

**ELABORACIÓN DE UNA MANO ROBÓTICA DIDÁCTICA PARA LA  
ENSEÑANZA DE PROGRAMACIÓN EN ARDUINO, DIRIGIDA AL NIVEL DE  
EDUCACIÓN MEDIA EN UNA INSTITUCIÓN EDUCATIVA DE LA CIUDAD DE  
DUITAMA**

**LINA YORMARY MARTÍNEZ DÍAZ  
JORGE ARMANDO NIÑO VEGA**



**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA Y TECNOLÓGICA DE COLOMBIA  
FACULTAD SECCIONAL DUITAMA  
LICENCIATURA EN TECNOLOGÍA  
DUITAMA, BOYACÁ  
2017**

**ELABORACIÓN DE UNA MANO ROBÓTICA DIDÁCTICA PARA LA  
ENSEÑANZA DE PROGRAMACIÓN EN ARDUINO, DIRIGIDA AL NIVEL DE  
EDUCACIÓN MEDIA EN UNA INSTITUCIÓN EDUCATIVA DE LA CIUDAD DE  
DUITAMA**

**LINA YORMARY MARTÍNEZ DÍAZ  
JORGE ARMANDO NIÑO VEGA**

**Propuesta de grado, modalidad monografía, como requisito para optar al  
título de Licenciado en Tecnología**

**Director:**

**FLAVIO HUMBERTO FERNÁNDEZ MORALES  
Doctor Ingeniero En Electrónica**

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA Y TECNOLÓGICA DE COLOMBIA  
FACULTAD SECCIONAL DUITAMA  
LICENCIATURA EN TECNOLOGÍA  
DUITAMA, BOYACÁ  
2017**

**NOTA DE ACEPTACIÓN**

---

---

---

---

---

---

---

**FIRMA DEL PRESIDENTE DEL JURADO**

---

**FIRMA DEL JURADO**

---

**FIRMA DEL JURADO**

**Duitama, marzo de 2017**

## **DEDICATORIA**

A nuestro Dios padre por permitirnos culminar satisfactoriamente nuestro trabajo de grado.

A nuestras familias por ser el ejemplo de nuestra realización personal y profesional, contando con su apoyo incondicional, cariño y compromiso.

A nuestros docentes y especialmente a nuestro asesor FLAVIO HUMBERTO FERNÁNDEZ MORALES, por compartir sus conocimientos y experiencias.

## **AGRADECIMIENTOS**

Los autores expresan sus agradecimientos a:

Primero que todo, dar gracias a Dios, por estar con nosotros, en cada paso que damos, por iluminar nuestras mentes, confortar nuestros corazones y por haber puesto en nuestro camino personas que han sido de gran apoyo en esta etapa que esta por culminar.

En segunda medida hacemos un agradecimiento especial al profesor FLAVIO HUMBERTO FERNÁNDEZ MORALES por la paciencia, apoyo, colaboración y sobre todo por escucharnos y aconsejarnos siempre.

Finalmente agradecemos a nuestros jurados: el ingeniero OLIVERIO DURAN y al profesor ÁLVARO ROJAS, por su gran apoyo y dedicación en el momento de evaluar nuestro proyecto.

## CONTENIDO

	pág.
1. INTRODUCCIÓN .....	11
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	11
1.2 OBJETIVOS DEL PROYECTO.....	12
1.2.1 Objetivo General .....	12
1.2.2 Objetivos Específicos .....	12
1.3 JUSTIFICACIÓN.....	13
1.4 ESTRUCTURA DEL INFORME.....	14
2. MARCO REFERENCIAL.....	16
2.1 MARCO TEÓRICO .....	16
2.1.1 Robótica educativa .....	16
2.1.2 Diagrama De Bloques De La Mano Robótica Didáctica .....	18
2.2 MARCO CONCEPTUAL.....	20
2.2.1 Material educativo .....	20
2.2.2 Plan de área .....	21
2.2.3 Servomotores .....	21
2.2.4 Flexoresistencias.....	21
2.2.5 Arduino .....	22
2.3 ESTADO DEL ARTE .....	22
2.4 METODOLOGÍA.....	24
3. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE LA MANO ROBÓTICA DIDÁCTICA.....	26
3.1 DISEÑO Y COMPONENTES DEL PROTOTIPO.....	26
3.2 ESTRUCTURA MECÁNICA .....	27
3.3 SIMULACIÓN DE LA ESTRUCTURA MECÁNICA.....	28
3.4 DETALLE DE LOS BLOQUES FUNCIONALES.....	31
3.5 PROTOTIPO RESULTANTE .....	34
4. IMPLEMENTACIÓN DE LA MANO ROBÓTICA EN EL AULA .....	38
4.1. ASPECTOS PEDAGÓGICOS .....	38
4.2. PLAN DE ÁREA, PLANES DE AULA Y GUÍAS DE PRÁCTICA.....	40
4.3 PLATAFORMA EDMODO Y MATERIAL COMPLEMENTARIO .....	43

4.3.1 Plataforma EDMODO .....	43
4.3.2 Material complementario .....	45
4.4. ACTIVIDAD DE AULA .....	49
4.5. OPINIÓN DE LOS USUARIOS.....	55
5. CONCLUSIONES .....	60
BIBLIOGRAFÍA.....	63
ANEXOS .....	71

## LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Diagrama esquemático de la mano robótica didáctica.....	18
Figura 2. Estructura mecánica de la mano robótica visualizada en Solid Edge. ....	27
Figura 3. Simulación de esfuerzos del dedo índice.....	29
Figura 4. Fases de construcción de la estructura de los dedos. ....	31
Figura 5. Montaje electrónico de la mano robótica. ....	32
Figura 6. Bloque de control de la mano robótica didáctica. ....	33
Figura 7. Guante sensorial de la mano robótica didáctica. ....	34
Figura 8. Primera Versión del Prototipo. ....	35
Figura 9. Versión final del prototipo. ....	35
Figura 10. Operación con el dedo corazón. ....	36
Figura 11. Grupos de estudiantes registrados en Edmodo.....	44
Figura 12. Notificaciones de Actividades. ....	44
Figura 13. Menús de entradas del blog.....	45
Figura 14. Página Web, Guías de Aprendizaje.....	46
Figura 15. Página Web del Material de Apoyo.....	47
Figura 16. Página web diseño y construcción de la mano robótica. ....	48
Figura 17. Introducción a las temáticas por parte del docente.....	50
Figura 18. Implementación de las actividades virtuales propuestas en las guías. .	51
Figura 19. Desarrollo de la guía de manera física. ....	52
Figura 20. Explicación del funcionamiento de la mano robótica didáctica. ....	53
Figura 21. Prueba final en el prototipo didáctico.....	54
Figura 22. Participación de los estudiantes en el METIE 2016.....	55



## LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Propiedades del material PVC. ....	28
Tabla 2. Datos obtenidos de la simulación en Solid Edge de los dedos. ....	30
Tabla 3. Resultados prueba diagnóstica. ....	39
Tabla 4. Estructura de las guías de aprendizaje. ....	42
Tabla 5. Resultados encuesta de satisfacción del prototipo. ....	56
Tabla 6. Resultados encuesta de satisfacción del prototipo. ....	56

## LISTA DE ANEXOS

	pág.
Anexo A. Plano en AutoCAD. ....	71
Anexo B. Explosionado en Solid Edge.....	72
Anexo C. Diagrama Electrónico.....	73
Anexo D. Encuesta Introductoria .....	74
Anexo E. Plan de Área.....	75
Anexo F. Plan de Aula. ....	76
Anexo G. Guía N° 6. ....	82
Anexo H. Consentimiento informado. ....	89
Anexo I. Constancia METIE 2016.....	90
Anexo J. Encuesta de satisfacción del prototipo.....	92

## RESUMEN

En este trabajo se presenta el desarrollo de una mano robótica didáctica, indicando en primer lugar cuales son las partes que conforman el prototipo. El diseño se realizó en AutoCAD y Solid Edge, programas que permitieron dimensionar la estructura mecánica. El control electrónico se efectuó a través de una tarjeta Arduino, la cual permite leer el estado de los sensores, flexoresistencias en este caso, a la vez que genera las señales para controlar los servomotores responsables del movimiento. La versión final se construyó con materiales disponibles comercialmente, dando como resultado un prototipo didáctico que puede ser utilizado como herramienta motivadora para el aprendizaje de programación en Arduino. La prueba piloto se realizó en el Colegio La Nueva Familia de Duitama, Boyacá. Se trabajó con 59 estudiantes del grado undécimo, junto con la docente titular del área de tecnología e informática. La implementación se acompañó de varios planes de aula y ayudas didácticas, cuyo propósito consistía en la explicación teórica de los conceptos que se iban a trabajar y posteriormente la aplicación de estos sobre la mano robótica. Es interesante observar que, antes de implementar el prototipo didáctico en el aula, menos del 10% de los estudiantes identificaban correctamente componentes electrónicos y entorno de programación; en contraste, luego de haber interactuado con el prototipo durante el cuarto periodo, más del 90% de los estudiantes identificaron componentes electrónicos y el entorno de programación Arduino. En cuanto a la docente, luego de implementar el prototipo, afirmó que el uso de estas ayudas didácticas contribuye en el proceso enseñanza aprendizaje de las diferentes temáticas del área de tecnología, especialmente lo relacionado con programación.

**PALABRAS CLAVES:** MANO ROBÓTICA, ARDUINO, PROGRAMACIÓN, ENSEÑANZA DE TECNOLOGÍA.

# 1. INTRODUCCIÓN

En este trabajo se plantea el desarrollo de una mano robótica como prototipo didáctico, a través del cual el estudiante podrá acceder de manera interactiva a las temáticas propias de la programación en Arduino. De esta forma se espera incrementar la motivación de los estudiantes por el área de tecnología, a la vez que se mejoran las competencias de programación. A continuación se presenta el planteamiento del problema que dio origen al trabajo de grado aquí reportado.

## 1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

A lo largo del tiempo el pensamiento del hombre ha venido evolucionando, trayendo consigo avances científicos y tecnológicos para la vida; es por esto que en las instituciones educativas de Boyacá y más específicamente en los colegios de la ciudad de Duitama, los estudiantes del nivel de educación media, correspondientes a los grados décimo y once, deben apropiarse conceptos de robótica educativa en el área de tecnología e informática.

Esta área se enmarca en la guía 30, donde uno de los lineamientos establece el estudio de los principios de funcionamiento y selección de artefactos para su correcta utilización. En los diferentes colegios, se busca fomentar en los estudiantes interés por la tecnología, particularmente en lo que corresponde a la programación de Arduino, para su aplicación en el desarrollo de soluciones innovadoras.

La falta de ayudas didácticas para que los estudiantes plasmen sus ideas sobre lo que se está aprendiendo en programación, ha sido un gran problema en el desarrollo de las competencias del área de tecnología. Lo anterior se une a la poca capacitación de los docentes, lo cual genera inconvenientes a la hora de llevar los contenidos al aula<sup>1</sup>.

Al no disponer del material didáctico adecuado, se dificulta la labor de los docentes y se produce desmotivación de los estudiantes, los cuales pierden la oportunidad de acceder a una temática interesante y actual, como lo es la programación en Arduino. Arduino, sistema para desarrollo con microcontroladores de bajo costo, es una herramienta fácil de utilizar y se puede

---

<sup>1</sup>Parra-León, L. F., Duarte, J. E., & Fernández-Morales, F.H. "Propuesta didáctica para la enseñanza de circuitos eléctricos básicos. Revista de Investigación, Desarrollo e Innovación, 4 (2), 138–147. 2014". {En línea}. {Consultado 25 de marzo de 2016}. Disponible en: (<http://doi.org/10.19053/20278306.2891>).

convertir en una ayuda didáctica en el aula; sin embargo, es una temática poco conocida tanto por estudiantes como por docentes.

De lo anterior surge la necesidad de implementar una ayuda didáctica que motive a los estudiantes de grado décimo y once, y facilite el desarrollo de la temática por parte de los docentes en la enseñanza de programación.

Una opción interesante es la robótica educativa, que implica el desarrollo de prototipos reales y permite la aplicación de los conocimientos de los estudiantes. Aunque existen diversas alternativas, como los seguidores de luz y los robots inspirados en insectos, una opción a explorar es la mano robótica, la cual puede constituirse en un prototipo didáctico que motive a los estudiantes en el aprendizaje de la temática de programación.

De lo anterior surge la pregunta generadora del presente proyecto:

**¿Cuál es el diseño de mano robótica adecuado para la enseñanza de programación en Arduino, orientado al nivel de educación media, en instituciones de la ciudad de Duitama?**

## **1.2 OBJETIVOS DEL PROYECTO**

### **1.2.1 Objetivo General**

Desarrollar una Mano Robótica Didáctica que permita el aprendizaje integral de programación en Arduino para estudiantes de los grados décimo y once, en una institución educativa de la ciudad de Duitama.

### **1.2.2 Objetivos Específicos**

Diseñar una mano robótica didáctica que permita motivar y afianzar los conocimientos relacionados con Arduino, a estudiantes de los grados décimos y once en una institución educativa de Duitama, según los lineamientos de la guía 30 para el área de tecnología e informática.

Construir y poner a punto el prototipo diseñado para verificar que cumpla con los requerimientos establecidos.

Elaborar una guía didáctica dirigida al estudiante, con la finalidad de proponer actividades que permitan desarrollar la temática de programación, facilitando así el proceso formativo en la educación media.

Realizar una prueba piloto de la mano robótica didáctica con la población objeto, para verificar su funcionalidad e impacto.

### 1.3 JUSTIFICACIÓN

En Colombia, el Ministerio de Educación Nacional ha establecido el área de tecnología e informática como el espacio formativo para que los estudiantes apropien conocimientos relacionados con los principios de funcionamiento y uso de artefactos<sup>2</sup>. Muchas instituciones educativas han tomado a la informática y en particular a la programación en la plataforma Arduino, como alternativa para brindar la formación en tecnología<sup>3</sup>. Arduino, sistema para desarrollo con microcontroladores de bajo costo, es una herramienta fácil de utilizar y se puede convertir en una ayuda didáctica en el aula<sup>4</sup>.

En los colegios de Duitama y sus alrededores es muy importante el área de tecnología e informática, ya que por medio de ella se busca formar estudiantes con capacidad de emplear los recursos tecnológicos para generar, explorar y abstraer nuevos conocimientos a través del uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación, TIC.

En el área de tecnología e informática en los grados décimo y once, es de gran importancia que los estudiantes entiendan y asocien las temáticas de programación con su contexto. Para ello es indispensable que el docente disponga

---

<sup>2</sup>Angarita-Velandia, M. A., Fernández-Morales, F. H., Duarte, J. E. "Utilización de material didáctico para la enseñanza de los conceptos de ciencia y tecnología en niños. Revista de Investigación, Desarrollo e Innovación, 2 (1), 35-43. 2011". {En línea}. {Consultado 25 de marzo de 2016}. Disponible en: ([http://revistas.uptc.edu.co/revistas/index.php/investigacion\\_duitama/article/view/1307](http://revistas.uptc.edu.co/revistas/index.php/investigacion_duitama/article/view/1307)).

<sup>3</sup>Angarita-Velandia, M. A., Fernández-Morales, F. H., Duarte, J. E. "La didáctica y su relación con el diseño de ambientes de aprendizaje: una mirada desde la enseñanza de la evolución de la tecnología. Revista de Investigación, Desarrollo e Innovación, 5 (1), 46-55. 2014". {En línea}. {Consultado 25 de marzo de 2016}. Disponible en: (<https://doi.org/10.19053/20278306.3138>).

<sup>4</sup>Delgado, J., Güell, J., García, J., Conde, M., Casado, V. "Aprendizaje de la programación en el Cítilab. Revista Iberoamericana de Ciencia Tecnología y Sociedad, 8 (23), 123-133. 2014". {En línea}. {Consultado 25 de marzo de 2016}. Disponible en: ([http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1850-00132014000200008&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1850-00132014000200008&lng=es&tlng=es)).

de medios didácticos que le permitan demostrar lo que está enseñando, a la vez que el estudiante puede comprobar lo que está aprendiendo<sup>5 6</sup>.

En el presente proyecto se diseña y elabora una mano robótica como prototipo didáctico, con el cual el estudiante podrá observar de manera llamativa las temáticas propias de la programación. De esta forma se espera incrementar la motivación de los estudiantes por el área de tecnología, a la vez que se mejoran las competencias de programación.

La realización de una mano robótica como prototipo didáctico, a diferencia de otros prototipos como: seguidor de luz, seguidor de línea, maquetas de ascensores o semáforos, tiene como ventaja el ser poco común, resultando así un artefacto más llamativo para el estudiante. Adicionalmente, se podrán abordar varias temáticas como lo son: el software Arduino, programación de Led, programación de servomotores y programación de sensores, entre otras.

Gracias a los conocimientos adquiridos por los proyectistas en el área de electrónica y microcontroladores en el programa de Licenciatura en Tecnología, se está en capacidad de realizar un prototipo didáctico que ayude a los estudiantes del nivel de educación media, a apropiarse de la temática de programación en Arduino, a la vez que se motivan por la asignatura.

## **1.4 ESTRUCTURA DEL INFORME**

La estructura del presente informe está conformada por cinco capítulos, siendo el primero de ellos la presente introducción.

El capítulo 2 contiene el marco referencial, relacionado con la recopilación de información tanto teórica como conceptual, con el fin de identificar los requisitos necesarios para el desarrollo de la mano robótica y su aplicación en el aula. Igualmente, se incluye el diseño metodológico, a saber: tipo de estudio, población y muestra, junto con la metodología de la investigación.

En el capítulo 3 se hace referencia al diseño y construcción de la mano robótica didáctica; se hace énfasis en el diseño y simulación de la estructura mecánica del

---

<sup>5</sup> Angarita-Velandia, M. A., Fernández-Morales, F. H., Duarte, J. E. "La didáctica y su relación con el diseño de ambientes de aprendizaje: una mirada desde la enseñanza de la evolución de la tecnología. Revista de Investigación, Desarrollo e Innovación, 5 (1), 46–55. 2014". {En línea}. {Consultado 25 de marzo de 2016}. Disponible en: (<https://doi.org/10.19053/20278306.3138>).

<sup>6</sup> Rodríguez-Cepeda, R. "Aprendizaje de conceptos químicos: una visión desde los trabajos prácticos y los estilos de aprendizaje. REVISTA DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO E INNOVACIÓN, 7(1), 63-76. 2016". {En línea}. {Consultado 25 de marzo de 2016}. Disponible en: ([doi:http://dx.doi.org/10.19053/20278306.v7.n1.2016.4403](http://dx.doi.org/10.19053/20278306.v7.n1.2016.4403))

prototipo, en la selección de los materiales para su fabricación y en el diseño y puesta a punto de los sensores, actuadores y tarjeta de control.

El cuarto capítulo presenta la aplicación de la mano robótica en el aula de clase; para ello se explica la estructura de las guías de práctica, el material complementario para el desarrollo de las actividades de aula, junto con las evidencias y opiniones de los estudiantes y docente implicados en la validación del prototipo.

Finalmente, en el capítulo 5 se establecen las conclusiones del proyecto, tras el desarrollo y aplicación del prototipo didáctico en el aula.



## 2. MARCO REFERENCIAL

### 2.1 MARCO TEÓRICO

#### 2.1.1 Robótica educativa

La robótica es una de las áreas más importantes de la ingeniería moderna ya que provee dispositivos automatizados que incrementan el rendimiento de los procesos industriales<sup>7</sup>. Esto se refleja en la gran cantidad de aplicaciones relacionadas con el control de posición, visión artificial, sistemas de clasificación y medición de parámetros físicos, por mencionar algunas<sup>8 9 10 11</sup>.

Estas aplicaciones exigen en los desarrolladores una gran capacidad para programar, siendo necesario el conocimiento de estructuras, lógica y lenguajes de programación, junto con el manejo de técnicas de control y procesamiento de señales<sup>12</sup>. En este sentido es deseable que los ingenieros, desde su formación preuniversitaria, se aproximen a la programación en contextos didácticos, que les

---

<sup>7</sup>Gutiérrez-Ríos, J., Martínez-Oviedo, E., Peña-Cortés, C. A. "Desarrollo de un módulo didáctico de robótica paralela y visión artificial con un sistema de sujeción universal. Revista Colombiana de Tecnologías de Avanzada, 1 (21), 74-80. 2013". {En línea}. {Consultado 25 de marzo de 2016}. Disponible en:

([http://revistas.unipamplona.edu.co/ojs\\_viceinves/index.php/RCTA/article/view/299/362](http://revistas.unipamplona.edu.co/ojs_viceinves/index.php/RCTA/article/view/299/362)).

<sup>8</sup>Torres-Barahona, E. A., León-Medina, J. X., Torres-Díaz, E. "Sistema de posicionamiento aplicado a la técnica de impresión 3D modelado por deposición fundida. Revista de Investigación, Desarrollo e Innovación, 3 (1), 25-32. 2012". {En línea}. {Consultado 25 de marzo de 2016}. Disponible en: ([http://revistas.uptc.edu.co/revistas/index.php/investigacion\\_uitama/article/view/2135/2091](http://revistas.uptc.edu.co/revistas/index.php/investigacion_uitama/article/view/2135/2091)).

<sup>9</sup>Cárdenas, J. A., Prieto-Ortíz, F. A. "Diseño de un algoritmo de corrección automática de posición para el proceso de perforado PCB, empleando técnicas de visión artificial. Revista de Investigación, Desarrollo e Innovación, 5 (2), 107-118. 2015". {En línea}. {Consultado 25 de marzo de 2016}. Disponible en: ([http://revistas.uptc.edu.co/revistas/index.php/investigacion\\_uitama/article/view/3720](http://revistas.uptc.edu.co/revistas/index.php/investigacion_uitama/article/view/3720)).

<sup>10</sup>Velazco-Cáceres, D. F., Pinto-Salamanca, M. L. "Caracterización del huevo de gallina para el diseño de un sistema automático de clasificación. Revista de Investigación, Desarrollo e Innovación, 3 (1), 33-43. 2012". {En línea}. {Consultado 25 de marzo de 2016}. Disponible en: ([http://revistas.uptc.edu.co/revistas/index.php/investigacion\\_uitama/article/view/2136](http://revistas.uptc.edu.co/revistas/index.php/investigacion_uitama/article/view/2136)).

<sup>11</sup>Carreño-Bodensiek, C. G. "Sistema de control y monitoreo automatizado para gases en minas de carbón. Revista de Investigación, Desarrollo e Innovación, 1 (1), 61-69. 2010." {En línea}. {Consultado 25 de marzo de 2016}. Disponible en: ([http://revistas.uptc.edu.co/revistas/index.php/investigacion\\_uitama/article/view/1294](http://revistas.uptc.edu.co/revistas/index.php/investigacion_uitama/article/view/1294)).

<sup>12</sup>León-Medina, J. X., & Torres-Barahona, E. A. "Herramienta para el diseño de sistemas de posicionamiento tridimensional usados en fabricación digital. Revista de Investigación, Desarrollo e Innovación, 6 (2), 155-167. 2015". {En línea}. {Consultado 25 de marzo de 2016}. Disponible en: (<http://doi.org/10.19053/20278306.4603>).

permitan apropiarse competencias que luego serán muy útiles en el desarrollo de la creatividad y, por ende, en el ejercicio profesional<sup>13</sup>.

En este contexto, la aplicación de la robótica en el campo educativo ha venido creciendo, gracias a la versatilidad de estos dispositivos, y se constituye en una herramienta de motivación para el aprendizaje de temáticas relacionadas con tecnología<sup>14</sup>. Adicionalmente, la robótica se ha empleado para afianzar las destrezas en la solución de problemas en los niveles de educación básica y media, así como en el desarrollo de habilidades de proceso científico en la formación inicial de docentes e ingenieros, entre otros profesionales<sup>15 16</sup>.

La robótica educativa implica el desarrollo de prototipos reales, permitiendo la aplicación creativa del conocimiento de los estudiantes<sup>17</sup>. Estos prototipos son una herramienta importante para comprender conceptos abstractos y complejos, a la vez que permiten el desarrollo de competencias básicas como el trabajo en equipo<sup>18</sup>. Aunque existen diversas alternativas, como los seguidores de luz y los robots inspirados en insectos<sup>19</sup>, una opción a explorar es la mano robótica, la cual puede constituirse en un prototipo didáctico que motive a los estudiantes en el aprendizaje de la temática de programación<sup>20</sup>.

---

<sup>13</sup> Valdelamar-Zapata, J. A., Ramírez-Cruz, Y. L., Rodríguez-Rivera, P. D., & Morales-Rubiano, M. E. (2015). Capacidad innovadora: cómo fomentarla, según docentes de Ciencias Económicas e Ingeniería de la UMNG. *Revista de Investigación, Desarrollo e Innovación*, 6(1), 7–14. ". {En línea}. {Consultado 25 de marzo de 2016}. Disponible en: ( <http://doi.org/10.19053/20278306.3454>)

<sup>14</sup> García-Hurtado, N. D., Castillo-García, L. F., Escobar-Jiménez, A. J. "Plataforma robótica educativa "ROBI". *Revista Colombiana de Tecnologías de Avanzada*, 1 (19), 140-144. 2012". {En línea}. {Consultado 25 de marzo de 2016}. Disponible en: ([http://revistas.unipamplona.edu.co/ojs\\_viceinves/index.php/RCTA/article/view/163](http://revistas.unipamplona.edu.co/ojs_viceinves/index.php/RCTA/article/view/163)).

<sup>15</sup> Monsalves-González, S. "Estudio sobre la utilidad de la robótica educativa desde la perspectiva del docente. *Revista de Pedagogía*, 32 (90), 81-117. 2011". {En línea}. {Consultado 25 de marzo de 2016}. Disponible en: (<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=65920055004ER>).

<sup>16</sup> Reyes-González, D., García-Cartagena, Y. "Desarrollo de habilidades científicas en la formación inicial de profesores de ciencias y matemática. *Educación y Educadores*, 17 (2), 271-285. 2014". {En línea}. {Consultado 25 de marzo de 2016}. Disponible en: (<http://doi.10.5294/edu.2014.17.2.4>).

<sup>17</sup> Bravo-Sánchez, F. A., Forero-Guzmán, A. "La robótica como un recurso para facilitar el aprendizaje y desarrollo de competencias generales. *Revista Teoría de la Educación: Educación y Cultura en la Sociedad de la Información*, 13 (2), 120-136. 2012". {En línea}. {Consultado 25 de marzo de 2016}. Disponible en: (<http://www.redalyc.org/pdf/2010/201024390007.pdf>).

<sup>18</sup> Moreno, I., Muñoz, L., Serracín, J. R., Quintero, J., Pittí Patiño, K., & Quiel, J. "La robótica educativa, una herramienta para la enseñanza-aprendizaje de las ciencias y las tecnologías. *Revista Teoría de la Educación: Educación y Cultura en la Sociedad de la Información*, 13 (2), 74-90. 2012". {En línea}. {Consultado 25 de marzo de 2016}. Disponible en: ([http://campus.usal.es/~revistas\\_trabajo/index.php/revistatesi/article/view/9000/9245](http://campus.usal.es/~revistas_trabajo/index.php/revistatesi/article/view/9000/9245)).

<sup>19</sup> Mesa-Mesa, L. A., Barrera-Lombana, N. "La robótica educativa como instrumento didáctico alternativo en educación básica. *Revista Colombiana de Tecnologías de Avanzada*, 2(22), 59-67. 2013". {En línea}. {Consultado 25 de marzo de 2016}. Disponible en: ([http://revistas.unipamplona.edu.co/ojs\\_viceinves/index.php/RCTA/article/view/411](http://revistas.unipamplona.edu.co/ojs_viceinves/index.php/RCTA/article/view/411)).

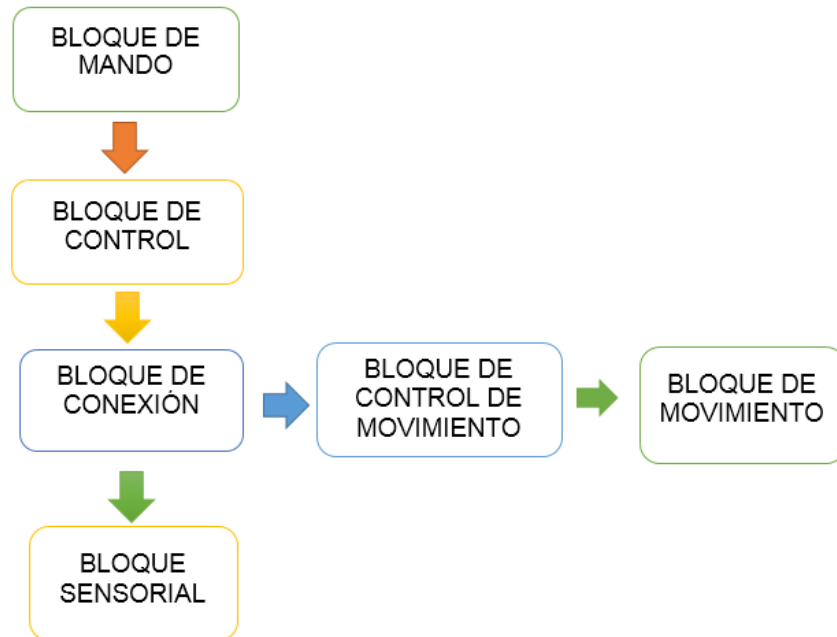
<sup>20</sup> PONSON M, Alexis. "HackerHAND: La mano robótica que busca acercar la tecnología a los escolares. 2013". {En línea}. {Consultado 25 de marzo de 2016}. Disponible en:

### 2.1.2 Diagrama De Bloques De La Mano Robótica Didáctica

El principal objetivo pedagógico de la mano robótica es el de permitir al estudiante interactuar con ella, identificando la funcionalidad de cada uno de sus componentes, a la vez que motiva al aprendizaje de los temas relacionados con programación. Desde el punto de vista técnico, el prototipo deberá permitir la movilidad de los cinco dedos, emulando el cierre y apertura de las falanges, movimiento que es dado por el usuario a través de un guante.

La figura 1 presenta la estructura propuesta para la mano robótica, la cual se basa en seis bloques funcionales, a saber: mando, control, conexión, sensorial, control de movimiento y el bloque de movimiento.

Figura 1. Diagrama esquemático de la mano robótica didáctica.



Fuente: Los autores.

La mano robótica se programa a través de Arduino, permitiendo la simulación del movimiento de los cinco dedos, controlada a través de un guante sensorial. Arduino, sistema para desarrollo con microcontroladores de bajo costo, es una plataforma de hardware y software libre, factible de ser usada en diversas

---

(<http://facultades.unab.cl/ingenieria/2013/08/05/hackerhand-la-mano-robotica-que-busca-acercar-la-tecnologia-a-los-escolares/>)

aplicaciones, especialmente en las de adquisición y procesamiento de señales<sup>21</sup>  
<sup>22</sup>. Aunque existen otros sistemas de desarrollo, como los basados en microcontroladores PIC de Microchip<sup>23</sup>, se escogió Arduino debido a que cuenta con un entorno de programación gráfica y descriptiva muy simple, adecuado para la enseñanza en los primeros niveles educativos.

En la figura 1 se observan varias etapas o bloques, los cuales se relacionan entre sí para el correcto funcionamiento de la mano robótica. En primer lugar, se tiene el bloque de mando, el cual corresponde al software ARDUINO, en donde el estudiante programa al bloque de control, teniendo en cuenta las variables de entrada y salida. Luego se encuentra el bloque de control, donde el estudiante realiza las conexiones en la placa Arduino, conectando los elementos intangibles con los artefactos tangibles, mediante el programa que se realiza en el bloque de mando.

Después del bloque de control, en la figura 1 se encuentra el bloque de conexión y de este se ramifican el bloque de control de movimiento y el bloque de movimiento. La característica importante de estos bloques es que en ellos el estudiante realiza las conexiones en el Protoboard de los diferentes componentes, como: servomotores, flexoresistencias y leds, entre otros. Además, el bloque de control de movimiento utiliza las señales que se generan en el software Arduino, para posicionar los servomotores a su estado inicial.

El bloque de movimiento está constituido por el mecanismo que conforma la estructura física de los dedos de la mano robótica, los cuales responden a las señales del bloque de control de movimiento. Por último, en el bloque sensorial el estudiante realiza la conexión de las flexoresistencias en el guante; esto para que, al ponérselo y flexionar los dedos, el prototipo didáctico replique los movimientos que el estudiante esté realizando, de la manera más óptima y eficiente posible.

---

<sup>21</sup> GAUSIN, Saúl, [en línea]. Blog spot cómputo integrado [consultado 25 de marzo de 2016] Disponible en: (<http://computointegrado.blogspot.com.co/2012/04/uso-de-flex-sensor-con-arduino.html>).

<sup>22</sup> Altamirano-Santillán, E. V., Vallejo-Vallejo, G. E., & Cruz-Hurtado, J. C. (2017). Monitoreo volcánico usando plataformas Arduino y Simulink. REVISTA DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO E INNOVACIÓN, 7(2).

<sup>23</sup> FERNÁNDEZ MORALES F. H. DUARTE J. E. "Grupo De Investigación En: Didáctica Para La Enseñanza De La Ciencia Y La Tecnología En Niños" [en línea]. [Consultado 25 de marzo de 2016] Disponible en:([http://www.uptc.edu.co/export/sites/default/facultades/f\\_duitama/pregrado/tecnologia/inf\\_adicional/documentos/decten\\_hoj\\_vida.pdf](http://www.uptc.edu.co/export/sites/default/facultades/f_duitama/pregrado/tecnologia/inf_adicional/documentos/decten_hoj_vida.pdf)).

## 2.2 MARCO CONCEPTUAL

### 2.2.1 Material educativo

Los materiales educativos están constituidos por todos los instrumentos de apoyo, herramientas y ayudas didácticas (guías, libros, materiales impresos y no impresos, esquemas, videos, diapositivas, imágenes, etc.) que se construyen o se seleccionan con el fin de acercar a los estudiantes al conocimiento y a la construcción de los conceptos para facilitar el aprendizaje<sup>24</sup>. Ahora bien, los materiales educativos realizados con la utilización de las Tecnologías de la Información y la Comunicación, TIC, son todos los antes enunciados, exceptuando los impresos, con la característica fundamental de ser representados en formato digital y transmitidos por medio de sistemas de telecomunicación<sup>25 26 27</sup>. No obstante, es fundamental tener presente que el sentido de estos materiales deriva de la decisión de cómo seleccionarlos, qué utilización darles, para qué y cómo organizarlos en una actividad, lo cual debe ser el resultado de la reflexión docente sobre: Lo que se quiere enseñar, lo que se espera que los estudiantes aprendan y los procedimientos que deben desarrollar tanto los docentes como los alumnos para lograrlo<sup>28</sup>.

Entre el material didáctico se encuentran los llamados prototipos didácticos, los cuales corresponden a material didáctico que ha sido diseñado para la enseñanza de conceptos científicos y tecnológicos; los prototipos usualmente se emplean en laboratorios de ciencias, y su implementación se apoya en guías de práctica y manuales de usuario que facilitan su utilización<sup>29</sup>.

---

<sup>24</sup>Núñez-Pérez. "Pedagogía social e interculturalismo: una lectura posigible. Revista de Investigación, Desarrollo e Innovación, 5 (2), 141–149. 2015". {En línea}. {Consultado 25 de marzo de 2016}. Disponible en: (doi: 10.19053/20278306.3716).

<sup>25</sup> Torres-Ortiz, J. A. "Incidencia de Moodle en las prácticas pedagógicas en modalidad educativa B-Learning. Revista de Investigación, Desarrollo e Innovación, 2 (2), 39–48. 2012". {En línea}. {Consultado 25 de marzo de 2016}. Disponible en: ([http://revistas.uptc.edu.co/index.php/investigacion\\_uitama/article/view/1315](http://revistas.uptc.edu.co/index.php/investigacion_uitama/article/view/1315))

<sup>26</sup> Castellanos-Niño, C. A. "Interacción social en asesoría de proyectos escolares mediados por el e-Learning. Revista de Investigación, Desarrollo e Innovación, 2(2), 30–38. 2012". {En línea}. {Consultado 25 de marzo de 2016}. Disponible en: ([http://revistas.uptc.edu.co/revistas/index.php/investigacion\\_uitama/article/view/1313](http://revistas.uptc.edu.co/revistas/index.php/investigacion_uitama/article/view/1313))

<sup>27</sup> Parada-Hernández, A., & Suárez-Aguilar, Z. E. "Influencia de las Tecnologías de la Información y la Comunicación en la apropiación de conceptos de electrónica análoga, en estudiantes de grado séptimo de educación básica. REVISTA DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO E INNOVACIÓN, 5(1), 20–31. 2014". {En línea}. {Consultado 25 de marzo de 2016}. Disponible en: (<https://doi.org/10.19053/20278306.3137>)

<sup>28</sup>OSPINA P, Diana Patricia. Los Materiales Educativos, [en línea]. [consultado 25 de marzo de 2016] Disponible en:(<http://aprendeenlinea.udea.edu.co/banco/html/materialeseducativos/>).

<sup>29</sup>FERNÁNDEZ MORALES F. H. DUARTE J. E. "Grupo De Investigación En: Didáctica Para La Enseñanza De La Ciencia Y La Tecnología En Niños" [en línea]. [consultado 25 de marzo de 2016] Disponible en:(

### 2.2.2 Plan de área

Son documentos que detallan aspectos que hacen parte de cada una de las áreas contempladas en el plan de estudio; en este documento se incluyen conceptos, metodologías, sistemas de evaluación, recursos y otros ítems relacionados con la planeación del año escolar, en torno a las áreas obligatorias y fundamentales al igual que las optativas.

El plan de área sirve de guía para los docentes del área, al igual que para los estudiantes y padres de familia en los temas generales y específicos, que se abordarán durante el proceso formativo desarrollados en la institución educativa durante el año escolar. Para los directivos docentes sirve como instrumento de verificación y control del cumplimiento de la misión institucional, al igual que la adecuada ejecución de los procesos pedagógicos que se adelantan en las mismas<sup>30</sup>.

### 2.2.3 Servomotores

Sistema de alta precisión para control de posición, velocidad y torque. El sistema servo se comunica mediante pulsos eléctricos a través de un circuito de control para determinar el ángulo de posición del motor, “el servo espera recibir un pulso cada 20 ms (0.02 segundos). La longitud del pulso determinará los giros de motor; un pulso de 1.5 ms., por ejemplo, hará que el motor vaya a una posición de 90 grados (posición neutra). Si el pulso es menor de 1.5 ms., entonces el motor se acercará a los 0 grados. Si el pulso es mayor de 1.5ms, el eje se moverá acercándose a los 180 grados.”<sup>31</sup>.

### 2.2.4 Flexoresistencias

El Flex sensor tiene en sí varios sensores que cambian su valor de resistencia en función de la cantidad de curvatura que se emplea; convierten el cambio en la curvatura a un valor de resistencia eléctrica equivalente: a mayor sea la curva,

---

[http://www.uptc.edu.co/export/sites/default/facultades/f\\_duitama/pregrado/tecnologia/inf\\_adicional/d ocumentos/decten\\_hoj\\_vida.pdf](http://www.uptc.edu.co/export/sites/default/facultades/f_duitama/pregrado/tecnologia/inf_adicional/d ocumentos/decten_hoj_vida.pdf)).

<sup>30</sup> CONVENIO ANDRES BELLO. Secretaria de educación departamental del SEDCHOCO. “Foro de Discusión sobre Gestión de la Calidad Educativa”. [en línea]. [consultado 25 de marzo de 2016] Disponible en:( <http://convenioandresbello.org/choco/redchoco/forums/topic/discusion-sobre-el-plan-de-estudios-plan-de-area-y-plan-de-aula/>)

<sup>31</sup>SEPÚLVEDA LOZANO, Carlos Elías, Periodista Metal Actual, [en línea]. Revista Metal Actual, p. 8 [consultado 25 de marzo de 2016] Disponible en: ([http://www.metalactual.com/revista/25/maquinaria\\_servo.pdf](http://www.metalactual.com/revista/25/maquinaria_servo.pdf)).

mayor será el valor de la resistencia. Estos son empleados en los guantes para detectar el movimiento del dedo, para controlar automóviles, productos de fitness, aparatos de medición, tecnología de asistencia, instrumentos musicales y Smartphone, entre otros<sup>32</sup>.

### **2.2.5 Arduino**

Arduino es una plataforma de prototipos de código abierto basado en hardware y software fáciles de usar. Las placas Arduino son capaces de leer los insumos - la luz en un sensor, un dedo en un botón, o un mensaje de Twitter - y lo convierten en una salida - la activación de un motor, encender un LED, publicar algo en línea. Usted puede decirle a su tablero qué hacer mediante el envío de un conjunto de instrucciones para el micro controlador en el tablero. Para ello se utiliza el lenguaje de programación de Arduino (basado en Wiring), y el software de Arduino (IDE)<sup>33</sup>.

## **2.3 ESTADO DEL ARTE**

Para facilitar la comprensión de este proyecto, es importante presentar información encontrada en diversos artículos, publicaciones y libros que permitan enmarcar el prototipo como una ayuda didáctica en la educación, ya que a través de este se fomentan intereses y motivaciones por parte de los estudiantes, hacia la programación y la electrónica. A continuación se indican algunos trabajos relacionados con el proyecto:

En el trabajo de Patiño (2012), se observa la importancia que tienen los prototipos didácticos en la educación. Se trata de un estudio realizado en Panamá; El objetivo principal del proyecto fue demostrar cómo la robótica aplicada a la educación, facilita y motiva la enseñanza-aprendizaje de las ciencias y las tecnologías. Los resultados demostraron que la robótica se puede convertir en una herramienta excelente para comprender conceptos abstractos y complejos en asignaturas del área de las ciencias y la tecnología; así como también permite desarrollar competencias básicas tales como trabajar en equipo<sup>34</sup>.

---

<sup>32</sup>GAUSIN, Saúl, [en línea]. Blog spot cómputo integrado [consultado 25 de marzo de 2016] Disponible en: (<http://computointegrado.blogspot.com.co/2012/04/uso-de-flex-sensor-con-arduino.html>).

<sup>33</sup> ARDUINO, [en línea]. [consultado 25 de marzo de 2016] Disponible en: (<https://www.arduino.cc/en/Guide/Introduction>).

<sup>34</sup> PATIÑO, Pittí. "La robótica educativa, una herramienta para la enseñanza-aprendizaje de las ciencias y las tecnologías. Education in the Knowledge Society (EKS), [S.l.], v. 13, n. 2, p. 74-90, Jul. 2012. ISSN 1138-9737." {En línea}. {Consultado 25 de marzo de 2016}. Disponible en: ([http://campus.usal.es/~revistas\\_trabajo/index.php/revistatesi/article/view/9000/9245](http://campus.usal.es/~revistas_trabajo/index.php/revistatesi/article/view/9000/9245))

En el trabajo de Ty–Jourti (2011), se determina la utilidad de la Robótica Educativa y descubrimiento de sus potencialidades conociendo las dinámicas que se generan al interior del aula cuando se trabaja en esta disciplina. La investigación propone un Modelo Pedagógico de Robótica Educativa (MOPRE), el cual sintetiza los mecanismos de aprendizaje producidos en el aula, además se propone realizar una nueva investigación con mayor cantidad de participantes a fin de someter a prueba el modelo pedagógico desarrollado<sup>35</sup>.

En el trabajo de Bravo (2012), se aprecia un acercamiento de lo que es la enseñanza - aprendizaje de Arduino en las instituciones educativas. Se enfatiza en la importancia de implementar prácticas experimentales para lograr la comprensión de las temáticas vistas en las áreas<sup>36</sup>.

En el trabajo de Ponson M (2013), se destaca la importancia que tiene la robótica en la educación. Aplica la tecnología de una mano robótica como un apoyo en la educación de los estudiantes, además establece que la experiencia que se adquiere a través de este proyecto, brinda herramientas y habilidades que difícilmente es posible obtenerse sin vivirlo<sup>37</sup>.

En el trabajo de Márquez y Ruiz (2014), se evidencia la aplicación de diversos materiales educativos (guías de aprendizaje, cartillas, videos, maquetas, páginas web, etc.), para la enseñanza de la tecnología en básica secundaria, de algunos colegios de Chía, Cundinamarca. El objetivo de su proyecto consistió en difundir el conocimiento sobre el diseño y construcción básica de robots, mediante la capacitación presencial y virtual, que perseguía motivar y crear interés por parte de los participantes por la ciencia, la ingeniería y la tecnología. Como resultados de esta investigación, logran motivar a un gran número de estudiantes por la temática, pero resaltan los autores que no hubiese sido posible lograrlo sin tener una metodología clara y un material de apoyo acorde<sup>38</sup>.

---

<sup>35</sup>TY – JOURTI. "Estudio sobre la utilidad de la robótica educativa desde la perspectiva del docente PY -2011RP - IN FILESP - 81-117T2. Revista de Pedagogía - 32IS - 90SN - 0798-9792.". {En línea}. {Consultado 25 de marzo de 2016}. Disponible en: (<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=65920055004ER> -).

<sup>36</sup>BRAVO SÁNCHEZ, Flor Ángela. "La robótica como un recurso para facilitar el aprendizaje y desarrollo de competencias generales". {En línea}. {Consultado 25 de marzo de 2016}. Disponible en: (<http://www.redalyc.org/pdf/2010/201024390007.pdf>).

<sup>37</sup>PONSON M, Alexis. "HackerHAND: La mano robótica que busca acercar la tecnología a los escolares.". {En línea}. {Consultado 25 de marzo de 2016}. Disponible en: (<http://facultades.unab.cl/ingenieria/2013/08/05/hackerhand-la-mano-robotica-que-busca-acercar-la-tecnologia-a-los-escolares/>)

<sup>38</sup>MÁRQUEZ & RUIZ. "Robótica Educativa Aplicada a la Enseñanza Básica Secundaria. Didáctica, Innovación y Multimedia (DIM). REVISTA CIENTIFICA DE OPINIÓN Y DIVULGACIÓN, Año 10- N°30. P. 1-12 - Dic.2014. ISSN: 1699-3748". [en línea]. [Consultado el 25 de marzo de 2016]. Disponible en: (<http://docslide.us/documents/291518-404207-1-smpdf.html>)



En el trabajo de investigación acción de Barrera (2015), se propone realizar actividades lúdicas con robots educativos como apoyo a la educación en tecnología; el autor tiene como objetivo motivar a los estudiantes y a los educadores para que formulen y apliquen estrategias educativas innovadoras, y además, utilicen como instrumento didáctico plataformas robóticas y dispositivos tecnológicos que hayan concluido su vida útil. En el trabajo se reflejan los resultados luego de proponer y actuar con estudiantes de educación básica, en el cual se pueden concluir que en las actividades lúdicas con robots educativos, los estudiantes desarrollaron conocimientos que les permiten abordar problemas cotidianos relacionados con el adecuado uso de la tecnología<sup>39</sup>.

En el trabajo de Angarita, Fernández y Duarte (2008), se ilustra la aplicación de estrategias pedagógicas adecuadas al estudio de los conceptos científicos, tecnológicos y sus aplicaciones con estudiantes de educación básica de diferentes instituciones educativas de la ciudad de Duitama. En este trabajo se reporta el impacto causado con la utilización del material didáctico innovador en el aula de clases, con el fin de mejorar el proceso enseñanza-aprendizaje. Resulta interesante que en esta investigación se diseña y se evalúa el material educativo específicamente para impartir temáticas relacionadas con ciencia y tecnología, comparándolo con el material tradicional como carteles, guías y libros. Los resultados son evidentes ya que refleja por un lado que los estudiantes captan mejor el concepto y por el otro que al docente se le facilita enseñarlo<sup>40</sup>.

La importancia de los trabajos anteriores radica en que por medio de ellos se evidencia el interés por el estudio de estrategias didácticas para facilitar el proceso de enseñanza-aprendizaje en temas de ciencia y tecnología. Los avances tecnológicos llevados al aula permiten un acercamiento entre los estudiantes que portan el conocimiento y los artefactos donde se aplica.

## 2.4 METODOLOGÍA

Para el desarrollo de este proyecto se aplicó un tipo de investigación acción, ya que los investigadores estuvieron involucrados en: la recolección de información, elaboración del prototipo, implementación del mismo con los estudiantes en el aula, junto con el análisis de la información recolectada. En primer lugar se realizó

---

<sup>39</sup>BARREARA LOMBANA, Nelson. "Uso de la Robótica educativa como estrategia didáctica en el aula. Praxis & Saber. Revista de Investigación y Pedagogía Maestría en Educación. UPTC.Vol.6. N° 11 P 215-234 - JUN. 2015. ISSN 2216-0159". [en línea]. [Consultado el 25 de marzo de 2016]. Disponible en: (<http://www.scielo.org.co/pdf/prasa/v6n11/v6n11a10.pdf>).

<sup>40</sup> ANGARITA VELANDIA, A.; FERNÁNDEZ MORALES, F; DUARTE, JL. "Relación del material didáctico con la enseñanza de ciencia y tecnología. Vol. 11, N° 2. P 49-60 - Dic. 2008 ISSN 0123-1294". [en línea]. [Consultado el 25 de marzo de 2016]. Disponible en: (<http://www.scielo.org.co/pdf/eded/v11n2/v11n2a03.pdf>).

un estudio entorno a que contenidos eran impartidos en el área de tecnología e informática, en las diferentes instituciones educativas de la ciudad de Duitama; se indagó acerca de cómo y cuantas horas se le dedican a la semana para trabajar los contenidos y como se aplicaban estos en el aula, por medio del plan de área.

Una vez recopilada la información anterior, se estableció el diseño de la mano robótica didáctica y se elaboraron varias versiones hasta obtener el prototipo final. Luego se elaboraron las guías de aprendizaje, teniendo en cuenta los aspectos técnicos y pedagógicos, con la finalidad de aplicar el prototipo en el aula de clases para la enseñanza de programación en la IDE de Arduino.

Finalmente, se estableció la institución educativa y la población objeto en la cual se realizó la prueba piloto del prototipo didáctico. En este caso, se eligió el Instituto Educativo Colegio La Nueva Familia, ubicado en la ciudad de Duitama, Boyacá. Esta institución es de carácter oficial, creada mediante Resolución 030 del 23 de enero de 2007, cuenta con aproximadamente 500 estudiantes y, hasta el año 2016, se caracterizaba por ser una de las pocas instituciones públicas de carácter académico de la ciudad.

Para la aplicación del prototipo didáctico se tomó como población objeto a los 59 estudiantes que conformaban los grados once; esto debido a que en este nivel se empiezan a trabajar los lenguajes de programación, temática apropiada para validar la utilidad de la mano robótica didáctica.

### 3. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE LA MANO ROBÓTICA DIDÁCTICA

#### 3.1 DISEÑO Y COMPONENTES DEL PROTOTIPO

El desarrollo del prototipo implica el diseño de una estructura mecánica, la cual brinda el soporte físico. En este caso se utilizaron AutoCAD 2010 y Solid Edge st6, programas que permitieron dimensionar la estructura mecánica. Luego de obtener las simulaciones de cada pieza que conforma el prototipo en los programas antes mencionados, se realizó el análisis del material a emplear en la construcción de la estructura de los cinco dedos de la mano robótica, utilizando para ello el programa Solid Edge.

La estructura de cada dedo se implementó con una manguera de PVC flexible de 23 mm de diámetro, con un refuerzo de PVC rígido en espiral anti-choque, que soporta una presión de 150 psi. Esta manguera se une a un servomotor a través de un Nylon, hilo de FluoroCarbón transparente, de 0,30 mm de diámetro y resistencia de 12,62 Kg. Los dedos se unen a una caja de madera de 3 mm de espesor, que representa la palma de la mano; en ella se encuentran 3 LEDs, diodos emisores de luz, que indican si el guante sensorial está abierto o cerrado. Los dedos son movidos por cinco servomotores SG90, con un torque de 1,98 kg-cm a 4,8 V y con un ángulo de rotación de 180°. Además, se emplearon 5 flexoresistencias SEN-10264, las cuales se adaptaron a un guante de Nylon con palma de Nitrilo. El componente electrónico se implementó en una placa de Arduino UNO-R3, la cual se programa a través del software Arduino IDE, *IntegratedDevelopmentEnvironment* por sus siglas en inglés<sup>41</sup>.

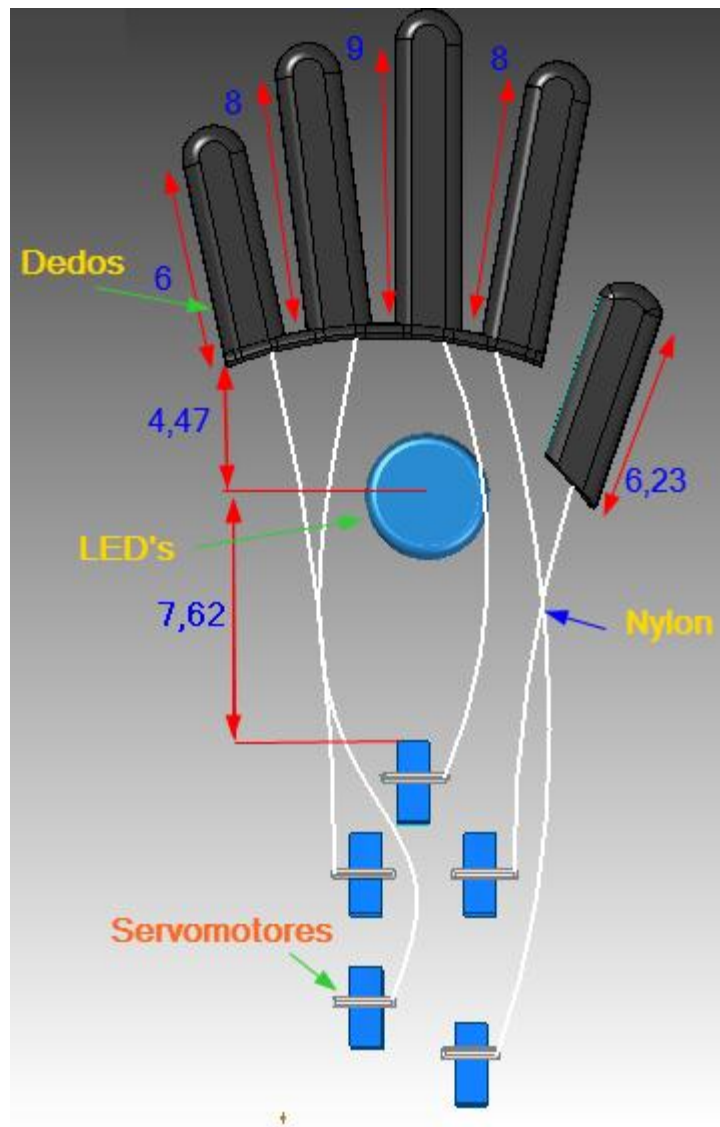
La placa de Arduino UNO R3 incorpora un microcontrolador ATmega328, el cual cuenta con 14 pines de entradas y salidas digitales, de los cuales 6 son salidas PWM; además, posee 6 entradas analógicas. En este caso, el prototipo requiere de cinco entradas analógicas para las flexoresistencias, una salida digital para el funcionamiento de las cargas lumínicas y cinco pines PWM para el control de los servomotores.

---

<sup>41</sup> Enríquez H. "Guía de usuario de Arduino. I.T.I Sistemas. Universidad de Córdoba. 13 Noviembre 2009. {En línea}. {Consultado 25 de marzo de 2016}. Disponible en: ([http://www.uco.es/aulasoftwarelibre/wp-content/uploads/2010/05/Arduino\\_user\\_manual\\_es.pdf](http://www.uco.es/aulasoftwarelibre/wp-content/uploads/2010/05/Arduino_user_manual_es.pdf)).

### 3.2 ESTRUCTURA MECÁNICA

Figura 2. Estructura mecánica de la mano robótica visualizada en Solid Edge.



Fuente: Los autores.

En la figura 2 se observa la simulación de la estructura mecánica de la mano robótica, realizada en Solid Edge, en donde se referencian: la posición de los dedos, los LEDs y los servomotores. También se aprecia el hilo que se ata a cada servomotor y a cada dedo, el cual brinda la tensión mecánica necesaria para mover la estructura. Igualmente, en la figura 2 se aprecian las dimensiones de

cada dedo y la separación que hay entre los servomotores, los cuales se ubicaron de modo que al energizarlos no se choquen entre sí, previniendo que se enreden los hilos.

Los planos tanto en AutoCAD como en Solid Edge y el Diagrama electrónico de la mano robótica, se encuentran en los anexos A, B y C, respectivamente.

### 3.3 SIMULACIÓN DE LA ESTRUCTURA MECÁNICA

La simulación de los cinco dedos permite establecer la correcta operación del material, de acuerdo con las elongaciones a las cuales serán sometidos. La tabla 1 presenta las propiedades mecánicas del PVC Flexible, con el cual se implementaron los dedos de la estructura; entre las propiedades se destacan: la densidad, el coeficiente de expansión térmica, la conductividad térmica, el calor específico, el módulo de elasticidad, el coeficiente de Poisson, el límite elástico, la tensión de rotura y el % de elongación.

Tabla 1. Propiedades del material PVC.

Propiedad	Valor
Densidad	1,45 g/cm <sup>3</sup>
Coeficiente de expansión térmica	0,000090 /C
Conductividad térmica	0,002 kW/m-C
Calor específico	0,000 J/kg-C
Módulo de elasticidad	2757,903 MPa
Coeficiente de Poisson	0,400
Límite elástico	6,895 MPa
Tensión de rotura	79,289 MPa
% de elongación	0,000

Fuente: Industrias JQ. Plásticos de ingeniería<sup>42</sup>

Para realizar la simulación es necesario identificar las fuerzas que actúan sobre cada dedo; para ello se sabe que el movimiento de cada dedo es producido por los servomotores SG90 y estos generan un torque de 1,98 kg-cm, así que si

---

<sup>42</sup> Industrias JQ S.A. " Plásticos de ingeniería. Sistema de Gestión de Calidad certificado bajo norma ISO 9001" {En línea}. {Consultado 25 de marzo de 2016}. Disponible en: (<http://www.jq.com.ar/imagenes/productos/pvc/pvcprop/dtecnicos.htm>).

realizamos el cálculo para saber cuántos Newton actúan sobre cada dedo, se tiene que:

$$9,8067 N \rightarrow 1 Kg F$$

$$X \rightarrow 1,98 Kg F$$

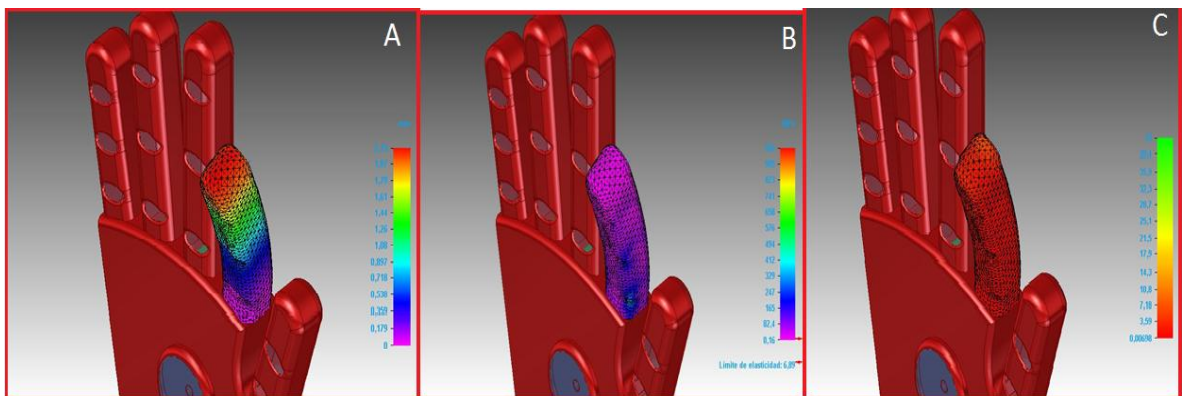
$$X = \frac{1,98 Kg F * 9,8067 N}{1 Kg F}$$

$$X = 19,417 N$$

De acuerdo con lo anterior, la fuerza que actúa sobre cada dedo producida por cada servomotor es de 19,417 N.

Con las propiedades del material PVC y habiendo identificado la fuerza, se procede hacer la simulación del desplazamiento, de tensión y del factor de seguridad para cada uno de los dedos que componen la mano robótica.

Figura 3. Simulación de esfuerzos del dedo índice.



Fuente: Los autores.

En la figura 3 se observa el detalle de la simulación en Solid Edge del dedo índice. La sección A ilustra los resultados de la traslación total de la estructura, siendo la mínima representada con el color morado con un valor de 0 mm, y la máxima representada en color Rojo, con un valor de 21,5 mm; en la sección B se aprecia la tensión a la que es sometido el dedo, donde la tensión mínima corresponde al color morado, con un valor de 0,0160 MPa, y la tensión máxima

viene dada por el color azul, con un valor de 9,87 MPa; en la sección C se muestra el factor de seguridad, donde se destaca el valor mínimo en rojo y el máximo en naranja, con valores de 0,00698 y 3,52, respectivamente.

Tabla 2. Datos obtenidos de la simulación en Solid Edge de los dedos.

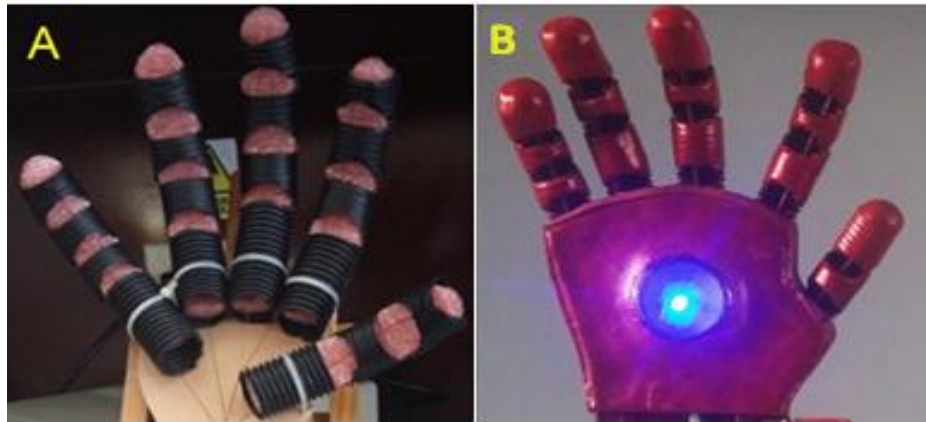
Dedo	Desplazamiento (mm)		Tensión (MPa)		Factor de Seguridad (Adimensional)	
	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
<b>Meñique</b>	0	11,8	0,0024	8,12	0,00849	3,92
<b>Anular</b>	0	24,1	0,0197	9,90	0,00696	3,49
<b>Corazón</b>	0	30,6	0,0231	11,80	0,00582	2,98
<b>Índice</b>	0	21,5	0,0160	9,87	0,00698	3,52
<b>Pulgar</b>	0	11,3	0,0183	8,58	0,00803	3,76

Fuente: Los autores.

En la tabla 2 se presentan los valores de desplazamiento, tensión y factor de seguridad, para los cinco dedos. Se destaca que para la máxima elongación, correspondiente al dedo Corazón, la tensión máxima no supera a los 79,289 MPa, lo cual reafirma que ese material no sufrirá deformaciones permanentes ante la operación normal de la estructura.

En otras palabras, los datos obtenidos en la simulación de los dedos de la mano robótica permiten establecer que ninguna de las estructura supera el punto de ruptura; es decir la fuerza que produce el servomotor no alcanza a quebrar la estructura de los dedos, gracias a las características de tensión y elasticidad del PVC. Sin embargo, el material puede presentar deformación o estiramiento si se somete a fuerzas o temperaturas mayores a las aplicadas en las simulaciones.

Figura 4. Fases de construcción de la estructura de los dedos.



Fuente: Los autores.

En la figura 4 se muestra la construcción de la estructura de los dedos. La sección A, indica que los dedos están compuestos por cinco segmentos de manguera de PVC flexible; en cada segmento se insertan pequeñas porciones de espuma, con el fin de que la estructura retorne a su posición inicial una vez que se deja de tensionar el hilo que la hace flexionar; inicialmente, para facilitar el ensamble, la estructura se encuentra asegurada a una tabla por medio de abrazaderas.

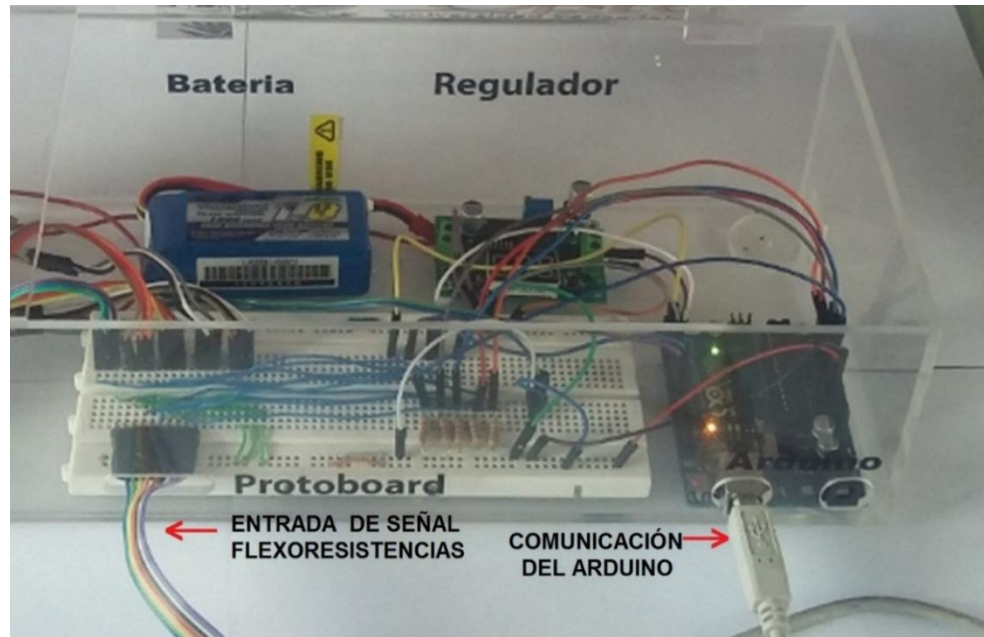
Los dedos se recubren con caucho de silicona; este material permite la torsión de los dedos, a la vez que se previenen rupturas en la manguera de PVC; la estructura se incrusta en un molde hecho en madera, el cual brinda estabilidad al armazón. En la figura 4 B se observa el acabado de la estructura, para el cual se emplea porcelanacrón y pintura metalizada en aerosol, con el fin de incrementar la dureza y mejorar la presentación.

### 3.4 DETALLE DE LOS BLOQUES FUNCIONALES

En la figura 5 se aprecia el montaje de todos los componentes electrónicos de la mano robótica. En primer lugar, se tiene la fuente de alimentación DC, una batería de Li en éste caso, la cual alimenta un regulador de 5 V, tensión de funcionamiento de los circuitos. También se tiene la placa de Arduino UNO R3, la cual procesa la información enviada desde la IDE a través del cable de comunicación; a esta placa se conectan las entradas analógicas de las flexoresistencias y las salidas digitales de los servomotores.



Figura 5. Montaje electrónico de la mano robótica.

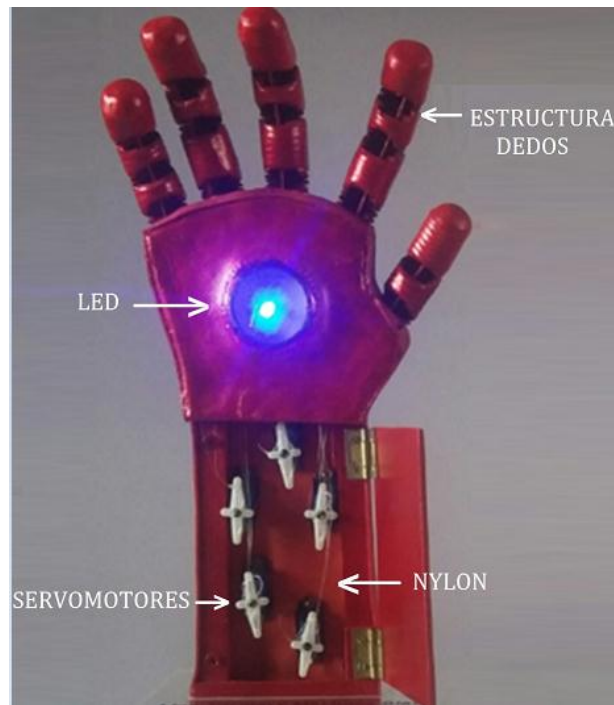


Fuente: Los autores.

El montaje electrónico se encuentra instalado dentro de una caja de acrílico de 3mm de espesor, donde se ha demarcado la ubicación de cada componente para su fácil identificación; allí también se ubica el interruptor para energizar el prototipo. El protoboard corresponde al bloque de Conexión, en el cual el estudiante realiza la conexión de los servomotores, las flexoresistencias, los LEDs y energiza la mano robótica.

El bloque de movimiento está constituido por un mecanismo que conforma la estructura física de los dedos de la mano robótica, los cuales responderán al movimiento de los servomotores, como se aprecia en la figura 6.

Figura 6. Bloque de control de la mano robótica didáctica.

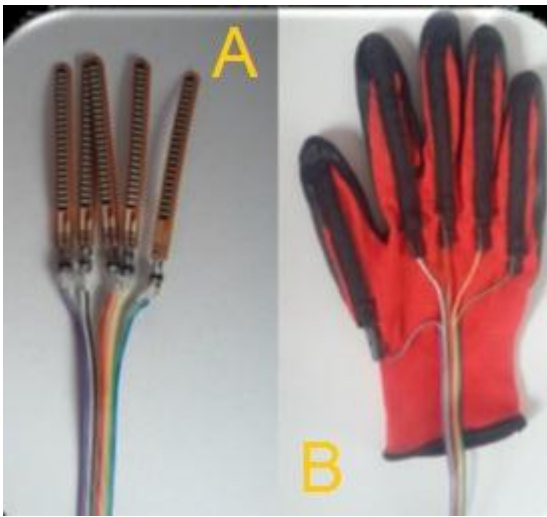


Fuente: Los autores.

En la figura 6 se observa la estructura donde se emula el movimiento de los dedos, los LEDs que indican la apertura y cierre de la mano, junto con los cinco servomotores incrustados en una caja de madera que puede ser accesada por los estudiantes.

Las flexoresistencias se montan como se muestra en la figura 7; estos elementos responden a la cantidad de curvatura a la que se someten, generando un valor de resistencia eléctrica variable. Cuando el estudiante mueve los dedos en el guante, las flexoresistencias detectan el movimiento y lo traducen en información que emplea el bloque de mando para generar los pulsos requeridos por los servomotores para replicar el movimiento.

Figura 7. Guante sensorial de la mano robótica didáctica.



Fuente: Los autores.

En la figura 7 A se aprecian las cinco flexoresistencias que se encuentran soldadas a un cable ribón de 60 cm de largo. En la figura 7 B se observa un guante de nylon con palma de nitrilo, al cual se han cocido en las falanges cinco fundas, una por cada dedo, en las cuales se insertan las flexoresistencias.

### 3.5 PROTOTIPO RESULTANTE

Hasta el momento se han realizado dos versiones del prototipo. En una primera aproximación se emplearon materiales reciclados, de bajo costo, con flexoresistencias de fabricación artesanal –papel, grafito y papel aluminio. En la figura 8 se identifican la estructura de la mano y el guante sensorial, el cual es de lana.

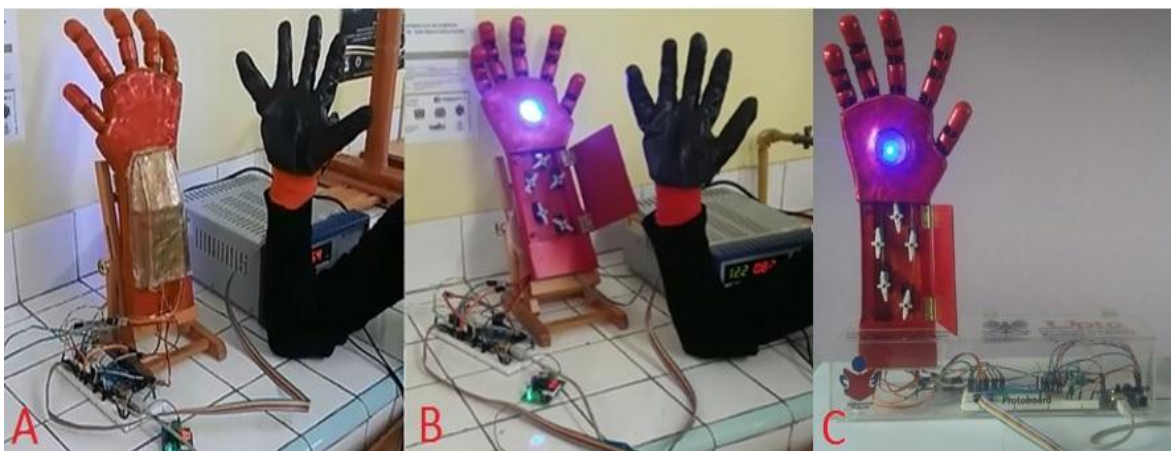
Figura 8. Primera Versión del Prototipo.



Fuente: Los autores.

La primera versión del prototipo permitió establecer la funcionalidad del diseño. Sin embargo, la interacción con los estudiantes causó el deterioro del dispositivo, esto sin contar con la falta de precisión en los movimientos de los dedos. En vista de lo anterior, se elaboró una segunda versión del prototipo, ver figura 9.

Figura 9. Versión final del prototipo.

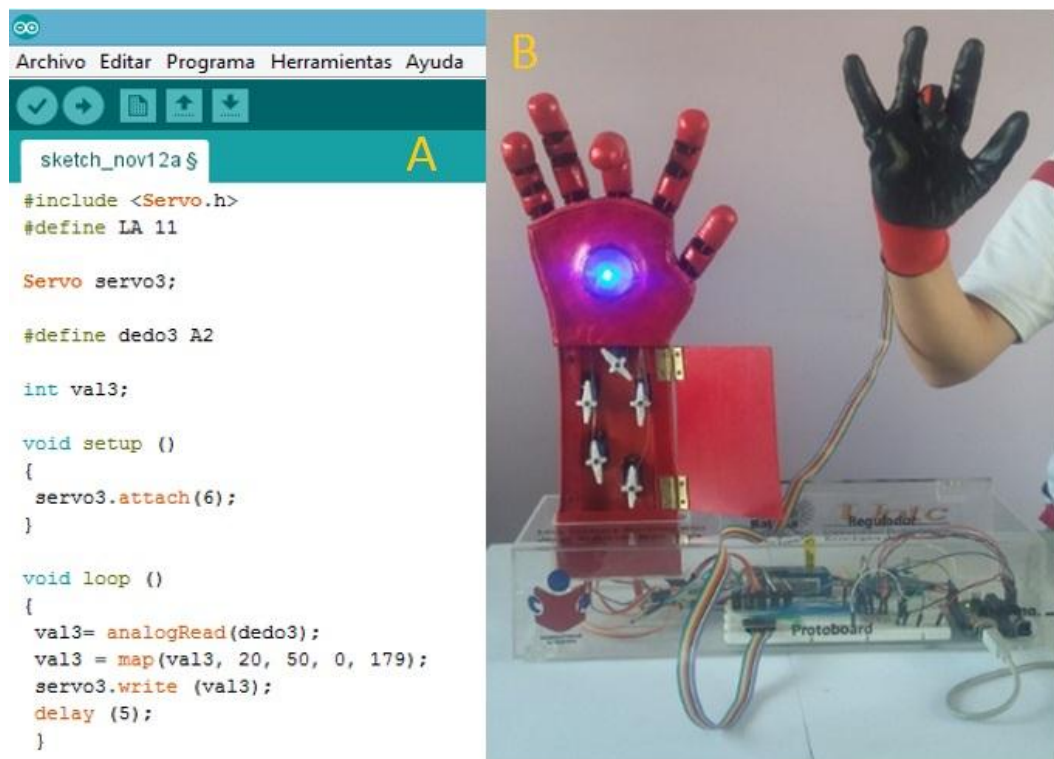


Fuente: Los autores.

En la figura 9 se presenta el prototipo final: en la sección A se muestra la parte posterior de la mano, con un diseño atractivo para los estudiantes; en la sección B se ilustra la parte frontal de la mano robótica; en la sección C se aprecia el prototipo final junto con la caja de conexión y guante sensorial. En la segunda versión de la mano robótica se emplearon flexores comerciales, lo cual permitió mejoras en la precisión. Igualmente, se emplearon materiales de mejor calidad, los cuales brindan mayor durabilidad al prototipo.

La figura 10 ilustra la programación para el funcionamiento de uno de los dedos de la mano robótica. La calibración en esta etapa es un punto importante para el buen funcionamiento del dispositivo, ya que los servomotores deben ser llevados a posiciones angulares específicas. Al enviar una señal codificada, la posición angular de los servomotores cambia y se mantendrá así mientras exista una línea de entrada; esto ocurre siempre que las flexores estén flectadas.

Figura 10. Operación con el dedo corazón.



Fuente: Los autores.

En la figura 10 A se identifica la programación del dedo corazón; en ella se incluye la librería para el manejo de los servomotores, se definen los pines a utilizar y el

mapeo para relacionar los valores de las flexoresistencias con los ángulos del servomotor. En la figura 10 B se observa a la mano robótica siguiendo el movimiento del dedo corazón realizado por un usuario.

Al alimentar el bloque sensorial y manipular el guante, los sensores flexibles envían una señal que depende del grado de flexión, cuya resistencia incrementa de acuerdo al grado de inclinación de la misma. Al variar la inclinación de los sensores se obtiene un cambio en la posición de inicio de los servomotores, haciendo que estos simulen el movimiento que realiza la persona que manipula el guante, tal y como se observa en la figura 10 B.

Desde el punto de vista técnico, se obtuvo un prototipo de mano robótica que permite los siguientes movimientos: al hacer flexión a las flexoresistencias, variará el ángulo de posicionamiento de los servomotores y, a su vez, cada dedo se moverá; cuando no haya flexión, el dedo estará a  $10^\circ$  de inclinación con respecto a la posición de máxima elongación; esto se debe a la deformación inicial de la estructura por su propio peso. Cuando el guante esté completamente cerrado, los dedos llegarán a su máxima flexión, con una posición de  $90^\circ$  respecto a su posición inicial.

Como resultado del diseño descrito anteriormente, se obtuvo un equipo portátil, llamativo y fácil de utilizar, lo cual ayuda al trabajo de los docentes a la hora de utilizarlo como material didáctico para la enseñanza de programación en Arduino, en instituciones de educación básica y media.

El proyecto se complementa con un manual de usuario, donde se brindan las indicaciones para la conexión de los componentes. Igualmente, se sugieren prácticas en algunas temáticas básicas como: estudio del funcionamiento de diferentes componentes electrónicos; circuitos eléctricos básicos: serie, paralelo y mixto; programación de entradas y salidas digitales, así como la programación de entradas análogas, en la IDE de Arduino. Los detalles de la prueba del prototipo con los estudiantes se brindan en el siguiente capítulo.



## 4. IMPLEMENTACIÓN DE LA MANO ROBÓTICA EN EL AULA

### 4.1. ASPECTOS PEDAGÓGICOS

En primera instancia fue necesario identificar el modelo pedagógico más pertinente para adelantar las temáticas a trabajar con el prototipo didáctico en el aula de clases; para ello se consultaron modelos pedagógicos tales como: tradicionalista<sup>43</sup>, romántico<sup>44</sup>, conductista<sup>45</sup>, desarrollista<sup>46</sup>, socialista<sup>47</sup> y constructivista<sup>48</sup>, entre otros.

Una vez consultados los diferentes tipos de modelos pedagógicos, se estableció como referente el **modelo constructivista**, ya que la estrategia didáctica adecuada para llevar la temática a la práctica es aplicando el método de proyectos, debido a que permite interactuar a los estudiantes en situaciones concretas y significativas y a su vez se estimula el "saber", el "saber hacer" y el "saber ser", es decir, lo conceptual, lo procedimental y lo actitudinal.

Adicionalmente, con el propósito de conocer los conceptos que tenían los estudiantes con respecto a la electrónica y la programación en la IDE de Arduino antes de la implementación del prototipo didáctico, se aplicó una prueba diagnóstica, la cual se encuentra en el anexo D de este libro. En la tabla 3 se presentan los resultados de la prueba diagnóstica.

---

<sup>43</sup>ARCKEN VAN, Hernán, PEDAGOGÍA DOCENTE: La Escuela Tradicional, [en línea]. [consultado 2 de septiembre de 2016] Disponible en: (<https://pedagogiadocente.wordpress.com/modelos-pedagogicos/la-escuela-tradicional/>)

<sup>44</sup>CARDAMEZ; Lizbeth, Para aprender a enseñar hay que aprender a aprender: "Modelo Pedagógico Romántico". [en línea]. [consultado 2 de septiembre de 2016]. Disponible en internet: <http://lamuneka-181.blogspot.com.co/2012/09/modelo-pedagogico-romantico.html>

<sup>45</sup> PEREZ MARTINEZ, Josefina, Teorías del Aprendizaje: Conductismo [en línea]. [consultado 2 de septiembre de 2016]. Disponible en internet: <https://uocic-grupo6.wikispaces.com/Conductismo>

<sup>46</sup> MONTOYA, Jorge, Modelo Pedagógico Desarrollista [en línea]. [consultado 2 de septiembre de 2016]. Disponible en internet: <http://asieselmodelopedagogico.blogspot.com.co/>

<sup>47</sup> FIERRO RINCÓN, Rosa, Modelos de Enseñanza: MODELO SOCIALISTA. [en línea]. [consultado 2 de septiembre de 2016]. Disponible en: (<http://meiteso.blogspot.com.co/2012/05/modelo-socialista.html>)

<sup>48</sup> RAMIREZ TOLEDO, Antonio. "El constructivismo Pedagógico" [en línea]. [consultado 2 de septiembre de 2016]. Disponible en: <http://ww2.educarchile.cl/UserFiles/P0001/File/EI%20Constructivismo%20Pedag%C3%B3gico.pdf>

Tabla 3. Resultados prueba diagnóstica.

Pregunta	Si		No	
	F	%	F	%
¿Identifica algunos componentes electrónicos, su modo de conexión y funcionamiento?	5	8,47	54	91,53
¿Comprende o ha realizado anteriormente algún montaje de un esquema electrónico?	3	5,08	56	94,92
¿Sabe que es un algoritmo o diagrama de flujo?	2	3,39	57	96,61
¿Tiene idea de que es un entorno de programación?	0	0	59	100
¿Ha interactuado con un robot o un prototipo didáctico en el aula de clase?	0	0	59	100
¿Sabe que es el software y hardware de Arduino?	0	0	59	100

Fuente: Los autores.

Los resultados de la prueba diagnóstica permiten evidenciar que el **97,18%** de los estudiantes **NO** tenían conocimiento alguno sobre los conceptos de electrónica y programación; mientras que el **2,82%** de los estudiantes que **SI** identificaban algunos componentes electrónicos o interpretaban un esquema electrónico, se debía a que ellos aprendieron estos conceptos de forma libre para el desarrollo de maquetas y/o proyectos de otras asignaturas.

En las condiciones anteriores, aplicar el modelo constructivista netamente puro resulta complicado, ya que los estudiantes no tienen bases o conocimientos previos con respecto a la temática. Es por ello que, junto con el modelo constructivista, también se implementaron algunas actividades de corte tradicional, con la finalidad de presentar teóricamente los conceptos básicos de electrónica, necesarios para la correcta apropiación de conocimientos por parte de los estudiantes en cuanto al uso de las tarjetas Arduino y su programación.

Para establecer las actividades más adecuadas que permitan a los estudiantes relacionarse con los saberes del área de tecnología informática, a través del



prototipo didáctico y guías de laboratorio, es necesario tener en cuenta los lineamientos de la guía 30<sup>49</sup>.

En este sentido, los objetivos de los cuales parten las actividades para el aprendizaje de los nuevos saberes, mediados por la interacción con la mano robótica didáctica, son:

- Analizar y valorar críticamente los componentes y la evolución de los sistemas tecnológicos y las estrategias para su desarrollo.
- Tener en cuenta principios de funcionamiento y criterios de selección para la utilización eficiente y segura de artefactos, productos, servicios, procesos y sistemas tecnológicos del entorno.
- Resolver problemas tecnológicos y evaluar las soluciones teniendo en cuenta las condiciones, restricciones y especificaciones del problema planteado.

Las Competencias que se espera adquieran los estudiantes, tras el desarrollo de las actividades, son:

- Conocimiento y desarrollo de artefactos y procesos tecnológicos.
- Manejo técnico, eficiente y seguro de elementos y herramientas tecnológicas.
- Identificación y solución de problemas a través de procesos tecnológicos.

#### **4.2. PLAN DE ÁREA, PLANES DE AULA Y GUÍAS DE PRÁCTICA**

Habiendo establecido el modelo pedagógico, y habiendo identificado los objetivos y las competencias, se procedió a reestructurar el plan del área de tecnología e informática, de modo que en el cuarto periodo se pudieran adelantar las temáticas de programación en Arduino.

En el plan de área se establecieron los estándares de competencias y desempeños de los contenidos del cuarto periodo. Adicionalmente, se realizaron seis planes de aula, correspondientes al desarrollo de las diferentes temáticas, de modo que sirvan como orientación a los docentes. El plan de área y los planes de aula se encuentran en los anexos E y F, respectivamente.

---

<sup>49</sup> Guía 30. “Orientaciones generales para la educación en tecnología. Ser competente en tecnología, una necesidad para el desarrollo. Ministerio de Educación Nacional. 2008”. {En línea}. {Consultado 25 de octubre de 2016}. Disponible en: ([http://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-160915\\_archivo\\_pdf.pdf](http://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-160915_archivo_pdf.pdf)).

Las guías de práctica tienen como finalidad la de facilitar al estudiante tanto la comprensión de las temáticas, como el reconocimiento y manejo del prototipo. La siguiente es la estructura utilizada en las guías:

- Nombre de la guía
- Objetivos
- Materiales
- Trabajo previo
- Procedimiento
- Evaluación / Actividad
- Bibliografía

Se elaboraron seis guías para la utilización y la conceptualización de los temas referentes a programación en la IDE Arduino, con las cuales el estudiante podrá visualizar y entender los parámetros de control y funcionamiento de la mano robótica e interactuar con ella. En la tabla 4 se indica la estructura de las seis guías de aprendizaje propuestas.

Tabla 4. Estructura de las guías de aprendizaje.

<b>Guía</b>	<b>Temática</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Competencia</b>
<b>1</b>	Introducción a la electrónica	Aprender acerca del manejo y funcionamiento del protoboard. Identificar componentes electrónicos básicos. Interpretar un circuito electrónico (montaje y funcionamiento).	Reconocer e identificar conceptos básicos de electrónica, como: manejo del protoboard e interpretación de esquemas electrónicos.
<b>2</b>	Introducción a Arduino	Identificar las características principales de la tarjeta Arduino Uno y su entorno de desarrollo. Realizar un primer proyecto que consiste en encender y apagar un LED para modificar su estado.	Comprender la interfaz de programación que tiene la tarjeta Arduino, y sus aplicaciones.
<b>3</b>	Entradas y salidas digitales	Apropiación de las funciones PinMode, digitalWrite y digitalRead, para tratar entradas y salidas digitales en Arduino. Identificación de señales digitales binarias. Diseñar diagramas esquemáticos.	Identificar las funciones PinMode, digitalWrite y digitalRead en la IDE de Arduino.
<b>4</b>	Entradas y salidas analógicas	Apropiar las funciones analogRead y analogWrite, para manejar entradas y salidas Analógicas en Arduino. Identificar los pines de entradas y salidas analógicas que tiene la tarjeta Arduino UNO.	Identificar las funciones analogWrite y analogRead en la IDE de Arduino.
<b>5</b>	Manejo de servomotores	Comprender el funcionamiento y uso de los servomotores con Arduino. Reconocer la importancia de emplear la librería Servo.h, para el manejo de los servomotores.	Determinar el concepto, funcionamiento y aplicación de la librería Servo.h para el control de servomotores.
<b>6</b>	Manejo del prototipo de mano robótica didáctica	Incorporar lo aprendido en las guías anteriores, con el fin de lograr el completo funcionamiento de la mano robótica.	Aplicación de conceptos previos para la solución de problemas.

Fuente: Los autores.

En el anexo G, a manera de ejemplo se incluye la Guía N°6. Las demás guías de aprendizaje se encuentran disponibles en el sitio WEB desarrollado para este proyecto, y pueden consultarse en la siguiente dirección: (<http://www.robotichand.260mb.net/wp/sample-page/>).

### 4.3 PLATAFORMA EDMODO Y MATERIAL COMPLEMENTARIO

Con el ánimo de que los estudiantes refuercen los conocimientos adquiridos en el aula, y a su vez tengan un espacio en el cual se pueda debatir, aclarar y despejar dudas con respecto a las diferentes temáticas, se desarrolló un entorno virtual de aprendizaje y un material complementario, tal y como se presenta a continuación:

#### 4.3.1 Plataforma EDMODO

Los sistemas de administración de contenidos, LMS por sus siglas en inglés, también conocidos como plataformas, son herramientas ampliamente utilizadas como apoyo a la docencia en diversas temáticas<sup>50</sup> ; esto debido a que facilitan la distribución de contenidos y promueven la interacción de estudiantes y docentes<sup>51</sup>. En este caso, se empleó la plataforma Edmodo como entorno virtual de aprendizaje<sup>52</sup>. Edmodo tiene la ventaja de ser gratuita y permite la comunicación entre alumnos y profesores, en un entorno cerrado y privado.

En cuanto al docente, Edmodo proporciona un espacio virtual privado en el que se pueden compartir mensajes, archivos, enlaces, calendario de aula, así como proponer tareas, actividades y gestionarlas; igualmente, permite ver el rendimiento de cada estudiante y su compromiso con la asignatura.

---

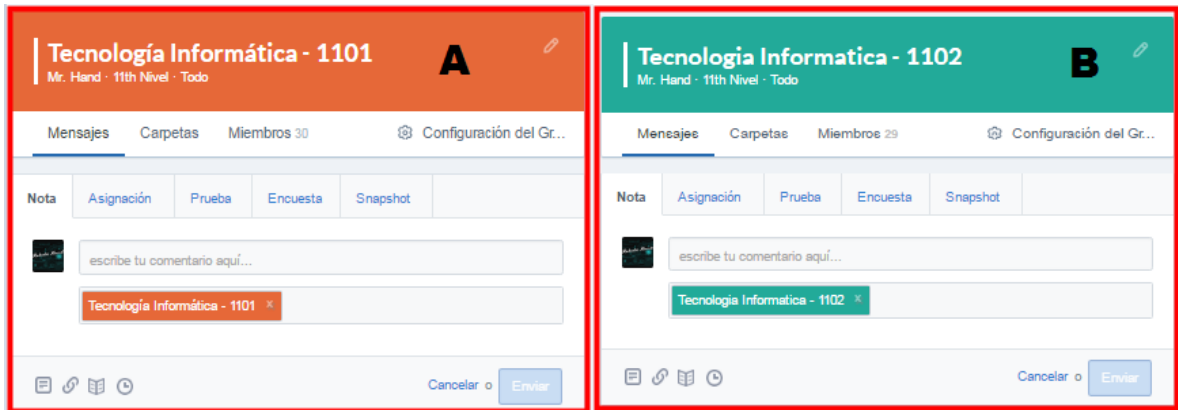
<sup>50</sup>Garcés-Pretel, M, Ruiz-Cantillo, R., Martínez-Ávila, D. "Transformación pedagógica mediada por tecnologías de la información y la comunicación (TIC). Saber, Ciencia y Libertad, 9 (2), 217-228. 2014". {En línea}. {Consultado 25 de octubre de 2016}. Disponible en: (<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5104968.pdf>)

<sup>51</sup> Torres-Ortiz, J. A., & Duarte, J. E. "Los procesos pedagógicos administrativos y los aspectos socio-culturales de inclusión y tecno-pedagogía a través de las tendencias pedagógicas en educación a distancia y virtual. Revista de Investigación, Desarrollo e Innovación, 6 (2), 179-190. 2016". {En línea}. {Consultado 25 de octubre de 2016}. Disponible en: (doi: 10.19053/20278306.4606).

<sup>52</sup> SÁEZ, J. M.; LORRAINE, J. & YOSHIRO, C. (2013). Uso de Edmodo en proyectos colaborativos internacionales en Educación Primaria. EDUTEC, Revista Electrónica de Tecnología Educativa, 43 [En línea] [consultado el 06 de septiembre del 2016] ([http://edutec.rediris.es/Revelec2/Revelec43/edmodo\\_proyectos\\_colaborativos\\_internacionales\\_primaria.html](http://edutec.rediris.es/Revelec2/Revelec43/edmodo_proyectos_colaborativos_internacionales_primaria.html))

En cuanto a los estudiantes, Edmodo brinda un entorno amigable semejante a Facebook, en el cual pueden enviar sus actividades, conocer sus calificaciones y estar informados sobre las temáticas a trabajar.

Figura 11. Grupos de estudiantes registrados en Edmodo.



Fuente: Los autores.

En la figura 11 se ilustra la organización de los dos grupos de grado undécimo en la plataforma Edmodo. En la sección A se encuentra el grupo de Tecnología Informática – 1101 con una cantidad de 30 estudiantes inscritos. En la sección B se evidencia el grupo de Tecnología Informática – 1102, con una cantidad de 29 estudiantes. Además en la figura 11 se aprecia el panel de actividades, en el cual se establecen trabajos, pruebas y encuestas.

Figura 12. Notificaciones de Actividades.



Fuente: Los autores.

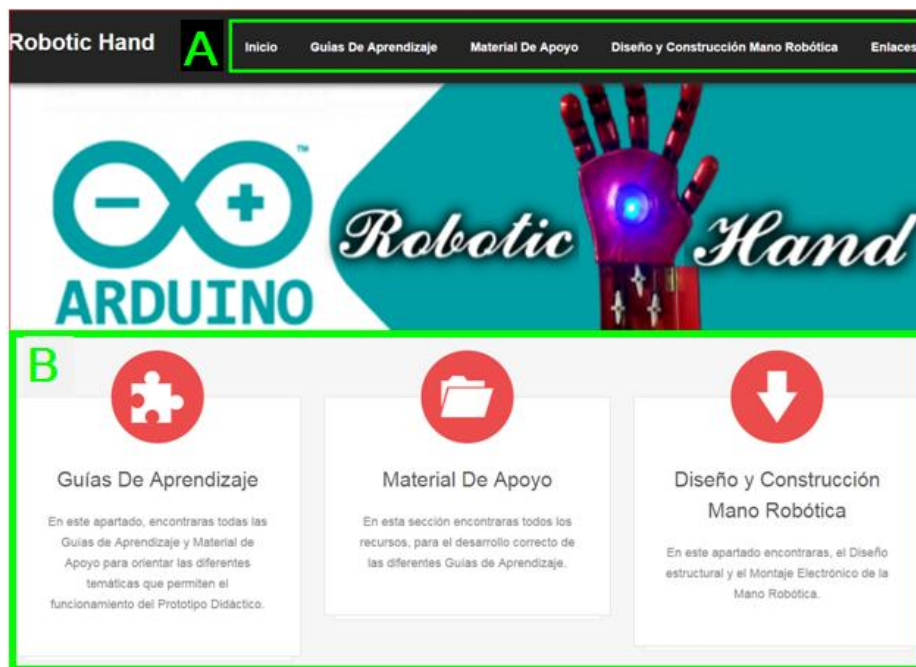
En la figura 12 se ilustra el panel de notificaciones, en el cual se evidencian algunas temáticas y actividades propuestas durante el curso. El uso de esta plataforma no solo ayuda al docente en el proceso de revisión y calificación, sino también a los estudiantes ya que la plataforma es muy amigable en el momento de contestar exámenes y subir actividades.

### 4.3.2 Material complementario

Con la intención de brindar tanto al estudiante como al docente los recursos necesarios para el desarrollo de las diferentes actividades, se elaboraron video tutoriales, guías de Aprendizaje, presentaciones, imágenes, entre otros, en varias páginas web que al final se integraron para formar un Blog alojado en Wordpress.

El Blog se puede acceder en la siguiente dirección: (<http://www.robotichand.260mb.net/wp/?i=1>). A continuación se presenta la estructura del Blog, con el fin de identificar y describir los contenidos que se encuentran en cada apartado de las diferentes páginas web.

Figura 13. Menús de entradas del blog.

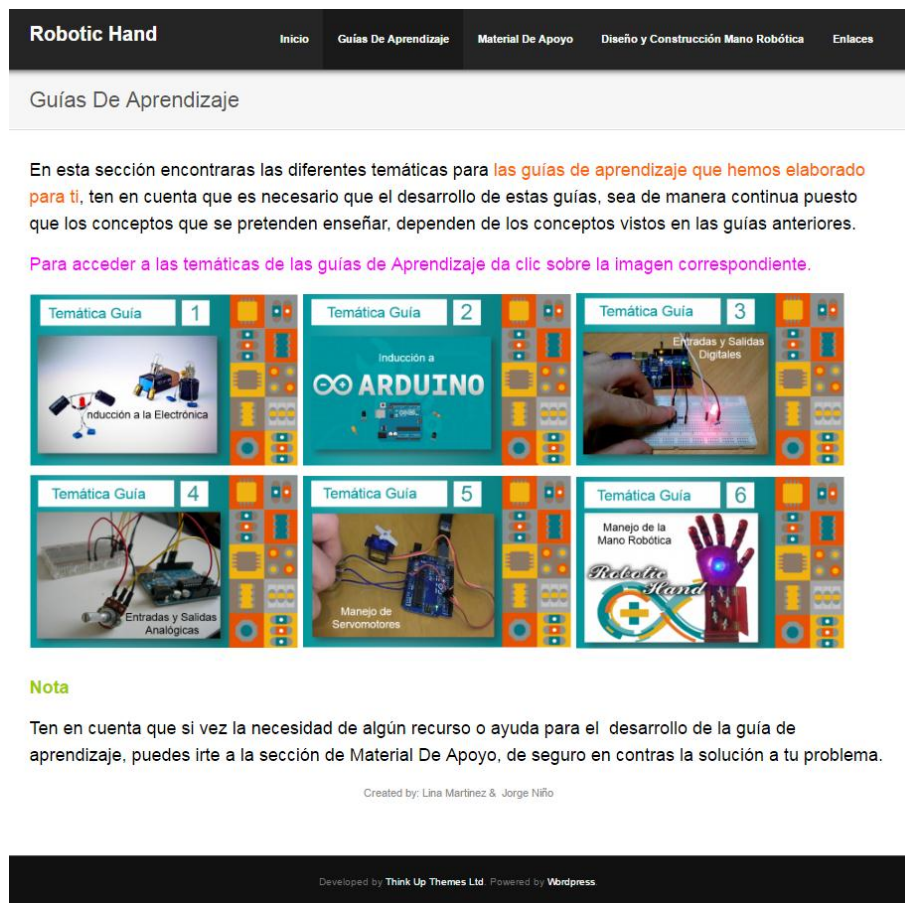


Fuente: Los autores.

En la figura 13, en la sección A y B se ilustran varios menús desplegables e interactivos que conducen a las diferentes opciones, como son: las Guías de Aprendizaje, el Material de Apoyo, el Diseño y Construcción de la Mano Robótica y los Enlaces de descarga.

## Sección guías de aprendizaje

Figura 14. Página Web, Guías de Aprendizaje.

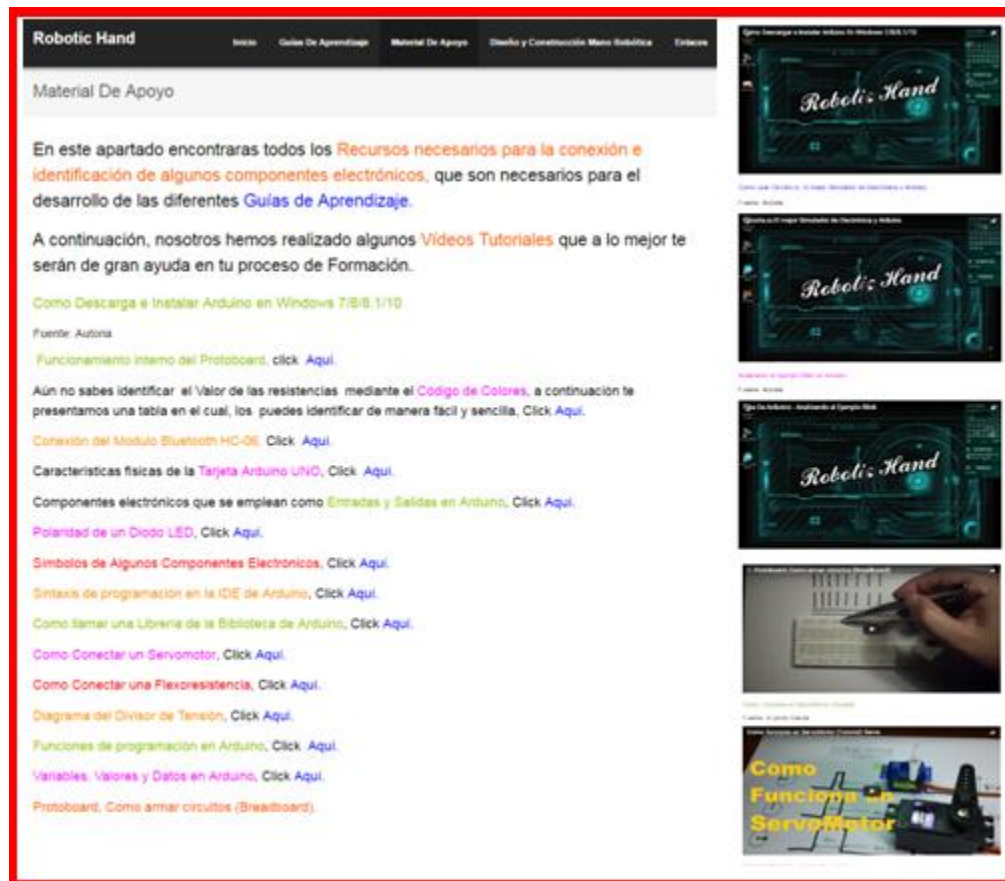


Fuente: Los autores.

En la figura 14 se ilustra la página web en donde se encuentran las 6 guías de aprendizaje descargables en versión PDF para los estudiantes, junto con respectivo material de apoyo para el plan de aula de los docentes.

## Sección material de apoyo

Figura 15. Página Web del Material de Apoyo.



**Robotic Hand**

Inicio Guías De Aprendizaje Material De Apoyo Diseño y Construcción Mapa Bibliográfica Enlaces

### Material De Apoyo

En este apartado encontraras todos los **Recursos necesarios para la conexión e identificación de algunos componentes electrónicos**, que son necesarios para el desarrollo de las diferentes **Guías de Aprendizaje**.

A continuación, nosotros hemos realizado algunos **Videos Tutoriales** que a lo mejor te serán de gran ayuda en tu proceso de Formación.

**Como Descarga e Instalar Arduino en Windows 7/8/8.1/10**  
Fuente: Autoria

**Funcionamiento interno del Protoboard**, click [Aqui](#)

Aún no sabes identificar el Valor de las resistencias mediante el **Código de Colores**, a continuación te presentamos una tabla en el cual, los puedes identificar de manera fácil y sencilla. Click [Aqui](#).

**Conexión del Módulo Bluetooth HC-05** Click [Aqui](#).

Características físicas de la **Tarjeta Arduino UNO**, Click [Aqui](#).

Componentes electrónicos que se emplean como **Entradas y Salidas en Arduino**, Click [Aqui](#).

**Polaridad de un Diodo LED**, Click [Aqui](#).

**Símbolos de Algunos Componentes Electrónicos**, Click [Aqui](#).

**Sintaxis de programación en la IDE de Arduino**, Click [Aqui](#).

**Como crear una Librería de la Biblioteca de Arduino**, Click [Aqui](#).

**Como Conectar un Servomotor**, Click [Aqui](#).

**Como Conectar una Flexoresistencia**, Click [Aqui](#).

**Diagrama del Divisor de Tensión**, Click [Aqui](#).

**Funciones de programación en Arduino**, Click [Aqui](#).

**Variables, Valores y Datos en Arduino**, Click [Aqui](#).

**Protoboard, Como armar circuitos (Breadboard)**.

**Como Descargar e Instalar Arduino en Windows (IDE UNO)**

**Como Conectar el Módulo Bluetooth HC-05 en Windows**

**Como Conectar el Motor Servomotor de Tensión y Señal**

**Como Conectar un Servomotor en Arduino**

**Como Funciona un Servomotor**

Fuente: Los autores.

En la Figura 15 se evidencia la página web del material de apoyo; en esta sección se encuentran todos los recursos que se necesitan para el desarrollo de las diferentes guías, junto con varios videos tutoriales y enlaces, los cuales sirven para retroalimentar conceptos y/o facilitar al docente la explicación de algunas temáticas.



## Sección diseño y construcción de la mano robótica

Figura 16. Página web diseño y construcción de la mano robótica.

**Robotic Hand** Inicio Guías De Aprendizaje Material De Apoyo Diseño y Construcción Mano Robótica Enlaces

### Diseño y Construcción Mano Robótica

En este apartado encontraras toda la **información y documentación** necesaria para la **construcción y manejo de la Mano Robótica**.

En el vídeo que se presenta a continuación, se puede visualizar como es el **Funcionamiento del Prototipo**, como responde este ante las señales dadas a través del guante sensorial y como se reproducen los movimientos de cada uno de los dedos en la Mano Robótica.



A continuación se presenta el **Manual de Usuario en formato PDF** en el cual se puede observar el modo de **conexión y programación de la Mano Robótica**. (Para poder descargarlo dale click sobre la siguiente imagen).



Finalmente en el siguiente enlace, encontraras el **Diseño de la Mano Robótica tanto en AutoCAD, como en SolidEdge**. A su vez se establecen los materiales con los cuales se construyo dicho artefacto tecnológico. (Para poder descargarlo dale click sobre la siguiente imagen).



Fuente: Los autores.

En la figura 16 se ilustra la sección de la página web del diseño y la construcción de la mano robótica. En primera medida se encuentra un video demostrativo de cómo fue el diseño y cómo funciona el prototipo; en segunda medida se encuentra el manual de usuario en versión descargable en donde se muestran como son las conexiones y programación de la mano robótica; Finalmente, se encuentra el diseño de manera detallada del artefacto tecnológico tanto en AutoCAD, como en Solid Edge, de cada uno de los componentes que conforman su estructura, en versión descargable.

### **Sección de enlaces**

Finalmente en la sección de enlaces se encuentran los links que direccionan a las páginas oficiales que complementan las diferentes actividades propuestas en las guías de aprendizaje; algunas de las páginas son: Edmodo, Arduino, circuits.io, y el canal Robotic hand en YouTube; este canal contiene los video tutoriales elaborados por los proyectistas, al igual que algunos videos hallados en internet, para los cuales se indica la fuente y se brinda el crédito correspondiente.

## **4.4. ACTIVIDAD DE AULA**

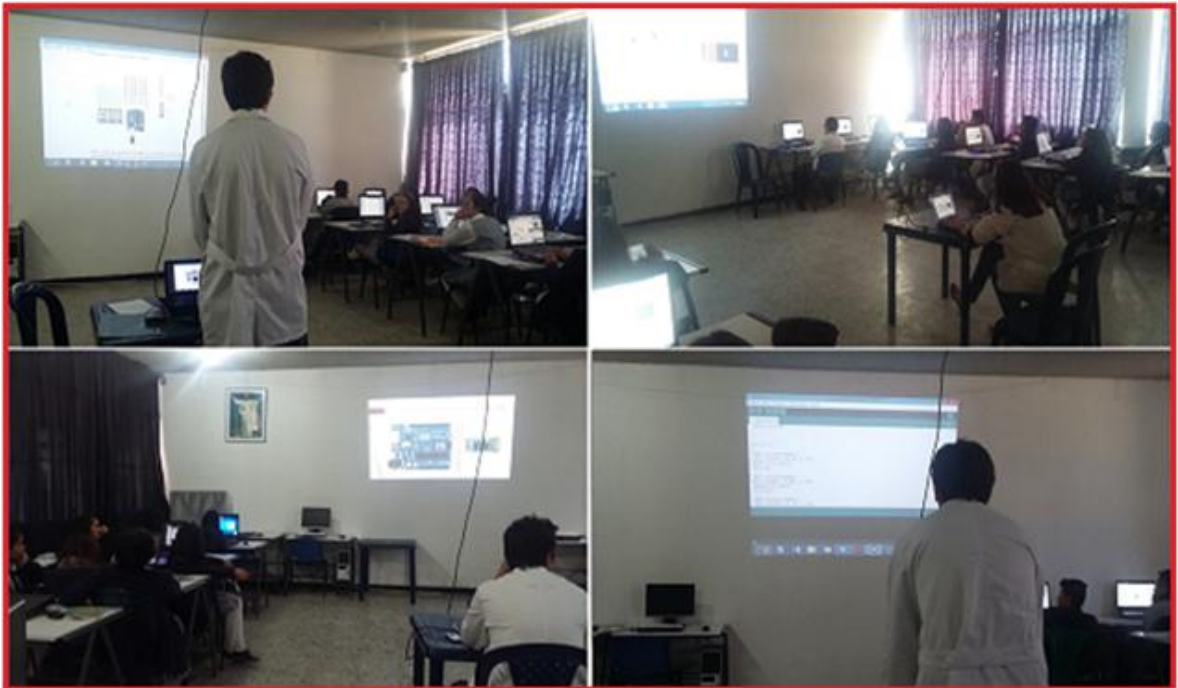
En primer lugar se estableció al Colegio la Nueva Familia como la institución educativa para desarrollar la prueba piloto. Teniendo en cuenta que la mano robótica didáctica se elaboró para ser empleada en el nivel de educación media, se trabajó con los dos grados undécimos, durante el cuarto periodo académico del año 2016. El curso 1101 tenía 30 estudiantes, 12 mujeres y 18 hombres; el curso 1102 contaba con 29 estudiantes, 7 mujeres y 22 hombres; además, la edad de los estudiantes varía entre 16 y 18 años.

La actividad de aula, apoyada en la aplicación del prototipo didáctico y demás material complementario, se desarrolló durante el cuarto periodo en el área de tecnología informática, con una intensidad de dos horas semanales por cada curso. Finalmente, se establecieron 10 sesiones de trabajo distribuidas así: la primera para aplicar la prueba diagnóstica, las 8 siguientes para desarrollar las diferentes temáticas, por medio de las guías de aprendizaje y el prototipo didáctico; en la última sesión se realizó la encuesta de satisfacción a los estudiantes y la entrevista a la docente titular del área.

Las fotos y demás evidencias de la actividad de aula que se presentan a continuación, fueron aprobadas para su divulgación con el consentimiento de los estudiantes y sus padres de familia, así como también por parte de las directivas del colegio. En el Anexo H se incluye el recibí del consentimiento informado.

La actividad de aula inició con la presentación de las instrucciones dadas por los proyectistas, con el fin de aclarar lo que se quería abordar con las guías de aprendizaje y como se iban a desarrollar durante la clase, como se ilustra en la figura 17.

Figura 17. Introducción a las temáticas por parte del docente.



Fuente: Los autores.

Luego se solicitó a los estudiantes que descargaran las diferentes guías, ya fuera a través de la plataforma Edmodo o directamente en la página web, en la cual se encuentran todos los recursos necesarios para el desarrollo de las actividades, en la siguiente dirección: (<http://www.robotichand.260mb.net/wp/sample-page/>)

Figura 18. Implementación de las actividades virtuales propuestas en las guías.



Fuente: Los autores.

En la figura 18 se observa la implementación del componente virtual de las guías de aprendizaje, para su posterior desarrollo con los elementos reales. Una vez que los estudiantes contaban con todos los recursos tanto virtuales como físicos para el correcto desarrollo de las guías, se dio paso al desarrollo de la actividad. Los estudiantes tuvieron acceso a un software gratuito de la familia AutoDesk, llamado Circuits.io, el cual permite efectuar los diferentes montajes electrónicos, así como realizar la programación en la IDE de Arduino, para comprobar su funcionamiento. La ventaja que tiene el desarrollar la guía de forma virtual, es que cada estudiante puede trabajar individualmente y de forma segura, sin correr peligro de quemar algún componente electrónico o correr algún riesgo.

Figura 19. Desarrollo de la guía de manera física.



Fuente: Los autores.

En la figura 19 se evidencia el desarrollo de las guías por parte de los estudiantes de manera física, es decir, haciendo uso de los diferentes componentes electrónicos; en este punto los estudiantes realizan los montajes propuestos, que fueron simulados anteriormente, y comprueban su funcionamiento.

Una vez desarrolladas las guías de aprendizaje, se realizó una evaluación para establecer si la temática había sido entendida; para ello se hizo uso de la mano robótica didáctica, con el fin de que plasmaran en el prototipo lo aprendido en las guías. Antes de realizar las diferentes evaluaciones, fue necesario hacer una explicación del modo de funcionamiento y conexión de la mano robótica.



Figura 20. Explicación del funcionamiento de la mano robótica didáctica.



Fuente: Los autores.

En la figura 20 se ilustra la explicación dada a los estudiantes sobre el funcionamiento de la mano robótica didáctica, tanto sobre su estructura como sobre su modo de conexión y control.

Luego que los estudiantes comprendieran el funcionamiento de cada componente del prototipo didáctico, se realizó la evaluación final sobre la mano robótica; de esta manera se permite al estudiante verificar su aprendizaje y despejar las dudas que puedan existir sobre la temática. La figura 21 presenta a los estudiantes interactuando con la mano robótica durante la prueba final.

Figura 21. Prueba final en el prototipo didáctico.



Fuente: Los autores.

Finalmente, el interés y la motivación generada en los estudiantes sobre las temáticas de electrónica y programación en la IDE de Arduino, permitió que ellos desarrollaran un proyecto para ser expuesto en la 6ª Muestra Estudiantil de Tecnología, Innovación y Emprendimiento, METIE 2016, celebrada en la cámara de comercio de la ciudad de Duitama. El proyecto consistió en un puente-grúa automatizado con Arduino, en el cual los estudiantes pudieron aplicar el conocimiento adquirido en el aula de clase.

Figura 22. Participación de los estudiantes en el METIE 2016.



Fuente: Los autores.

La figura 22 ilustra la participación de los estudiantes en la muestra tecnológica, presentando el proyecto del Puente-grúa. Esta experiencia fue muy significativa para los estudiantes, ya que vieron premiado su esfuerzo al obtener el primer lugar en la categoría de diseño de la feria. Igualmente, se constituyó en un éxito para la institución pues, por primera vez, el área de tecnología e informática participaba en un evento de este tipo. El agradecimiento dado a los proyectistas por el Señor rector, al haber promovido la participación del colegio en el evento, se encuentra en el anexo I.

#### 4.5. OPINIÓN DE LOS USUARIOS

Para medir el impacto que tuvo la mano robótica didáctica en los 59 estudiantes que participaron en las actividades, se aplicó una encuesta de 7 preguntas, de las cuales las 4 primeras se valoran como: Excelente, Bueno, Regular y Malo, mientras que las 3 preguntas restantes se valoran como Sí o No. El formato de la encuesta se encuentra en el anexo J de este libro.

Los resultados de la encuesta se presentan en las tablas 5 y 6, respectivamente; ellos permiten discutir sobre el impacto que tuvo la mano robótica didáctica, así como la utilidad de los materiales complementarios, a saber: videos tutoriales, plataforma EDMODO, guías de aprendizaje y páginas web, entre otros.



Tabla 5. Resultados encuesta de satisfacción del prototipo.

<b>Pregunta</b>	<b>Excelente</b>	<b>Bueno</b>	<b>Regular</b>	<b>Malo</b>
<b>1.</b> ¿En qué nivel considera usted que se encuentra, respecto a las habilidades adquiridas para programar en la IDE de Arduino?	55	3	1	0
<b>2.</b> ¿Respecto al Funcionamiento, en el momento de interactuar con la Mano robótica, su experiencia la podría considerar como?	59	0	0	0
<b>3.</b> ¿Respecto al Diseño, su impresión frente a la mano robótica fue?	59	0	0	0
<b>4.</b> ¿Respecto a la Conexión, en el momento de realizar los montajes electrónicos en el Protoboard, su experiencia la podría considerar como?	51	8	0	0

Fuente: Los autores.

Tabla 6. Resultados encuesta de satisfacción del prototipo.

<b>Pregunta</b>	<b>SI</b>	<b>NO</b>
<b>5.</b> ¿Considera usted que las guías presentadas para la conexión, programación y manejo del prototipo didáctico fueron las más adecuadas para su uso?	58	1
<b>6.</b> ¿Considera que la mano robótica es adecuada para la enseñanza de las temáticas de: servomotores, sensores y cargas lumínicas?	59	0
<b>7.</b> ¿La plataforma EDMODO, los video-tutoriales y la página web, le fueron útiles para aprender a programar en la IDE de Arduino?	57	2

Fuente: Los autores.

A continuación se analizan las respuestas a las 7 preguntas, las cuales permiten establecer la satisfacción de los estudiantes en cuanto al uso del prototipo didáctico:

1. En cuanto a las habilidades adquiridas para programar en la IDE de Arduino, el 93,23% (55 estudiantes), lo relacionaron con excelente, pues consideran que dominan y comprenden con facilidad cada uno de los componentes y funciones vistas; el 5,08%(3 estudiantes), lo relacionaron con bueno, ya que consideran que dominan de manera aceptable cada uno de los componentes y funciones vistas; mientras que solo 1 estudiante respondió que regular, debido a que presenta alguna dificultad a la hora de programar y no logra dominar de manera correcta el lenguaje de programación.
2. En cuanto a la interacción con la mano robótica, todos los estudiantes opinan que es excelente, debido a que consideran que el prototipo se encontraba en perfectas condiciones, respondía de manera eficaz a las órdenes dadas y los componentes electrónicos funcionaban de manera adecuada.
3. Frente al diseño del prototipo, los 59 estudiantes lo consideran como Excelente, pues opinan que la mano robótica tiene un diseño llamativo, es rígida y segura al no presentar ningún riesgo, tanto para el estudiante, como para la estructura.
4. En el momento de realizar los diferentes montajes electrónicos en el Protoboard, el 86,44% (51 estudiantes), lo relacionaron con excelente, pues opinan que en el prototipo se logran identificar los diferentes componentes electrónicos, el espacio de conexión es amplio y su energización es segura; el 13,56%(8 estudiantes), lo relacionaron con bueno, debido a que consideran que en la mano robótica no se lograban identificar muy bien los componentes electrónicos y el espacio de conexión es medianamente amplio, sin embargo su energización es segura.
5. ¿las guías presentadas para la conexión, programación y manejo del prototipo didáctico fueron adecuadas?: el 98,31% (58 estudiantes), respondieron que Si, ya que la información presentada en cada guía es clara y coherente con lo visto en clase; solo 1 estudiante opinó que No, ya que se le dificultó el desarrollo de las mismas.
6. El uso de la mano robótica para el proceso de enseñanza de temáticas de servomotores, sensores y cargas lumínicas resultan ser adecuadas?: los 59 estudiantes opinan que Si, ya que en el prototipo didáctico se encuentran todos los componentes electrónicos para ser programados, a la vez que se puede visualizar su función dentro de la mano robótica.

7. ¿El uso de la plataforma EDMODO, los video tutoriales y la página web, para el aprendizaje de programación en la IDE de Arduino, es útil?: el 96,61% (57 estudiantes), consideran que Si, ya que resulta ser un complemento bastante útil para la aprehensión de las nuevas temáticas; el 3,39% (2 estudiantes), lo relacionaron con No, pues para el ingreso a EDMODO presentaron inconvenientes.

De acuerdo con los resultados anteriores, se puede apreciar que para los estudiantes, la interacción con el prototipo didáctico y el material complementario fue adecuada, pues despertó en ellos el deseo por aprender las temáticas de programación en la IDE de Arduino y la electrónica. Por otra parte, se puede decir que la implementación del prototipo despierta la curiosidad del estudiante y facilita considerablemente la labor del docente, en cuanto a la enseñanza de temáticas complejas.

Finalmente, se puede decir que el diseño del prototipo fue el más pertinente para implementación en el aula de clases, lo cual se corrobora con el alto nivel de aceptación por parte de los estudiantes. Adicionalmente y no menos importante, la mano robótica didáctica cumple con los requisitos técnicos y pedagógicos para ser un artefacto tecnológico didáctico, seguro y fácil de operar.

Teniendo en cuenta que las actividades se llevaron a cabo con el acompañamiento de la docente titular del área de tecnología e informática, se realizó una entrevista para establecer su opinión sobre el prototipo didáctico y su utilización en el aula de clases. A continuación se presentan los apartados más importantes de esa entrevista:

1. Respecto a si son adecuadas las guías, el plan de aula y el plan de área, mediados por el empleo del prototipo didáctico, la docente respondió que Sí. Ella manifiesta que las temáticas se presentan de manera explícita y puntual, que los planes de área y de aula facilitan la tarea del docente a la hora de implementar la temática de programación en la IDE de Arduino; además, las guías ayudan al aprendizaje de los estudiantes.
2. En cuanto a si son adecuadas las temáticas implementadas para la enseñanza de programación en la IDE Arduino, a través del manejo del prototipo didáctico, la docente indicó que Sí. Ella considera que los temas tratados a lo largo del cuarto periodo acerca de programación en la IDE Arduino, fueron: claros, coherentes y secuenciales, para que los estudiantes comprendieran desde lo más básico a lo más complejo de la temática; además, esta se veía complementada cuando los estudiantes interactuaban con el prototipo didáctico.

3. En cuanto a si la docente considera que los estudiantes adquirieron habilidades para programar en la IDE de Arduino, luego de haber interactuado con el prototipo didáctico, la docente indicó que Sí. Ella expresó que, si bien aprender a programar es aprender un lenguaje nuevo y por ende es muy complejo tanto enseñarlo como aprenderlo, observó en los estudiantes un gran interés y apropiación de la temática; esto les permitió estar atentos a las explicaciones de los docentes, facilitando el desarrollo de programas complejos como lo es el control de la mano robótica.
4. Con referencia a si el prototipo fue llamativo y pertinente para que los estudiantes se interesaran por la temática de programación, la docente indicó que Sí. Esto debido a que para la docente, el prototipo representa ingenio y creatividad, ya que en él se pueden trabajar varias temáticas; a su vez resulta ser un artefacto llamativo por no ser tan convencional, a diferencia de un carro seguidor de luz. Otro punto por el cual el prototipo didáctico es llamativo es que evidentemente representa la mano del comic popular Iron Man de Marvel comics; el hecho de que se asemeje la mano robótica a la del superhéroe, permite a los estudiantes evidenciar que se puede llevar la ficción a la realidad y esta curiosidad es la que motivó el interés por el aprendizaje de programación en el aula de clase.
5. Con respecto a si se consideran útiles la plataforma Edmodo, los videos tutoriales y la página web para que los estudiantes aprendan a programar en la IDE de Arduino, la docente indicó que Sí. Para ella el uso de estas herramientas complementa lo explicado en el aula de clases; además de estar disponibles para los estudiantes cuando las necesiten o estén desarrollando las guías, sirven para las demás personas que estén interesadas en aprender a programar. Por otra parte se podría decir que este material educativo ayuda al trabajo independiente por parte del estudiante y facilita el seguimiento por parte del docente.

Al final de la entrevista, la docente del área de tecnología e informática realizó la siguiente observación:

“Considero que, aunque la temática de programación en Arduino es muy compleja de comprenderla y aún más, lograr transmitirla a los estudiantes resulta muy difícil, los proyectistas realizaron un excelente trabajo no solamente diseñando y elaborando el prototipo didáctico, sino también con la unidad didáctica diseñada para los docentes, e incluso con los recursos y materiales educativos elaborados por ellos mismos: esto evidencia su compromiso y dedicación. Es por esta razón que las temáticas impartidas quedaron claras y los deseos por seguir aprendiendo por parte de los estudiantes aumentaron. ¡Felicidades y esperamos que su ingenio y deseos de transformar la escuela sigan perdurando por siempre en su vida como futuros docentes!”.

## 5. CONCLUSIONES

Este proyecto de investigación tuvo como propósito el desarrollo de una Mano Robótica Didáctica que permitiera el aprendizaje integral de programación en Arduino en los estudiantes de los grados décimo y once, en una institución educativa de la ciudad de Duitama. La institución seleccionada para la prueba piloto fue el colegio la Nueva familia, en la cual se trabajó con 59 estudiantes pertenecientes al grado once.

El diseño del prototipo se realizó en AutoCAD y Solid Edge, programas que permitieron dimensionar la estructura mecánica. El control electrónico se efectuó a través de una tarjeta Arduino, la cual permite leer el estado de los sensores, flexoresistencias en este caso, a la vez que genera las señales para controlar los servomotores responsables del movimiento.

En una primera aproximación se construyó una versión de bajo costo, con materiales reciclados, la cual permitió validar el diseño propuesto. La versión final se construyó con materiales disponibles comercialmente, lo cual mejoró la precisión de los movimientos, así como la estética y la durabilidad del prototipo. El diseño descrito anteriormente dio como resultado un equipo portátil, llamativo y fácil de utilizar, lo cual ayuda al trabajo de los docentes a la hora de emplearlo como material didáctico para la enseñanza de programación en Arduino, en instituciones de educación básica y media.

La aplicación del prototipo en el aula implicó la estructuración del plan de área para el cuarto periodo, ya que la prueba piloto se realizó entre los meses de septiembre a noviembre de 2016. Igualmente se implementaron seis planes de aula, en los cuales se especificaron las actividades a realizar para lograr el completo funcionamiento del prototipo, partiendo desde lo más básico a lo más complejo de manera secuencial, fomentando en los estudiantes el trabajo grupal y el aprendizaje significativo.

La práctica de aula se realizó con el apoyo de una plataforma de administración de contenidos, LMS por sus siglas en inglés, a través de la cual el estudiante pudo acceder a información complementaria y resolver dudas en foros programados específicamente sobre la temática. De esta manera se busca integrar a las Tecnologías de la Información y la Comunicación, TIC, para promover la transformación pedagógica que potencie procesos de interacción, autonomía, el aprender a aprender y la participación activa de los estudiantes en su proceso formativo.

Desde el punto de vista pedagógico, los resultados permiten establecer que el prototipo didáctico fue llamativo y pertinente para la apropiación de conceptos de programación en la IDE de Arduino. En este sentido, los estudiantes lograron alcanzar los objetivos propuestos en las guías de aprendizaje, apropiando los conocimientos asociados a las actividades planteadas. Esto último se verifica en la participación exitosa de los estudiantes en el METIE 2016, lo cual es resultado de su motivación por la temática.

Precisamente, gracias a la motivación adquirida por los estudiantes tras interactuar con el prototipo didáctico, ellos ocuparon el primer Lugar en la 6ª muestra Estudiantil de Tecnología, Innovación y Emprendimiento, METIE 2016, en la categoría de diseño, luego de participar con un proyecto en donde aplicaron los conocimientos adquiridos de programación y electrónica.

En cuanto al material educativo para impartir la temática de programación, a saber: mano robótica didáctica, plan de área, plan de aula, plataforma Edmodo, blog, canal de YouTube, guías de aprendizaje, entre otros, el docente titular de la asignatura de tecnología e informática, consideró apropiado su diseño, estructura y aplicación en el aula de clase. Esto debido a que la implementación de artefactos en el aula motiva a los estudiantes para el aprendizaje de nuevas temáticas, especialmente de aquellas relacionadas con tecnología.

La realización de una mano robótica como prototipo didáctico, a diferencia de otros prototipos como: seguidor de luz, seguidor de línea, maquetas de ascensores o semáforos, tiene como ventaja el ser poco común, resultando así un artefacto más llamativo para el estudiante.

La mano robótica fue diseñada y construida de tal modo que los estudiantes pueden interactuar con ella de forma segura, permitiendo el acceso a los diversos componentes, lo cual resalta el aspecto didáctico del prototipo. Adicionalmente, el prototipo permite abordar temáticas como: el software Arduino, activación de LEDs, programación de servomotores y adquisición de información a través de sensores, entre otras.

En este proyecto se logró integrar la teoría con la práctica mediante la implementación de las diversas actividades planteadas. Así mismo, se fomentó la construcción del aprendizaje autónomo, partiendo del aprendizaje significativo, permitiendo que los estudiantes desarrollaran las competencias necesarias para su aprendizaje.

Finalmente, cabe resaltar que el prototipo se ha presentado en algunas muestras de ciencia y tecnología, tales como: 5ª Muestra Estudiantil de Tecnología, Innovación y Emprendimiento (METIE 2015); XIV Encuentro Regional de Semilleros de Investigación (RedCOLSI Nodo Boyacá, 2016); IV CONGRESO INTERNACIONAL y XII NACIONAL DE EDUCACIÓN EN TECNOLOGÍA E INFORMÁTICA: “Experiencias en la Práctica Pedagógica 2016” (REPETIC); y XX JORNADA DE LA INVESTIGACIÓN 2016 "Investigación y Tecnología: Estrategias para la Construcción de un país" (UPTC 2016). En estos eventos el prototipo despertó el interés por parte de estudiantes y docentes, al querer entender cómo fue su modo de construcción, programación y conexión. Igualmente, el diseño y construcción de la mano robótica didáctica fue publicado en un artículo de la Revista Colombiana de Tecnologías de Avanzada, vol. 28 No. 2, junio-diciembre de 2016, al cual puede accederse en la página WEB de la revista.

## BIBLIOGRAFÍA

ALTAMIRANO-SANTILLÁN, E. V., VALLEJO-VALLEJO, G. E., & CRUZ-HURTADO, J. C. (2017). Monitoreo volcánico usando plataformas Arduino y Simulink. REVISTA DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO E INNOVACIÓN, 7(2).

ANGARITA VELANDIA, A.; FERNÁNDEZ MORALES, F; DUARTE, JL. "Relación del material didáctico con la enseñanza de ciencia y tecnología. Vol. 11, Nº 2. P 49-60 - Dic. 2008 ISSN 0123-1294". {En línea}. {Consultado el 25 de marzo de 2016}. Disponible en: (<http://www.scielo.org.co/pdf/eded/v11n2/v11n2a03.pdf>).

ANGARITA-VELANDIA, M. A., FERNÁNDEZ-MORALES, F. H., DUARTE, J. E. "Utilización de material didáctico para la enseñanza de los conceptos de ciencia y tecnología en niños. Revista de Investigación, Desarrollo e Innovación, 2 (1), 35-43. 2011". {En línea}. {Consultado 25 de marzo de 2016}. Disponible en: ([http://revistas.uptc.edu.co/revistas/index.php/investigacion\\_duitama/article/view/1307](http://revistas.uptc.edu.co/revistas/index.php/investigacion_duitama/article/view/1307)).

ANGARITA-VELANDIA, M. A., FERNÁNDEZ-MORALES, F. H., DUARTE, J. E. "La didáctica y su relación con el diseño de ambientes de aprendizaje: una mirada desde la enseñanza de la evolución de la tecnología. Revista de Investigación, Desarrollo e Innovación, 5 (1), 46–55. 2014". {En línea}. {Consultado 25 de marzo de 2016}. Disponible en: (<https://doi.org/10.19053/20278306.3138>).

ARCKEN VAN, Hernán, PEDAGOGÍA DOCENTE: La Escuela Tradicional, {En línea}. {Consultado 2 de septiembre de 2016} Disponible en: (<https://pedagogiadocente.wordpress.com/modelos-pedagogicos/la-escuela-tradicional/>).

ARDUINO, {en línea}. {Consultado 25 de marzo de 2016}. Disponible en: (<https://www.arduino.cc/en/Guide/Introduction>).

BARRERA LOMBANA, Nelson. "Uso de la Robótica educativa como estrategia didáctica en el aula. Praxis & Saber. Revista de Investigación y Pedagogía Maestría en Educación. UPTC.Vol.6. Nº 11 P 215-234 - JUN. 2015. ISSN 2216-0159". {En línea}. {Consultado el 25 de marzo de 2016}. Disponible en: (<http://www.scielo.org.co/pdf/prasa/v6n11/v6n11a10.pdf>).



BRAVO SÁNCHEZ, Flor Ángela. "La robótica como un recurso para facilitar el aprendizaje y desarrollo de competencias generales". {En línea}. {Consultado 25 de marzo de 2016}. Disponible en: (<http://www.redalyc.org/pdf/2010/201024390007.pdf>).

BRAVO-SÁNCHEZ, F. A., FORERO-GUZMÁN, A. "La robótica como un recurso para facilitar el aprendizaje y desarrollo de competencias generales. Revista Teoría de la Educación: Educación y Cultura en la Sociedad de la Información, 13 (2), 120-136. 2012". {En línea}. {Consultado 25 de marzo de 2016}. Disponible en: (<http://www.redalyc.org/pdf/2010/201024390007.pdf>).

CARDAMEZ; Lizbeth, Para aprender a enseñar hay que aprender a aprender: "Modelo Pedagógico Romántico". {En línea}. {Consultado 2 de septiembre de 2016}. Disponible en: (<http://lamuneka-181.blogspot.com.co/2012/09/modelo-pedagogico-romantico.html>).

CÁRDENAS, J. A., PRIETO-ORTÍZ, F. A. "Diseño de un algoritmo de corrección automática de posición para el proceso de perforado PCB, empleando técnicas de visión artificial. Revista de Investigación, Desarrollo e Innovación, 5 (2), 107-118. 2015". {En línea}. {Consultado 25 de marzo de 2016}. Disponible en: ([http://revistas.uptc.edu.co/revistas/index.php/investigacion\\_duitama/article/view/3720](http://revistas.uptc.edu.co/revistas/index.php/investigacion_duitama/article/view/3720)).

CARREÑO-BODENSIEK, C. G. "Sistema de control y monitoreo automatizado para gases en minas de carbón. Revista de Investigación, Desarrollo e Innovación, 1 (1), 61-69. 2010." {En línea}. {Consultado 25 de marzo de 2016}. Disponible en: ([http://revistas.uptc.edu.co/revistas/index.php/investigacion\\_duitama/article/view/1294](http://revistas.uptc.edu.co/revistas/index.php/investigacion_duitama/article/view/1294)).

CASTELLANOS-NIÑO, C. A. "Interacción social en asesoría de proyectos escolares mediados por el e-Learning. Revista de Investigación, Desarrollo e Innovación, 2(2), 30–38. 2012". {En línea}. {Consultado 25 de marzo de 2016}. Disponible en: ([http://revistas.uptc.edu.co/revistas/index.php/investigacion\\_duitama/article/view/1313](http://revistas.uptc.edu.co/revistas/index.php/investigacion_duitama/article/view/1313)).

CONVENIO ANDRES BELLO. Secretaria de educación departamental del SEDCHOCO. "Foro de Discusión sobre Gestión de la Calidad Educativa". {En línea}. {Consultado 25 de marzo de 2016} Disponible en:(

<http://convenioandresbello.org/choco/redchoco/forums/topic/discusion-sobre-el-plan-de-estudios-plan-de-area-y-plan-de-aula/>).

DELGADO, J., GÜELL, J., GARCÍA, J., CONDE, M., CASADO, V. "Aprendizaje de la programación en el Citilab. Revista Iberoamericana de Ciencia Tecnología y Sociedad, 8 (23), 123-133. 2014". {En línea}. {Consultado 25 de marzo de 2016}. Disponible en: ([http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1850-00132014000200008&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1850-00132014000200008&lng=es&tlng=es)).

ENRÍQUEZ H. "Guía de usuario de Arduino. I.T.I Sistemas. Universidad de Córdoba. 13 Noviembre 2009. {En línea}. {Consultado 25 de marzo de 2016}. Disponible en: ([http://www.uco.es/aulasoftwarelibre/wp-content/uploads/2010/05/Arduino\\_user\\_manual\\_es.pdf](http://www.uco.es/aulasoftwarelibre/wp-content/uploads/2010/05/Arduino_user_manual_es.pdf)).

FERNÁNDEZ MORALES F. H. DUARTE J. E. "Grupo De Investigación En: Didáctica Para La Enseñanza De La Ciencia Y La Tecnología En Niños" [en línea]. [Consultado 25 de marzo de 2016] Disponible en:([http://www.uptc.edu.co/export/sites/default/facultades/f\\_duitama/pregrado/tecnologia/inf\\_adicional/documentos/decten\\_hoj\\_vida.pdf](http://www.uptc.edu.co/export/sites/default/facultades/f_duitama/pregrado/tecnologia/inf_adicional/documentos/decten_hoj_vida.pdf)).

FIERRO RINCÓN, Rosa, Modelos de Enseñanza: MODELO SOCIALISTA. {En línea}. {Consultado 2 de septiembre de 2016}. Disponible en: (<http://meiteso.blogspot.com.co/2012/05/modelo-socialista.html>).

GARCÉS-PRETEL, M, RUIZ-CANTILLO, R., MARTÍNEZ-ÁVILA, D. "Transformación pedagógica mediada por tecnologías de la información y la comunicación (TIC). Saber, Ciencia y Libertad, 9 (2), 217-228. 2014". {En línea}. {Consultado 25 de octubre de 2016}. Disponible en: (<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5104968.pdf>).

GARCÍA-HURTADO, N. D., CASTILLO-GARCÍA, L. F., ESCOBAR-JIMÉNEZ, A. J. "Plataforma robótica educativa "ROBI". Revista Colombiana de Tecnologías de Avanzada, 1 (19), 140-144. 2012". {En línea}. {Consultado 25 de marzo de 2016}. Disponible en: ([http://revistas.unipamplona.edu.co/ojs\\_viceinves/index.php/RCTA/article/view/163](http://revistas.unipamplona.edu.co/ojs_viceinves/index.php/RCTA/article/view/163)).

GAUSIN, Saúl, [en línea]. Blog spot cómputo integrado [consultado 25 de marzo de 2016] Disponible en: (<http://computointegrado.blogspot.com.co/2012/04/uso-de-flex-sensor-con-arduino.html>).

Guía 30. "Orientaciones generales para la educación en tecnología. Ser competente en tecnología, una necesidad para el desarrollo. Ministerio de Educación Nacional. 2008". {En línea}. {Consultado 25 de octubre de 2016}. Disponible en: ([http://www.mineducacion.gov.co/1621/articulos-160915\\_archivo\\_pdf.pdf](http://www.mineducacion.gov.co/1621/articulos-160915_archivo_pdf.pdf)).

GUTIÉRREZ-RÍOS, J., MARTÍNEZ-OVIEDO, E., PEÑA-CORTÉS, C. A. "Desarrollo de un módulo didáctico de robótica paralela y visión artificial con un sistema de sujeción universal. Revista Colombiana de Tecnologías de Avanzada, 1 (21), 74-80. 2013". {En línea}. {Consultado 25 de marzo de 2016}. Disponible en: ([http://revistas.unipamplona.edu.co/ojs\\_viceinves/index.php/RCTA/article/view/299/362](http://revistas.unipamplona.edu.co/ojs_viceinves/index.php/RCTA/article/view/299/362)).

Industrias JQ S.A. " Plásticos de ingeniería. Sistema de Gestión de Calidad certificado bajo norma ISO 9001" {En línea}. {Consultado 25 de marzo de 2016}. Disponible en: (<http://www.jq.com.ar/imagenes/productos/pvc/pvcprop/dtecnicos.htm>).

LEÓN-MEDINA, J. X., & TORRES-BARAHONA, E. A. "Herramienta para el diseño de sistemas de posicionamiento tridimensional usados en fabricación digital. Revista de Investigación, Desarrollo e Innovación, 6 (2), 155–167. 2015". {En línea}. {Consultado 25 de marzo de 2016}. Disponible en: (<http://doi.org/10.19053/20278306.4603>).

MÁRQUEZ & RUIZ. "Robótica Educativa Aplicada a la Enseñanza Básica Secundaria. Didáctica, Innovación y Multimedia (DIM). REVISTA CIENTIFICA DE OPINIÓN Y DIVULGACIÓN, Año 10-Nº30. P. 1-12 - Dic.2014. ISSN: 1699-3748". {En línea}. {Consultado el 25 de marzo de 2016}. Disponible en: (<http://docslide.us/documents/291518-404207-1-smpdf.html>)

MESA-MESA, L. A., BARRERA-LOMBANA, N. "La robótica educativa como instrumento didáctico alternativo en educación básica. Revista Colombiana de Tecnologías de Avanzada, 2(22), 59-67. 2013". {En línea}. {Consultado 25 de marzo de 2016}. Disponible en:

([http://revistas.unipamplona.edu.co/ojs\\_viceinves/index.php/RCTA/article/view/411](http://revistas.unipamplona.edu.co/ojs_viceinves/index.php/RCTA/article/view/411) ).

MONSALVES-GONZÁLEZ, S. "Estudio sobre la utilidad de la robótica educativa desde la perspectiva del docente. Revista de Pedagogía, 32 (90), 81-117. 2011". {En línea}. {Consultado 25 de marzo de 2016}. Disponible en: (<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=65920055004ER>).

MONTOYA, Jorge, Modelo Pedagógico Desarrollista {En línea}. {Consultado 2de septiembre de 2016}. Disponible en: (<http://asieselmodelopedagogico.blogspot.com.co/>).

MORENO, I., MUÑOZ, L., SERRACÍN, J. R., QUINTERO, J., PITTÍ PATIÑO, K., & QUIEL, J. "La robótica educativa, una herramienta para la enseñanza-aprendizaje de las ciencias y las tecnologías. Revista Teoría de la Educación: Educación y Cultura en la Sociedad de la Información, 13 (2), 74-90. 2012". {En línea}. {Consultado 25 de marzo de 2016}. Disponible en: ([http://campus.usal.es/~revistas\\_trabajo/index.php/revistatesi/article/view/9000/9245](http://campus.usal.es/~revistas_trabajo/index.php/revistatesi/article/view/9000/9245)).

NÚÑEZ-PÉREZ. "Pedagogía social e interculturalismo: una lectura posible. Revista de Investigación, Desarrollo e Innovación, 5 (2), 141–149. 2015". {En línea}. {Consultado 25 de marzo de 2016}. Disponible en: (doi: 10.19053/20278306.3716).

OSPINA P, Diana Patricia. Los Materiales Educativos, {en línea}. {Consultado 25 de marzo de 2016} Disponible en:(<http://aprendeonline.udea.edu.co/banco/html/materialeseducativos/>).

PARADA-HERNÁNDEZ, A., & SUÁREZ-AGUILAR, Z. E. "Influencia de las Tecnologías de la Información y la Comunicación en la apropiación de conceptos de electrónica análoga, en estudiantes de grado séptimo de educación básica.

REVISTA DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO E INNOVACIÓN, 5(1), 20–31. 2014". {En línea}. {Consultado 25 de marzo de 2016}. Disponible en: (<https://doi.org/10.19053/20278306.3137>).

PARRA-LEÓN, L. F., DUARTE, J. E., & FERNÁNDEZ-MORALES, F.H. "Propuesta didáctica para la enseñanza de circuitos eléctricos básicos. Revista de Investigación, Desarrollo e Innovación, 4 (2), 138–147. 2014". {En línea}. {Consultado 25 de marzo de 2016}. Disponible en: (<http://doi.org/10.19053/20278306.2891>).

PATIÑO, Pittí. "La robótica educativa, una herramienta para la enseñanza-aprendizaje de las ciencias y las tecnologías. Education in the Knowledge Society (EKS), [S.l.], v. 13, n. 2, p. 74-90, Jul. 2012. ISSN 1138-9737.". {En línea}. {Consultado 25 de marzo de 2016}. Disponible en: ([http://campus.usal.es/~revistas\\_trabajo/index.php/revistatesi/article/view/9000/9245](http://campus.usal.es/~revistas_trabajo/index.php/revistatesi/article/view/9000/9245)).

PEREZ MARTINEZ, Josefina, Teorías del Aprendizaje: Conductismo {en línea}. {Consultado 2 de septiembre de 2016}. Disponible en: (<https://uoc-tic-grupo6.wikispaces.com/Conductismo>).

PONSON M, Alexis. "HackerHAND: La mano robótica que busca acercar la tecnología a los escolares.". {En línea}. {Consultado 25 de marzo de 2016}. Disponible en: (<http://facultades.unab.cl/ingenieria/2013/08/05/hackerhand-la-mano-robotica-que-busca-acercar-la-tecnologia-a-los-escolares/>).

RAMIREZ TOLEDO, Antonio. "El constructivismo Pedagógico" {En línea}. {Consultado 2 de septiembre de 2016}. Disponible en: (<http://ww2.educarchile.cl/UserFiles/P0001/File/EI%20Constructivismo%20Pedag%C3%B3gico.pdf>).

REYES-GONZÁLEZ, D., GARCÍA-CARTAGENA, Y. "Desarrollo de habilidades científicas en la formación inicial de profesores de ciencias y matemática. Educación y Educadores, 17 (2), 271-285. 2014". {En línea}. {Consultado 25 de marzo de 2016}. Disponible en: (<http://doi.10.5294/edu.2014.17.2.4>).

RODRÍGUEZ-CEPEDA, R. "Aprendizaje de conceptos químicos: una visión desde los trabajos prácticos y los estilos de aprendizaje. REVISTA DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO E INNOVACIÓN, 7(1), 63-76. 2016". {En línea}. {Consultado 25 de marzo de 2016}. Disponible en: (<http://dx.doi.org/10.19053/20278306.v7.n1.2016.4403>).

SÁEZ, J. M.; LORRAINE, J. & YOSHIRO, C. "Uso de Edmodo en proyectos colaborativos internacionales en Educación Primaria. EDUTEC, Revista Electrónica de Tecnología Educativa, 43.2013". {En línea}. {Consultado el 06 de septiembre del 2016}. Disponible en: ([http://edutec.rediris.es/Revelec2/Revelec43/edmodo\\_proyectos\\_colaborativos\\_internacionales\\_primaria.html](http://edutec.rediris.es/Revelec2/Revelec43/edmodo_proyectos_colaborativos_internacionales_primaria.html)).

SEPÚLVEDA LOZANO, Carlos Elías, Periodista Metal Actual, {en línea}. Revista Metal Actual, p. 8 {consultado 25 de marzo de 2016}. Disponible en: ([http://www.metalactual.com/revista/25/maquinaria\\_servo.pdf](http://www.metalactual.com/revista/25/maquinaria_servo.pdf)).

TORRES-BARAHONA, E. A., LEÓN-MEDINA, J. X., TORRES-DÍAZ, E. "Sistema de posicionamiento aplicado a la técnica de impresión 3D modelado por deposición fundida. Revista de Investigación, Desarrollo e Innovación, 3 (1), 25-32. 2012". {En línea}. {Consultado 25 de marzo de 2016}. Disponible en: ([http://revistas.uptc.edu.co/revistas/index.php/investigacion\\_duitama/article/view/2135/2091](http://revistas.uptc.edu.co/revistas/index.php/investigacion_duitama/article/view/2135/2091)).

TORRES-ORTIZ, J. A. "Incidencia de Moodle en las prácticas pedagógicas en modalidad educativa B-Learning. Revista de Investigación, Desarrollo e Innovación, 2 (2), 39–48. 2012". {En línea}. {Consultado 25 de marzo de 2016}. Disponible en: ([http://revistas.uptc.edu.co/index.php/investigacion\\_duitama/article/view/1315](http://revistas.uptc.edu.co/index.php/investigacion_duitama/article/view/1315))

TORRES-ORTIZ, J. A., & DUARTE, J. E. "Los procesos pedagógicos administrativos y los aspectos socio-culturales de inclusión y tecno-pedagogía a través de las tendencias pedagógicas en educación a distancia y virtual. Revista de Investigación, Desarrollo e Innovación, 6 (2), 179–190. 2016". {En línea}. {Consultado 25 de octubre de 2016}. Disponible en: (doi:10.19053/20278306.4606).

TY – JOURTI. "Estudio sobre la utilidad de la robótica educativa desde la perspectiva del docente PY -2011RP - IN FILESP - 81-117T2. Revista de Pedagogía - 32IS - 90SN - 0798-9792.". {En línea}. {Consultado 25 de marzo de 2016}. Disponible en: (<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=65920055004ER->).

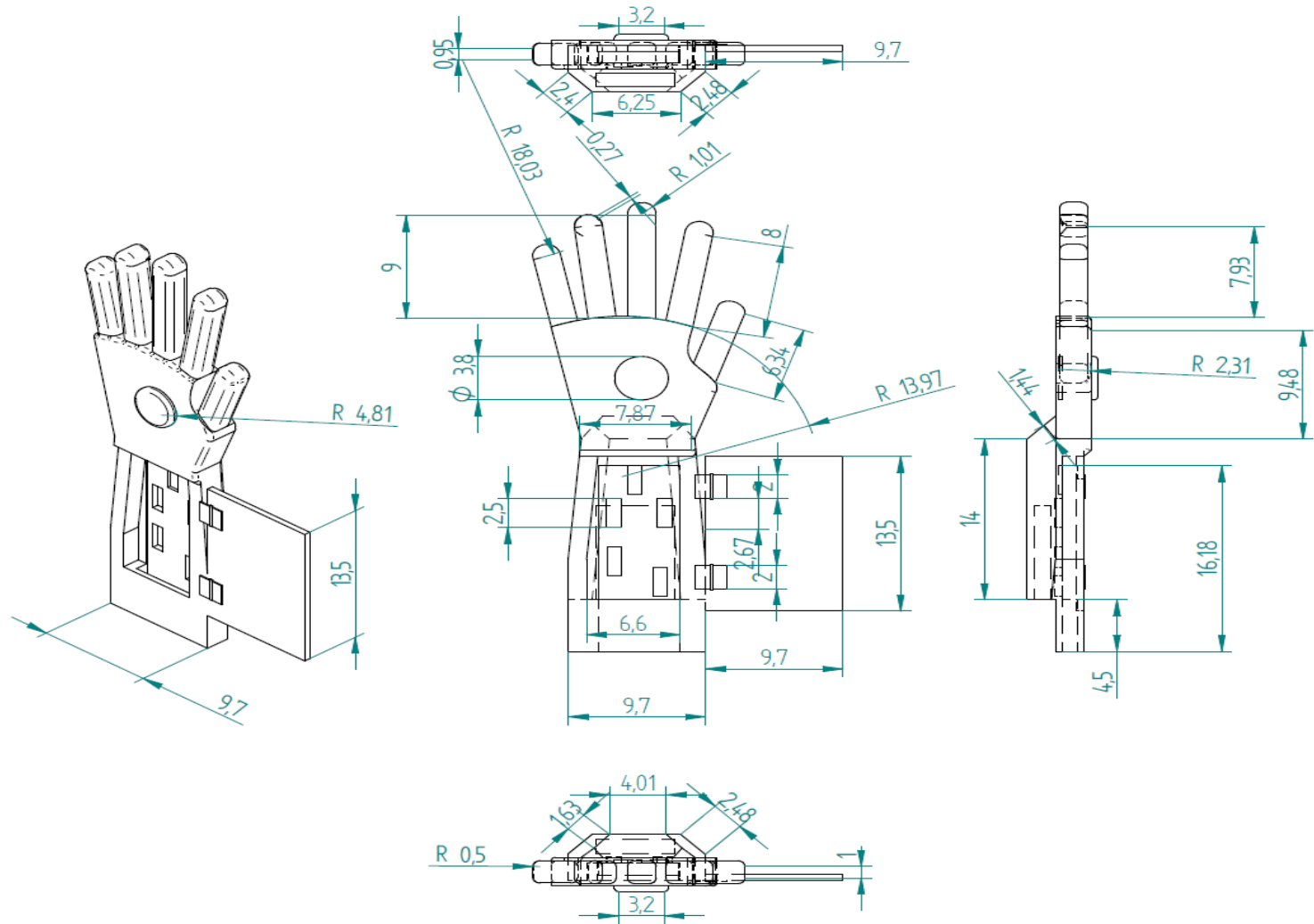
VALDELAMAR-ZAPATA, J. A., RAMÍREZ-CRUZ, Y. L., RODRÍGUEZ-RIVERA, P. D., & MORALES-RUBIANO, M. E. (2015). Capacidad innovadora: cómo fomentarla, según docentes de Ciencias Económicas e Ingeniería de la UMNG.

Revista de Investigación, Desarrollo e Innovación, 6(1), 7–14. ". {En línea}. {Consultado 25 de marzo de 2016}. Disponible en: (<http://doi.org/10.19053/20278306.3454>).

VELAZCO-CÁCERES, D. F., PINTO-SALAMANCA, M. L. "Caracterización del huevo de gallina para el diseño de un sistema automático de clasificación. Revista de Investigación, Desarrollo e Innovación, 3 (1), 33-43. 2012". {En línea}. {Consultado 25 de marzo de 2016}. Disponible en: ([http://revistas.uptc.edu.co/revistas/index.php/investigacion\\_duitama/article/view/2136](http://revistas.uptc.edu.co/revistas/index.php/investigacion_duitama/article/view/2136)).

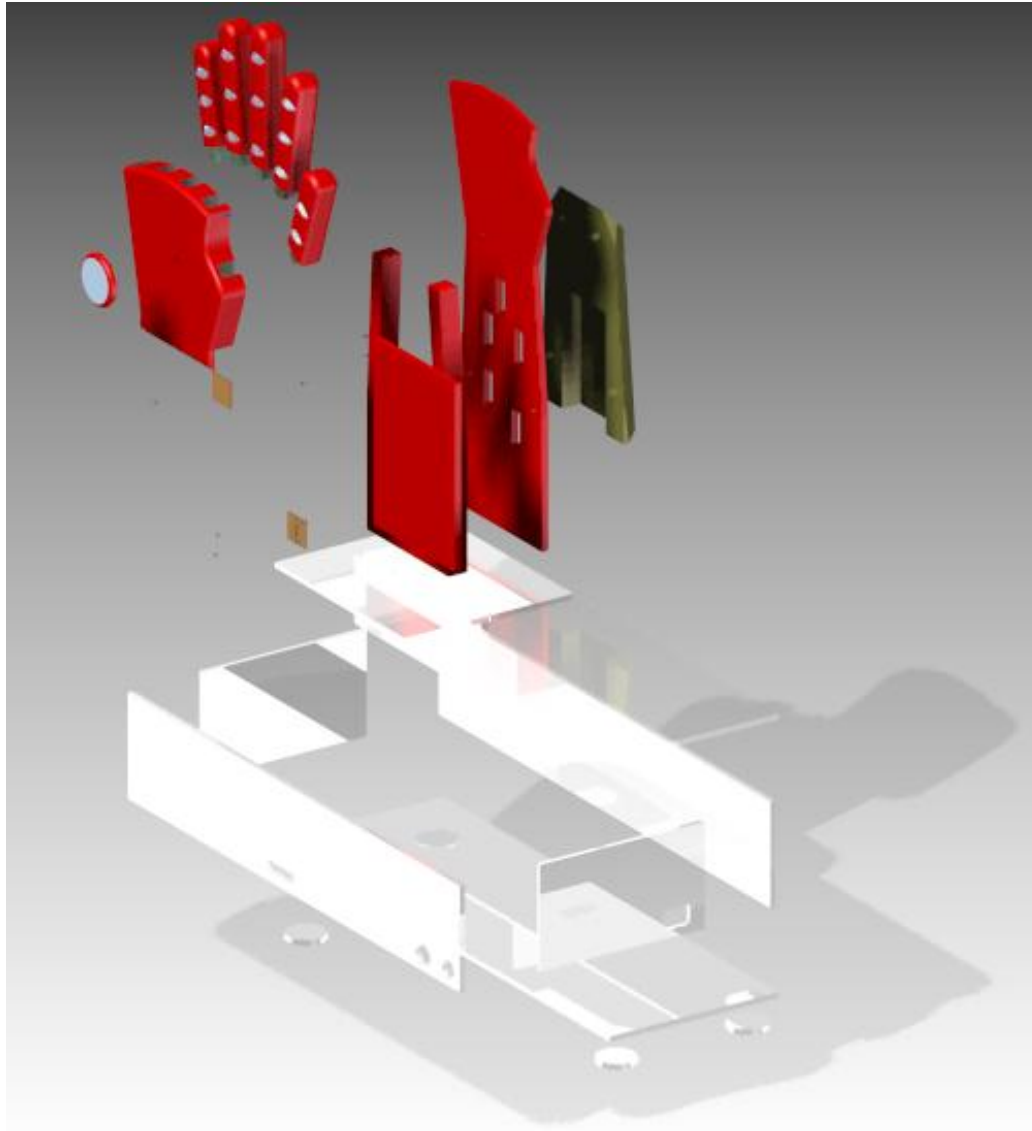
# ANEXOS

## Anexo A. Plano en AutoCAD.

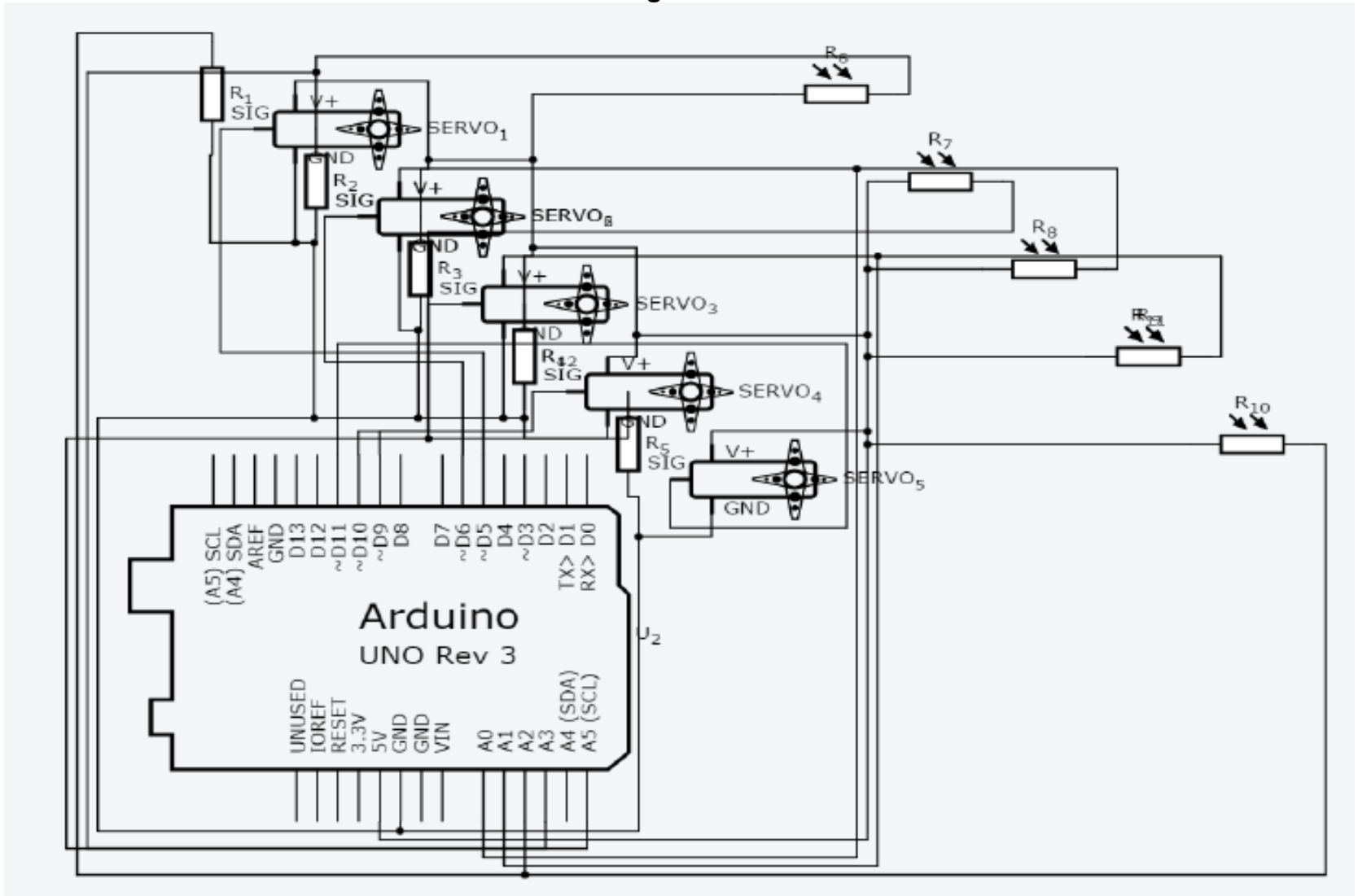




**Anexo B. Explosionado en Solid Edge.**



### Anexo C. Diagrama Electrónico.





## Anexo D. Encuesta Introdutoria



## Encuesta Introdutoria

### Apreciado estudiante:

Con el propósito de indagar el nivel en el que se encuentran respecto a la temática relacionada con programación y circuitos electrónicos básicos, solicitamos responder las siguientes preguntas.

1. ¿Identifica algunos componentes electrónicos, su modo de conexión y funcionamiento?

Si       No

2. ¿Comprende o ha realizado algún montaje de un esquema electrónico?

Si       No

3. ¿Sabe que es un algoritmo o diagrama de flujo?

Si       No

4. ¿Tiene alguna idea de que es un entorno de programación?

Si       No



5. ¿Ha interactuado con un robot o un prototipo didáctico en el aula de clase?

Si       No

6. ¿Sabe que es el software y hardware de Arduino?

Si       No

## Anexo E. Plan de Área.

	<b>COLEGIO LA NUEVA FAMILIA DUITAMA PLAN DE ÁREA 2016</b>			
	<b>ASIGNATURA:</b> TECNOLOGÍA E INFORMÁTICA	<b>GRADO:</b> UNDÉCIMO	<b>PERIODO:</b> CUARTO	
<b>DOCENTE:</b> LINA YORMARY MARTINEZ DIAZ- JORGE ARMANDO NIÑO VEGA				

ESTANDAR DE COMPETENCIA	TÓPICOS GENERATIVOS	METAS DE COMPRENSIÓN	DESEMPEÑOS DE COMPRENSIÓN	RECURSOS	EVALUACIÓN DE PROCESOS
<p>Dominio de entorno de Programación básico De Arduino.</p> <p>Crea programas eficientes y comprensibles.</p> <p>Conoce los últimos avances en innovación Tecnológica.</p>	<p>Inducción a la electrónica</p> <p>Inducción a Arduino</p> <p>Entradas y salidas digitales</p> <p>Entradas y salidas analógicas</p> <p>Manejo de servomotores</p> <p>Manejo de mano robótica</p> <p>Importancia e influencia de la innovación tecnológica</p>	<p>Programar Instrucciones con secuencia lógica en la IDE de Arduino para lograr determinados resultados y efectos visuales en el prototipo didáctico.</p> <p>Modificar procesos sugeridos para lograr resultados diferentes, de acuerdo a especificaciones de cada programa.</p> <p>Diseñar programas eficientes para su Utilización.</p>	<p>Reconoce el concepto de variables y el significado de las diferentes instrucciones.</p> <p>Reconoce la sintaxis que se necesita para la escritura de un código de programación.</p> <p>Conoce y aplica los Conceptos básicos de Programación en Arduino.</p> <p>Conoce la importancia de las innovaciones tecnológicas y su influencia en la actualidad.</p>	<p>Prototipo didáctico de mano robótica</p> <p>Computador</p> <p>Internet</p> <p>Video Beam</p>	<p>Elaboración y presentación de montajes electrónicos.</p> <p>Sustentación delos procedimientos que llevaron a la solución de las guías didácticas.</p> <p>Sustentación final de prototipo didáctico.</p>

## Anexo F. Plan de Aula.

PLAN DE ACTIVIDADES PARA EL ÁREA DE TECNOLOGÍA INFORMÁTICA		
Lina Martínez – Jorge Niño		
<b>Aspectos Pedagógicos</b>	<b>Temática</b>	Conceptos básicos de la electrónica y sus aplicaciones, características del protoboard y su funcionamiento. ( <i>Guía Didáctica I</i> )
	<b>Título de la actividad</b>	Inducción a la electrónica
	<b>Público objetivo</b>	Esta actividad va dirigida a estudiantes del grado Once del colegio La Nueva Familia de la ciudad de Duitama
	<b>Objetivos</b>	Fijar algunos conceptos sobre electrónica. Aprender a manejar el protoboard correctamente. Comprender un esquema electrónico y realizar un montaje de un circuito básico.
	<b>Competencias</b>	Reconocer e identificar conceptos básicos de electrónica como lo son el manejo del protoboard y la interpretación de esquemas electrónicos.
	<b>Estructura de los contenidos</b>	¿Qué es la electrónica?: Símbolos básicos electrónicos y aplicaciones. ¿Qué es un montaje electrónico?: definición y uso del protoboard.
<b>Aspectos Metodológicos</b>	<b>Modelo Pedagógico</b>	<b>Tradicional</b> , ya que el docente en primera medida orienta los conceptos necesarios a través de una explicación magistral.  <b>Constructivismo</b> , ya que el docente luego de explicar la temática, realiza un ejemplo y da una guía de aprendizaje al estudiante, quien la desarrolla de forma individual o grupal con el fin de que construya su propio conocimiento por medio de la experimentación, deducción, etc.
	<b>Actividad de aprendizaje</b>	Para el desarrollo de la actividad, se realiza una explicación de la temática y posteriormente se realiza una práctica en el aula de informática en el cual se desarrolla la guía de aprendizaje, esta consta de realizar diferente montajes electrónicos haciendo uso del protoboard e interpretando esquemas electrónicos.
	<b>Criterios de evaluación</b>	Al finalizar la clase, se evalúa el correcto funcionamiento de cada uno de los montajes propuestos en la guía de aprendizaje.
<b>Aspectos Didácticos</b>	<b>Lugar</b>	Sala de informática de la institución educativa La Nueva Familia.
	<b>Equipos Disponibles</b>	Computadores, internet, Video beam, protoboard, componentes electrónicos, fuente de alimentación.
	<b>Material Didáctico</b>	Guía de aprendizaje, Video tutoriales, pagina web, Edmodo, programa Circuits.io
	<b>Tiempo</b>	1 hora y 40 minutos

PLAN DE ACTIVIDADES PARA EL ÁREA DE TECNOLOGÍA INFORMÁTICA		
Lina Martínez – Jorge Niño		
<b>Aspectos Pedagógicos</b>	<b>Temática</b>	Identificación de la placa y entorno de programación de la tarjeta Arduino. ( <i>Guía Didáctica II</i> )
	<b>Título de la actividad</b>	Inducción a Arduino.
	<b>Público objetivo</b>	Esta actividad va dirigida a estudiantes del grado Once del colegio La Nueva Familia de la ciudad de Duitama
	<b>Objetivos</b>	Identificar las características que poseen el software y hardware de Arduino.
	<b>Competencias</b>	Comprender la interfaz de programación que tiene la tarjeta Arduino, y sus aplicaciones.
	<b>Estructura de los contenidos</b>	¿Qué es Arduino?: software y hardware. ¿Cuál es su entorno de programación?: estructuras básicas y puerto de comunicación.
<b>Aspectos Metodológicos</b>	<b>Modelo Pedagógico</b>	<b>Tradicional</b> , ya que el docente explica de manera secuencial la temática introductoria del funcionamiento de la tarjeta Arduino (conexión, funcionamiento, aplicaciones, etc.)  <b>Constructivismo</b> , ya que el docente, una vez orientada la temática, realiza un ejemplo y da una guía de aprendizaje a los estudiantes quien la desarrolla en forma individual o grupal con el fin de fomentar el trabajo en equipo.
	<b>Actividad de aprendizaje</b>	Para el desarrollo de la actividad, se hace una explicación de la temática y posteriormente se realiza una práctica en el aula de informática en el cual se desarrolla la guía de aprendizaje, esta consta de aprender a identificar la interfaz del programa Arduino y las conexiones de la tarjeta, así como cargar un ejemplo y observar el funcionamiento del mismo.
	<b>Criterios de evaluación</b>	Al finalizar la clase se evalúa, que los estudiantes logren cargar el ejemplo a la tarjeta Arduino.
<b>Aspectos Didácticos</b>	<b>Lugar</b>	Sala de informática de la institución educativa La Nueva Familia.
	<b>Equipos Disponibles</b>	Computadores, internet, Video beam, protoboard, componentes electrónicos, fuente de alimentación.
	<b>Material Didáctico</b>	Guía de aprendizaje, Video tutoriales, pagina web, Edmodo, programa Circuits.io
	<b>Tiempo</b>	1 hora y 40 minutos.

PLAN DE ACTIVIDADES PARA EL ÁREA DE TECNOLOGÍA INFORMÁTICA		
Lina Martínez – Jorge Niño		
<b>Aspectos Pedagógicos</b>	<b>Temática</b>	Reconocimiento de las funciones digital (entradas y salidas digitales). ( <i>Guía Didáctica III</i> )
	<b>Título de la actividad</b>	Entradas y salidas Digitales.
	<b>Público objetivo</b>	Esta actividad va dirigida a estudiantes del grado Once del colegio La Nueva Familia de la ciudad de Duitama
	<b>Objetivos</b>	Reconocer que es una entrada y una salida digital y que aplicaciones poseen.
	<b>Competencias</b>	Identificar las funciones PinMode, digitalWrite y digitalRead en la IDE de Arduino.
	<b>Estructura de los contenidos</b>	¿Qué es una entrada y una salida digital? ¿Cómo se programan?
<b>Aspectos Metodológicos</b>	<b>Modelo Pedagógico</b>	<b>Tradicional</b> , ya que el docente debe dar una introducción a la temática explicando lo necesario para los estudiante logren comprender la guía que se presenta para el desarrollo de la clase.  <b>Constructivismo</b> , ya que el docente, una vez realice la explicación, la complementa con un ejemplo y da a los estudiantes una guía para su desarrollo de manera individual o grupal.
	<b>Actividad de aprendizaje</b>	Para el desarrollo de la actividad, se realiza una explicación de la temática y posteriormente se hace la practica en el aula de informática, donde se desarrolla la guía de aprendizaje, esta consta de identificar las entradas y las salidas digitales que poseen tanto los pines de la tarjeta Arduino UNO , como las funciones que permiten su configuración en la IDE de Arduino , además se debe realizar varios ejercicios en el programa online de circuits.io evidenciando su uso, incluyendo el programa de encender y apagar el LED que se encuentra incrustado en el prototipo didáctico.
	<b>Criterios de evaluación</b>	Al finalizar la clase se evalúa, que los estudiantes logren encender y apagar el LED que se encuentra en la mano robótica, y sus ejercicios realizados en el programa circuits.io.
<b>Aspectos Didácticos</b>	<b>Lugar</b>	Sala de informática de la institución educativa La Nueva Familia.
	<b>Equipos Disponibles</b>	Computadores, internet, Video beam.
	<b>Material Didáctico</b>	Guía de aprendizaje, Video tutoriales, pagina web, Edmodo, programa circuits.io, prototipo de la mano robótica.
	<b>Tiempo</b>	1 hora y 40 minutos

PLAN DE ACTIVIDADES PARA EL ÁREA DE TECNOLOGÍA INFORMÁTICA		
Lina Martínez – Jorge Niño		
<b>Aspectos Pedagógicos</b>	<b>Temática</b>	Reconocimiento de las funciones analógicas (entradas y salidas). ( <i>Guía Didáctica IV</i> )
	<b>Título de la actividad</b>	Entradas y salidas analógicas.
	<b>Público objetivo</b>	Esta actividad va dirigida a estudiantes del grado Once del colegio La Nueva Familia de la ciudad de Duitama.
	<b>Objetivos</b>	Reconocer que es una entrada y salida analógica y que aplicaciones poseen.
	<b>Competencias</b>	Identificar las funciones analogWrite y analogRead en la IDE de Arduino.
	<b>Estructura de los contenidos</b>	¿Qué es una entrada y salida analógica?, ¿cuáles son sus aplicaciones?, ¿para que se utilizan?, ¿que las caracteriza?, leer el valor de las flexoresistencias utilizando funciones analógicas.
<b>Aspectos Metodológicos</b>	<b>Modelo Pedagógico</b>	<p><b>Tradicional</b>, ya que el docente debe dar una introducción a la temática explicando lo necesario para que los estudiantes logren comprender la guía que se presenta para el desarrollo de la clase.</p> <p><b>Constructivismo</b>, ya que el docente, una vez realice la explicación, la complementa con un ejemplo y da a los estudiantes una guía para su desarrollo de manera individual o grupal.</p>
	<b>Actividad de aprendizaje</b>	Para el desarrollo de la actividad, se realiza una explicación de la temática y posteriormente se realiza la práctica en el aula de informática donde se desarrolla la guía de aprendizaje, esta consta de identificar las entradas y salidas analógicas que poseen tanto los pines de la tarjeta Arduino UNO, como las funciones que permiten su configuración en la IDE de Arduino, además se debe realizar algunos montajes haciendo uso del programa online de circuits.io y consecutivamente realizar la medición y mapeo de las flexoresistencias del prototipo didáctico para así observar su funcionamiento.
	<b>Criterios de evaluación</b>	Al finalizar la clase se evalúa, que los estudiantes logren variar la intensidad lumínica del Led incrustado en el prototipo didáctico y obtener los valores arrojados por cada flexoresistencia del guante sensorial del prototipo.
<b>Aspectos Didácticos</b>	<b>Lugar</b>	Sala de informática de la institución educativa La Nueva Familia.
	<b>Equipos Disponibles</b>	Computadores, internet, Video beam.
	<b>Material Didáctico</b>	Guía de aprendizaje, Video tutoriales, página web, Edmodo, programa circuits.io, prototipo de la mano robótica.
	<b>Tiempo</b>	1 hora y 40 minutos



PLAN DE ACTIVIDADES PARA EL ÁREA DE TECNOLOGÍA INFORMÁTICA		
Lina Martínez – Jorge Niño		
<b>Aspectos Pedagógicos</b>	<b>Temática</b>	Programación y conexión de servomotores. ( <i>Guía Didáctica V</i> )
	<b>Título de la actividad</b>	Manejo de servomotores.
	<b>Público objetivo</b>	Esta actividad va dirigida a estudiantes del grado Once del colegio La Nueva Familia de la ciudad de Duitama
	<b>Objetivos</b>	Conceptualizar sobre el manejo y funcionamiento de servomotores.
	<b>Competencias</b>	Determinar el concepto, funcionamiento y aplicación de la librería Servo.h para el control de servomotores
	<b>Estructura de los contenidos</b>	Que es un servomotor, que aplicaciones tiene, que es una librería.
<b>Aspectos Metodológicos</b>	<b>Modelo Pedagógico</b>	<b>Tradicional</b> , debido a que el docente realiza una introducción de la temática a trabajar en el aula. <b>Constructivismo</b> , ya que el docente, una vez realice la explicación, se expone un ejemplo, para luego dar a los estudiantes un guía la cual debe ser desarrollada de manera individual o grupal.
	<b>Actividad de aprendizaje</b>	Para el desarrollo de la actividad, se realiza una explicación de la temática en el cual se resalta el modo de conexión de los servomotores en la tarjeta Arduino UNO y como se controlan con el uso de librería a través del entorno de desarrollo de Arduino. Posteriormente se hace la práctica en el aula de informática donde se desarrolla la guía de aprendizaje, esta consta de aprender el concepto de conexión y programación de un servomotor realizando varios montajes en el programa circuits.io y luego se procede a programar los servomotores del prototipo didáctico.
	<b>Criterios de evaluación</b>	Al finalizar la clase se evalúa, que los estudiantes logren controlar los servomotores de la mano robótica.
<b>Aspectos Didácticos</b>	<b>Lugar</b>	Sala de informática de la institución educativa La Nueva Familia.
	<b>Equipos Disponibles</b>	Computadores, internet, Video beam.
	<b>Material Didáctico</b>	Guía de aprendizaje, Video tutoriales, pagina web, Edmodo, programa circuits.io, prototipo de la mano robótica.
	<b>Tiempo</b>	1 hora y 40 minutos

PLAN DE ACTIVIDADES PARA EL ÁREA DE TECNOLOGÍA INFORMÁTICA		
Lina Martínez – Jorge Niño		
<b>Aspectos Pedagógicos</b>	<b>Temática</b>	Funcionamiento del prototipo de mano robótica. ( <i>Guía Didáctica VI</i> )
	<b>Título de la actividad</b>	Manejo de Prototipo de Mano Robótica Didáctica.
	<b>Público objetivo</b>	Esta actividad va dirigida a estudiantes del grado Once del colegio La Nueva Familia de la ciudad de Duitama
	<b>Objetivos</b>	Comprobar lo aprendido en las clases anteriores y retroalimentar conceptos que presentan falencias en el desarrollo de la actividad
	<b>Competencias</b>	Aplicación de conceptos previos para la solución de problemas.
	<b>Estructura de los contenidos</b>	Programación en la IDE de Arduino, conexión de componentes electrónicos, interpretación de esquemas, manejo de estructuras de programación.
<b>Aspectos Metodológicos</b>	<b>Modelo Pedagógico</b>	<b>Constructivismo</b> , el docente da a los estudiantes un guía didáctica, la cual debe ser desarrollada de manera individual o grupal en donde se apliquen los preconceptos vistos en las anteriores sesiones, además el docente prestara su función de guía, con el fin de acompañar a sus estudiantes aclarando dudas y verificando que la actividad se cumpla.
	<b>Actividad de aprendizaje</b>	Para el desarrollo de la actividad se realiza la práctica en el aula de informática, donde se desarrolla la guía de aprendizaje, esta consta de lograr que funcione el prototipo didáctico de mano robótica, aplicando los conceptos vistos.
	<b>Criterios de evaluación</b>	Al finalizar la clase se evalúa, que los estudiantes se reúnan en grupos y logren hacer funcionar el prototipo completamente.
<b>Aspectos Didácticos</b>	<b>Lugar</b>	Sala de informática de la institución educativa La Nueva Familia.
	<b>Equipos Disponibles</b>	Computadores, internet, Video beam.
	<b>Material Didáctico</b>	Guía de aprendizaje, Video tutoriales, pagina web, Edmodo, programa circuits.io, prototipo de mano robótica.
	<b>Tiempo</b>	1 hora y 40 minutos

## Anexo G. Guía N° 6.



**Uptc**<sup>®</sup>  
Universidad Pedagógica y  
Tecnológica de Colombia

### MANEJO DEL PROTOTIPO DE MANO ROBÓTICA DIDÁCTICA

<b>Colegio:</b>	Colegio la Nueva Familia – Duitama
<b>Asignatura:</b>	Tecnología e Informática
<b>Docentes:</b>	Lina Martínez - Jorge Niño
<b>Tiempo:</b>	1 Hora
<b>Nº de Integrantes</b>	5 Estudiantes por Grupo

#### OBJETIVOS

- ❖ Incorporar lo aprendido en las guías de aprendizaje anteriormente trabajadas en el aula, con el fin de lograr el completo funcionamiento de la mano robótica.

#### MATERIALES

- ✓ Prototipo de mano robótica
- ✓ Programa online circuits.io
- ✓ Software Arduino 1.5

#### TRABAJO PREVIO

- Comprobar que en el equipo en el que se encuentra, cuente con el software Arduino 1.5 instalado e internet.
- Revisar que los drives del programa Arduino estén debidamente instalados, de no ser así consulte en la página web.

#### PROCEDIMIENTO

Esta guía de aprendizaje se divide en dos procedimientos, uno de ellos comprende el desarrollo de la programación de uno de los dedos de la mano robótica en el software Arduino y el otro procedimiento comprende el modo de conexión de la mano robótica.

1. Procedimiento para la programación de uno de los dedos.  
A continuación se muestra un ejemplo para programar uno de los cinco dedos del prototipo didáctico.

Ejemplo:

1. En primer lugar abrimos nuestro software Arduino e incluimos la **librería <servo.h>**, a su vez se define el servo que será empleado para realizar el movimiento de nuestro ejemplo.



```
codigo_mano $
1 #include <Servo.h>
2 Servo servol;
```

2. Definir la entrada analógica del sensor que se encuentra en el guante.

```
1 #include <Servo.h>
2 Servo servol;
3
4 int dedol= A1; //define las entradas analogicas de los sensores
5
```

3. Precisamos la variable para leer el valor obtenido de cada flexo resistencia.

```
1 #include <Servo.h>
2 Servo servol;
3
4 int dedol= A1; //define las entradas analogicas de los sensores
5
6 int vall=0; //define las variables para leer el valor de cada dedo
7
```

4. En la función de **void setup** definimos la salida de cada servo.

```
1 #include <Servo.h>
2 Servo servol;
3
4 int dedol= A1; //define las entradas analogicas de los sensores
5
6 int vall=0; //define las variables para leer el valor de cada dedo
7
8 void setup() {
9   servol.attach(3); //defines las salidas de cada servo
10
11 }
```

5. En la sección **Void Loop** programamos la función **map** que harán rotar el servomotor con el valor obtenido de cada flexo resistencia. (los valores del mapeo son los mismos que se obtuvieron en la guía **N°4 entradas y salidas análogas**)

```
1 #include <Servo.h>
2 Servo servol;
3
4 int dedol= A1; //define las entradas analogicas de los sensores
5
6 int vall=0; //define las variables para leer el valor de cada dedo
7
8 void setup() {
9   servol.attach(3); //defines las salidas de cada servo
10
11
12
13 void loop() {
14
15   vall = analogRead(dedol);
16   vall = map(vall, 90, 10, 0, 179);
17   servol.write(vall);
18
19 }
20
```

6. Para finalizar la programación y verificar si esta se encuentra correctamente programada, le daremos clic en **compilar**, con esto el software nos detectara si se presenta algún error de sintaxis o si es necesario abrir o cerrar algún corchete.
7. Luego de compilado el programa y corregido todos los errores procedemos a realizar la conexión del protoboard y del Arduino con la mano robótica

## 2. Procedimiento para la conexión de la mano robótica

Antes de realizar las conexiones adecuadas de la mano robótica es indispensable conocer como está compuesto el prototipo didáctico. Esta consta de:

## ➤ GUANTE SENSORIAL

El guante va a ser quien nos controlara los movimientos de la mano robótica esto gracias a las flexo resistencias y el divisor de tensión, este nos permite regular de manera precisa el valor de la resistencia y de esta forma hacer legible el valor para la señal que ira a los servomotores.



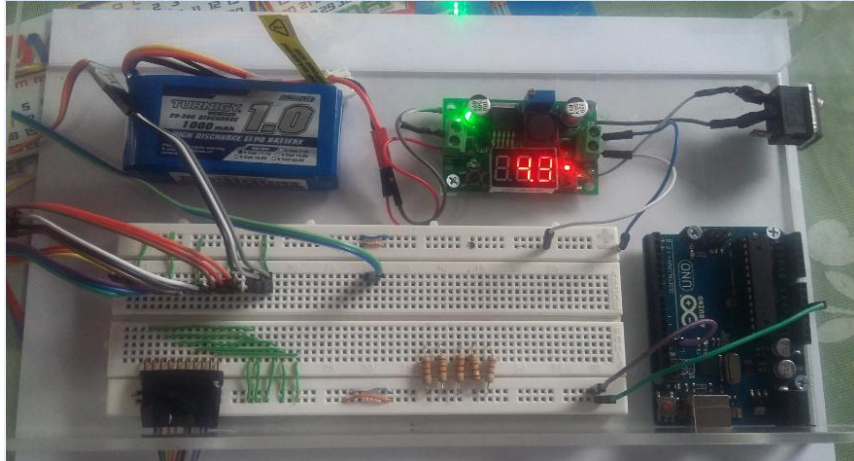
## ➤ MANO ROBOTICA

La estructura de mano robótica está constituida por cinco servomotores los cuales están conectados a cada dedo de la mano, su funcionamiento se basa en que al recibir un valor dado por la flexo resistencia incorporada en el guante sensorial estas señales las recibe Arduino y las compara, permitiendo un movimiento o un giro de cierto grado en servomotor moviendo a si el dedo de la mano.



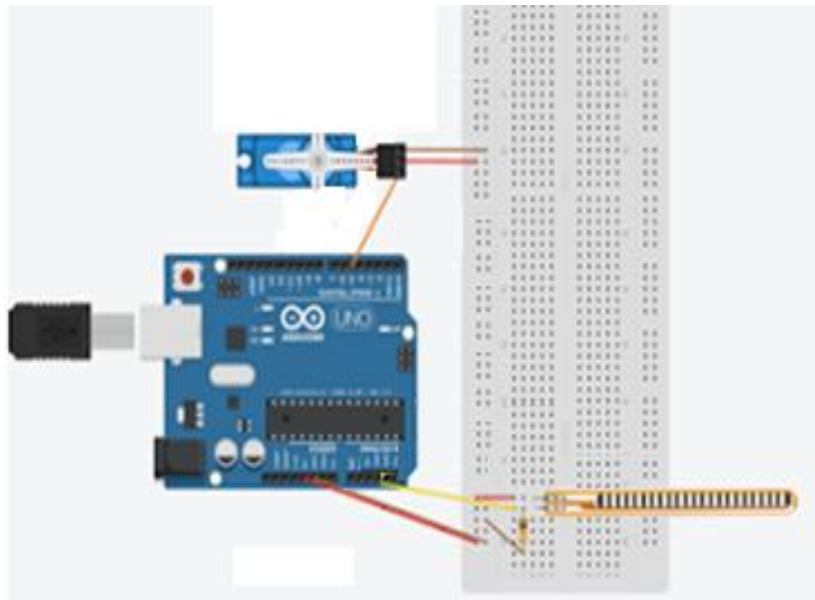
## ➤ CONEXIÓN

En la caja de conexiones se encuentran parte de los componentes electrónicos, que intervienen en el funcionamiento del prototipo.



Teniendo en cuenta el modo de funcionamiento de la mano robótica procedemos a realizar la conexión de esta así:

1. Se conecta el servomotor al positivo y negativo del protoboard y la señal al pin analógico establecido en la programación (el modo de conexión de los servomotores es el mismo que se realizó en la **guía N°5 manejo de servomotores**).
2. Conectamos la señal de la flexoresistencia al pin establecido en la programación de tal manera que este sea el correspondiente al servomotor en el que se moverá el dedo (la conexión de las flexoresistencias es la que se trabajó en la **guía N°4 entradas y salidas analógicas**).
3. A continuación se muestra un diagrama pictórico del modo de conexión del prototipo mano robótica, para manejar un solo dedo.



4. Al tener todo debidamente conectado, procedemos a cargar la programación en la placa de Arduino.

## EVALUACIÓN / ACTIVIDAD

- 1) De acuerdo al ejemplo anteriormente explicado en el cual se realiza la conexión y programación para un solo dedo del prototipo didáctico, se debe realizar la programación y conexión para todos los dedos de la mano robótica, e interactuar con el Led que en ella se encuentra.

### **Nota:**

- a. Las programaciones y conexiones realizadas en las anteriores guías, les pueden servir de ayuda.
- b. Una vez realizado su montaje desenergice el prototipo y desconecte todos los componentes electrónicos, para que el siguiente grupo pueda realizar la actividad.



## BIBLIOGRAFÍA

- ✓ PUCCI, M. Tutorial Arduino #12- ROBOTIC HAND. [en línea].  
<<http://www.marcopucci.it/tutorial-arduino-12-robotic-hand/>> [Citado en 5 de Septiembre del 2016].
- ✓ HERNÁNDEZ, L. PROGRAMAR FÁCIL: Servomotor con Arduino tutorial de programación paso a paso. [en línea]  
.<<https://programarfacil.com/tutoriales/fragmentos/servomotor-con-arduino/>>[Citado en 5 De Septiembre del 2016].
- ✓ ARDUMANÍA. Entradas y Salidas analógicas [en línea]  
<<http://www.ardumania.es/entradas-y-salidas-analogicas/>>[citado en 5 de septiembre de 2016].
- ✓ LOZANO, J. Interfaces Físicas: Entradas y salidas digitales [en línea].  
<<http://www.dtic.upf.edu/~jlozano/interfaces/interfaces3.html#Entradas>>[citado en 5 de septiembre de 2016].

## Anexo H. Consentimiento informado.

Duitama, 23 de agosto de 2016

Profesor  
**JOSELYN CAMARGO**  
Rector  
Colegio Nueva Familia  
Duitama – Boyacá

Por medio de la presente nos dirigimos a usted de la manera más respetuosa, para solicitarle su permiso, consentimiento y/o autorización para poder ingresar a las instalaciones de la institución educativa, para permitir la aplicación de las diferentes pruebas de nuestro trabajo de grado titulado: **ELABORACIÓN DE UNA MANO ROBÓTICA DIDÁCTICA PARA LA ENSEÑANZA DE PROGRAMACIÓN EN ARDUINO, DIRIGIDA AL NIVEL DE EDUCACIÓN MEDIA EN UNA INSTITUCIÓN EDUCATIVA DE LA CIUDAD DE DUITAMA**, el cual sería trabajado con los estudiantes de grado undécimo en el cuarto periodo del presente año, además de realizar un registro fotográfico para evidencia del proyecto, la cual no tendrá otro fin más que académico.

Atentamente;



LUNA YORMARY MARTINEZ DÍAZ  
Estudiante de Licenciatura en Tecnología  
Universidad pedagogía y tecnológica de Colombia



JORGE ARMANDO NIÑO VEGA  
Estudiante de Licenciatura en Tecnología  
Universidad pedagogía y tecnológica de Colombia

Recibido 23-08-16  
  
Rector

## Anexo I. Constancia METIE 2016.



COLEGIO LA NUEVA FAMILIA

"HACIA EL LIBERAZGO CON ETICA Y CREATIVIDAD"

*Los Suscritos Rector y Secretaria de la Institución Educativa Colegio La Nueva Familia, Creado Oficialmente por Resolución No. 030 del 23 de Enero de 2007, que funciona en la Carrera 15 No. 13 - 56 de Duitama, Establecimiento Educativo Oficial, de carácter Mixto, Calendario A, Jornada Diurna.*

**Lina Y. Martínez**  
Docente en Formación  
Licenciatura en Tecnología

Apreciada Lina Martínez,

En nombre de la Institución Educativa Colegio la Nueva Familia, deseamos expresar nuestro más sincero agradecimiento por su gran colaboración y apoyo incondicional en la participación del evento **6ª Muestra Estudiantil de Tecnología, Innovación y Emprendimiento METIE 2016**, efectuado los días 27 y 28 de Octubre.

Queremos felicitarla muy especialmente, ya que gracias a sus conocimientos y motivación puesta en nuestros estudiantes, se nos fue otorgado un reconocimiento a la institución educativa de **Primer Lugar** en el evento, en la modalidad de Diseño.

La exhortamos a que continúe contribuyendo a elevar el potencial de nuestros jóvenes estudiantes y seguir ejerciendo la excelente labor de facilitador del conocimiento.

Atentamente;

  
**LIC. JOSELYN CAMARGO NEIRA**  
RECTOR

  
**ING. LIZBETH CHAPARRO GRANADOS**  
DOCENTE DE TECNOLOGÍA E INFORMÁTICA

---

Carrera 35 01-290. Teléfono (098) 7624138 Cel 3112444486 Duitama - Boyacá  
Web site: [www.lanuevafamilia.edu.co](http://www.lanuevafamilia.edu.co) E mail: [colnuevafamilia@yahoo.es](mailto:colnuevafamilia@yahoo.es)  
Nit: 900137396-5 DANE: 115238001775



COLEGIO LA NUEVA FAMILIA

"HACIA EL LIDERAZGO CON ETICA Y CREATIVIDAD"

---

*Los Suscritos Rector y Secretaria de la Institución Educativa Colegio La Nueva Familia, Creado Oficialmente por Resolución No. 030 del 23 de Enero de 2007, que funciona en la Carrera 15 No. 13 - 56 de Duitama, Establecimiento Educativo Oficial, de carácter Mixto, Calendario A, Jornada Diurna.*

**Jorge A. Niño**  
Docente en Formación  
Licenciatura en Tecnología

Apreciado Jorge Niño,

En nombre de la Institución Educativa Colegio la Nueva Familia, deseamos expresar nuestro más sincero agradecimiento por su gran colaboración y apoyo incondicional en la participación del evento **6ª Muestra Estudiantil de Tecnología, Innovación y Emprendimiento METIE 2016**, efectuado en los días 27 y 28 de Octubre.

Queremos felicitarlo muy especialmente, ya que gracias a sus conocimientos y motivación puesta en nuestros estudiantes, se nos fue otorgado un reconocimiento a la institución educativa de Primer Lugar en el evento, en la modalidad de Diseño.

Lo exhortamos a que continúe contribuyendo a elevar el potencial de nuestros jóvenes estudiantes y seguir ejerciendo la excelente labor de facilitador del conocimiento.

Atentamente;

  
LIC. JOSELYN CAMARGO NEIRA  
RECTOR

  
ING. LIZBETH CHAPARRO GRANADOS  
DOCENTE DE TECNOLOGÍA E INFORMÁTICA

---

Carrera 35 01-290. Teléfono (098) 7624138 Cel 3112444486 Duitama - Boyacá  
Web site: [www.lanuevafamilia.edu.co](http://www.lanuevafamilia.edu.co) E mail: [colnuevafamilia@yahoo.es](mailto:colnuevafamilia@yahoo.es)  
Nit: 900137396-5 DANE: 115238001775



## Anexo J. Encuesta de satisfacción del prototipo.

### Encuesta Mano Robótica Colegio Nueva Familia



#### Apreciado estudiante:

Con el fin de identificar su experiencia con la mano robótica para el aprendizaje de la temática de programación en Arduino, agradecemos responder las siguientes preguntas.

En cada pregunta seleccione uno de los niveles indicados. Para ello, tenga en cuenta los criterios de cada nivel que se muestran dentro de los paréntesis.

1. En qué nivel considera usted que se encuentra, respecto a las habilidades adquiridas para programar en la IDE de Arduino?
  - Excelente (Domina y comprende con facilidad cada uno de los componentes y funciones vistas).
  - Bueno (Domina de manera aceptable, cada uno de los componentes y funciones vistas).
  - Regular (Presenta algunas dificultades a la hora de programar y no logra dominar de manera correcta el lenguaje de programación).
  - Malo (No identifica los componentes ni funciones básicas que son necesarios en la IDE de Arduino para realizar un programa).
2. Respecto al Funcionamiento, en el momento de interactuar con la Mano robótica, su experiencia la podría considerar como:
  - Excelente (El prototipo se encontraba en perfectas condiciones, respondía de manera eficaz a las órdenes dadas y los componentes electrónicos funcionaban de manera adecuada).
  - Bueno (Aunque el prototipo no se encontraba en perfectas condiciones, la mano robótica obedecía de manera sobresaliente respecto a lo ordenado).
  - Regular (El prototipo presenta fallas técnicas y no funciona de manera correcta).
  - Malo (El prototipo no funciona y no obedece a las órdenes dadas).

3. Respecto al Diseño, su impresión frente a la mano robótica fue:

Excelente (La mano robótica tiene un diseño llamativo, es rígida y segura al no presentar ningún riesgo, tanto para el estudiante, como para su misma estructura)

Bueno (Aunque el prototipo es llamativo y rígido, presenta algunos riesgos para los estudiantes)

Regular (La mano robótica no es muy llamativa, es un poco frágil y presenta algunos riesgos para los estudiantes)

Malo (el prototipo no es llamativo, es inestable y presenta riesgo para los estudiantes)

4. Respecto a la Conexión, en el momento de realizar los montajes electrónicos en el Protoboard, su experiencia la podría considerar como:

Excelente (En el prototipo se lograban identificar los diferentes componentes electrónicos, el espacio de conexión es amplio y su energización es segura).

Bueno (En la mano robótica no se lograba identificar muy bien los componentes electrónicos y el espacio de conexión es medianamente amplio, sin embargo su energización es segura).

Regular (En el prototipo no se lograban identificar los componentes electrónicos, el espacio de conexión es pequeño, pero al momento de energizar es seguro)

Malo (En la mano robótica no se identifican los componentes electrónicos, los espacios de conexión son pequeños y al momento de energizarla resulta ser inseguro)

5. ¿Considera usted que las guías presentadas para la conexión, programación y manejo del prototipo didáctico fueron las más adecuadas para su uso?

Si ¿Por qué?

No ¿Por qué?

---

---

---

6. Considera usted que la mano robótica es adecuada para la enseñanza de las temáticas de: servomotores, sensores y cargas lumínicas.

Si ¿Por qué?

No ¿Por qué?

---

---

---

7. La plataforma Edmodo, los video-tutoriales y la página web, le fueron útiles para aprender a programar en la IDE de Arduino?

Si ¿Por qué?

No ¿Por qué?

---

---

---

En el siguiente apartado realice las observaciones que considere para mejorar el aprendizaje de programación en Arduino.

---

---

---

---

---

Gracias por su colaboración.