítico. (U. d. Barcelona, Ed.) *Educación, universidad y sociedad*, 119.
- Cuellar, R. (2015). Kit de material didáctico para la enseñanza de la robótica dirigido a estudiantes de educación media UTS.
- Díaz, F., & Hernández, G. (2002). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo* (Vol. 2). México: Mc Graw.
- Edukative. (2016). *Inspirado a los líderes del futuro*. Obtenido de Edukative: <http://www.edukative.es/que-es-la-robotica-educativa/2017>
- Erle. (2016). *Lipo batteries*. Obtenido de Robotics-Erle Copter: <https://erlerobotics.gitbooks.io/erle-robotics-erle-copter/content/es/safety/lipo.html>
- Gamero, A. (2014). *Alucinantes inventos de Herón en el siglo I d.c.* Obtenido de <http://lapiedradesisifo.com/2014/04/02/los-alucinantes-inventos-de-her%C3%B3n-en-el-siglo-i-d-c/>
- Hernández, I. (2013). *La robotica está de moda*. Obtenido de <http://www.utadeo.edu.co/es/noticia/destacadas/centro-de-robotica-e-informatica/4141/la-robotica-esta-de-moda-en-colombia>
- IE Proyectos. (2010). *Microcontroladores pic*. Obtenido de Proyectos picmicro: <http://www.electronicaestudio.com/microcontrolador.htm>
- Leal, J. (2012). *Ingeniería Mecatrónica. Controladores Lógicos Programables*. Obtenido de <http://es.slideshare.net/efelixrdz/sensores-fotoelctricos>
- Lego. (2016). *Robótica educativa y personal*. Obtenido de <http://robotica.com/tienda/LEGO-MINDSTORMS-education-NXT>
- Ministerio de Educación Nacional MEN. (2016). *Sistema educativo colombiano*. Obtenido de Ministerio de Educación Nacional: <http://www.mineducacion.gov.co/1759/w3-article-233839.html>

- Navarro, J. (2017). *Marco Conceptual*. Obtenido de <https://www.definicionabc.com/ciencia/marco-conceptual.php>
- Obaya, A. (s.f). *El construccionismo y sus repercusiones en el aprendizaje asistido por computadora*. Recuperado el 2016, de <http://www.izt.uam.mx/newpage/contactos/anterior/n48ne/construc.pdf>
- Ocaña, G. (2015). *Robótica Educativa*. Initiation. Dextra Editorial.
- Oxford. (s.f). *Definición de robot en español*. Recuperado el 2016, de <https://es.oxforddictionaries.com/definicion/robot?locale=es>
- Parra, Bravo, & García. (2013). *Generación de Ambientes de Aprendizajes Interdisciplinarios con Robótica en Instituciones Educativas de bajos recursos económicos*. Cartagena.
- Peñaherrera. (2010). *Guía pedagógica Olpc 2*. Obtenido de Slideshare: <https://es.slideshare.net/crtarguedas/guia-pedagogica-olpc-p2-15013831>
- Proyecto Arduino. (2005). *¿Qué es arduino?* Obtenido de <https://proyectoarduino.wordpress.com/%C2%BFque-es-arduino/>
- Ruíz, J. M. (2012). *Utilización de S4A (Scratch) más la tarjeta Arduino en un ambiente de programación gráfica orientado a la educación*.
- Sanders, M. (2009). The Technology Teacher. . *International Technology Education Association*, 26.
- Velasco, E. (2007). Innovación en el aprendizaje de las ciencias y la tecnología. *Educatrónica*, 80-89.
- Villar, F. (2016). *El enfoque constructivista de Piaget*. Recuperado el 2016, de [http://www.ub.edu/dppsed/fvillar/principal/pdf/proyecto/cap\\_05\\_piaget.pdf](http://www.ub.edu/dppsed/fvillar/principal/pdf/proyecto/cap_05_piaget.pdf)

## 8. ANEXOS

1. Divulgacion y socializacion en medios informativos. (Televisión, Radio, Redes Sociales).



2. Concurso final y premiación, contando con la participación de los cuatro colegios.



3. Trofeos entregados en el concurso.



4. Segundo lugar del concurso en robótica y programación.



5. Entrega de premio al señor rector Gustavo Moreno, Colegio Diego Hernández de Gallegos.

