



**UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA**  
*La Universidad Católica de Loja*

**ÁREA TÉCNICA**

TÍTULO DE INGENIERO EN ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES

**Objetos lúdicos didácticos a través de la fabricación digital y programación en Arduino para el desarrollo de habilidades psicomotrices de niños(as) en edad escolar en la ciudad de Loja**

TRABAJO DE TITULACIÓN

**AUTORA:** Peñaloza Loja, Nely Yessenia.

**DIRECTOR:** Burneo Valdivieso, Xavier Eduardo, Arq.

LOJA - ECUADOR

2017



*Esta versión digital, ha sido acreditada bajo la licencia Creative Commons 4.0, CC BY-NY-SA: Reconocimiento-No comercial-Compartir igual; la cual permite copiar, distribuir y comunicar públicamente la obra, mientras se reconozca la autoría original, no se utilice con fines comerciales y se permiten obras derivadas, siempre que mantenga la misma licencia al ser divulgada. <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.es>*

2017

## APROBACIÓN DEL DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Arq.

Xavier Eduardo Burneo Valdivieso

### DOCENTE DE LA TITULACIÓN

De mi consideración:

El presente trabajo de titulación: **“Objetos lúdicos didácticos a través de la fabricación digital y programación en Arduino para el desarrollo de habilidades psicomotrices de niños(as) en edad escolar en la ciudad de Loja”**, realizado por **Peñaloza Loja Nely Yessenia**, ha sido orientado y revisado durante su ejecución, por cuanto se aprueba la presentación del mismo.

Loja, septiembre de 2017.

f) .....

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, **Nely Yessenia Peñaloza Loja**, declaro ser autor del presente trabajo de titulación: “Objetos lúdicos didácticos a través de la fabricación digital y programación en Arduino para el desarrollo de habilidades psicomotrices de niños(as) en edad escolar en la ciudad de Loja”, de la Titulación de Electrónica y Telecomunicaciones, siendo **Xavier Eduardo Burneo Valdivieso** director del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica Particular de Loja y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales. Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.

Adicionalmente declaro conocer y aceptar la disposición del Art. 88 del Estatuto Orgánico de la Universidad Técnica Particular de Loja que en su parte pertinente textualmente dice:

“Forman parte del patrimonio de la Universidad la propiedad intelectual de investigaciones, trabajos científicos o técnicos y tesis de grado o trabajos de titulación que se realicen con el apoyo financiero, académico o institucional (operativo) de la Universidad”.

f.....  
Autor: Peñaloza Loja Nely Yessenia  
Cédula: 0706627239

## DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo de fin de titulación a Dios por darme la vida y bendecirme, a mis padres Iván Peñaloza y Dora Loja, ya que sin su apoyo no sería la persona que ahora soy, por cuidarme y ser las personas que más amo en el mundo, a mis hermanos Alejandra P, Daniela P y Luis Ángel Q por confiar en mí y acompañarme siempre, a mis abuelitos que han estado conmigo durante esta etapa.

A los sacerdotes Mateo Kang y Cristóbal Espinosa por ser mis guías y consejeros, por ayudarme en mi crecimiento como persona y brindarme su apoyo incondicional.

A mis padrinos Miguel Guillén y Sandra Gallegos por siempre estar pendientes de mí y por el cariño que siempre me brindan.

A Renato Xavier Paredes Carrión, por siempre haber sido un amigo incondicional desde el inicio de mi etapa universitaria y aunque ahora no está presente entre nosotros, desde el cielo me cuida y me acompaña. Siempre te dedicaré mis logros y te recordaré con mucho cariño.

A mis amigos Yosselin, Joseph, Juan Pablo, Leonel, René, Mauricio, Santiago, Jonathan, Pedro, por brindarme su amistad sincera, por ayudarme durante la carrera, por los buenos y malos momentos que hemos pasado juntos.

Nely Yessenia

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por haberme permitido culminar con éxito esta etapa, a mis padres y hermanas por ser unas personas maravillosas y ser mi ejemplo a seguir, a mi familia por confiar en mí y no dejarme rendir nunca.

A mi director de tesis, Arq. Xavier Eduardo Burneo Valdivieso por su esfuerzo, paciencia y dedicación, quien, con sus conocimientos, su experiencia y motivación me ha guiado para poder culminar mi proyecto de fin de titulación.

Agradezco de manera muy especial al Ing. Jorge Luis Jaramillo, por guiarme en mi formación profesional, además de brindarme su apoyo, su interés y dedicación.

A quienes forman parte del equipo del Laboratorio de Fabricación Digital FABLAB UTPL, Claudia Campoverde, Dayana Brito, Andrea Palacios, Anabelle Torres, Daniela Bravo, Karla Castillo, Ana Villavicencio y Jhulissa Serrano por su colaboración en los diseños de los prototipos y aportar con sus ideas.

A mis amigos por estar conmigo en todo momento, y por ser como mi familia, los quiero.

Nely Yessenia

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

|   |      |
|---|------|
| CARATULA.....   | i    |
| APROBACIÓN DEL DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN .....           | ii   |
| DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS.....                  | iii  |
| DEDICATORIA .....   | iv   |
| AGRADECIMIENTO.....   | v    |
| ÍNDICE DE CONTENIDOS .....  | vi   |
| LISTA DE FIGURAS.....   | viii |
| LISTA DE TABLAS.....  | x    |
| RESUMEN.....  | 1    |
| ABSTRACT.....   | 2    |
| INTRODUCCIÓN.....   | 3    |
| CAPÍTULO 1 FUNDAMENTOS TEÓRICOS .....                             | 5    |
| 1.1. Laboratorio de Fabricación Digital.....                      | 6    |
| 1.1.1. Fabricación digital.....                                   | 6    |
| 1.1.2. FabLab.....  | 6    |
| 1.1.3. FabLab Kids.....   | 9    |
| 1.2. Habilidades psicomotrices.....                               | 11   |
| 1.2.1. Crecimiento y desarrollo de los niños en edad escolar..... | 11   |
| 1.2.2. Desarrollo cognitivo.....                                  | 12   |
| 1.2.3. Psicomotricidad.....                                       | 13   |
| 1.2.4. El juego como método de aprendizaje.....                   | 17   |
| 1.3. Objetos lúdicos – didácticos.....                            | 17   |
| 1.3.1. Generalidades.....   | 18   |
| 1.3.2. Requisitos del buen juguete.....                           | 19   |
| 1.3.3. Seguridad.....   | 19   |
| 1.3.4. Referencias objetos existentes- psicomotricidad.....       | 20   |
| 1.4. Arquitectura software y hardware.....                        | 22   |
| 1.4.1. Hardware del sistema.....                                  | 22   |
| 1.4.2. Software del sistema .....                                 | 27   |
| 1.5. La comunicación visual y estética.....                       | 28   |
| CAPÍTULO 2 ANÁLISIS Y EXPERIMENTACIÓN .....                       | 31   |
| 2.1. Análisis del objeto de estudio.....                          | 32   |
| 2.2. Elaboración de prototipos.....                               | 32   |
| 2.2.1. Primer prototipo.....                                      | 33   |
| 2.2.2. Segundo prototipo.....                                     | 35   |

|  |  |    |
|--|--|----|
| 2.2.3.   | Tercer prototipo. ....                             | 37 |
| 2.2.4.   | Cuarto prototipo.....                              | 39 |
| 2.2.5.   | Quinto prototipo. ....                             | 41 |
| 2.2.6.   | Sexto prototipo.....                               | 43 |
| 2.2.7.   | Análisis de los prototipos.....                    | 45 |
| 2.2.8  | Planos mecánicos y modelamiento del sistema. ....  | 48 |
| 2.3.   | Sistema de control .....                           | 50 |
| 2.3.1.   | Primer código con potenciómetros.....              | 51 |
| 2.3.2.   | Segundo código con joysticks.....                  | 52 |
| 2.3.3  | Circuito esquemático de conexiones de Arduino..... | 53 |
| 2.3.4  | Diagrama de flujo del sistema.....                 | 55 |
| CAPÍTULO 3 PROPUESTA .....                                   |  | 56 |
| 3.1.   | Metodología de workshop.....                       | 57 |
| 3.2.   | Planificación de tareas.....                       | 59 |
| 3.3.   | Métodos para evaluar los prototipos. ....          | 60 |
| 3.4.   | Workshop.....                                      | 60 |
| 3.5.   | Análisis e interpretación de resultados.....       | 64 |
| 3.6.   | Fabricación del prototipo final.....               | 65 |
| CONCLUSIONES .....   |  | 67 |
| BIBLIOGRAFÍA.....  |  | 68 |
| ANEXOS .....   |  | 71 |
| Anexo 1: Lámina de prototipo 1.....                          |  | 72 |
| Anexo 2: Lámina de prototipo 2.....                          |  | 73 |
| Anexo 3: Lámina de prototipo 3.....                          |  | 74 |
| Anexo 4: Lámina de prototipo 4.....                          |  | 75 |
| Anexo 5: Lámina de prototipo 5.....                          |  | 76 |
| Anexo 6: Lámina de prototipo 6.....                          |  | 77 |
| Anexo 7: Código en Arduino para mover el brazo robótico..... |  | 78 |
| Anexo 8: Modelos para evaluar los prototipos.....            |  | 82 |
| Anexo 9: Presupuesto. ....                                   |  | 85 |

## LISTA DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| <b>Figura 1.1</b> Diseño y construcción de un objeto mediante la fabricación digital..... | 6  |
| <b>Figura 1.2</b> Laboratorio de fabricación digital.....                                 | 8  |
| <b>Figura 1.3</b> Laboratorio de fabricación digital - FabLab UTPL.....                   | 8  |
| <b>Figura 1.4</b> Niños armando lámparas creadas a través del FabLab.....                 | 9  |
| <b>Figura 1.5</b> Niños de primer grado de educación básica armando un dinosaurio .....   | 9  |
| <b>Figura 1.6</b> Ejemplos de habilidades psicomotrices gruesas.....                      | 16 |
| <b>Figura 1.7</b> Objetos lúdicos-didácticos.....   | 18 |
| <b>Figura 1.8</b> LINKKI.....   | 20 |
| <b>Figura 1.9</b> Kits de construcción MATADOR.....                                       | 21 |
| <b>Figura 1.10</b> Conjunto de bloques de construcción LITTLE BITS .....                  | 21 |
| <b>Figura 1.11</b> Brazo Robótico MeArm.....  | 22 |
| <b>Figura 1.12</b> Servomotor Tower Pro 9g Micro.....                                     | 22 |
| <b>Figura 1.13</b> Módulo joystick para arduino .....                                     | 23 |
| <b>Figura 1.14</b> Cortadora Grabadora Laser CAMFive CFL-CMA1200.....                     | 25 |
| <b>Figura 1.15</b> Arduino Nano y arduino UNO .....                                       | 26 |
| <b>Figura 2.1</b> PlotClock.....  | 34 |
| <b>Figura 2.2</b> Diseño 3D, piezas y armado en SketchUp.....                             | 35 |
| <b>Figura 2.3</b> Sistema y partes del prototipo.....                                     | 35 |
| <b>Figura 2.4</b> Referente brazo MeArm.....  | 36 |
| <b>Figura 2.5</b> Diseño de piezas .....  | 37 |
| <b>Figura 2.6</b> Brazo armado.....   | 37 |
| <b>Figura 2.7</b> Segundo prototipo final .....   | 37 |
| <b>Figura 2.8</b> Referente de brazo robótico.....  | 38 |
| <b>Figura 2.9</b> Partes que conforman el prototipo .....                                 | 39 |
| <b>Figura 2.10</b> Prototipo con el sistema de control .....                              | 39 |
| <b>Figura 2.11</b> Piezas del prototipo.....  | 40 |
| <b>Figura 2.12</b> Partes del cuarto prototipo .....                                      | 41 |
| <b>Figura 2.13</b> Referente MeArm Pi.....  | 41 |
| <b>Figura 2.14</b> Piezas q conforman el prototipo .....                                  | 42 |
| <b>Figura 2.15</b> Prototipo terminado .....  | 43 |
| <b>Figura 2.16</b> Referente para el prototipo.....                                       | 43 |
| <b>Figura 2.17</b> Armado de las piezas del prototipo.....                                | 45 |

|   |    |
|---|----|
| <b>Figura 2.18</b> Prototipo terminado .....  | 45 |
| <b>Figura 2.19</b> Similitud entre un brazo humano y un brazo robótico .....  | 49 |
| <b>Figura 2.20</b> Movimientos posibles de las articulaciones del brazo robótico .....  | 50 |
| <b>Figura 2.21</b> Primer código en Arduino IDE .....   | 52 |
| <b>Figura 2.22</b> Segundo código en Arduino IDE .....  | 53 |
| <b>Figura 2.23</b> Esquema de conexión con potenciómetros .....   | 53 |
| <b>Figura 2.24</b> Circuito electrónico con joysticks en Altium Designer .....  | 54 |
| <b>Figura 2.25</b> Pistas para el circuito impreso en Altium Designer.....  | 54 |
| <b>Figura 2.26</b> Circuito impreso.....  | 54 |
| <b>Figura 2.27</b> Diagrama de flujo del sistema.....   | 55 |
| <b>Figura 3.1</b> a) Inicio del Workshop y presentación del FabLab, b) Recorrido de los niños por el laboratorio .....                    | 61 |
| <b>Figura 3.2</b> a) Niños pintando para hacer la primera actividad, b) Elaboración del circuito con cinta de cobre. ....                 | 62 |
| <b>Figura 3.3</b> a) Tarjeta terminada b) Explicación de los prototipos.....  | 62 |
| <b>Figura 3.4</b> Niños practicando los movimientos con el primer prototipo, b) Niños practicando movimientos del segundo prototipo ..... | 63 |
| <b>Figura 3.5</b> Actividades con prototipo 1 .....   | 63 |
| <b>Figura 3.6</b> Actividades con prototipo 2 .....   | 64 |
| <b>Figura 3.7</b> Partes del objeto lúdico didáctico resultante.....  | 66 |
| <b>Figura 3.8</b> Objeto lúdico didáctico resultante.....   | 66 |

## LISTA DE TABLAS

|                   |   |    |
|-------------------|---|----|
| <b>Tabla 1.1</b>  | Laboratorios de Fabricación Digital (FabLab) .....                            | 7  |
| <b>Tabla 1.2</b>  | Talleres de la red FabLat Kids.....   | 10 |
| <b>Tabla 1.3</b>  | Contenidos Psicomotores.....  | 12 |
| <b>Tabla 1.4</b>  | Períodos del desarrollo cognitivo. ....                                       | 12 |
| <b>Tabla 1.5</b>  | Habilidades psicomotrices que los niños desarrollan de acuerdo a la edad..... | 13 |
| <b>Tabla 1.6</b>  | Habilidades psicomotrices finas .....   | 14 |
| <b>Tabla 1.7</b>  | Objetivos que el juego cumple en las áreas psicomotrices del niño. ....       | 17 |
| <b>Tabla 1.8</b>  | Aspectos generales para la elaboración de objetos lúdicos-didácticos .....    | 18 |
| <b>Tabla 1.9</b>  | Especificaciones técnicas de un servomotor-micro .....                        | 23 |
| <b>Tabla 1.10</b> | Especificaciones del Joystick .....   | 24 |
| <b>Tabla 1.11</b> | Lista de materiales que corta y graba la máquina .....                        | 24 |
| <b>Tabla 1.12</b> | Especificaciones técnicas de la cortadora laser .....                         | 25 |
| <b>Tabla 1.13</b> | Especificaciones técnicas del Arduino Nano .....                              | 26 |
| <b>Tabla 1.14</b> | Descripción de programas utilizados durante el proyecto. ....                 | 27 |
| <b>Tabla 1.15</b> | Elementos del diseño .....  | 28 |
| <b>Tabla 1.16</b> | Descripción de los elementos del diseño y teoría del color.....               | 29 |
| <b>Tabla 2.1</b>  | Consideraciones y requerimientos para el diseño del objeto .....              | 33 |
| <b>Tabla 2.2</b>  | Características del prototipo 1 .....   | 34 |
| <b>Tabla 2.3</b>  | Características del prototipo 2 .....   | 36 |
| <b>Tabla 2.4</b>  | Características del prototipo 3.....  | 38 |
| <b>Tabla 2.5</b>  | Características del prototipo 4.....  | 39 |
| <b>Tabla 2.6</b>  | Características del prototipo 5.....  | 42 |
| <b>Tabla 2.7</b>  | Características del prototipo 6.....  | 44 |
| <b>Tabla 2.8</b>  | Ventajas y desventajas de cada prototipo .....                                | 46 |
| <b>Tabla 2.9</b>  | Evaluación de prototipos .....  | 48 |
| <b>Tabla 2.10</b> | Partes y movimientos posibles en grados.....                                  | 50 |
| <b>Tabla 2.11</b> | Materiales utilizados para el control del objeto .....                        | 51 |
| <b>Tabla 3.1</b>  | Metodología planteada para la realización del Workshop .....                  | 57 |
| <b>Tabla 3.2</b>  | Tareas planificadas.....  | 59 |
| <b>Tabla 3.3</b>  | Niños asistentes a los talleres .....   | 61 |
| <b>Tabla 3.4</b>  | Análisis de los resultados .....  | 64 |

## RESUMEN

En el presente trabajo se describe el diseño y la elaboración de objetos lúdicos didácticos, desarrollando prototipos robóticos con fines pedagógicos, basados en conceptos de diseño, aplicando métodos y herramientas de fabricación digital de tal manera que se pueda testear las habilidades psicomotrices: asociación, atención, coordinación, causa y efecto, convivencia, etc. además de integrar conceptos de electrónica básica con diseños en 3D, programación en Arduino y fabricando las placas de circuito impreso para la experimentación de los objetos.

En el laboratorio de Fabricación Digital específicamente en el FabLab Kids, se pretende lograr que los niños aprendan y desarrollen su creatividad creando sus propios juguetes y aprendiendo en el proceso, incentivando a los niños a utilizar las tecnologías como medios para crear soluciones en lugar de ser solo consumidores de las mismas, para lo que se diseñan objetos

Con el prototipo final se realiza talleres dentro y fuera del laboratorio para observar la aceptación de los objetos por parte de los niños, permitiendo evaluar cada prototipo, y analizar los resultados obtenidos.

**PALABRAS CLAVE:** Fabricación digital, programación, diseño, creatividad, habilidades psicomotrices.

## ABSTRACT

The present work describes the design and elaboration of didactic playful objects, developing robotic prototypes for educational purposes, based on design concepts, methods and tools of digital manufacturing in such a way that you can test the psychomotor skills: association, attention, coordination, cause and effect, coexistence, etc, in addition to integrate concepts of basic electronics with 3D designs, programming in Arduino and manufacturing printed circuit boards for the experimentation of the objects.

In the Laboratory of Digital Manufacturing specifically in the FabLab Kids, is intended to ensure that children learn and develop their creativity by creating your own toys and learning in the process, encouraging children to use technologies as a means to create solutions instead of just being consumers of the same.

With the final prototype, there are workshops inside and outside the laboratory to observe the acceptance of the objects by the children, allowing to evaluate each prototype, and analyze the results obtained.

**KEYWORDS:** digital manufacturing, programming, design, creativity, psychomotor skills.

## INTRODUCCIÓN

En los últimos años ha aumentado el interés por el desarrollo de herramientas tecnológicas en las aulas de clase, en Ecuador el Ministerio de Educación tiene como misión proponer políticas y estrategias para mejorar los procesos de enseñanza-aprendizaje en espacios educativos, es por ello que se vuelve importante desarrollar propuestas que ofrezcan a los niños el manejo de herramientas de software y hardware, como prototipos robóticos y programas especializados con fines pedagógicos.

El objetivo general del presente trabajo es desarrollar prototipos de objetos lúdicos didácticos a través de la fabricación digital y programación en Arduino para el desarrollo de habilidades psicomotrices de niños en edad escolar de la ciudad de Loja, efectuando un estudio a través del diseño y las diferentes disciplinas que intervienen en el desarrollo de objetos (psicología evolutiva, psicología cognitiva, aprendizaje, lúdica, didáctica, fabricación digital) que optimizarán la obtención de objetivos planeados a partir de estos objetos.

Se pretende desarrollar un sistema electrónico basado en Arduino que permitan a los objetos lúdicos tener características propias y que refuercen las destrezas psicomotrices de los niños, establecer prácticas creativas en los niños, integrando conceptos de diseño y electrónica, acercándolos a conceptos básicos de las mismas y proponer mediante una metodología a los niños a utilizar las tecnologías como medios para crear soluciones e incentivarlos a la investigación

El diseño, creatividad y la intervención de la fabricación digital participan en la creación de estos objetos lúdicos didácticos, además de la utilización de materiales electrónicos que lo vuelvan más divertido y llamando el interés de lo niños por la tecnología, integrando conceptos básicos de diseño, arquitectura y electrónica, ya que el juego y los juguetes están presentes en la vida de los niños acompañándolos a lo largo de su desarrollo, y su aprendizaje.

En el primer capítulo de este proyecto se describe las habilidades psicomotrices que el niño debe experimentar y descubrir progresivamente, habilidades sencillas e individuales. Se desarrolla de manera general el concepto de objetos lúdicos didácticos y se habla de todo lo relacionado con el niño, su desarrollo y aprendizaje, para relacionarlos en el juguete.

El capítulo dos hace referencia al análisis y arquitectura software y hardware, a la elección de cada elemento y su importancia en el desarrollo del proyecto, características y descripción de cada uno de los componentes, para poder llegar a la elaboración de diagramas y circuitos impresos. Se elaboran prototipos, observando las características de cada uno y escogiendo el que cumpla con el objetivo que se plantó al inicio del proyecto. Además, se aborda al objeto

a partir de sus componentes en relación con el diseño y fabricación digital y mencionando cómo cada uno aporta elementos necesarios para la constitución total del mismo, relacionándolo con objetos existentes.

En el tercer capítulo se presenta la propuesta del objeto y la vinculación de éste en el Laboratorio de Fabricación Digital específicamente en el FabLab Kids desarrollando la metodología para llevar a cabo workshops con los niños, obteniendo resultados, evaluando las actividades que se realizan y la aceptación del objeto por parte de los niños.

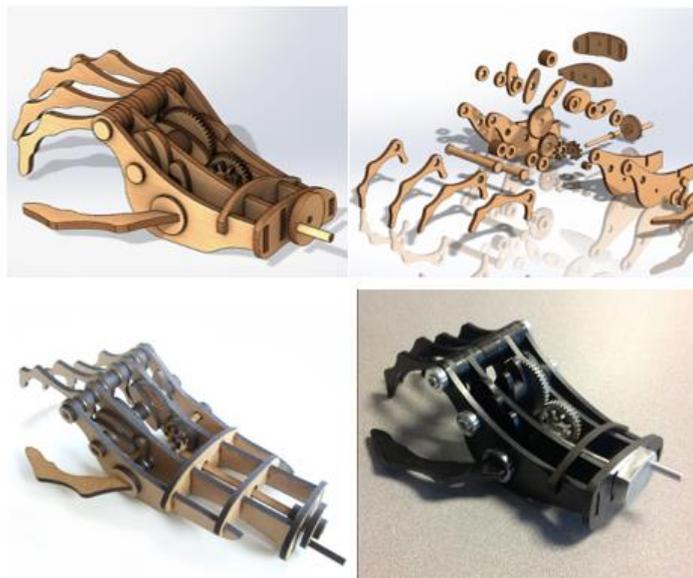
**CAPÍTULO 1**  
**FUNDAMENTOS TEÓRICOS**

## 1.1. Laboratorio de Fabricación Digital.

### 1.1.1. Fabricación digital.

La fabricación digital convierte archivos digitales en objetos físicos a través de diferentes herramientas y máquinas, disminuyendo el tiempo empleado entre el diseño y la producción para transformar las formas tradicionales de diseño y programación en procesos más sencillos. García Alvarado, (2011) afirma:

*La fabricación digital participa en diferentes etapas de la elaboración de un objeto, desde los modelos de diseño hasta componentes específicos. Aportando en diferentes aspectos como: propiedades de masa, textura, luminosidad y apariencia del material. Otorgando de este modo también una comprensión física del diseño, que normalmente se trabaja en vistas bidimensionales, y tridimensionales (p. 149).*



**Figura 1.1** Diseño y construcción de un objeto mediante la fabricación digital

**Fuente:**(García Alvarado, 2011). Fabricación digital de modelos constructivos: análisis de equipos y procesos

**Elaboración:** El autor

### 1.1.2. FabLab.

FabLab viene de la abreviación de “Fabrication Laboratories” o Laboratorios de Fabricación Digital que, de acuerdo con su fundador, Neil Gensherfeld, “son una red global de laboratorios locales, que posibilitan la invención permitiendo el acceso de los individuos a las herramientas de fabricación digital”; siendo así, un lugar para el desarrollo de innovación abierta ya que utilizan herramientas Open Source (González Costa, 2016). Las características, equipamiento y funcionamiento de los FabLabs se detallan a continuación en la Tabla 1.1.

**Tabla 1.1** Características, equipamiento y funcionamiento de un FabLab

| <b>LABORATORIOS DE FABRICACIÓN DIGITAL (FabLab)</b> |   |  |
|---|---|--|
| <b>Características</b>                              | <b>Misión</b>   | Favorecer la creatividad proporcionando a los individuos herramientas de fabricación digital.  |
|   | <b>Acceso</b>   | Cualquier persona puede usar los laboratorios para fabricar casi cualquier cosa, debe aprender a hacerlo por sí solo y debe compartir el uso del laboratorio y experiencias educativas con otros usuarios. |
|   | <b>Educación</b>  | La enseñanza en el FabLab involucra proyectos en progreso y aprendizaje entre muchas personas; los usuarios deben contribuir a la documentación y a la instrucción.  |
|   | <b>Objetivos</b>  | Democratizar la tecnología, potenciar habilidades creativas, intercambiar ideas, recursos y experiencias para el uso de las herramientas de diseño y prototipado.  |
| <b>Equipamiento</b>                                 | <b>Impresoras 3D</b>  | Realiza réplicas de diseños en 3D.   |
|   | <b>Cortadora láser</b>  | Máquina controlada por ordenador para cortar piezas de 2D y poder armar objetos 3D.  |
|   | <b>Fresadora</b>  | Es una máquina cuya función es crear piezas de determinadas formas, a través de un proceso de mecanizado de las mismas, con el uso de una herramienta giratoria llamada fresa.                             |
|   | <b>Cortadora de vinilo</b>  | Sirve para cortar el vinilo según el diseño que el usuario desee. Parece un plotter de impresión de planos en el que la plumilla ha sido sustituida por una cuchilla.                                      |
|   | <b>Herramientas de programación</b>   | Componentes electrónicos y herramientas de programación para microcontroladores para aumentar la velocidad de prototipado  |
| <b>Funcionamiento</b>                               | Un FabLab es una plataforma de prototipado para la innovación y la invención, proporcionando un estímulo para la iniciativa empresarial local. Además, se considera como una plataforma para el aprendizaje |  |

|                          |  |
|--------------------------|--|
|                          | y la innovación: un lugar para jugar, para crear, para aprender, para guiar, para inventar.                                      |
| <b>Red Internacional</b> | Hoy en día, se estima que existen 59 FabLabs oficiales en el mundo. Existiendo aproximadamente 30 laboratorios en Latinoamérica. |

**Fuente:**(«Fab Foundation», s. f.). FabLab Fundation  
**Elaboración:** El autor



**Figura 1.2** Laboratorio de fabricación digital  
**Fuente:** «FabLab Nerve Centre | FabLab», s. f.). FABLAB AND CRAFT NI ANNOUNCE FIRST DEDICATED DIGITAL FABRICATION PROGRAMME FOR THE NI CRAFT INDUSTRY,  
**Elaboración:** FabLab Nerve Centre

La Universidad Técnica Particular de Loja, a partir del 2014, ha implementado una serie de laboratorios que ayuden a la innovación e investigación en diferentes campos, entre los cuales se ha implementado el laboratorio de fabricación digital y realidad virtual, con tecnologías (CAD / CAM), aportando así a las tendencias de la innovación y la investigación en arquitectura.



**Figura 1.3** Laboratorio de fabricación digital - FabLab UTPL  
**Fuente:** FabLab UTPL  
**Elaboración:** FabLab UTPL

### 1.1.3. FabLab Kids.

FabLab Kids nació en el 2007 como un proyecto para fomentar la creatividad de niños y jóvenes con la ayuda de los laboratorios de fabricación digital, se puede definir a los FabLab Kids como una red de laboratorios de creación que favorece el desarrollo de la inteligencia, la creatividad y la imaginación de niños y jóvenes. En estos espacios se estimula el pensamiento y se motiva la innovación a través de actividades educativas y lúdicas dirigidas a niñas y niños de entre 5 y 16 años (González Costa, 2016). Su objetivo es fomentar el pensamiento analítico - reflexivo mediante una alfabetización tecnológica, que convierta a los niños en creadores de sus propios objetos y no solo en consumidores o usuarios pasivos. En este laboratorio se realizan workshops con los niños para aplicar nuevos métodos de enseñanza - aprendizaje que fortalezcan sus habilidades psicomotrices y experimenten con los proyectos que se planifica, en la Tabla 1.2 se observa algunos talleres propuestos por la red.



**Figura 1.4** Niños armando lámparas creadas a través del FabLab

**Fuente:** FabLab Kids UTPL

**Elaboración:** FabLab Kids UTPL

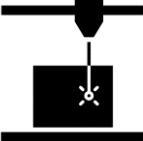


**Figura 1.5** Niños de primer grado de educación básica armando un dinosaurio

**Fuente:** FABLAB Kids. Taller FAB ZOO en escuela Eugenio Espejo

**Elaboración:** FABLAB UTPL

Tabla 1.2 Talleres de la red FabLat Kids

| Taller          | Descripción  | Herramientas de Fabricación  | Imágenes  |
|-----------------|--|--|---|
| <b>EMOSILLA</b> | Emosilla motiva a los niños a expresar sus emociones: que son, de dónde vienen para graficarlas en una expresión facial o emoción.   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• CNC router</li> <li>• Cortadora laser</li> </ul>          |    |
| <b>FAB LAMP</b> | Los niños fabrican su propia lámpara modular. El objeto es cortado con láser y los niños construyen un circuito simple para encender y apagar un LED.  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cortadora laser</li> <li>• Cortadora de vinil</li> </ul>  |    |
| <b>DIGITOYS</b> | Digitoys es un taller de modelado 3D e impresión donde los niños crean sus objetos. Con la ayuda de herramientas de fabricación digital, como el software Sculptris, fabricarán en una impresora 3D. | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Computadora</li> <li>• Impresora 3D</li> </ul>          |   |
| <b>KID PIX</b>  | Kid Pix destaca el valor de la relación entre lo analógico y lo digital, dejando que los niños comprendan la importancia de conectar sus mentes con sus sentidos.                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cortadora laser</li> <li>• Computadora</li> </ul>       |  |
| <b>ALEBRIJE</b> | Un alebrije es un arte mexicano que representa un personaje fantástico hecho de partes coloridas de diferentes animales.   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cortadora laser</li> </ul>                              |  |

|                          |   |   |   |
|--------------------------|---|---|---|
| <p><b>MY DRAWBOT</b></p> | <p>Es un taller introductorio de robótica. Los niños integran la fabricación digital, mecánica, electrónica y la programación básica para construir su pequeño robot que dibuja.</p>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cortadora laser</li> <li>• Materiales electrónicos</li> </ul>  |  |
| <p><b>FAB RHINO</b></p>  | <p>Fab Rhino es una serie de animales creados por Fab Lab Veritas. Requiere esfuerzo colectivo, durante el taller, se corta con láser algunas de las piezas para entender cómo hacer objetos tridimensionales a partir de superficies planas.</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cortadora laser</li> </ul>                                     |  |

Fuente:(Díaz, 2016). FatLab Kids

Elaboración: El autor

## 1.2. Habilidades psicomotrices.

### 1.2.1. Crecimiento y desarrollo de los niños en edad escolar.

El crecimiento y desarrollo de los niños en edad escolar indica la forma en que crecen física, mental, emocional y socialmente. Los niños de edad escolar tienen de 5 a 12 años, en esta edad el niño desarrolla la parte cognitiva proporcionando la capacidad de evaluarse a sí mismo y de percibir las valoraciones que ellos hacen a los demás; es donde la autoestima se convierte en un aspecto esencial (Yasukawa, 2005).

Según la UNICEF, en (Yasukawa, 2005), “los niños de edad escolar están en la etapa en que avivan su desarrollo intelectual, consolidan sus capacidades físicas, aprenden los modos de relacionarse con los demás y aceleran la formación de su identidad y su autoestima” (p. 4). Cuando los niños no cuentan con las condiciones adecuadas su desarrollo intelectual es deficiente y pierden destrezas para pensar, comprender y ser creativos; sus habilidades manuales y sus reflejos se vuelven torpes; no aprenden a convivir satisfactoriamente, a trabajar en equipo, a solucionar conflictos ni a comunicarse con facilidad.

Con el pasar de los años los niños adquieren características llamados hitos del desarrollo, el cual está dividido en diferentes áreas como se muestra en la Tabla 1.3.

**Tabla 1.3** Contenidos Psicomotores.

| Área                               | Contenido  | Objetivos   |
|------------------------------------|--|---|
| Área motora                        | Incluye aspectos relacionados con el movimiento                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>– Tono muscular (postura y dominio de la relajación)</li> <li>– Equilibrio</li> <li>– Coordinación visomotriz</li> <li>– Lateralidad</li> <li>– Coordinación dinámica general</li> </ul> |
| Área cognitiva                     | Comprende los conceptos relacionados con la percepción del cuerpo                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>– Percepción del cuerpo</li> <li>– El espacio y los objetos</li> <li>– El tiempo</li> <li>– La capacidad de representación</li> </ul>  |
| Área socio-afectiva y comunicativa | Abarca contenidos concernientes con las emociones y las relaciones interpersonales | <ul style="list-style-type: none"> <li>– Relación de apego y seguridad</li> <li>– Autoconcepto y autoestima</li> <li>– Expresión y reconocimiento de emociones</li> <li>– Aceptación y respeto de normas</li> </ul>             |

**Fuente:** (Quirós Aragón, 2012). Psicomotricidad. Guía de evaluación e intervención

**Elaboración:** El autor

### 1.2.2. Desarrollo cognitivo.

El desarrollo cognitivo constituye un conjunto de transformaciones físicas e intelectuales que tienen como resultado el aumento del conocimiento, de las habilidades para pensar, comprender y resolver problemas prácticos, según (Piaget, 1991) para la adaptación del individuo al medio el desarrollo cognitivo se divide en cuatro periodos, los cuales incluyen las competencias relativas a la atención, la percepción o la memoria, como a las capacidades intelectuales complejas como: el razonamiento, la producción y comprensión del lenguaje o a la solución de problemas.

**Tabla 1.4** Períodos del desarrollo cognitivo.

| PERIODO                           |                 | EDAD (años) | CARACTERÍSTICAS   |
|-----------------------------------|-----------------|-------------|---|
| <b>Sensomotriz</b>                |                 | 0-2         | Esquemas sensomotrices congénitos, es decir, los primeros reflejos con los que nacen los bebés.   |
| <b>Pensamiento preoperacional</b> | Pre-operacional | 2-4         | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Las operaciones carecen de estructura lógica.</li> </ul> |

|                              |            |  |
|------------------------------|------------|--|
|                              |            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Comunicación con los individuos</li> <li>• Desarrollo de los sentimientos interindividuales.</li> </ul>   |
|                              | Instintiva | 4-7 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Inteligencia Intuitiva</li> <li>• Movimientos bajo la forma de una imagen representativa.</li> <li>• Imitación</li> </ul>   |
| <b>Operaciones concretas</b> |            | 7-11 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Operaciones lógicas matemáticas y espacio temporales.</li> <li>• Concentración individual.</li> </ul>  |
| <b>Operaciones formales</b>  |            | 12-15 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dominan las relaciones de proporcionalidad y conservación</li> <li>• Pensamiento abstracto</li> <li>• Verifican hipótesis de manera exhaustiva y sistemática</li> </ul> |

**Fuente:**(Piaget, 1991). Seis estudios de psicología

**Elaboración:** El autor

### 1.2.3.Psicomotricidad.

Las habilidades psicomotrices son el conjunto de destrezas que las personas adquirimos desde que nacemos, estas habilidades proporcionan autonomía, capacidades de manipulación, pensamiento y relación social. Con el desarrollo y practica estas habilidades van adquiriendo mayor complejidad y precisión. La psicomotricidad trata de desarrollar a la persona en su totalidad, incluyendo los aspectos motores, cognitivos y socio-afectivos. («Habilidades psicomotrices: de la coordinación corporal...», 2010)

En la tabla 1.5 se detallan las habilidades psicomotrices que van adquiriendo los niños según su edad.

**Tabla 1.5** Habilidades psicomotrices que los niños desarrollan de acuerdo a la edad

| <b>Edades de los niños (años)</b> | <b>Características</b>   |
|-----------------------------------|--|
| 0-4                               | Se desarrollan habilidades básicas adquiridas desde que nacen. Reflejos congénitos   |
| 4-6                               | Se desarrolla habilidades como: saltar, subir y bajar escaleras, caminar en una línea, lanza una pelota a lo alto y la agarra, recortar figuras rectas y curvas. |
| 6-8                               | Los niños a esta edad deben poder saltar a la cuerda.  |

|        |  |
|--------|--|
|        | <p>Anda en bicicleta.</p> <p>Realiza movimientos finos como enhebrar agujas, dibujar figuras y letras.</p> <p>Reconoce la izquierda y la derecha respecto de su cuerpo.</p> <p>Bajo la supervisión de un adulto, utiliza de a poco el cuchillo para cortar carne o grandes trozos de fruta.</p> <p>Se amarra los cordones de los zapatos</p> |
| 8-10   | <p>Puede jugar fútbol, básquetbol, bailar, etc.</p> <p>Utiliza bien ciertas herramientas o utensilios de cocina o aseo. Ej.: Martillo, desatornillador, batidor, corta masa, etc.</p> <p>Escribe bien letras y números.</p> <p>Prepara su mochila y uniforme para el día siguiente.</p> <p>Sabe qué alimentos son buenos para su salud.</p>  |
| 10 -12 | <p>Son más independientes, tienen una visión clara de las cosas y de los problemas que los rodean, son capaces de realizar muchos deportes y de desenvolverse en el medio que los rodea.</p> <p>Puede distinguir entre buen y mal comportamiento.</p> <p>Puede realizar su tarea sin ayuda.</p>  |

**Fuente:**(Edwards, 2010). El Desarrollo de Niños y Niñas de 4 a 10 años

**Elaboración:** El autor

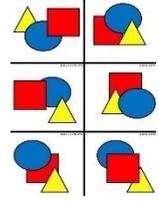
### **1.2.3.1. Psicomotricidad fina.**

La psicomotricidad fina es todo tipo de actividad que necesita de una precisión y un gran nivel de coordinación. La coordinación de la vista, el tacto, los movimientos, los gestos y la fonética sirven de base para realizar actividades artísticas como modelar, pintar, esculpir, tocar instrumentos, expresión teatral o el aprendizaje y desempeño de oficios como relojero, pintor o cirujano, entre otros («Habilidades psicomotrices: de la coordinación corporal...», 2010). Algunas habilidades psicomotrices finas son:

**Tabla 1.6** Habilidades psicomotrices finas

| <b>HABILIDADES PSICOMOTRICES</b>   | <b>DESCRIPCIÓN</b>  |
|--|---|
|  <p><b>asociación</b></p> | <p>Es el proceso mediante el cual el niño encuentra relación entre dos objetos, ya sea por una similitud de origen, características o mentales iguales, al igual que pertenecer al mismo lugar.</p> |

|   |   |
|---|---|
|  <p><b>atención</b></p>                  | <p>Es la capacidad para centrarse en un estímulo de entre todos los que hay su alrededor para ignorar todos los demás. Es una de las habilidades fundamentales en el proceso del conocimiento.</p>  |
|  <p><b>causa y efecto</b></p>            | <p>La causa es un evento o acción que provoca que algo suceda; el efecto o consecuencia es lo que ocurre como resultado de la causa.</p>  |
|  <p><b>convivencia</b></p>               | <p>Es la capacidad del niño para integrarse a la vida en sociedad, fomentando los valores del respeto y consensuando las normas básicas, así como la resolución de conflictos.</p>  |
|  <p><b>coordinación</b></p>              | <p>Es la aptitud del niño para armonizar el trabajo de diversos músculos, con la intención de realizar determinadas acciones.</p>   |
|  <p><b>conciencia sensorial</b></p>    | <p>La conciencia sensorial va a construir los canales por donde el niño recibe la información de su entorno (colores, formas, olores, sabores, sonidos, etc.), y de su propio cuerpo (hambre, frío, de posiciones del cuerpo en el espacio, etc.)</p> |
|  <p><b>habilidades de lenguaje</b></p> | <p>Las habilidades lingüísticas son aquellas que nos permiten comunicarnos, por ejemplo: escuchar, hablar, leer y escribir.</p>   |
|  <p><b>habilidades matemáticas</b></p> | <p>Es la habilidad del niño para utilizar y relacionar los números, sus operaciones básicas, los símbolos y razonamiento matemático. Esta habilidad sirve para resolver problemas de la vida cotidiana y con el mundo laboral.</p>                    |
|  <p><b>imaginación</b></p>             | <p>Es la capacidad mental del niño para representar las imágenes de las cosas reales o ideales. Es la facilidad para crear ideas o proyectar cosas nuevas.</p>  |

|   |  |
|---|--|
|  <p><b>percepción espacial</b></p> | <p>Es la capacidad de ubicar objetos en el espacio, y con relación a otro objeto, aprendiendo sobre posiciones y ubicaciones, como izquierda, derecha, arriba, abajo, adelante, atrás, sobre, etc.</p> |
|---|--|

**Fuente:** (Quirós Aragón, 2012). *Psicomotricidad. Guía de evaluación e intervención*  
**Elaboración:** El autor

Actividades diarias como: dibujar, atornillar, limpiar, y muchos juegos aportan habilidades psicomotrices finas, desarrollando la capacidad expresiva, la motivación y la personalidad de cada uno. Dándoles posibilidades de auto dirigirse, ser independientes y utilizar los recursos propios.

**1.2.3.2. Psicomotricidad gruesa.**

La psicomotricidad gruesa se desarrolla con actividades como: caminar, correr, coger las cosas con la mano, desplazarse, andar en bici, patinar, esquiar, deportes que permiten un grado de destreza según el entrenamiento y la práctica. La psicomotricidad gruesa brinda autonomía, permite tener una orientación espacial y organizar las cosas, además, aporta disciplina, perseverancia, tolerancia a la frustración, regulación emocional, fuerza, salud psíquica y corporal. El desarrollo de estas habilidades aumenta mediante el juego, el entrenamiento, las competiciones informales, el baile y otras actividades de ocio físico y que le llamen la atención a las personas («Habilidades psicomotrices: de la coordinación corporal...», 2010).



**Figura 1.6** Ejemplos de habilidades psicomotrices gruesas  
**Fuente:** (Quirós Aragón, 2012). *Psicomotricidad. Guía de evaluación e intervención*  
**Elaboración:** El autor

#### 1.2.4. El juego como método de aprendizaje.

El juego es una actividad que potencia distintas áreas como: la motora, la cognitiva y la socio-afectiva, las cuales son fundamentales para el sano desarrollo de las personas, permitiendo perfeccionar habilidades, destrezas y desenvolvimiento en el entorno social. El juego que tiene por objetivo educar, posee elementos intelectuales, prácticos, comunicativos y valorativos de manera lúdica. La actividad lúdica es atractiva y motivadora, ya que debe captar la atención de los alumnos hacia la materia y en cualquier área que se desee trabajar. Por lo tanto, a través del juego lúdico el niño está aprendiendo de una forma natural y divertida porque, aunque los niños generalmente no juegan para aprender, aprenden jugando (Castillo Beltrán, 2011).

**Tabla 1.7** Objetivos que el juego cumple en las áreas psicomotrices del niño.

| Área                               | Objetivos  |
|------------------------------------|--|
| Área motora                        | Poner en práctica su inventiva y su capacidad para resolver problemas rápidamente, capacidad de movimiento, rapidez de reflejos, destreza manual, coordinación y sentidos.   |
| Área cognitiva                     | Permite ampliar las habilidades para pensar, clasificar, imaginación, creatividad, agilidad mental, memoria, atención, lenguaje, interpretación de conocimiento, comprensión del mundo, pensamiento lógico, seguimiento de instrucciones, amplitud de vocabulario, expresión de ideas. |
| Área socio-afectiva y comunicativa | Reflejar acciones sociales como contar con otros, observar, defender el punto de vista y enseñar, la espontaneidad, socialización, placer, satisfacción, expresión de sentimientos, aficiones, resolución de conflictos, confianza en sí mismos.                                       |

**Fuente:** (Castillo Beltrán, 2011). Criterios transdisciplinarios para el diseño de objetos lúdico-didácticos  
**Elaboración:** El autor

#### 1.3. Objetos lúdicos – didácticos.

Los objetos lúdico-didácticos permiten aplicar herramientas y estrategias para promover el desarrollo, brindando un conjunto de sensaciones y escenarios de aprendizaje y adquisición de habilidades psicomotrices; además, ofrecen posibilidades de interacción, exploración, creación e integración de experiencias, motivando a los niños para que sientan la necesidad de aprender, despertar la curiosidad y el interés.

Se debe considerar las características, intereses y necesidades de los niños y niñas, así como también las características propias de los materiales, ya que los niños aprenden mejor cuando

se involucran en los procesos de manera activa y se les permite utilizar sus conocimientos previos para generar otros nuevos (Castillo Beltrán, 2011).



**Figura 1.7** Objetos lúdico-didácticos  
**Fuente:** (Castillo Beltrán, 2011). Criterios transdisciplinares para el diseño de objetos lúdico-didácticos  
**Elaboración:** Castillo Beltrán

### 1.3.1. Generalidades.

Para la elaboración de objetos lúdico-didácticos se debe tener en cuenta tres aspectos generales. ¿Qué se aprende?, ¿Quién lo aprende? y ¿Cómo lo aprende?.

**Tabla 1.8** Aspectos generales para la elaboración de objetos lúdico-didácticos

| Generalidades      | Características  |
|--------------------|--|
| ¿Qué se aprende?   | Se debe determinar los objetivos del aprendizaje, involucrando una serie de estrategias de aprendizaje, y aplicaciones.                            |
| ¿Quién lo aprende? | Se debe definir las edades a las que va dirigido el objeto y sus características considerando los intereses, nivel cognitivo, perceptivo y gustos. |
| ¿Cómo lo aprende?  | Definir los procesos de aprendizaje y de desarrollo. Estos aspectos corresponden a las operaciones de aprendizaje y las inteligencias múltiples.   |

**Fuente:** (Castillo Beltrán, 2011). Criterios transdisciplinares para el diseño de objetos lúdico-didácticos  
**Elaboración:** El autor

Como se muestra en la Tabla 1.8, con la primera interrogante se da la información de acuerdo al planteamiento propuesto ya sea de aprendizaje específico o en relación con las actividades que propone, estableciendo objetivos, reglas y metas. Además, con la segunda y tercera

interrogante se busca considerar las edades de los niños a los cuales va dirigido el objeto para luego definir los procesos del cómo se aprende o se desarrolla, en los cuales se lleva a cabo el adelanto del planteamiento de la actividad y el cumplimiento de metas y objetivos anteriormente establecidos. Finalmente se obtiene como resultado, el producto de las actividades desarrolladas y de la estimulación recibida a nivel psicomotor, cognitivo y socio-emocional (Castillo Beltrán, 2011).

### **1.3.2. Requisitos del buen juguete.**

El buen juguete debe aportar conocimiento y ser motivador de aprendizaje, permitiendo aumentar el deseo de aprender a través de un juego. La temática para los juegos didácticos está relacionada con los contenidos de las actividades pedagógicas que se imparten, donde el objeto debe tener coherencia entre las partes que lo conforman y con otros objetos; además, debe tener características visuales llamativas para los niños. De acuerdo a los aspectos generales para la elaboración de objetos lúdicos-didácticos, la forma del juguete debe tener una estructura capaz de explicar o transmitir al niño la información que se ha configurado durante el proceso de diseño, otorgándole al objeto un estado de objeto-comunicación. Además, intervienen en el desarrollo intelectual y psicológico del niño, con el pasar de los años los juguetes han sido y son reflejo de la realidad de cada época y de cada civilización (Barrera, Perdomo, Serrato, Trujillo, y González, 2015). es por ello que los juguetes y juegos, se constituyen en una forma de hablar, de expresarse, y de proyectar la imaginación y los sentimientos de los niños, desarrollando nuevas habilidades de pensamiento y la comprensión de nuevos conocimientos. Hoy en día, podemos ver cómo influye la televisión, el internet, los medios masivos de comunicación, los juegos tecnológicos interactivos, las pantallas, las teclas, las imágenes y en muchos casos imágenes violentas, que intervienen en la formación integral y en la vida de las personas.

Es por ello que se vuelve importante desarrollar propuestas que ofrezcan a los niños la posibilidad de entrar en contacto con las nuevas tecnologías; esto es posible a través del manejo de herramientas de software y hardware, como prototipos robóticos y programas especializados con fines pedagógicos, incluyendo los conceptos de lúdico, didáctico y pensando en el desarrollo de las habilidades psicomotrices de los niños.

### **1.3.3. Seguridad.**

Estos objetos deben brindar la seguridad necesaria para que los niños jueguen sin que se ponga en peligro sus vidas, a corto o a largo plazo, es por ello que los objetos deben cumplir con especificaciones que permitan la producción de un proyecto, estableciendo límites físicos y definir factibilidades productivas. Por ello es necesario definir los aspectos materiales del

objeto y las características del material de acuerdo a su comportamiento físico-mecánico, los requerimientos técnicos relacionados con normativas para el desarrollo de objetos para niños, y, los procesos productivos implicados en la materialización de dicho objeto.

Durante la elaboración de este proyecto se va a utilizar el Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 089 “Seguridad de los Juguetes”, con lo que se pretende reducir lo máximo posible los riesgos que no son evidentes para los usuarios.

### 1.3.4. Referencias objetos existentes- psicomotricidad.

#### 1.3.4.1. *Linkki*.

Linkki es un kit didáctico elaborado por Eun Young Park, consiste en una caja modular, barras y círculos, y módulos activos (interactivos), LINKKI simplifica el juguete de construcción técnica hasta el punto de parecer mínimo, pero aún conserva la versatilidad de los bloques de construcción como herramienta educativa. LINKKI permite que los usuarios pueden diseñar movimientos, hacer artes cinéticas y aprender temas básicos de STEAM (*Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics*) a través del juego práctico, además permite a los usuarios ajustar fácilmente y crear piezas personalizadas para sí mismos (Park, 2016).



**Figura 1.8** LINKKI

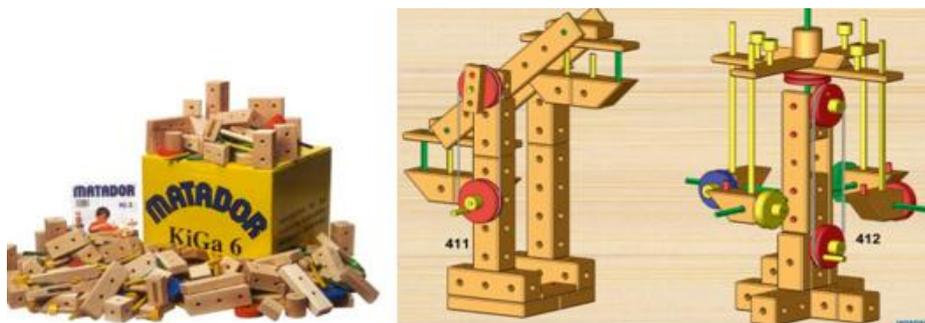
**Fuente:** (Park, 2016). LINKKI: A planar linkage-based kinetic toy as a tool for education and design

**Elaboración:** Park, Eun Young

#### 1.3.4.2. *Matador*.

Los Kits de construcción MATADOR desarrollan la creatividad de cada niño, y el deseo de no sólo crear, sino también usar materiales renovables que se encuentran cerca de la naturaleza. Estos juegos van desde bloques para niños de 18 meses hasta la edad que comienzan conscientemente participar en el juego, y elementos de construcción funcionales para niñas y

niños de 3 años en adelante. Estos kits de construcción están hechos de madera dura de alta calidad a partir de los bosques nacionales («MATADOR, Learning through play.», 2015).



**Figura 1.9** Kits de construcción MATADOR

**Fuente:** («MATADOR, Learning through play.», 2015) MATADOR, Learning through play.

**Elaboración:** Matador

#### **1.3.4.3. Little Bits.**

Little Bits es un conjunto de bloques de construcción electrónicos que usan un código de colores para funciones específicas (por ejemplo, movimiento, luces, sonido, sensores, conectividad a Internet). Todos los bits se ajustan con imanes para hacer circuitos más grandes. Los circuitos de construcción son sencillos e intuitivos y despiertan la curiosidad de los estudiantes comprometiéndolos en la investigación activa y la resolución de problemas. La flexibilidad y adaptabilidad de los Bits significa que los estudiantes de todas las edades y habilidades pueden usarlos para crear invenciones muy simples o muy complejas («Introducing: STEAM Student Set SHOP NOW», s. f.).



**Figura 1.10** Conjunto de bloques de construcción LITTLE BITS

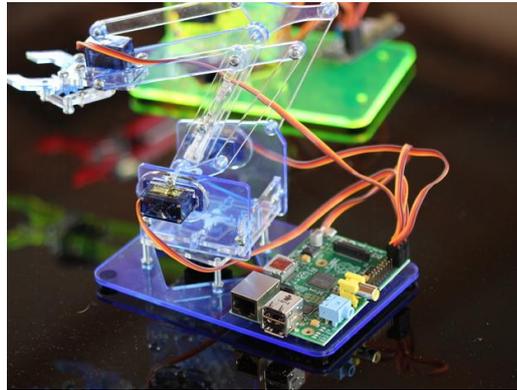
**Fuente:** («Introducing: STEAM Student Set SHOP NOW», s. f.) . Introducing littleBits

**Elaboración:** Little Bits

#### **1.3.4.4. Brazo Robótico MeArm.**

El proyecto MeArm pretende llevar un simple brazo del robot dentro del alcance y el presupuesto de docentes, estudiantes, padres o hijos. Es un kit de brazo del robot completo con tornillos de bajo costo estándar, servomotores y utilizando menos de 300 x 200 mm de

acrílico. Este brazo robótico se puede descargar y cortar o imprimir, y las partes podrían ser del material que prefiera el usuario. (Wang, 2016)



**Figura 1.11** Brazo Robótico MeArm

**Fuente:** (Wang, 2016). Additive manufacturing processes for fabricating a mini robot-computational models and experimental results

**Elaboración:** Wang, Shushu

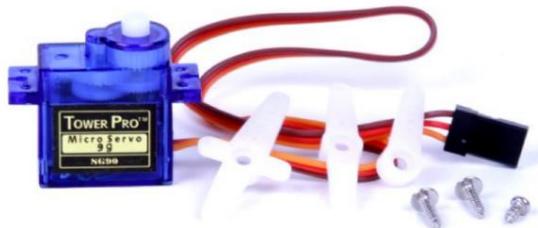
#### **1.4. Arquitectura software y hardware.**

##### **1.4.1. Hardware del sistema**

A continuación, se describe las características tomadas en cuenta para la elección de los elementos electrónicos que se utilizan durante el desarrollo del proyecto, ventajas y desventajas de los mismos. El objetivo es utilizar materiales de calidad, modulares, reutilizables y adaptativos, además de los programas que se usaron durante el proyecto.

##### **1.4.1.1. Servomotores.**

Son motores con alta potencia de salida. Tienen un valor de giro aproximadamente 180 grados ( $\pm 90^\circ$ ), más pequeños que los estándares, pero con la misma funcionalidad. Se puede utilizar cualquier servo código, hardware o biblioteca para controlarlos. Útiles para cualquier tipo de proyectos donde se necesita controlar motores y movimientos precisos. En la Tabla 1.9 se especifica las características técnicas del servo motor utilizado.



**Figura 1.12** Servomotor Tower Pro 9g Micro

**Fuente:** («Servo Motor SG90 Datasheet», s. f.). Datasheet

**Elaboración:** Datasheet

**Tabla 1.9** Especificaciones técnicas de un servomotor-micro

|                   |  |
|-------------------|--|
| Modulación        | Analógica  |
| Torque            | 4.8V: 22.20 oz-in (1.60 kg-cm)   |
| Velocidad         | 4.8V: 0.12 sec/60°   |
| Peso              | 0,32 oz (9,1 g)  |
| Dimensiones       | Largo:0.83 in (21.0 mm)<br>Ancho:0.47 in (12.0 mm)<br>Alto:0.87 in (22.0 mm) |
| Tipo de motor     | Sin núcleo   |
| Tipo de engranaje | Plástico   |
| Ciclo de pulso    | 20 ms  |
| Ancho de pulso    | 450-2450 $\mu$ s   |
| Tipo de conector  | JR   |

**Fuente:** («Servo Motor SG90 Datasheet», s. f.).  
Datasheet

**Elaboración:** El autor

#### **1.4.1.2. Módulo joystick.**

El módulo Joystick es similar a los que se encuentran en los gamepads, consta de dos potenciómetros ubicados en un ángulo de 90 grados, los cuales están conectados a un palo corto centrado por resortes. Este módulo produce una salida de alrededor de 2,5 V desde X y Y cuando está en posición de reposo. Mover el joystick hará que la salida varíe de 0v a 5V dependiendo de su dirección, cuando este se mueve, los valores cambian de 0 A 1023 dependiendo de su posición («Joystick», s. f.). Las características técnicas se observan en la Tabla 1.10.



**Figura 1.13** Módulo joystick para Arduino

**Fuente:** («Joystick», s. f.). Módulo joystick

**Elaboración:** Módulo joystick

**Tabla 1.10** Especificaciones del Joystick

|                        |   |                                      |
|------------------------|---|--------------------------------------|
| Funcionamiento         | 2 potenciómetros de 10 k $\Omega$ independientes con pin común de GND |                                      |
| Compatibilidad         | Arduino, Raspberry, etc.  |                                      |
| Ejes                   | X, Y  |                                      |
| Dimensiones            | 1.57 in x 1.02 in x 1.26 in (4.0 cm x 2.6 cm x 3.2 cm)                |                                      |
| Configuración de pines | GND   | Ground                               |
|                        | +5V   | 5V DC                                |
|                        | VRx   | Voltaje proporcional a la posición X |
|                        | VRy   | Voltaje proporcional a la posición Y |
|                        | SW  | Switch                               |

**Fuente:** («Joystick», s. f.). Datasheet

**Elaboración:** El autor

#### 1.4.1.3. Cortadora Láser.

La cortadora laser CAMFive CFL-CMA1200 sirve para cortar las piezas necesarias para los prototipos y posee un gabinete de tamaño estándar y puede incorporar materiales de diferentes medidas o más de una pieza a la vez, ideal para producciones y con alto desempeño, creado bajo normas y proceso de fabricación “CNC” que permite un mínimo desgaste de piezas a través de los años. Además, brinda un sistema de movimiento estable y preciso a través de un eje de desplazamiento y motores de movimiento, precisos y rápidos («SOTIC | CMA1200», s. f.). En la tabla 1.11 se enlista los materiales que corta y graba la máquina y en la Tabla 1.12 las especificaciones técnicas.

**Tabla 1.11** Lista de materiales que corta y graba la máquina

| <b>Materiales suaves</b>       | <b>Corta</b> | <b>Graba</b> | <b>Materiales duros</b>   | <b>Corta</b> | <b>Graba</b> |
|--------------------------------|--------------|--------------|---------------------------|--------------|--------------|
| Papel                          | X            | X            | MDF (Cartón prensado)     | X            | X            |
| Cartón                         | X            | X            | Madera                    | X            | X            |
| Foaming                        | X            | X            | Triplay (Madera prensada) | X            | X            |
| Fieltro                        | X            | X            | Plástico                  | X            | X            |
| Telas fibras algodón y mixtas  | X            | X            | Acrílico                  | X            | X            |
| Tela fibras sintéticas gruesas | X            | X            | Vidrios y Cristales       |              | X            |
| Tela sintética Lycra           | X            |              | Cerámica                  |              | X            |
| Piel (cuero) sintético         | X            | X            | Azulejo                   |              | X            |
| Caucho (Goma o Jebe)           | X            | X            | Metal                     |              | X            |

**Fuente:** («SOTIC | CMA1200», s. f.). Catálogo SOTIC

**Elaboración:** El autor



**Figura 1.14** Cortadora Grabadora Laser CAMFive CFL-CMA1200

**Fuente:** El autor

**Elaboración:** El autor

**Tabla 1.12** Especificaciones técnicas de la cortadora laser

|                               |  |
|-------------------------------|--|
| Peso                          | 225 Kg (496.04 Lbs)                                  |
| Dimensiones                   | Ancho: 1.82 m<br>Alto: 1.17 m<br>Profundidad: 1.39 m |
| Velocidad de grabado          | 0-64000 (min/mm) depende del material                |
| Velocidad de corte            | 0-36000 (min/mm) depende del material                |
| Espesor de corte              | 0-25 mm depende del material                         |
| Resolución                    | Hasta 4000 DPI (normal entre 600DPI y 2000DPI)       |
| Configuración Mínima          | Caracteres 2 x 2mm y en letras 1x1 mm                |
| Ubicación de Precisión        | 0.01 mm  |
| Temperatura de funcionamiento | 0°C – 38°C   |
| Consumo de energía            | 1,250 W  |
| Voltaje                       | 220 V 50/60 Hz                                       |
| Puerto                        | USB 2.0  |
| Antiflama                     | Incluido   |

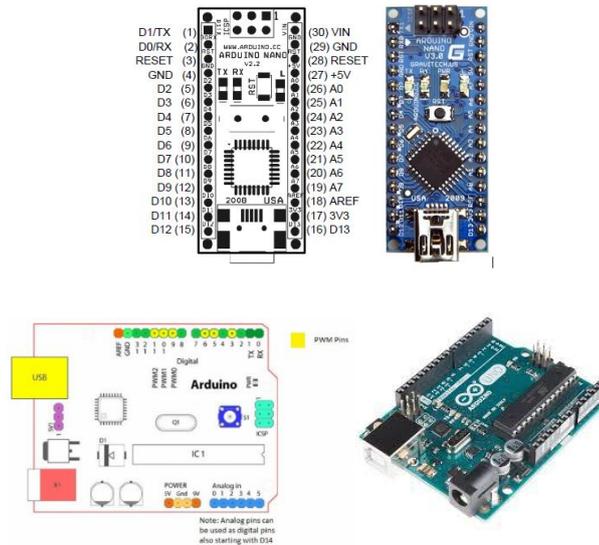
**Fuente:** («SOTIC | CMA1200», s. f.). Catálogo SOTIC

**Elaboración:** El autor

#### **1.4.1.4. Microcontroladores – Arduino.**

Para controlar los servos y los componentes electrónicos se utilizará el microcontrolador del Arduino Nano y Arduino uno ya que, dado su reducido tamaño y costo en comparación a otros modelos, son los que se ajustan a las necesidades del proyecto. A continuación, se detallan las características de cada uno:

El Arduino nano consiste en una pequeña placa con un microcontrolador basado en el ATmega168, cuenta con 14 entradas/salidas digitales (de las cuales 6 son PWM), 8 entradas analógicas y un cristal de 16 MHz.



**Figura 1.15** Arduino Nano y Arduino UNO  
**Fuente:** («Arduino Blog», s. f.)  
**Elaboración:** Arduino blog

**Tabla 1.13** Especificaciones técnicas del Arduino Nano

| Especificaciones                  | Arduino nano  | Arduino UNO  |
|-----------------------------------|---|--|
| Microcontrolador                  | ATmega168   | ATmega328P   |
| Arquitectura                      | AVR   | AVR  |
| Voltaje de funcionamiento         | 5V  | 5V   |
| Memoria flash                     | 32 KB de los cuales 2 KB utilizado por cargador de arranque | 32 KB (ATmega328P) de los cuales 0.5 KB utilizado por cargador de arranque |
| SRAM                              | 2kB   | 2 KB   |
| Frecuencia de reloj               | 16MHz   | 16MHz  |
| Pines analógicos                  | 8   | 6  |
| EEPROM                            | 1kB   | 1kB  |
| Corriente continua para pines E/S | 40 mA (Pines para E/S)                                      | 20mA   |
| Voltaje de entrada                | 7-12 V  | 6 -20V   |
| Pines digitales E/S               | 14  | 14   |
| Salida PWM                        | 6   | 6  |

|                       |            |            |
|-----------------------|------------|------------|
| El consumo de energía | 19mA       | 20mA       |
| Tamaño de PCB         | 18 x 45 mm | 85 x 56 mm |
| Peso                  | 7g         | 25g        |

**Fuente:** («Arduino Blog», s. f.)

**Elaboración:** El autor

El Arduino UNO es una placa microcontroladora basada en la ATmega328P. Tiene 14 pines digitales de entrada / salida (de los cuales 6 se pueden utilizar como salidas PWM), 6 entradas analógicas, un cristal de cuarzo de 16 MHz, una conexión USB, una toma de alimentación, una cabecera ICSP y un botón de reinicio. Contiene todo lo necesario para soportar el microcontrolador; y se conecta a un ordenador con un cable USB o con un adaptador AC-DC o batería («Arduino Blog», s. f.).

#### 1.4.2. Software del sistema

Durante todo el desarrollo del proyecto se utiliza diferentes programas que ayudan al diseño y al control software de los prototipos los cuales se detallan en la Tabla 1.14.

**Tabla 1.14** Descripción de programas utilizados durante el proyecto.

|                 |  |  |
|-----------------|--|--|
| Arduino IDE     | (Integrated Development Environment) Es un entorno de desarrollo integrado que permite la ejecución de una serie de líneas de comando que permite realizar infinidad de proyectos. Contiene un editor de texto para escribir nuestro sketch, una consola de error y un área con los menús y los botones que realizan las funciones básicas | <br>Arduino         |
| Altium Designer | Es un paquete software de automatización de diseño y simulación de circuitos impresos en todas sus fases, desde las conexiones eléctricas en la fase esquemática hasta el diseño de la placa del circuito impreso, que además permite generar los archivos necesarios para la impresión del mismo.   | <br>Altium Designer |
| SketchUp        | Es un software asistido por computadora (CAD) que permite diseño de piezas y ensamblajes en 2D y 3D, modelar piezas y conjuntos y extraer de ellos tanto planos técnicos como otro tipo de información necesaria.  |                     |

|         |  |   |
|---------|--|---|
| AutoCAD | Es un software de diseño asistido por computadora utilizado para dibujo 2D y modelado 3D. Permite el diseño de piezas, engranajes e infinidad de diseños, además permite extraer los diseños en diferentes formatos necesarios para la cortadora láser, etc. | <br>AutoCAD 2015 |
|---------|--|---|

**Fuente:** El autor

**Elaboración:** El autor

### 1.5. La comunicación visual y estética.

La comunicación visual y estética hace referencia a las formas y los colores que se tomaron en cuenta para elaborar los prototipos, siendo la base de la creación del diseño y poder ser conformado, fabricado, distribuido, usado y relacionado con su ambiente. El diseño está formado por distintos tipos de elementos relacionados entre sí para cumplir con las exigencias de los problemas que se pretenden resolver. En las Tablas 1.15 y 1.16 se describen los elementos del diseño y su clasificación.

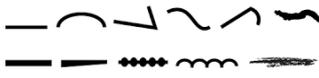
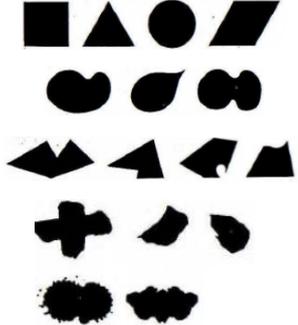
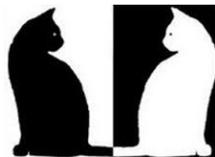
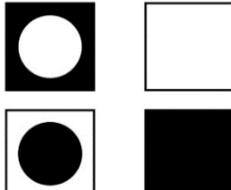
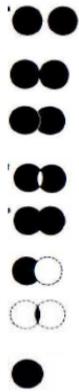
**Tabla 1.15** Elementos del diseño

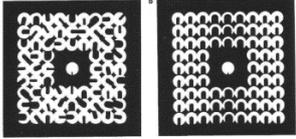
|                               |   |  |
|-------------------------------|---|--|
| <b>Elementos conceptuales</b> | Estos elementos no son visibles, pero están presentes.                      | Punto<br>Línea<br>Plano<br>Volumen           |
| <b>Elementos visuales</b>     | Son elementos visuales que se hacen más notorios en un diseño.              | Forma<br>Medida<br>Color<br>Textura          |
| <b>Elementos de relación</b>  | Estos elementos brindan ubicación e interrelación de las formas del diseño. | Dirección<br>Posición<br>Espacio<br>Gravedad |
| <b>Elementos prácticos</b>    | Los elementos prácticos determinan el contenido y el alcance del diseño.    | Representación<br>Significado<br>Función     |

**Fuente:** (Wong, 1995). Fundamentos del diseño

**Elaboración:** El autor

**Tabla 1.16** Descripción de los elementos del diseño y teoría del color

|                                |                                      |  |  |
|--------------------------------|--------------------------------------|--|--|
| <b>Forma</b>                   | La forma como punto                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Su tamaño debe ser muy pequeño</li> <li>- Su forma debe ser simple</li> </ul>   |   |
|                                | La forma como línea                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Su ancho es extremadamente estrecho</li> <li>- Su longitud es prominente</li> </ul>   |   |
|                                | La forma como plano                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Geométricas</li> <li>- Orgánicas</li> <li>- Rectilíneas</li> <li>- Irregulares</li> <li>- Manuscritas</li> <li>- Accidentales</li> </ul>                                |   |
|                                | Formas positivas y negativas         | <p>Cuando se tiene como ocupante de un espacio, se llama forma "positiva". Cuando se tiene un espacio en blanco, rodeado por un espacio ocupado, se llama forma "negativa"</p>                                   |  <p>Forma Positiva      Forma Negativa</p> |
|                                | La forma y la distribución del color | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Forma blanca sobre fondo blanco</li> <li>- Forma blanca sobre fondo negro</li> <li>- Forma negra sobre fondo blanco</li> <li>- Forma negra sobre fondo negro</li> </ul> |   |
| <b>Interrelación de formas</b> | Distanciamiento                      |   |  |
|                                | Toque                                |  |  |
|                                | Superposición                        |  |  |
|                                | Penetración                          |  |  |
|                                | Unión                                |  |  |
|                                | Sustracción                          |  |  |
|                                | Intersección                         |  |  |
|                                | Coincidencia                         |  |  |

|  |  |   |                             |  |                               |  |                               |  |
|--|--|---|-----------------------------|--|-------------------------------|--|-------------------------------|--|
| <p><b>Similitud y gradación</b></p>        | <p>Las figuras pueden parecer iguales, pero no ser idénticas, hay muchas formas similares a nuestro alrededor, manteniendo cierto grado de repetición, pero cambiando la gradación.</p>  |    |                             |  |                               |  |                               |  |
| <p><b>Composición</b></p>                  | <p><b>Composición clásica o estática</b></p><br><table border="1" data-bbox="576 719 1054 1077"> <tr> <td data-bbox="576 719 767 869"> <p><b>Composición libre o dinámica</b></p> </td> <td data-bbox="767 719 1054 869"> <p>Composición continua</p> </td> </tr> <tr> <td data-bbox="576 869 767 974"></td> <td data-bbox="767 869 1054 974"> <p>Composición en espiral</p> </td> </tr> <tr> <td data-bbox="576 974 767 1077"></td> <td data-bbox="767 974 1054 1077"> <p>Composición polifónica</p> </td> </tr> </table> | <p><b>Composición libre o dinámica</b></p>  | <p>Composición continua</p> |  | <p>Composición en espiral</p> |  | <p>Composición polifónica</p> | <br> |
| <p><b>Composición libre o dinámica</b></p> | <p>Composición continua</p>  |   |                             |  |                               |  |                               |  |
|  | <p>Composición en espiral</p>  |   |                             |  |                               |  |                               |  |
|  | <p>Composición polifónica</p>  |   |                             |  |                               |  |                               |  |
| <p><b>Teoría del color</b></p>             | <p><b>Colores primarios:</b><br/>Son los que no se obtienen de la mezcla de ningún color: Amarillo, Azul y Rojo</p> <p><b>Colores secundarios:</b><br/>Son el resultado de la mezcla de colores primarios: verde, naranja y violeta.</p> <p><b>Colores terciarios:</b><br/>Los colores intermedios o terciarios, son los que resultan de la unión de un color primario con uno secundario, por ejemplo, el color resultante de la mezcla del amarillo (color primario) con el verde (color secundario).</p>                |  |                             |  |                               |  |                               |  |

**Fuente:** (Wong, 1995). Fundamentos del diseño  
**Elaboración:** El autor

**CAPÍTULO 2**  
**ANÁLISIS Y EXPERIMENTACIÓN**

## **2.1. Análisis del objeto de estudio.**

Los juguetes de bloques de construcción y juguetes electrónicos han demostrado versatilidad como herramienta para la educación y el diseño. La fabricación digital facilita el prototipado de la estructura y creación de movimientos cinemático con bloques de tamaños específicos, permitiendo la creación de un juguete con varias partes mecánicas, controladores y con aplicaciones programables.

A través Workshops y entrevistas a los docentes de las Unidades Educativas Miguel Riofrío y Eugenio Espejo de la ciudad de Loja se evidenció la falta de interés que los niños presentan en algunas materias y en los talleres que se realizan, además, en la Unidad Educativa Miguel Riofrío los docentes afirmaron que los niños no reciben enseñanzas de electrónica básica ni sobre el correcto uso de la tecnología. Poco a poco la educación tradicional debe cambiar y ajustarse a los nuevos avances tecnológicos, haciendo uso de herramientas didácticas nuevas para desarrollar procesos de enseñanza que permitan a los niños adquirir fácilmente conocimientos y destrezas con la técnica de aprender jugando. Es por ello que el presente trabajo trata de involucrar a los niños con las nuevas tecnologías y desarrollar la mayor cantidad de habilidades psicomotrices posibles, con la ayuda de actividades lúdicas que complementan el juego, haciendo de este un juguete lúdico didáctico.

A través del FabLab de la Universidad Técnica Particular de Loja se realizaron talleres denominados WORKSHOPS para que los niños aprendan sobre la fabricación digital y la tecnología, estos talleres permitieron identificar sus debilidades y fortalezas en diferentes áreas como el dibujo y creatividad.

## **2.2. Elaboración de prototipos.**

Para la elaboración de los objetos lúdicos didácticos se cuenta con la ayuda de los alumnos de Gestión Productiva de la carrera de Arquitectura, quienes siguiendo los lineamientos planteados y tomando referentes existentes realizaron prototipos en el laboratorio de fabricación digital FabLab UTP. A continuación, se presenta el proceso de fabricación digital y prototipado, donde se recibieron propuestas de los alumnos de gestión productiva con las consideraciones y requerimientos que se detallan en la Tabla 2.1.

**Tabla 2.1** Consideraciones y requerimientos para el diseño del objeto

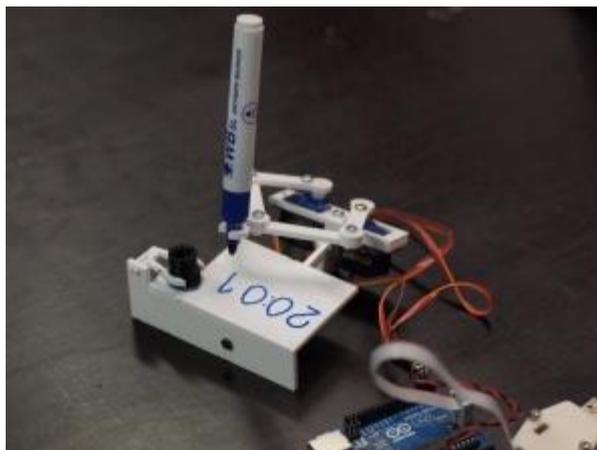
|                                  |   |
|----------------------------------|---|
| <b>Consideraciones generales</b> | <ul style="list-style-type: none"><li>- Peso reducido para facilidad en la movilidad</li><li>- Base fija</li><li>- Incluir base didáctica.</li><li>- Cumplir con el objetivo planteado en el proyecto</li></ul> |
| <b>Referentes</b>                | Tomar en consideración referentes de objetos lúdicos siguiendo la línea de brazo robótico y actividades que aporten en el desarrollo de las habilidades psicomotrices de los niños.                             |
| <b>Dimensiones</b>               | Definidas por los alumnos de Gestión productiva de la carrera de Arquitectura   |
| <b>Sistema de movimiento</b>     | Los movimientos a realizar por los prototipos harán que sea capaz de posicionarse en cada uno los puntos del plano de trabajo guardando siempre perpendicularidad con la superficie.                            |
| <b>Innovación</b>                | Los prototipos deben ser innovadores, permitiendo que los alumnos aporten ideas durante el diseño.  |
| <b>Pesos e inercias</b>          | Deben de ser diseñados de manera que la inercia que tengan con respecto al eje de giro sea pequeña, de otra manera se estaría sobre exigiendo a los motores.  |

**Fuente:** El autor

**Elaboración:** El autor

### **2.2.1. Primer prototipo.**

Objeto referente: PlotClock (Heberlein, 2014) Figura 2.1, desarrollado por Johannes Heberlein de Nuremberg-Alemania en 2014, es un reloj robótico que utiliza un brazo para escribir el tiempo en un mini pizarrón con un marcador de borrado en seco. Está controlado por un microcontrolador Arduino, mientras que tres servos controlan y gestionan el movimiento de sus brazos, disponible en [www.thingiverse.com](http://www.thingiverse.com).



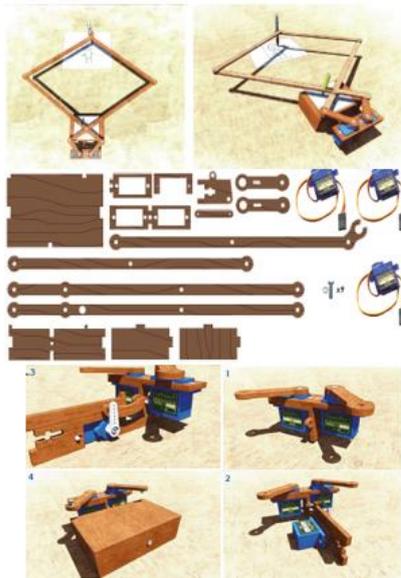
**Figura 2.1** PlotClock  
**Fuente:**(Heberlein, 2014). FabLab-PlotClock.  
**Elaboración:** Heberlein, Johannes

**Tabla 2.2** Características del prototipo 1

|   |   |
|---|---|
| <b>Autor</b>                            | Anabelle Torres   |
| <b>Aspectos Técnicos</b>                |   |
| SOFTWARE UTILIZADO                      | AutoCAD, SketchUp   |
| MATERIAL                                | MDF de espesor 3mm, 3 servomotores  |
| <b>Aspectos Conceptuales</b>            |   |
| TIPO DE OBJETO                          | Comprensión y análisis.   |
| CONCEPTO                                | El prototipo consiste en adaptar al plotclock la función de dibujar, implementando extensiones a manera de pantógrafo que permiten a los niños copiar una figura o reproducirla a una escala distinta |
| DESCRIPCIÓN                             | Consista de 16 piezas, 2 lápices y 3 servomotores   |
| HABILIDADES PSICOMOTRICES A DESARROLLAR | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Coordinación ojo-mano</li> <li>- Seguimiento visual</li> <li>- Precisión en los movimientos</li> <li>- Lateralidad</li> </ul>                                |
| OBSERVACIONES                           | Al prototipo se me añadió el sistema electrónico con un Arduino, 3 servomotores, Y potenciómetros.  |

**Fuente:** Gestión productiva FabLab UTPL  
**Elaboración:** El autor

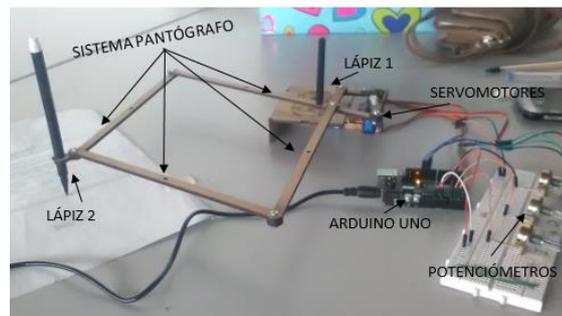
## IMÁGENES



**Figura 2.2** Diseño 3D, piezas y armado en SketchUp

**Fuente:** Anabelle Torres

**Elaboración:** Anabelle Torres



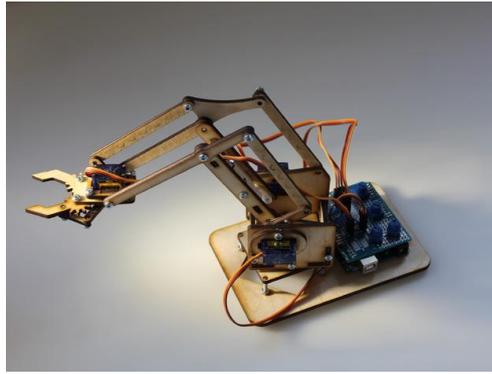
**Figura 2.3** Sistema y partes del prototipo

**Fuente:** El autor

**Elaboración:** El autor

### 2.2.2. Segundo prototipo.

Objeto referente: Se tomo como referente un brazo robótico, Figura 2.2, registrado y puesto a la venta por Mime Industries Ltd., consta de una base, articulaciones y uniones que forman el brazo terminando en una pinza, consta de 4 servomotores. En [www.thingiverse.com](http://www.thingiverse.com) se encuentran los archivos para imprimir en 3D o cortar a laser las piezas, se puede fabricar de cualquier material que el usuario desee y es de código abierto.



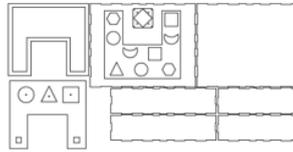
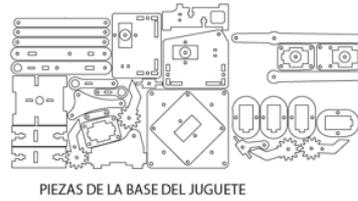
**Figura 2.4** Referente brazo MeArm  
**Fuente:** («MeArm V0.3 - Pocket Sized Robot Arm», s. f.)  
**Elaboración:** Mime Industries Ltd

**Tabla 2.3** Características del prototipo 2

|   |   |
|---|---|
| <b>Autor</b>                            | Andrea Palacios   |
| <b>Aspectos Técnicos</b>                |   |
| SOFTWARE UTILIZADO                      | AutoCAD, SketchUp   |
| PROCESO DE PROTOTIPADO                  | Sustractivo mediante corte láser.   |
| MATERIAL                                | Mdf de espesor 3mm, 4 servomotores  |
| <b>Aspectos Conceptuales</b>            |   |
| TIPO DE OBJETO                          | Brazo robótico  |
| CONCEPTO                                | El prototipo consiste en adaptar joysticks o potenciómetros en el diseño del MeArm para el movimiento de los servos, además se diseñó una base didáctica para el desarrollo de actividades con los niños. |
| DESCRIPCIÓN                             | Consista de 30 piezas, 4 servomotores y una base con piezas intercambiables para que el juego sea flexible, es decir que se pueda cambiar entre varios tipos de juegos.                                   |
| HABILIDADES PSICOMOTRICES A DESARROLLAR | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Asociación</li> <li>- Atención y coordinación</li> <li>- Causa y efecto</li> <li>- Convivencia</li> </ul>  |
| OBSERVACIONES                           | Al prototipo se añadió el sistema electrónico con un Arduino cargando un sketch, 4 servomotores, potenciómetros y joysticks.  |

**Fuente:** Gestión productiva FabLab UTPL  
**Elaboración:** El autor

## IMÁGENES



**Figura 2.5** Diseño de piezas  
**Fuente:** Andrea Palacios  
**Elaboración:** Andrea Palacios



**Figura 2.6** Brazo armado  
**Fuente:** Andrea Palacios  
**Elaboración:** Andrea Palacios

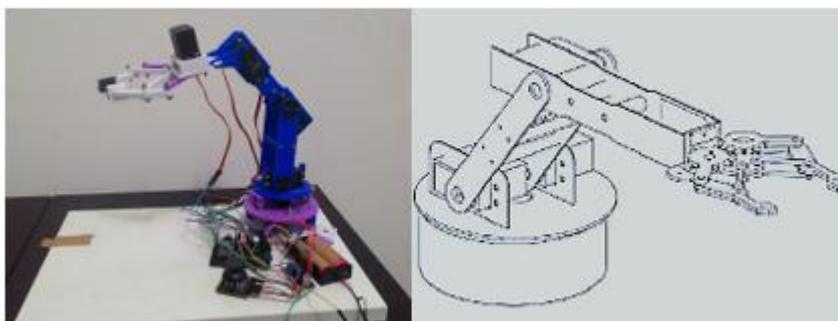


**Figura 2.7** Segundo prototipo final  
**Fuente:** Andrea Palacios  
**Elaboración:** Andrea Palacios

### 2.2.3. Tercer prototipo.

Objeto referente: Para este prototipo se tomó como referente un brazo robótico de la página web [www.thingiverse.com](http://www.thingiverse.com) y subido por Ashing Tsai de Taiwan. Este brazo consta de piezas

impresas en 3D, de 5 servomotores, un Arduino y un Joystick. Con la ayuda de este referente se hizo el diseño de un brazo para el desarrollo del proyecto.



**Figura 2.8** Referente de brazo robótico

**Fuente:** (Tsai, 2015). Blog de contenido para Aprendizaje de las máquinas, el uso de impresoras 3D, Arduino para hacer proyectos

**Elaboración:** Tsai, Ashing

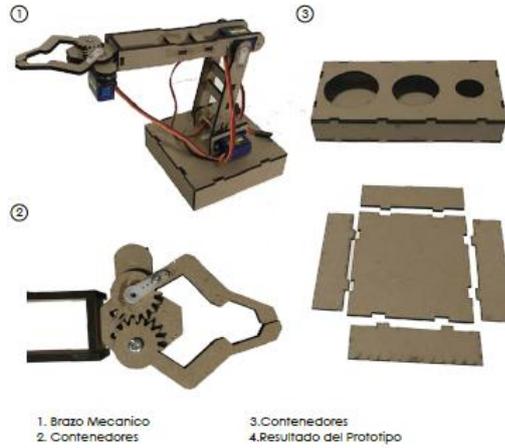
**Tabla 2.4** Características del prototipo 3

|   |  |
|---|--|
| <b>AUTOR</b>                            | Jhulissa L. Serrano  |
| <b>Aspectos Técnicos</b>                |  |
| SOFTWARE UTILIZADO                      | AutoCAD, SketchUp  |
| PROCESO DE PROTOTIPADO                  | Sustractivo mediante corte láser.  |
| MATERIAL                                | Mdf de espesor 3mm, 4 servomotores   |
| <b>Aspectos Conceptuales</b>            |  |
| TIPO DE OBJETO                          | Brazo robótico   |
| CONCEPTO                                | Su función principal, es el desarrollo del movimiento de los dedos índice y pulgar, permitiendo que los niños tengan control sobre el brazo, y pueda realizar distintas actividades.   |
| DESCRIPCIÓN                             | El objeto consta de un brazo mecánico manejado mediante dos joysticks, que permite sujetar los objetos del primer contenedor y depositarlas en el siguiente, teniendo como mayor puntuación el orificio más pequeño y menor puntuación el de mayor diámetro. |
| HABILIDADES PSICOMOTRICES A DESARROLLAR | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Asociación</li> <li>- Atención</li> <li>- Coordinación</li> <li>- Convivencia</li> </ul>  |

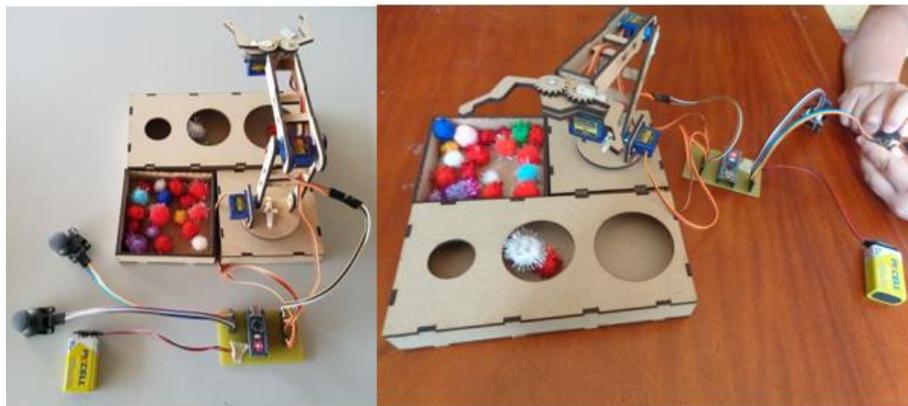
|               |  |
|---------------|--|
| OBSERVACIONES | Al prototipo se añadió el sistema electrónico con un Arduino cargando un sketch, 4 servomotores, potenciómetros y joysticks. |
|---------------|--|

**Fuente:** Gestión productiva FabLab UTPL  
**Elaboración:** El autor

**IMÁGENES**



**Figura 2.9** Partes que conforman el prototipo  
**Fuente:** Jhulissa L. Serrano  
**Elaboración:** Jhulissa L. Serrano



**Figura 2.10** Prototipo con el sistema de control  
**Fuente:** El autor  
**Elaboración:** El autor

**2.2.4. Cuarto prototipo**

**Tabla 2.5** Características del prototipo 4

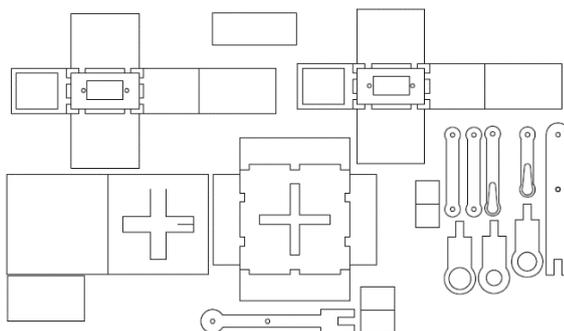
|                          |                   |
|--------------------------|-------------------|
| <b>Autor</b>             | Ana Villavicencio |
| <b>Aspectos Técnicos</b> |                   |
| SOFTWARE UTILIZADO       | AutoCAD, SketchUp |

|   |  |
|---|--|
| PROCESO DE PROTOTIPADO                  | Sustractivo mediante corte láser.  |
| MATERIAL                                | Mdf de espesor 3mm, 2 servomotores   |
| <b>Aspectos Conceptuales</b>            |  |
| TIPO DE OBJETO                          | Objeto para dibujar  |
| CONCEPTO                                | Este prototipo se diseñó con la finalidad de hacer que los niños practiquen el dibujo y vayan adquiriendo destrezas.         |
| DESCRIPCIÓN                             | El objeto consta de un eslabón para sostener el lápiz y una base con varias piezas y 2 servomotores para darle la movilidad. |
| HABILIDADES PSICOMOTRICES A DESARROLLAR | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Asociación</li> <li>- Atención</li> <li>- Coordinación</li> </ul>                   |
| OBSERVACIONES                           | Al prototipo se añadió el sistema electrónico con un Arduino cargando un sketch, 2 servomotores, y un joystick.              |

**Fuente:** Gestión productiva FabLab UTPL

**Elaboración:** El autor

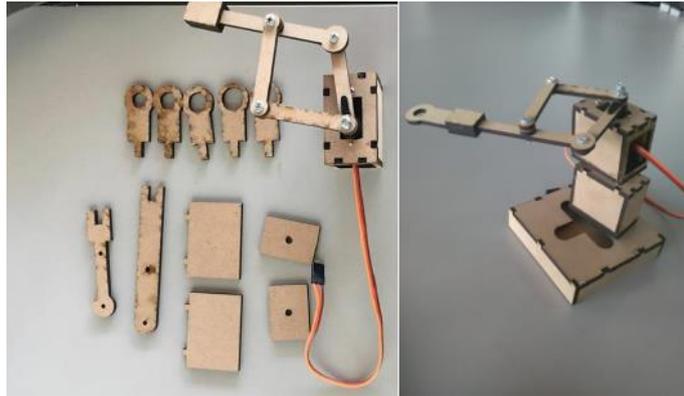
## IMÁGENES



**Figura 2.11** Piezas del prototipo

**Fuente:** Ana Villavicencio

**Elaboración:** Ana Villavicencio



**Figura 2.12** Partes del cuarto prototipo

**Fuente:** Ana Villavicencio

**Elaboración:** Ana Villavicencio

### 2.2.5. Quinto prototipo.

Objeto referente: El referente en este prototipo es MeArm Pi, el cual es creado y producido por Mime Industries, está formado por un kit de elementos enfocados a que los propios niños puedan construir sus propios brazos robóticos y lo hagan funcionar integrando en el mismo la placa Raspberry Pi, además, consideran que la edad ideal para que un niño pueda utilizar su kit es desde los 11 años.



**Figura 2.13** Referente MeArm Pi

**Fuente:** (Mime Industries, 2015). MeArm Pi - A robot arm anyone can build

**Elaboración:** Mime Industries

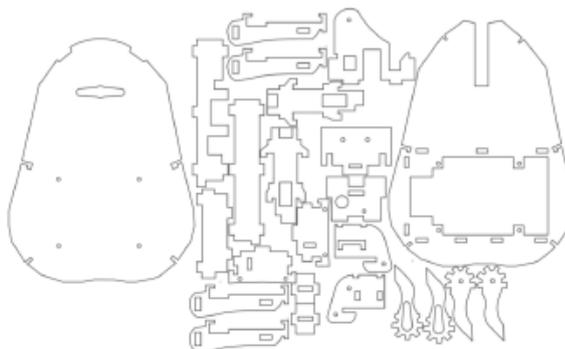
**Tabla 2.6** Características del prototipo 5

|   |  |
|---|--|
| <b>Autor</b>                            | Daniela Bravo  |
| <b>Aspectos Técnicos</b>                |  |
| SOFTWARE UTILIZADO                      | AutoCAD, SketchUp  |
| PROCESO DE PROTOTIPADO                  | Sustractivo mediante corte láser.  |
| MATERIAL                                | Mdf de espesor 3mm, 4 servomotores   |
| <b>Aspectos Conceptuales</b>            |  |
| TIPO DE OBJETO                          | Movimiento de brazo  |
| CONCEPTO                                | Este prototipo se diseñó con la finalidad de hacer que los niños armen y controlen un brazo robótico, aprendiendo conceptos de electrónica básica.                 |
| DESCRIPCIÓN                             | El objeto consta de partes similares a un brazo humano terminado en una pinza, consta de 4 servomotores, y está diseñado para usar 2 joysticks para su movimiento. |
| HABILIDADES PSICOMOTRICES A DESARROLLAR | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Asociación</li> <li>- Atención</li> <li>- Coordinación</li> <li>- Convivencia</li> </ul>                                  |
| OBSERVACIONES                           | Al prototipo se añadió el sistema electrónico con un Arduino cargando un sketch, 4 servomotores, y 2 joysticks.  |

**Fuente:** Gestión productiva FabLab UTPL

**Elaboración:** El autor

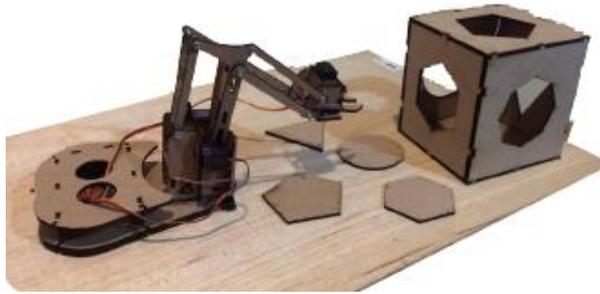
## IMÁGENES



**Figura 2.14** Piezas q conforman el prototipo

**Fuente:** Daniela Bravo

**Elaboración:** Daniela Bravo



**Figura 2.15** Prototipo terminado  
**Fuente:** Daniela Bravo  
**Elaboración:** Daniela Bravo

### 2.2.6. Sexto prototipo.

**Referente:** Se tomó los conceptos y los diseños básicos de una grúa de legos, con una torre de 67 cm de altura, gira alrededor 360° y mueve una carga. Funciona con pilas y un interruptor que hace subir y bajar subir y bajar la carga.



**Figura 2.16** Referente para el prototipo

**Fuente:** («Grúa construcción - Juguetes Jac», s. f.)

**Tabla 2.7** Características del prototipo 6

|   |  |
|---|--|
| <b>Autor</b>                            | Karla Castillo   |
| <b>Aspectos Técnicos</b>                |  |
| SOFTWARE UTILIZADO                      | AutoCAD, SketchUp  |
| PROCESO DE PROTOTIPADO                  | Sustractivo mediante corte láser.  |
| MATERIAL                                | Mdf de espesor 3mm, 1 servomotor   |
| <b>Aspectos Conceptuales</b>            |  |
| TIPO DE OBJETO                          | Mover objetos  |
| CONCEPTO                                | La grúa giratoria es accionada mediante un servomotor el cual permite que gire. Contiene un sencillo sistema de poleas, el que tendrá movimiento vertical y al cual esta sujetado un gancho con el que los niños podrán agarrar distintos objetos. |
| DESCRIPCIÓN                             | El objeto consta de partes similares a una grúa terminado en un gancho, consta de 1 servomotor para su movimiento rotacional.  |
| HABILIDADES PSICOMOTRICES A DESARROLLAR | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Asociación</li> <li>- Atención</li> <li>- Coordinación</li> <li>- Convivencia</li> </ul>  |
| OBSERVACIONES                           | Al prototipo se añadió el sistema electrónico con un Arduino cargando un sketch, 1 servo motor y un potenciómetro.   |

**Fuente:** Gestión productiva FabLab UTPL

**Elaboración:** El autor

## IMÁGENES



**Figura 2.17** Armado de las piezas del prototipo  
**Fuente:** Karla Castillo  
**Elaboración:** Karla Castillo



**Figura 2.18** Prototipo terminado  
**Fuente:** Karla Castillo  
**Elaboración:** Karla Castillo

### 2.2.7. Análisis de los prototipos.

Para el análisis de los prototipos se tomó en cuenta las ventajas y desventajas de cada uno, además, se observó si cumplen o no con los requerimientos planteados en la Tabla 2.1, para poder escoger el mejor prototipo.

**Tabla 2.8** Ventajas y desventajas de cada prototipo

| <b>Prototipo</b> | <b>Ventajas</b>   | <b>Desventajas</b>   |
|------------------|---|--|
| Primero          | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ayuda a adquirir destrezas en el dibujo</li> <li>2. Se puede variar el tamaño en el que se desee dibujar</li> <li>3. Utiliza 3 servomotores para su funcionamiento</li> <li>4. Incluye la funcionalidad de un pantógrafo</li> <li>5. Fácil de armar</li> </ol>  | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Difícil coordinar los movimientos</li> <li>2. Dificultad para dibujar</li> <li>3. Es inestable la posición del esfero con respecto a la base</li> </ol>  |
| Segundo          | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Los movimientos parecidos a los de un brazo humano</li> <li>2. Movimientos con servomotores que le permiten la movilidad por todo el espacio de trabajo</li> <li>3. Potenciómetros o Joysticks como actuadores</li> <li>4. Permite agarrar, levantar y transportar objetos (figuras geométricas)</li> <li>5. Cuenta con una base didáctica</li> <li>6. La base posee múltiples juegos</li> <li>7. Fomenta el desarrollo de la coordinación, la atención, la convivencia.</li> </ol>             | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. El peso aporta cierta resistencia en los movimientos</li> <li>2. Cuenta con muchas piezas que aumenta un poco dificultad en el armado</li> <li>3. Las piezas de la pinza presentan cierta resistencia al abrir y cerrar</li> </ol> |
| Tercero          | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Los movimientos parecidos a los de un brazo humano</li> <li>2. Movimientos con servomotores que le permiten la movilidad por todo el espacio de trabajo</li> <li>3. Posee menos piezas con respecto al segundo prototipo</li> <li>4. Peso reducido disminuyendo la resistencia en los movimientos</li> <li>5. Potenciómetros o Joysticks como actuadores</li> <li>6. Permite agarrar, levantar y transportar objetos (figuras geométricas)</li> <li>7. Cuenta con una base didáctica</li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. La base contiene un tipo de juego</li> </ol>   |

|        |   |   |
|--------|---|---|
|        | 8. Fomenta el desarrollo de la coordinación, la atención, la convivencia.   |   |
| Cuarto | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Incluye servomotores para los movimientos</li> <li>2. Fácil armado</li> <li>3. Peso reducido evitando que los movimientos presenten resistencia</li> </ol>  | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. El diseño ocasiona que las piezas se muevan evitando el movimiento en ciertas ocasiones</li> <li>2. Movimiento limitado (círculos)</li> <li>3. El lápiz no se mueve por toda el área de trabajo</li> </ol>  |
| Quinto | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Los movimientos parecidos a los de un brazo humano</li> <li>2. Movimientos con servomotores que le permiten la movilidad por todo el espacio de trabajo</li> <li>3. Potenciómetros o Joysticks como actuadores</li> <li>4. Permite agarrar, levantar y transportar objetos (figuras geométricas)</li> <li>5. Cuenta con una base didáctica</li> <li>6. Puede fomentar el desarrollo de la coordinación, la atención, la convivencia.</li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mayor peso con respecto al segundo prototipo</li> <li>2. El peso aporta cierta resistencia en los movimientos</li> <li>3. Cuenta con muchas piezas que aumenta la dificultad en el armado</li> <li>4. Muchas piezas en la pinza dando peso cuando se intenta levantar algo</li> </ol> |
| Sexto  | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Dos movimientos, uno con servo y el otro manual</li> <li>2. Cuenta con un gancho para sostener los objetos</li> </ol>   | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. No tiene una base didáctica</li> </ol>  |

**Fuente:** El autor

**Elaboración:** El autor

Para la fácil determinación y selección de los mejores prototipos se asignó un punto a cada aspecto cumplido en la Tabla 2.8; de este resultado se puede concluir con la Tabla 2.9:

**Tabla 2.9** Evaluación de prototipos

| Aspectos a tomar en cuenta para la selección        | PROTOTIPOS |          |          |          |          |          |
|---|------------|----------|----------|----------|----------|----------|
|   | 1          | 2        | 3        | 4        | 5        | 6        |
| Fácil de armar                                      | X          | X        | X        | X        |          | X        |
| No existe resistencia en los movimientos            | X          |          | X        |          |          | X        |
| Movimientos con servomotores                        | X          | X        | X        | X        | X        | X        |
| Posee una base didáctica                            |            | X        | X        |          | X        |          |
| Diversidad de juegos posibles                       |            | X        |          |          |          |          |
| Ayuda en el desarrollo de habilidades psicomotrices | X          | X        | X        | X        | X        | X        |
| Diversidad de movimientos                           |            | X        | X        |          | X        |          |
| Peso reducido                                       | X          |          | X        | X        |          | X        |
| Disminuido número de piezas                         | X          | X        | X        | X        |          | X        |
| Movilidad por toda el área de trabajo               | X          | X        | X        |          | X        |          |
| <b>Total</b>  | <b>7</b>   | <b>8</b> | <b>9</b> | <b>5</b> | <b>5</b> | <b>6</b> |

**Fuente:** El autor

**Elaboración:** El autor

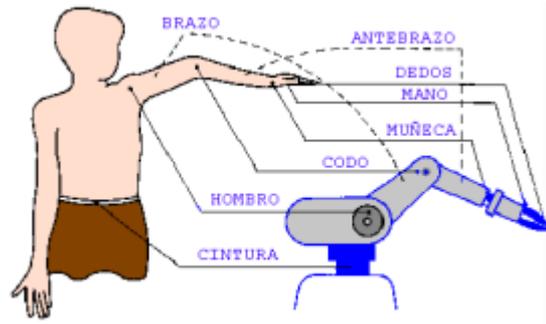
Los prototipos 2 y 3 cumplen con un mayor número de aspectos, como fácil armado, peso reducido y múltiples juegos con la base didáctica, es por ello que estos son los prototipos con los que se va a realizar los Workshops y será su relación con los niños lo que determinará la elaboración del objeto final.

## **2.2.8 Planos mecánicos y modelamiento del sistema.**

### **2.2.8.1 Estructura mecánica de los prototipos.**

Ya que los prototipos escogidos fueron brazos robóticos realizaremos el modelamiento considerándolos como un conjunto de objetos sólidos o eslabones unidos por articulaciones, con un sistema de referencia fijo o base, éstos poseen una configuración angular (o de brazo articulado), es decir, tiene una articulación con movimiento rotacional y dos con movimiento angulares. Además, puede mover dos o tres de sus articulaciones a la vez (interpolación lineal). El extremo final consta de una pinza, con la cual podrá agarrar objetos que se encuentren dentro del espacio de trabajo.

Se lo llama de brazo articulado por su similitud con el brazo humano. Las especificaciones del brazo robótico son sus grados de libertad y su configuración, estas especificaciones son especificadas en el diseño de prototipo.



**Figura 2.19** Similitud entre un brazo humano y un brazo robótico

**Fuente:** (Martínez, Jáquez, Rivera, y Sandoval, 2008). Diseño propio y Construcción de un Brazo Robótico de 5 GDL

**Elaboración:** Martínez, Jáquez, Rivera, y Sandoval

El brazo robótico diseñado tiene un fin educacional y de investigación. El sistema de control de movimiento puede ser modificado; es decir, permite alterar diferentes parámetros de control para obtener diferentes movimientos. Las partes del brazo son fáciles de desmontar, de esta manera se podrá observar los distintos mecanismos utilizados para su construcción y es económico ya que se usó materiales accesibles, reusables y de bajo costo.

Los grados de libertad se definen de acuerdo al tipo de articulación que posee y el tipo de movimiento que estas generan. Siendo los movimientos que puede realizar cada articulación con respecto a la anterior. Los grados de libertad se calculan por la fórmula de Grübler (Díaz Arias y Quintero, 2005).

$$NGL = 3(N - 1) - 2J_1 - J_2 \quad (1)$$

Donde:

**NGL=** Número de grados de libertad

**N=** Número de eslabones del mecanismo

**J<sub>1</sub>=**Número de uniones de 1 grado de libertad

**J<sub>2</sub>=** Número de uniones de 2 grados de libertad

Teniendo entonces:

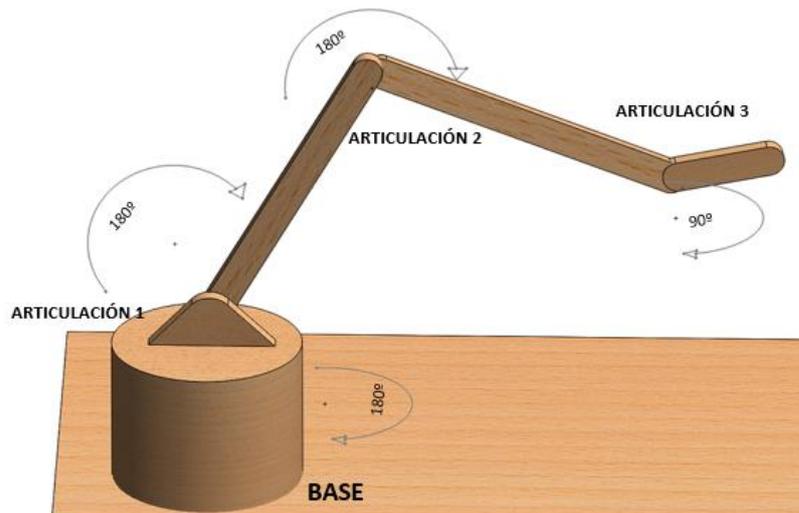
N = 4 eslabones

J<sub>1</sub>= 3 uniones de 1 grado de libertad

J<sub>2</sub>= 0 uniones de 2 grados de libertad

$$NGL = 3(4 - 1) - 2(3) - 0$$

$$\mathbf{NGL = 3}$$



**Figura 2.20** Movimientos posibles de las articulaciones del brazo robótico  
**Fuente:** Solidworks  
**Elaboración:** El autor

**Tabla 2.10** Partes y movimientos posibles en grados

| Partes         | Movimiento (grados) |
|----------------|---------------------|
| Base           | $\pm 90$            |
| Articulación 1 | $\pm 90$            |
| Articulación 2 | $\pm 90$            |
| Articulación 3 | $\pm 45$            |

**Fuente:** El autor  
**Elaboración:** El autor

### 2.3. Sistema de control

Para el sistema de control de los prototipos realizados se usa los materiales que se detallan en la Tabla 2.11, para controlar los movimientos de los servos dependiendo de la lectura que haga el Arduino con respecto a los potenciómetros o a los joysticks, con el fin de que el usuario pueda mover el brazo robótico como desee y poder realizar las actividades que se plantearan más adelante. Se inició el control de los prototipos con potenciómetros (código 1) para luego programar los joysticks (código 2) y mejorar el control del objeto.

**Tabla 2.11** Materiales utilizados para el control del objeto

| <b>Materiales</b> | <b>Cantidad</b> | <b>Tipo</b> |
|-------------------|-----------------|-------------|
| Servomotores      | 4               | Hardware    |
| Arduino UNO       | 2               | Hardware    |
| Arduino Nano      | 1               | Hardware    |
| Arduino IDE       | -               | Software    |
| Joystick          | 2               | Hardware    |
| Potenciómetros    | 4               | Hardware    |
| Baterías de 9V    | 1               | Hardware    |
| Otros             |                 | Hardware    |

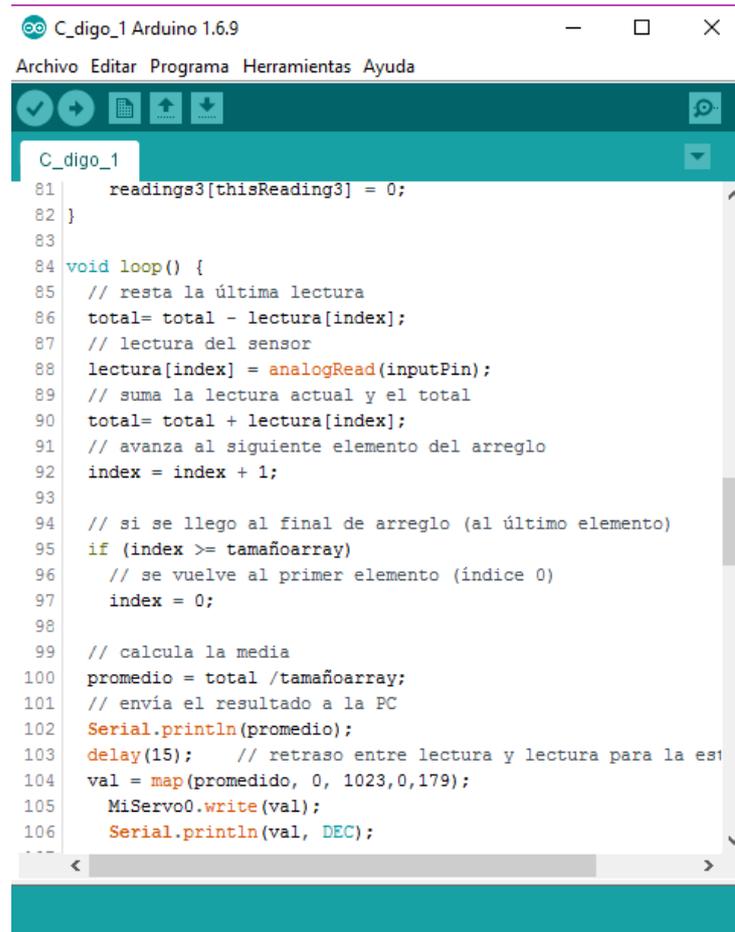
**Fuente:** El autor

**Elaboración:** El autor

### **2.3.1. Primer código con potenciómetros.**

Se elaboró un código en el Software IDE de Arduino para el control de los prototipos, teniendo 4 entradas y 4 salidas, siendo las entradas la lectura de los potenciómetros, y las salidas los movimientos de los servomotores. Se incluyó la librería **servo.h**, en este lenguaje de programación se puede utilizar bibliotecas ya creadas o se puede crear nuevas bibliotecas.

Se inicia declarando las variables necesarias como: los pines de entrada, salida del Arduino y variables para aplicar un filtro y poder eliminar el ruido en las entradas analógicas a causa de los potenciómetros, para este filtro se almacena secuencialmente 10 lecturas desde el sensor analógico en un array, con cada nuevo valor se genera un nuevo array y se divide la suma de todos los números para el tamaño del array , **promedio = total / tamañoarray** con lo cual se produce un valor promedio para convertirlos a grados **val = map(promedio, 0, 1023,0,179)** y finalmente realizar el movimiento de los servomotores **MiServo0.write(val)** , con lo que se elimina las variaciones en las lecturas de los potenciómetros.



```
81 readings3[thisReading3] = 0;
82 }
83
84 void loop() {
85 // resta la última lectura
86 total= total - lectura[index];
87 // lectura del sensor
88 lectura[index] = analogRead(inputPin);
89 // suma la lectura actual y el total
90 total= total + lectura[index];
91 // avanza al siguiente elemento del arreglo
92 index = index + 1;
93
94 // si se llego al final de arreglo (al último elemento)
95 if (index >= tamañoarray)
96 // se vuelve al primer elemento (índice 0)
97 index = 0;
98
99 // calcula la media
100 promedio = total /tamañoarray;
101 // envía el resultado a la PC
102 Serial.println(promedio);
103 delay(15); // retraso entre lectura y lectura para la est
104 val = map(promedido, 0, 1023,0,179);
105 MiServo0.write(val);
106 Serial.println(val, DEC);
107
```

**Figura 2.21** Primer código en Arduino IDE  
**Fuente:** Arduino Ide  
**Elaboración:** El autor

### 2.3.2. Segundo código con joysticks.

Primero se incluye la librería para los servomotores **servo.h** y se inicia variables dependiendo del número de servos, asignamos los pines analógicos a los ejes X y Y del Joystick y de salida para los servos, además se declara variables de posición y de posición inicial para iniciar el movimiento de los servos desde una posición (90°). Se lee la posición horizontal y vertical del módulo joystick desde pines analógicos y se guardan en las variables. Se aplica la condición que, si el valor para la posición horizontal es menos de 300 **if (x\_pos < 300)**, entonces el primer servo se moverá hacia la derecha, **pos\_inicial = pos\_inicial - 3**, restando 3 grados a la posición inicial y enviando el nuevo dato al servo **servo1.write(pos\_inicial)**.

Si el valor para la posición horizontal es mayor que 700 **if (x\_pos > 700)**, entonces el servo se moverá hacia la izquierda, **pos\_inicial = pos\_inicial + 3**, sumando 3 grados a la posición inicial y enviando el dato al servo. Se realiza la misma secuencia con el siguiente servo. En este proyecto se utilizó dos módulos joysticks para mover 4 servomotores.

```

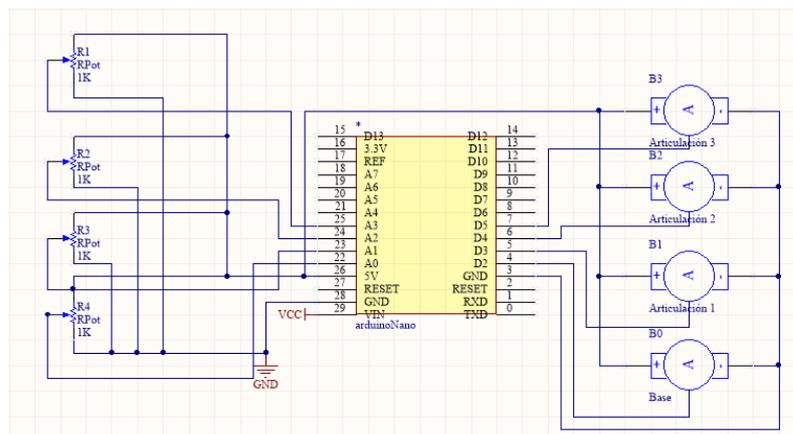
C_digo_2 Arduino 1.6.9
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda
C_digo_2
40
41 void loop ( ) {
42 x_pos = analogRead (x) ;
43 y_pos = analogRead (y) ;
44 x_pos1 = analogRead (x_1) ;
45 y_pos1 = analogRead (y_1) ;
46
47 if (x_pos < 300){
48   if (pos_inicial < 10)
49   {
50   }
51   else {
52     pos_inicial = pos_inicial - 3;
53     servomotor.write ( pos_inicial ) ;
54     delay (50) ;
55   }
56 }
57 if (x_pos > 700){
58   if (pos_inicial > 180)
59   {
60   }
61   else{
62     pos_inicial = pos_inicial + 3;
63     servomotor.write (pos_inicial) ;
64     delay (50) ;
65   }

```

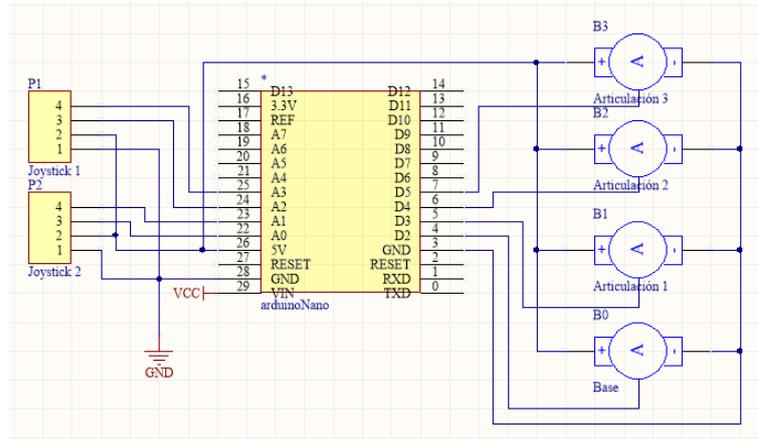
**Figura 2.22** Segundo código en Arduino IDE  
**Fuente:** Arduino Ide  
**Elaboración:** El autor

### 2.3.3 Circuito esquemático de conexiones de Arduino.

El circuito electrónico se lo elaboró en el programa Altium Designer estableciendo el esquema de conexión entre el Arduino nano, Arduino UNO, potenciómetros, Joysticks y los servomotores. El primero cuenta con potenciómetros, servomotores y un Arduino donde se cargará el código 1, el segundo cuenta con joysticks servomotores y Arduino que contendrá el código 2. A continuación, se muestra el esquema de conexión de los materiales.

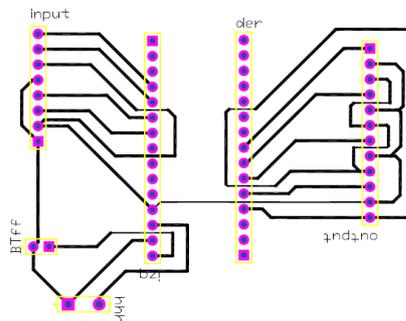


**Figura 2.23** Esquema de conexión con potenciómetros  
**Fuente:** Altium designer  
**Elaboración:** El autor

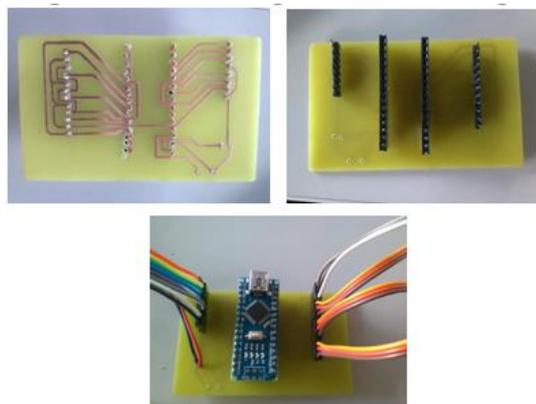


**Figura 2.24** Circuito electrónico con joysticks en Altium Designer  
**Fuente:** Altium designer  
**Elaboración:** El autor

Con la ayuda del software Altium Designer se desarrolla desde la idea siguiendo con los esquemas, simulación, diseño de circuitos impresos, hasta el prototipo final. Esto proporciona un sistema de desarrollo unificado que se puede extender a través de todos los elementos del proceso de diseño de los productos electrónicos.



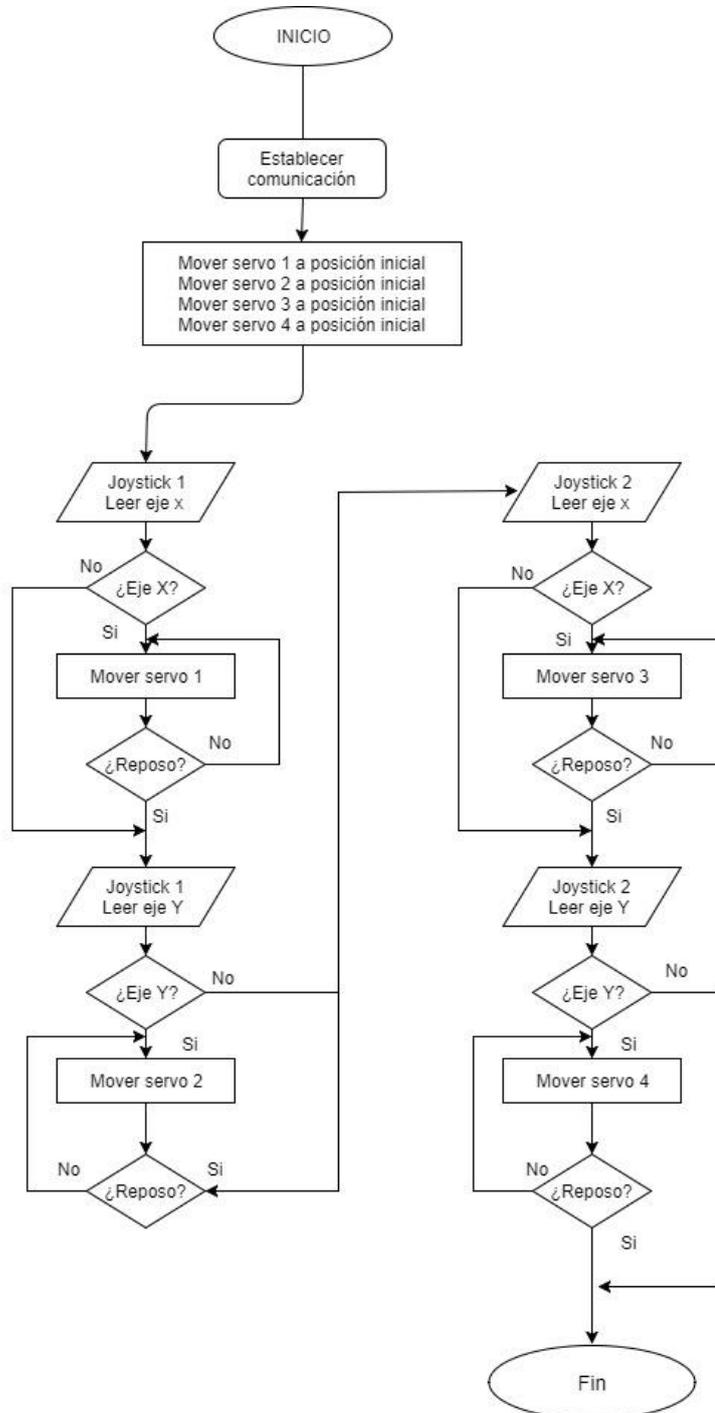
**Figura 2.25** Pistas para el circuito impreso en Altium Designer  
**Fuente:** Altium designer  
**Elaboración:** El autor



**Figura 2.26** Circuito impreso  
**Fuente:** El autor  
**Elaboración:** El autor

### 2.3.4 Diagrama de flujo del sistema.

En la Figura 2.27 se presenta el diagrama de flujo del sistema electrónico que permite el funcionamiento del sistema, empezando con los servomotores en una posición inicial y moviéndolos dependiendo del movimiento de los joysticks.



**Figura 2.27** Diagrama de flujo del sistema

**Fuente:** El autor

**Elaboración:** El autor

**CAPÍTULO 3  
PROPUESTA**

### 3.1. Metodología de workshop.

Una vez finalizada la construcción de los prototipos se planificó dos workshops y se definieron las actividades a realizar con los niños, las temáticas a desarrollar y los resultados que se espera obtener, empezando por el planteamiento de los objetivos y de la problemática a resolver. Contaremos con la asistencia de 8 niños, de 6 a 10 años. La experimentación se lo realizó en varios talleres, dentro y fuera del laboratorio, siguiendo como modelo la metodología trabajada con la red FabLab Kids para talleres anteriores y tomando en consideración las habilidades psicomotrices a desarrollarse tales como: motivación, desarrollo motriz viso-manual, convivencia, sociabilidad e imaginación, el taller se estructuró de la siguiente manera.

En estos talleres los prototipos conocidos como 2 y 3 pasaran a ser los prototipos 1 y 2 respectivamente.

**Tabla 3.1** Metodología planteada para la realización del Workshop

|                                 |   |
|---------------------------------|---|
| <b>Introducción</b>             | El presente Workshop se desarrolla con niños entre seis a diez años, aplicando un objeto lúdico didáctico construido a través de la fabricación digital y programación en Arduino que ayude al desarrollo de las habilidades psicomotrices y para que adquieran nuevos conocimientos innovadores y se acerquen a las nuevas tecnologías.  |
| <b>Problemática</b>             | El desarrollo de habilidades psicomotrices en edad escolar es fundamental en el crecimiento y correcto desarrollo de los niños, ya que, si no pueden realizar tareas cruciales como alcanzar, agarrar y mover objetos, y usar herramientas como crayones, lápices y tijeras, no desarrollan su inteligencia y tienden a presentar problemas para procesar la información que reciben (Kate, 2014).<br>Se evidenció a través Workshops y entrevistas a los docentes de las Unidades Educativas Miguel Riofrío y Eugenio Espejo de la ciudad de Loja la falta de interés que los niños presentan en algunas materias y en los talleres que se realizan, además, en la Unidad Educativa Miguel Riofrío los docentes afirmaron que los niños no reciben enseñanzas de electrónica básica ni sobre el correcto uso de la tecnología. |
| <b>Objetivo del juego</b>       | Evaluar el uso de herramientas didácticas en las habilidades psicomotrices finas (movimientos) en los niños de 6 a 10 años  |
| <b>Objetivos de aprendizaje</b> | ✓ Conocer la importancia de las habilidades psicomotrices en el desarrollo del niño.  |

|   |   |
|---|---|
|   | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Experimentar la coordinación óculo manual a través de movimientos manuales y mecánicos para realizar determinadas acciones siguiendo órdenes concretas.</li> <li>✓ Inducir a los niños al uso de nuevas tecnologías aplicando herramientas de robótica educativa</li> <li>✓ Reconocer formas bi – tridimensionales básicas y su composición para la comprensión del mundo construido inmediato.</li> </ul>   |
| <b>Habilidades psicomotrices que se pretende desarrollar con el juego</b> | <p>ASOCIACIÓN: El niño debe relacionar los componentes para comprender el juego y colocar las piezas donde corresponda.</p> <p>MOTIVACIÓN: La actividad que realizan debe ser placentera y gratificante para que el niño quiera repetir la experiencia.</p> <p>CONVIVENCIA: La actividad se la puede realizar entre varias personas fomentando la convivencia</p> <p>COORDINACIÓN: El niño debe coordinar el movimiento del brazo para realizar la acción, reconociendo entre izquierda y derecha, arriba y abajo.</p> <p>CONCIENCIA SENSORIAL: Se desarrolla con la diversidad de colores y formas que posee el juego.</p> <p>IMAGINACIÓN: El niño primero debe imaginar los movimientos antes de realizarlos y usar su imaginación mientras juega.</p> <p>CAUSA Y EFECTO: El niño debe tener un objetivo claro, pero a la vez ese objetivo debe cambiar para que el juego no se vuelva rutinario.</p> |
| <b>Etapas desarrollo de las actividades</b>                               | <p>Primero: Presentación del equipo hacia los niños, y socialización del taller que se desarrolló</p> <p>Segundo: Instrucciones de la construcción y las tareas que se deben realizar</p> <p>Tercero: Observar y registrar los resultados</p>   |
| <b>Nombre de la estructura adaptada para el diseño del juego</b>          | <p>Coordinación, habilidad</p>  |
| <b>Edad de los niños a la que va dirigida la actividad</b>                | <p>Niños desde 6 años</p>   |

|                              |  |
|------------------------------|--|
| <b>Número de jugadores</b>   | Mínimo 1 niño, máximo 3  |
| <b>Duración</b>              | 45 min cada taller   |
| <b>Materiales utilizados</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Madera MDF</li> <li>• Servomotores</li> <li>• Joysticks</li> <li>• Arduino nano</li> <li>• Batería de 9V</li> </ul> |

Fuente: El autor

Elaboración: El autor

### 3.2. Planificación de tareas.

La planificación de las tareas se las realizó de acuerdo a los juegos posibles de los prototipos, empezando desde la presentación del FabLab, recorrido por el laboratorio hasta las actividades que involucran el manejo de los prototipos como se detalla en la Tabla 3.2

**Tabla 3.2** Tareas planificadas

| <b>Día 1</b>       |   |
|--------------------|---|
| <b>Actividades</b> |   |
|                    | Inicio  |
| 1                  | Presentación del FabLab   |
| 2                  | Recorrido por el Laboratorio  |
| 3                  | Armado de un circuito con LED y una pila en una tarjeta con un dibujo previamente pintado   |
| 4                  | Presentación y explicación de los prototipos  |
| 5                  | Explicación de los tres componentes que abordará el taller: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Movimientos y/o ubicación de un objeto en él espacio</li> <li>• Las figuras geométricas básicas</li> <li>• Elementos de electrónica básica.</li> </ul> |
| 6                  | Evaluación de reconocimiento de las figuras geométricas presentadas: círculo, cuadrado, triángulo, hexágono.  |
| 7                  | Evaluación de reconocimiento las figuras y color presentadas: círculo /anaranjado, hexágono /morado, triangulo /amarillo, cuadrado /rojo.   |
| 8                  | Evaluación de reconocimiento de los movimientos y/o ubicación de un objeto en él espacio: arriba, abajo, izquierda, derecha, adelante, atrás.   |
| 9                  | Evaluación de ubicación manual de las figuras presentadas en su par   |

|              |   |
|--------------|---|
| 10           | Los niños practican los movimientos libremente con los prototipos   |
| 11           | Refrigerio  |
|              | Fin   |
| <b>Día 2</b> |   |
|              | Inicio  |
| 1            | Recordatorio del taller del día anterior  |
| 2            | Evaluación la actividad; sostener con la pinza del prototipo 2 las figuras geométricas: círculo, cuadrado, triángulo, hexágono.   |
| 3            | Evaluar la colocación con el prototipo de las figuras: círculo, cuadrado, triángulo, hexágono.  |
| 4            | Evaluación de ubicar las piezas en los lugares indicados: izquierda, derecha, adelante, atrás.  |
| 5            | Evaluar la inserción de un segundo objeto (caja) y llevar la pieza a las ubicaciones solicitadas: sobre el objeto, a la izquierda del objeto, a la derecha del objeto, y delante del objeto |
| 6            | Evaluación del segundo juego del prototipo 1 encajando las piezas en el lugar que corresponde   |
| 7            | Evaluación de cumplimiento de tareas con el prototipo 2; colocar las bolitas en los diferentes tamaños de los orificios   |
| 8            | Recepción de observaciones que los niños hacen respecto a los talleres  |
| 9            | Refrigerio  |
|              | Fin   |

**Fuente:** El autor

**Elaboración:** El autor

### **3.3. Métodos para evaluar los prototipos.**

La evaluación de los prototipos se lo realizó mediante la observación en los talleres llenando los checklist que se presentan en el Anexo 8, lo que sirve para analizar los resultados y poder obtener las conclusiones.

### **3.4. Workshop.**

Los talleres se realizaron en los días establecidos, de 09h00 a 11h30, contando con la asistencia de 8 niños de diferentes edades como se detalla a continuación:

**Tabla 3.3** Niños asistentes a los talleres

| <b>Niños</b>                     | <b>Edad (años)</b> |
|----------------------------------|--------------------|
| Doménica Roxana Paredes Carrión  | 7                  |
| Diana Carolina Llivisaca Montoya | 9                  |
| Alejandra Anahí Veintimilla León | 10                 |
| Roberto Dylan Aucapiña Galarza   | 10                 |
| Francis David Llivisaca Namicela | 10                 |
| Emily Sofía León Salinas         | 7                  |
| Sofía Valentina Armijos Camacho  | 8                  |
| Carolina Carvalho Salazar        | 9                  |

**Fuente:** El autor

**Elaboración:** El autor

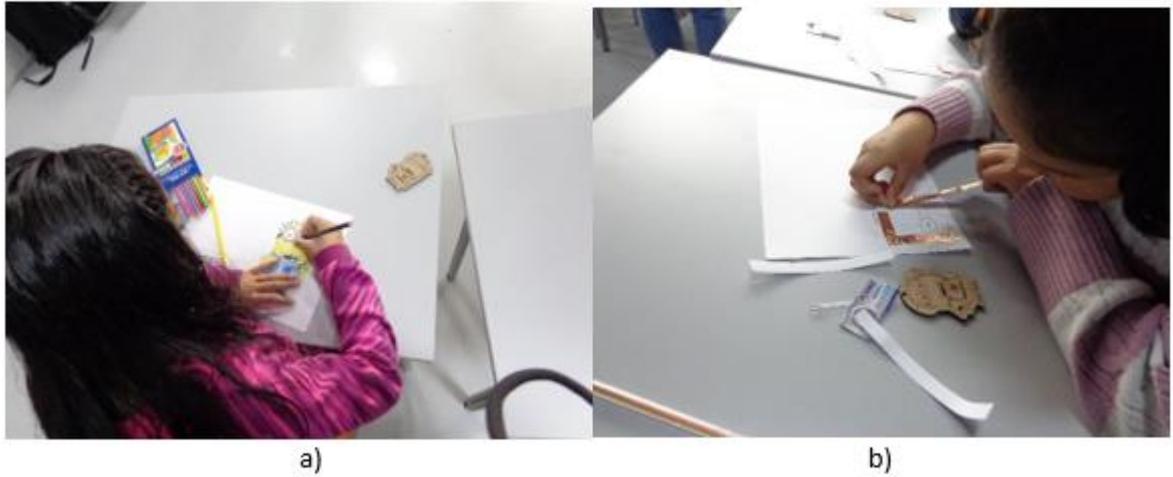
### Día 1



**Figura 3.1** a) Inicio del Workshop y presentación del FabLab, b) Recorrido de los niños por el laboratorio

**Fuente:** El autor

**Elaboración:** El autor



**Figura 3.2** a) Niños pintando para hacer la primera actividad, b) Elaboración del circuito con cinta de cobre.

**Fuente:** El autor

**Elaboración:** El autor



**Figura 3.3** a) Tarjeta terminada b) Explicación de los prototipos

**Fuente:** El autor

**Elaboración:** El autor



a)

b)

**Figura 3.4** Niños practicando los movimientos con el primer prototipo, b) Niños practicando movimientos del segundo prototipo

**Fuente:** El autor

**Elaboración:** El autor

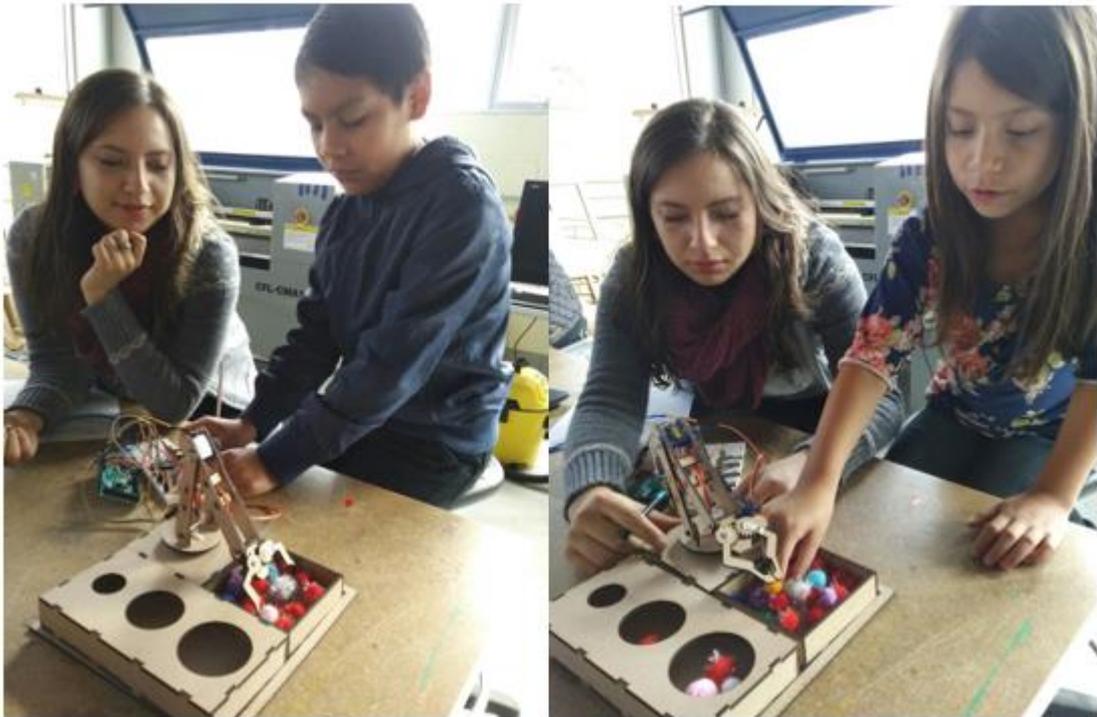
## Día 2



**Figura 3.5** Actividades con prototipo 1

**Fuente:** El autor

**Elaboración:** El autor



**Figura 3.6** Actividades con prototipo 2

**Fuente:** El autor

**Elaboración:** El autor

### 3.5. Análisis e interpretación de resultados.

Luego de la evaluación se procede a analizar los resultados de las actividades realizadas en los talleres, analizando cada pregunta que se planteó para la evaluación teniendo la siguiente tabla:

**Tabla 3.4** Análisis de los resultados

| <b>ACTIVIDADES SIN LOS PROTOTIPOS</b>  |   |
|--|---|
| <b>¿El niño reconoce las figuras geométricas presentadas?</b>                      |   |
|  | Con las actividades realizadas manualmente por los niños pudimos observar que los niños de 8 a 10 años reconocen las figuras geométricas como: el hexágono, pentágono, etc. Y los niños de 6 y 7 reconocen las figuras básicas como: círculo, cuadrado y triángulo, teniendo cierta duda con las demás. |
| <b>¿El alumno reconoce las figuras y color presentadas?</b>                        |   |
|  | Todos los niños reconocen los colores q se les indicaba en cada figura  |
| <b>¿El niño reconoce los movimientos y/o ubicación de un objeto en él espacio?</b> |   |
|  | De manera general los niños reconocen las ubicaciones, arriba, abajo, adelante y atrás, teniendo cierta confusión con izquierda y derecha.  |
| <b>¿El alumno coloca manualmente las figuras presentadas en su par?</b>            |   |

|  |
|--|
| Todos los niños realizaron con éxito esta actividad colocando cada figura con su par.  |
| <b>ACTIVIDADES CON LOS PROTOTIPOS</b>  |
| <b>Prototipo 1</b>   |
| <b>Sostener con la pinza las figuras geométricas solicitadas</b>   |
| Esta actividad se la realizó con los niños de 8, 9 y 10 años y todos lo hicieron bien, a algunos se les presento un poco más de dificultad que a otros, pero la finalizaron con éxito  |
| <b>Coloca las figuras con ayuda del prototipo en el agujero correcto</b>   |
| Esta actividad se la realizó con los niños de 8, 9 y 10 años, todos colocaron las figuras con su par, realizando con éxito la actividad.   |
| <b>Coloca los objetos en la ubicación solicitadas</b>  |
| Los niños de 8 a 10 años participaron de la actividad, algunos tuvieron un poco de dudas al inicio reconociendo la izquierda y derecha, pero conforme avanzaba cada instrucción ya lo realizaban correctamente.  |
| <b>Con ayuda de un segundo objeto (caja) llevar la pieza a las ubicaciones solicitadas</b>   |
| Los niños ubicaron todas las piezas en las ubicaciones que se les planteo, realizando con éxito la actividad.  |
| <b>Prototipo 2</b>   |
| <b>Colocar las bolitas en los diferentes tamaños de los orificios</b>  |
| Los niños realizaron con éxito lo que se les pidió realizar, excepto una niña (7 años) que se frustró al no poder coordinar los movimientos y ya no quiso intentarlo de nuevo. Además, se notó el cansancio de los niños y no se les pidió realizar por completo la actividad. |

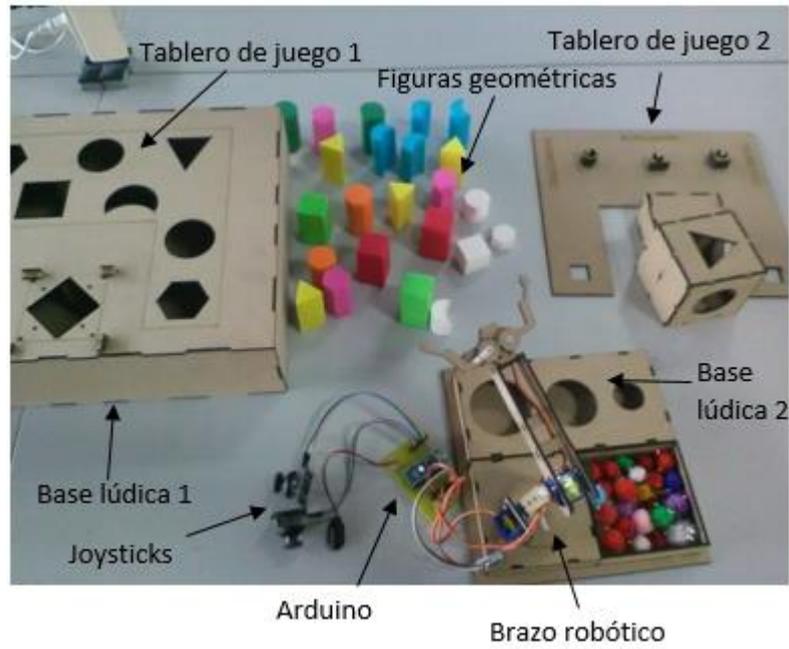
**Fuente:** El autor

**Elaboración:** El autor

De manera general los talleres fueron exitosos ya que los niños realizaron todas las actividades, hubo aceptación por parte de los niños, y se notó el interés por conocer las partes que lo conformaban e intentaban realizar las actividades hasta hacerlas bien. Además, se observó que el diseño del brazo del prototipo 2 es más liviano y permite mayor facilidad en los movimientos.

### **3.6. Fabricación del prototipo final.**

Para la presentación del prototipo final se hizo modificaciones y se obtuvo como resultado un solo objeto tomando las ventajas de los dos prototipos y el objeto lúdico didáctico.



**Figura 3.7** Partes del objeto lúdico didáctico resultante  
**Fuente:** El autor  
**Elaboración:** El autor



**Figura 3.8** Objeto lúdico didáctico resultante  
**Fuente:** El autor  
**Elaboración:** El autor

## CONCLUSIONES

- Este proyecto aporta en los procesos de enseñanza-aprendizaje ya que, los objetos que se obtuvieron como resultado de la investigación previa al desarrollo del proyecto reforzó en los niños temas como figuras geométricas, colores y ubicación en el espacio (izquierda, derecha, arriba y abajo).
- Se analizó 6 prototipos de objetos lúdicos didácticos, identificando como óptimo al que brinda estabilidad y aceptación por parte de los niños, considerando sus ventajas y desventajas, pero sobre todo el que presenta mayor versatilidad y mayor diversidad en las actividades que los niños puedan realizar.
- Se realizó workshops donde los niños realizaron un circuito básico y pudieron experimentar con los prototipos, donde se pudo observar que los niños se motivan cuando realizan actividades experimentales, fomentando la convivencia entre ellos y desarrollando las habilidades psicomotrices como: coordinación, asociación, atención, conciencia sensorial y percepción espacial.
- Durante el desarrollo de objetos lúdicos didácticos se evidenció que el proceso de diseño resulta importante en la obtención del resultado final y que la fabricación digital, las máquinas y los procesos que intervienen, facilitan la elaboración de éstos, ayudando en el cumplimiento de los objetivos planteados en este proyecto.
- Los niños asociaron los componentes de los prototipos con otros objetos, se sintieron motivados a realizar las actividades planteadas individualmente o con la ayuda de otro niño, además coordinaron los movimientos del brazo para realizar las acciones, reconociendo entre izquierda, derecha, arriba y abajo. Durante los workshops desarrollaron la conciencia sensorial y la imaginación, con lo que podemos concluir que estos objetos se desarrollan las habilidades psicomotrices de los niños.
- Finalmente podemos concluir que el objetivo planteado al inicio del proyecto se cumplió gracias a las herramientas utilizadas para el diseño de los prototipos y la metodología planteada para los workshops, obteniendo resultados positivos por parte de los niños.

## BIBLIOGRAFÍA

- Arduino Blog. (s. f.). Recuperado 14 de diciembre de 2016, a partir de <https://blog.arduino.cc/>
- Barrera, L., Perdomo, B., Serrato, M., Trujillo, Y., y González, M. (2015). Impacto de los juguetes en los procesos formativos de los niños y niñas. Paradojas. Recuperado a partir de <http://revistasum.umanizales.edu.co/ojs/index.php/plumillaeducativa/article/viewFile/849/964>
- Castillo Beltrán, P. A. (2011). Criterios transdisciplinarios para el diseño de objetos lúdico-didácticos. *Cuadernos del Centro de Estudios en Diseño y Comunicación.*, (38), 83-164.
- Díaz, A. (2016). FabLat Kids Dossier. Recuperado 28 de julio de 2017, a partir de [https://issuu.com/fablatkids/docs/fablatkids\\_dossier\\_2016b](https://issuu.com/fablatkids/docs/fablatkids_dossier_2016b)
- Díaz Arias, A., & Quintero, H. (2005). SOBRE LA DETERMINACIÓN DE LA MOVILIDAD EN LOS MECANISMOS, 9, 103-108. Recuperado a partir de <http://www.redalyc.org/pdf/849/84911698047.pdf>
- Edwards, M. (2010). El Desarrollo de Niños y Niñas de 4 a 10 años. Recuperado a partir de [http://www.unicef.cl/web/wp-content/uploads/doc\\_wp/Guia para la familia web 19 11 10.pdf](http://www.unicef.cl/web/wp-content/uploads/doc_wp/Guia para la familia web 19 11 10.pdf)
- Fab Foundation. (s. f.). Recuperado 31 de mayo de 2017, a partir de <http://fabfoundation.org/>
- FabLab Nerve Centre | FabLab. (s. f.). Recuperado 15 de marzo de 2017, a partir de <http://www.fablabni.com/centre/fablab-nerve-centre>
- García Alvarado, R. (2011). Fabricación digital de modelos constructivos: análisis de equipos y procesos. *Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia*, (59), 145-157.
- González Costa, A. B. (2016). Fabricación digital aplicado al diseño lúdico – didáctico. Caso de estudio: objetos lúdico-didácticos para el desarrollo de habilidades psicomotrices de los niños/as del Albergue Padre Julio Villarroel O. De la ciudad de Loja.
- Grúa construcción - Juguetes Jac. (s. f.). Recuperado 25 de julio de 2017, a partir de <http://juguetes-jac.com/Grua-construccion>
- Habilidades psicomotrices: de la coordinación corporal... (2010). Recuperado 5 de enero de 2017, a partir de <http://www.fundacionlucadetena.org/index.php/que-hacemos/editoriales/editorialeduccion/57-habilidades-psicomotrices-psicomotricidad-fina-psicomotricidad-gruesa.html>

- Heberlein, J. (2014). Ding: Plotclock - Fablab Nuremberg Wiki. Recuperado 22 de julio de 2017, a partir de <https://wiki.fablab-nuernberg.de/w/Ding:Plotclock>
- Introducing: STEAM Student Set SHOP NOW. (s. f.). Recuperado a partir de [http://www.makerspaceforeducation.com/uploads/4/1/6/4/41640463/introducing\\_littlebits\\_\\_a\\_littlebits\\_project\\_by\\_lizabits.pdf](http://www.makerspaceforeducation.com/uploads/4/1/6/4/41640463/introducing_littlebits__a_littlebits_project_by_lizabits.pdf)
- Joystick. (s. f.). Recuperado a partir de <https://www.parallax.com/sites/default/files/downloads/27800-2-Axis-Joystick-Documentation-v1.2.pdf>
- Kate, K. (2014). Todo sobre las habilidades motoras finas. Recuperado 10 de julio de 2017, a partir de <https://www.understood.org/es-mx/learning-attention-issues/child-learning-disabilities/movement-coordination-issues/all-about-fine-motor-skills>
- Martínez, G., Jáquez, S., Rivera, J., y Sandoval, R. (2008). Diseño propio y Construcción de un Brazo Robótico de 5 GDL, 4(1). Recuperado a partir de <http://www.itson.mx/publicaciones/rieeyc/documents/v4/art2junio08.pdf>
- MATADOR, Learning through play. (2015). Recuperado a partir de [http://www.matador.net.nz/img/cms/Matador\\_NZ\\_Brochure\\_\(4MB\)\\_2013.pdf](http://www.matador.net.nz/img/cms/Matador_NZ_Brochure_(4MB)_2013.pdf)
- MeArm V0.3 - Pocket Sized Robot Arm. (s. f.). Recuperado 15 de junio de 2017, a partir de <https://www.thingiverse.com/thing:298820>
- Mime Industries. (2015). MeArm Pi - A robot arm anyone can build. Recuperado 25 de julio de 2017, a partir de <https://www.kickstarter.com/projects/mime/mearm-pi-build-your-own-raspberry-pi-powered-robot>
- Park, E. Y. (2016). LINKKI: A planar linkage-based kinetic toy as a tool for education and design. En *Proceedings of the 6th Annual Conference on Creativity and Fabrication in Education - FabLearn '16* (pp. 86-89). New York, New York, USA: ACM Press. <https://doi.org/10.1145/3003397.3003411>
- Piaget, J. (1991). *SEIS ESTUDIOS DE PSICOLOGÍA*. Barcelona. Recuperado a partir de [http://dinterrondonia2010.pbworks.com/f/Jean\\_Piaget\\_-\\_Seis\\_estudios\\_de\\_Psicologia.pdf](http://dinterrondonia2010.pbworks.com/f/Jean_Piaget_-_Seis_estudios_de_Psicologia.pdf)
- Quirós Aragón, M. B. (2012). Psicomotricidad. Guía de evaluación e intervención. Recuperado a partir de <http://www.uv.mx/rmipe/files/2017/02/Psicomotricidad-guia-de-evaluacion-e-intervencion.pdf>
- Servo Motor SG90 Datasheet. (s. f.). Recuperado a partir de <https://abc->

rc.pl/templates/images/files/995/1428085018-sg-90-tower.pdf

SOTIC | CMA1200. (s. f.). Recuperado 16 de junio de 2017, a partir de <http://www.sotic.ec/laser/cma1200/>

Tsai, A. (2015). Aprendizaje de las máquinas, el uso de impresoras 3D, Arduino para hacer proyectos. Recuperado 25 de julio de 2017, a partir de <http://arbu00.blogspot.tw/2015/09/how-to-build-robotic-arm-made-by-3dp.html>

Wang, S. (2016). ADDITIVE MANUFACTURING PROCESSES FOR FABRICATING A MINI ROBOT - COMPUTATIONAL MODELS AND EXPERIMENTAL RESULTS. Recuperado a partir de [https://etda.libraries.psu.edu/files/final\\_submissions/11847](https://etda.libraries.psu.edu/files/final_submissions/11847)

Wong, W. (1995). *Fundamentos del diseño*. Recuperado a partir de [https://alejandraarcedesign.files.wordpress.com/2014/09/l-fundamentos-del-disec3b1o\\_wicius-wong.pdf](https://alejandraarcedesign.files.wordpress.com/2014/09/l-fundamentos-del-disec3b1o_wicius-wong.pdf)

Yasukawa, Y. (2005). La edad escolar, 1-16. Recuperado a partir de [https://www.unicef.org/mexico/spanish/mx\\_resources\\_vigia\\_II.pdf](https://www.unicef.org/mexico/spanish/mx_resources_vigia_II.pdf)

## **ANEXOS**

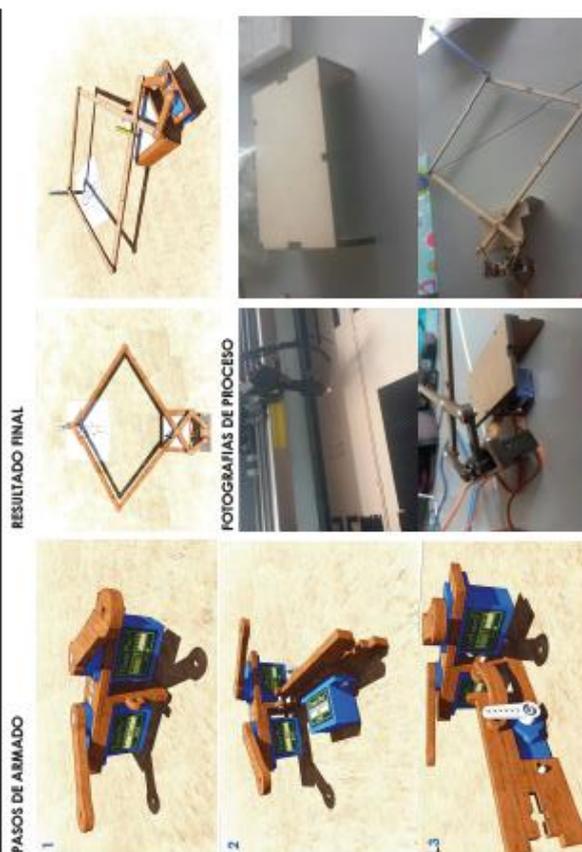
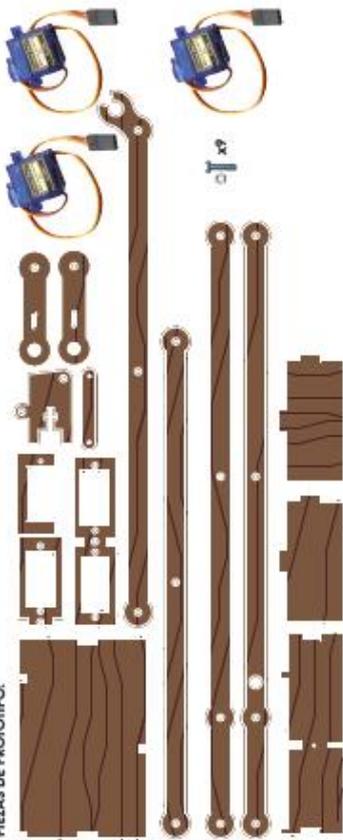
| TABLA DE INDICACIÓN   |  |
|---|--|
| Objetivos   | Indicaciones   |
| <p>Proponer un juguete con el que los niños puedan desarrollar habilidades psicomotrices basadas en el ploticlock, con la adaptación de elementos a la habilidad de dibujo en los niños.</p>   | <p>Este mejor robotico muestra la forma de dibujar la función de dibujo, como lo hace el ploticlock, implementando animaciones o maneras de moverse para que los niños capten una figura o un movimiento que se va a hacer, después de eso se escribe el tiempo, para lo mismo tiempo que lo hace el robot. Para conseguir dibujos a diferente escala se va a la articulación, considerando siempre la articulación, considerando siempre las varillas. De esta manera, mientras que el niño realiza un dibujo, el robot lo replica a distinta escala.</p> <p>Con este juguete robotico, los niños pueden desarrollar habilidades psicomotrices basadas en el ploticlock, con la adaptación de elementos a la habilidad de dibujo, o la vez que tienen contacto con la tecnología y aplicación de animaciones, ya que se puede hacer dibujos a diferentes escalas.</p> |
| <p>Referente al 1º: El robot se conecta a internet, desarrollado por el taller en Londres. Irá el movimiento con una pluma y recorra lo que se dibujó en la pantalla.</p> <p>Usar el Ploticlock. Obtener de: <a href="http://www.ploticlock.com/">http://www.ploticlock.com/</a> o <a href="mailto:project@ploticlock.com">project@ploticlock.com</a></p>  | <p>Para un pequeño robot que se mueva a través de una aplicación para dispositivos móviles que está capacitado para dibujar, cuenta con un pequeño brazo en el que se pueden colocar y girar las herramientas para hacer dibujos: plumas, rotuladores, bolígrafos, marcadores o lápices. Su funcionamiento es bien sencillo: el niño, reproduce en tiempo real lo que se escribe o dibuja en el tablet.</p>  |

**INTRODUCCIÓN:**

Estamos en una era en la que la tecnología avanza con mucha velocidad; desde que los niños nacen ya se encuentran rodeados de nuevas tecnologías, las cuales están presentes a lo largo de su crecimiento y desarrollo. Es por eso que se hace necesario la implementación de nuevas metodologías de enseñanza que se adapten al entorno de los pequeños y reactiven sus habilidades tanto sensoriales como motoras, y que además vayan de la mano con las actividades que contribuyan a su desarrollo físico y personal.

El presente prototipo nace con la intención de crear un objeto con el que los niños puedan jugar y al mismo tiempo aprender acerca de estas nuevas tecnologías, permitiendo el desarrollo de habilidades psicomotrices, y el conocimiento de principios de arquitectura a través del dibujo a distintas escalas.

**PIEZAS DE PROTOTIPO:**



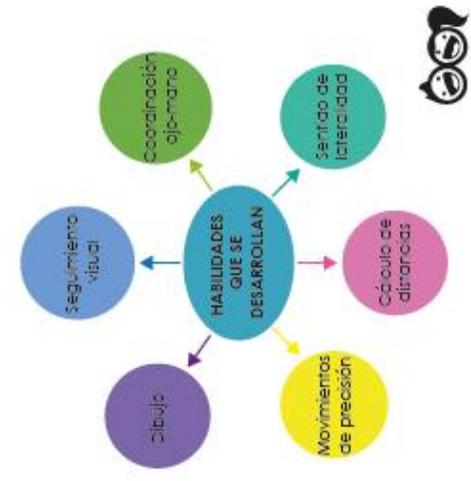
FOTOS DE PASOS DE ARMADO

FOTOGRAFÍAS DE PROCESO

RESULTADO FINAL

Anexo 1: Lámina de prototipo 1.

DESARROLLO DE HABILIDADES PSICOMOTRICES EN LOS NIÑOS





**ASPECTOS TECNICOS**

**SOFTWARE UTILIZADO**  
 AutoCAD, SketchUp  
**PROCESO DE PROTOTIPADO**  
 Sustractivo mediante corte láser.

**MATERIAL**  
 Mdf. Espesor 3mm.

**ASPECTOS CONCEPTUALES**

**TIPO DE OBJETO**  
 Juguete mecanico electronico

**ESTRATEGIA REFERENCIA**  
 Brazo robotico, con movimiento mediante servomotores

**CONCEPTO**

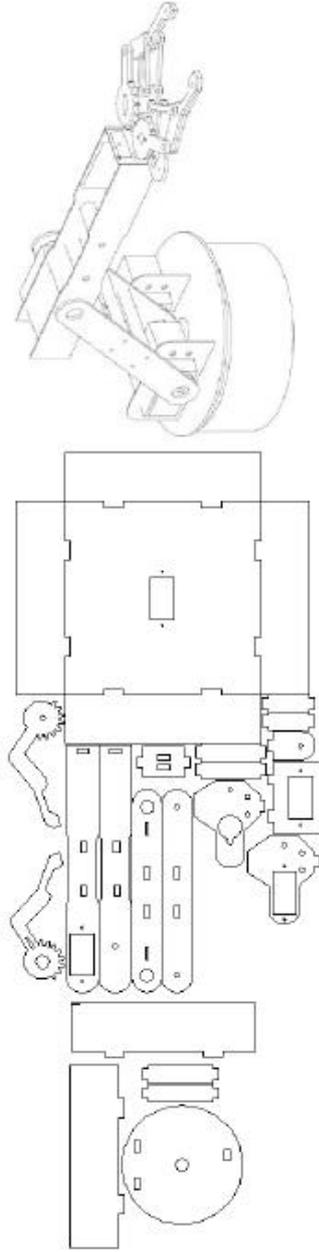
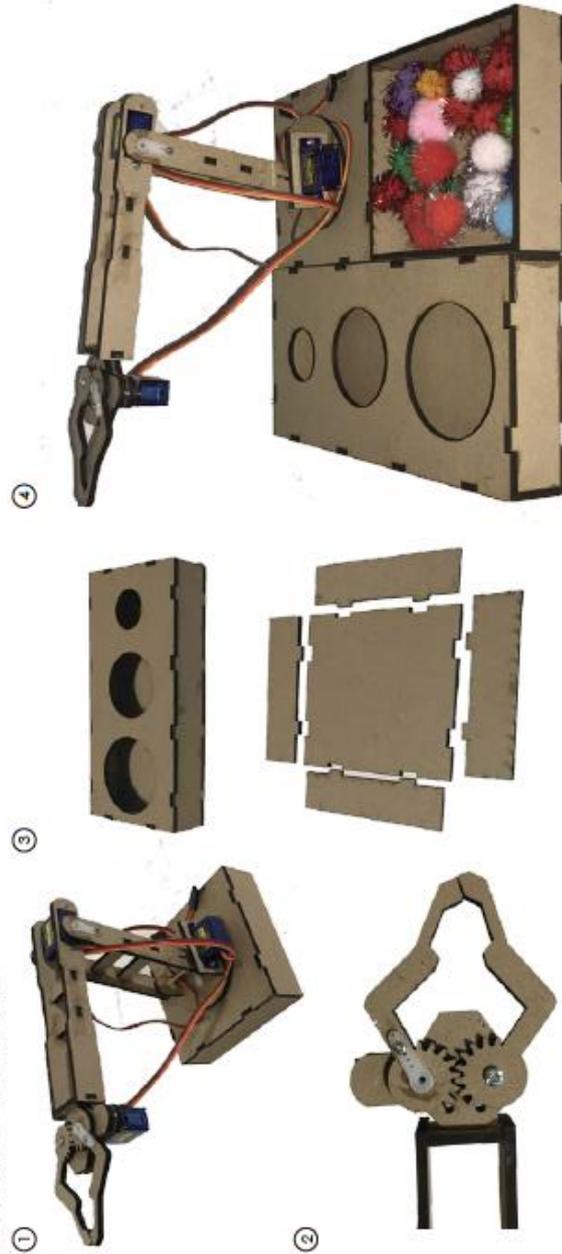
Su funcion principal, es el movimiento de los dedos indice y pulgar, permitiendo que los niños tengan manejo sobre el brazo, y pueda realizar distintos movimientos, manos que posteriormente mejorar la habilidad de dibujar de los niños

**DESCRIPCION**

El objeto consta de un brazo mecanico manejado por el niño mediante un joystick, que permite sujetar las bolitas del primer contenedor y depositarlas en el siguiente, teniendo como mayor puntuacion el orificio mas pequeño y menor puntuacion el de mayor diametro.

**OBSERVACIONES**

Los servomotores deben estar ajustados de manera correcta y con la mayor fijacion posible

**PIESAS-REFERENTE**

**RESULTADO-PROTOTIPO**


1. Brazo Mecanico  
 2. Contenedores

3. Contenedores  
 4. Resultado del Prototipo

Anexo 4: Lámina de prototipo 4.



**TITULACIÓN DE ARQUITECTURA**  
DISEÑO DE PROTOTIPO. BRAZO ROBÓTICO APLICADO A NIÑOS

**AUTORA:**  
ANA VILLAVICENCIO JARAMILLO

**FAB LAB KIDS**  
FECHA: 7/14/2017

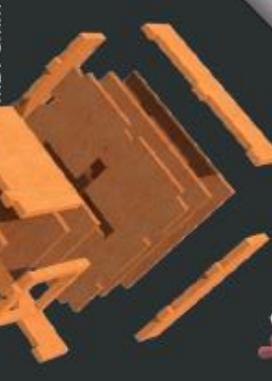
**SERVO MOTOR**



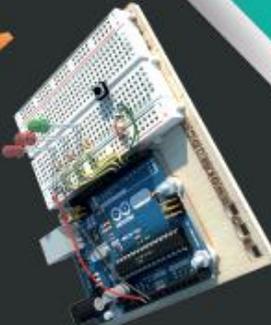
**TORNILLOS**

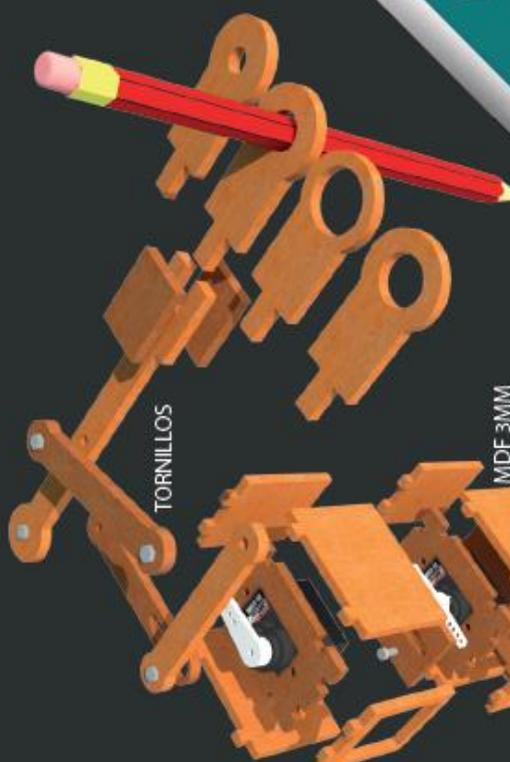


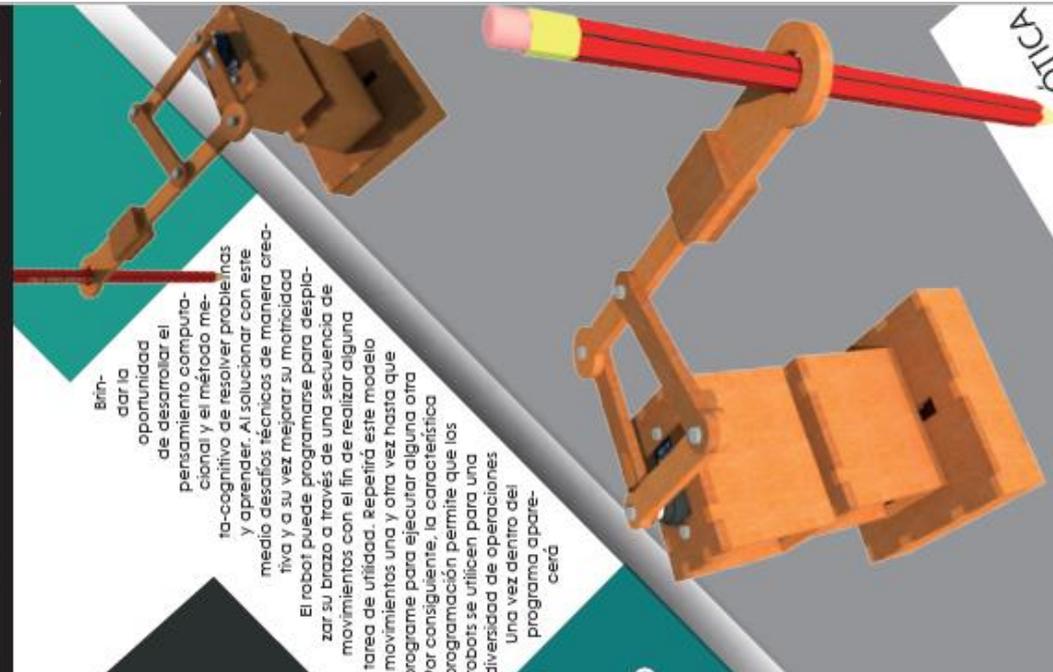
**MDF 3MM**



**ARDUINO**







**ROBÓTICA**

**FAB LAB KIDS BRAZO ROBÓTICO**

Brazo robótico que brinda la oportunidad de realizar una diversidad de operaciones, al desplazarse a través de una secuencia de movimientos con el fin de realizar alguna tarea de utilidad. Las nuevas tecnologías están pidiendo un relevo a la enseñanza tradicional, y que los profesores han de dar ese paso de forma clara y decidida, aportando ese cambio de metodología, donde la transmisión de información va a tener infinitas vías

- Gran movilidad
- Rápido armado
- Creatividad
- Mejor comprensión tecnológicas
- Potencia habilidades
- Mejor motricidad

Brindar la oportunidad de desarrollar el pensamiento computacional y el método metacognitivo de resolver problemáticas y aprender. Al solucionar con este medio desafíos técnicos de manera creativa y a su vez mejorar su motricidad

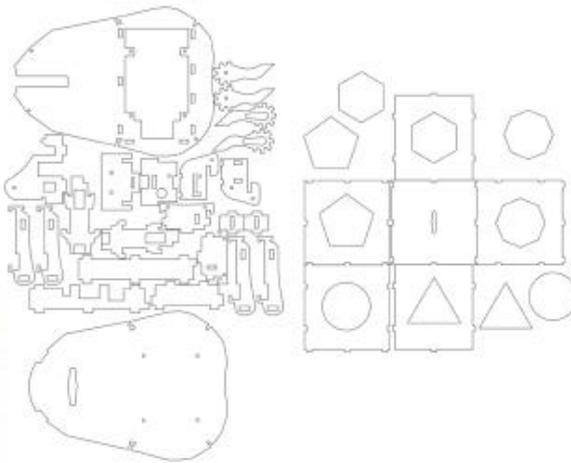
El robot puede programarse para desplazar su brazo a través de una secuencia de movimientos con el fin de realizar alguna tarea de utilidad. Repetirá este modelo de movimientos una y otra vez hasta que se reprogramme para ejecutar alguna otra tarea. Por consiguiente, la característica de programación permite que los robots se utilicen para una diversidad de operaciones

Una vez dentro del programa aparecerá

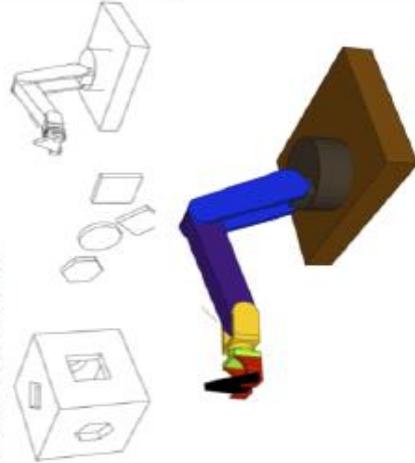
## Anexo 5: Lámina de prototipo 5.

### FAB LAB KIDS GP 3.2

#### PIEZAS PROTOTIPADO:



#### 3D/ PROTOTIPO INICIAL:



DANIELA BRAVO  
ABRIL 2017/AGOSTO 2017

#### ROBOTICA PARA NIÑOS

La Robótica permite fundir, en forma natural elementos tecnológicos generando una actividad motivadora y vanguardista para los niños, debido a que los niños de hoy son nativos digitales y propios de la tecnología.

-Un Taller de robótica educativa es sinónimo de tecnología de última generación.

#### CARACTERÍSTICAS:

- Tienen la oportunidad de ampliar su imaginación, ejercitar su creatividad y desarrollar nuevas habilidades técnicas.
- Trabajan habilidades como el trabajo en equipo, la gestión de proyectos y la resolución de problemas.
- Abarca su propio robot, facilita su proceso de aprendizaje y desarrollo metodológico.

#### OBJETIVO:

Promover el desarrollo habilidades sociales, relacionadas con las soluciones en equipo.  
Aprender a utilizar componentes electrónicos.

Investigar y resolver problemas reales y concretos con la creatividad y el razonamiento lógico de los niños.

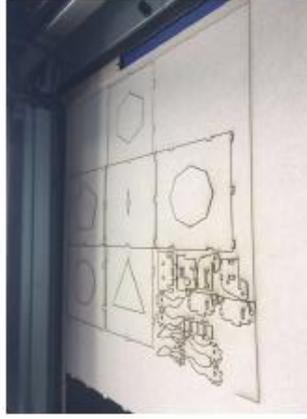
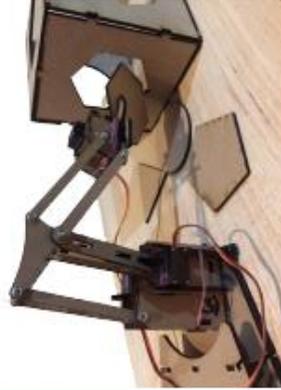
Incentivar a los niños a tener más interés en la integración de diferentes ramas como la Arquitectura conjunta a la Robótica.

#### PROPUESTA:

Consiste en innovar a partir de un brazo robótico un juego didáctico para niños, y modificarlo tanto para juegos music, de dibujo y de pensamiento lógico.

• Interactuar por medio de robótica aplicando un juego lúdico, en este caso puntos de reconocimiento y rapidez.

• Aplica en niños con edad primaria, en dicha edad los niños ya empiezan con aprendizaje profundo de dichos elementos en forma más desarrollada.



## Anexo 6: Lámina de prototipo 6.



**UTPL**  
UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE  
LA PAZ

**TITULACIÓN DE ARQUITECTURA**  
DISEÑO DE PROTOTIPO, BRAZO ROBÓTICO APLICADO A NIÑOS

FAB LAT KIDS  
FECHA: 14-07-2017

AUTORA:  
**KARLA CASTILLO**

### INTRODUCCIÓN

La grúa giratoria es accionada mediante un servomotor el cual permite que ésta gire. Contiene un sencillo sistema de poleas, el que tendrá movimiento vertical y al cual está sujetado un gancho con el que los niños podrán agarrar distintos objetos.

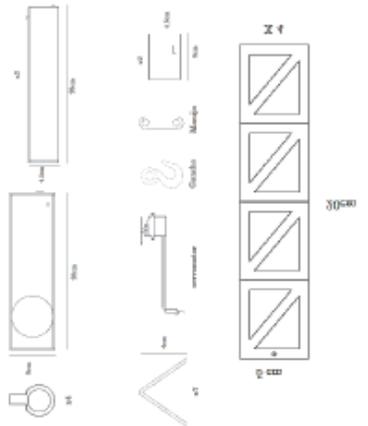
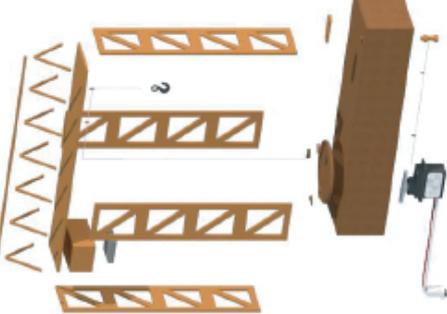
Este juguete cumple con funciones que requieren precisión, concentración y coordinación, además mejora ciertos aspectos como resistencia para trabajar en diferentes condiciones, precisión con la que se realizan movimientos, multifuncionalidad (manipulación, corte, perforación, etc.).



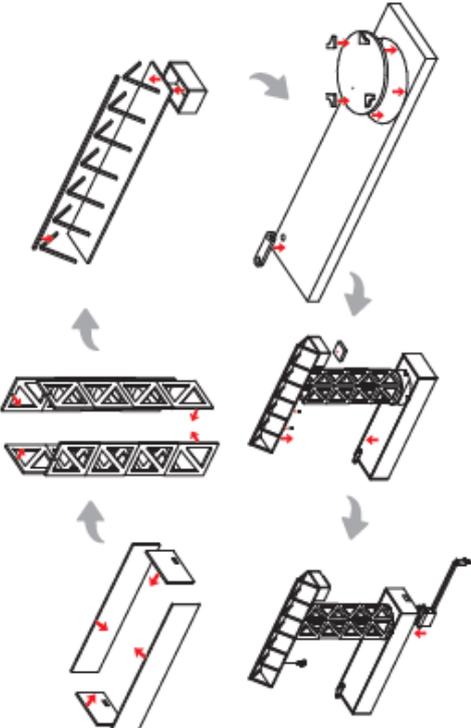
| Objetivo   | Referencia  | Problema   | Innovación   |
|--|---|--|--|
| Mediante la grúa giratoria se intenta que el niño pueda desarrollar su coordinación y precisión, así como también mejor movilidad en sus manos | El prototipo se realizó en base en proyector realizado por niños donde se construyó una grúa giratoria (monocargado), accionada mediante un servomotor y se realizó un gancho para que el motor pueda girar en ambos sentidos | La función de la grúa es girar de acuerdo a lo que el niño desea y bajar la polea con gancho de manera vertical para atrapar los objetos | El niño de un momento de gancho al momento que la grúa se eleva a la grúa se pueden atrapar objetos sujetos en una base, con esto el niño va a desarrollar coordinación al momento de mover la grúa y precisión al momento de intentar atrapar los objetos |

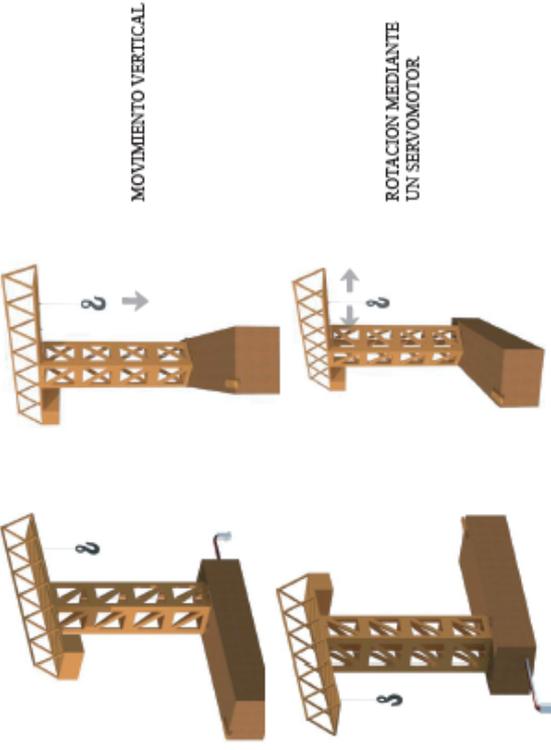
| TABLA DE INDICADORES   |   |
|--|---|
|  |  |

### PASOS ARMADO DE PROTOTIPO



### PROTOTIPO FINAL



### Anexo 7: Código en Arduino para mover el brazo robótico.

```
#include <Servo.h>

Servo servo1; Servo servo2; Servo servo3; Servo servo4;

int x = A1; int y = A0; int x_1 = A2; int y_1= A3;

int x_pos; int y_pos; int x_pos1; int y_pos1;

int servo1_pin = 2;

int servo2_pin = 3;

int servo3_pin = 4;

int servo4_pin = 5;

int pos_inicial = 90;

int pos_inicial1 = 90;

int pos_inicial2 = 90;

int pos_inicial3= 90;

void setup ( ) {

Serial.begin (9600) ;

servo1.attach (servo1_pin ) ;

servo2.attach (servo2_pin ) ;

servo3.attach (servo3_pin ) ;

servo4.attach (servo4_pin ) ;

servo1.write (pos_inicial);

servo2.write (pos_inicial1);

servo3.write (pos_inicial2);

servo4.write (pos_inicial3);

pinMode (x, INPUT) ;

pinMode (y, INPUT) ;
```

```

pinMode (x_1, INPUT) ;
pinMode (y_1, INPUT) ;
}
void loop ( ) {
x_pos = analogRead (x) ;
y_pos = analogRead (y) ;
x_pos1 = analogRead (x_1) ;
y_pos1 = analogRead (y_1) ;

if (x_pos < 300){
  if (pos_inicial< 10)
  { }
  else {
    pos_inicial = pos_inicial - 3;
    servo1.write ( pos_inicial ) ;
    delay (50) ;
  } }
  if (x_pos > 700){
    if (pos_inicial > 180)
    { }
    else{
      pos_inicial = pos_inicial + 3;
      servo1.write (pos_inicial) ;
      delay (50) ;
    } }
  if (y_pos < 300){

```

```

if (pos_inicial1 < 10)
{
}
else{
pos_inicial1 = pos_inicial1 - 3;
servo2.write ( pos_inicial ) ;
delay (50) ;
} }

if (y_pos > 700){
if (pos_inicial1 > 180)
{
}
else{
pos_inicial1 = pos_inicial1 + 3;
servo2.write ( pos_inicial1 ) ;
delay (50) ;
} }

if (x_pos1 < 300){
if (pos_inicial2 < 10)
{
}
else {
pos_inicial2 = pos_inicial2 - 3;
servo3.write ( pos_inicial2 ) ;
delay (50) ;
} }

if (x_pos1 > 700){
if (pos_inicial2 > 180)
{
}

```

```
else{  
  
pos_inicial2 = pos_inicial2 + 3;  
  
servo3.write ( pos_inicial2 ) ;  
  
delay (50) ;  
  
} }  
  
if (y_pos1 < 300){  
  
if (pos_inicial3 < 10)  
  
{ } else{  
  
pos_inicial3 = pos_inicial3 - 3;  
  
servo4.write ( pos_inicial3 ) ;  
  
delay (50) ;  
  
} }  
  
if (y_pos1 > 700){  
  
if (pos_inicial3 > 180)  
  
{ } else{  
  
pos_inicial3 = pos_inicial3 + 3;  
  
servo4.write ( pos_inicial3 ) ;  
  
delay (50) ; } } }
```

### Anexo 8: Modelos para evaluar los prototipos.

Para evaluar la inserción de los prototipos a los talleres se realizó los siguientes checklist, con las actividades planteadas y 3 posibles respuestas, **SI**, **NO** y **DUDA** para observar si realiza las actividades correctamente o tiene duda para realizarlas. Con lo que se podrá determinar si el prototipo cumple con las expectativas o se debe mejorarlo.

Evaluación de la primera actividad sin el prototipo (Reconocimiento de figuras geométricas)

| <b>¿El niño reconoce las figuras geométricas presentadas?</b> |                          |           |           |             |
|---|--------------------------|-----------|-----------|-------------|
| <b>Nombre</b>   | <b>Figura geométrica</b> | <b>Si</b> | <b>No</b> | <b>Duda</b> |
|   | Círculo                  |           |           |             |
|   | Hexágono                 |           |           |             |
|   | Triangulo                |           |           |             |
|   | Cuadrado                 |           |           |             |

Evaluación de la segunda actividad sin el prototipo (Reconocimiento de figuras y color)

| <b>¿El alumno reconoce las figuras y color presentadas?</b> |                          |           |           |             |
|---|--------------------------|-----------|-----------|-------------|
| <b>Nombre</b>   | <b>Figura geométrica</b> | <b>Si</b> | <b>No</b> | <b>Duda</b> |
|   | Círculo /anaranjado      |           |           |             |
|   | Hexágono /morado         |           |           |             |
|   | Triangulo /amarillo      |           |           |             |
|   | Cuadrado /rojo           |           |           |             |

Evaluación de la tercera actividad sin el prototipo (Ubicación de un objeto en el espacio)

| <b>¿El niño reconoce los movimientos y/o ubicación de un objeto en él espacio?</b> |                  |           |           |             |
|--|------------------|-----------|-----------|-------------|
| <b>Nombre</b>  | <b>Ubicación</b> | <b>Si</b> | <b>No</b> | <b>Duda</b> |
|  | Arriba           |           |           |             |
|  | Abajo            |           |           |             |
|  | Izquierda        |           |           |             |
|  | Derecha          |           |           |             |
|  | Adelante         |           |           |             |
|  | Atrás            |           |           |             |

Evaluación de la cuarta actividad sin el prototipo (Asociación de figuras)

| <b>¿El alumno coloca manualmente las figuras presentadas en su par?</b> |                          |           |           |             |
|---|--------------------------|-----------|-----------|-------------|
| <b>Nombre</b>   | <b>Figura geométrica</b> | <b>Si</b> | <b>No</b> | <b>Duda</b> |
|   | Círculo                  |           |           |             |
|   | Hexágono                 |           |           |             |
|   | Triángulo                |           |           |             |
|   | Cuadrado                 |           |           |             |

### **PROTOTIPO 1**

Evaluación de la primera actividad con el prototipo 1 (Reconocer de figuras geométricas)

| <b>Sostener con la pinza las figuras geométricas solicitadas</b> |                          |           |           |             |
|--|--------------------------|-----------|-----------|-------------|
| <b>Nombre</b>  | <b>Figura geométrica</b> | <b>Si</b> | <b>No</b> | <b>Duda</b> |
|  | Círculo                  |           |           |             |
|  | Hexágono                 |           |           |             |
|  | Triangulo                |           |           |             |
|  | Cuadrado                 |           |           |             |

Evaluación de la segunda actividad con el prototipo (Asociación de figuras geométricas)

| <b>Coloca las figuras con ayuda del prototipo con su par correcto</b> |                          |           |           |             |
|---|--------------------------|-----------|-----------|-------------|
| <b>Nombre</b>   | <b>Figura geométrica</b> | <b>Si</b> | <b>No</b> | <b>Duda</b> |
|   | Círculo                  |           |           |             |
|   | Hexágono                 |           |           |             |
|   | Triangulo                |           |           |             |
|   | Cuadrado                 |           |           |             |

Evaluación de la tercera actividad con el prototipo 1 (Ubicación en el espacio)

| <b>Coloca los objetos en la ubicación solicitadas</b> |                  |           |           |             |
|---|------------------|-----------|-----------|-------------|
| <b>Nombre</b>   | <b>Ubicación</b> | <b>Si</b> | <b>No</b> | <b>Duda</b> |
|   | Arriba           |           |           |             |
|   | Abajo            |           |           |             |
|   | Izquierda        |           |           |             |

|  |          |  |  |  |
|--|----------|--|--|--|
|  | Derecha  |  |  |  |
|  | Adelante |  |  |  |
|  | Atrás    |  |  |  |

Evaluación de la cuarta actividad con el prototipo 1 (Ubicación con relación a otro objeto)

| <b>Con ayuda de un segundo objeto(caja) llevar la pieza a las ubicaciones solicitadas</b> |                      |           |           |             |
|---|----------------------|-----------|-----------|-------------|
| <b>Nombre</b>   | <b>Ubicaciones</b>   | <b>Si</b> | <b>No</b> | <b>Duda</b> |
|   | Sobre el objeto      |           |           |             |
|   | Izquierda del objeto |           |           |             |
|   | Derecha del objeto   |           |           |             |
|   | Delante del objeto   |           |           |             |

Evaluación de la quinta actividad con el prototipo 1 (Segundo juego)

| <b>Encajar las piezas en el lugar que corresponde</b> |                               |           |           |             |
|---|-------------------------------|-----------|-----------|-------------|
| <b>Nombre</b>   | <b>Dimensión del orificio</b> | <b>Si</b> | <b>No</b> | <b>Duda</b> |
|   | Círculo                       |           |           |             |
|   | Triángulo                     |           |           |             |
|   | Cuadrado                      |           |           |             |

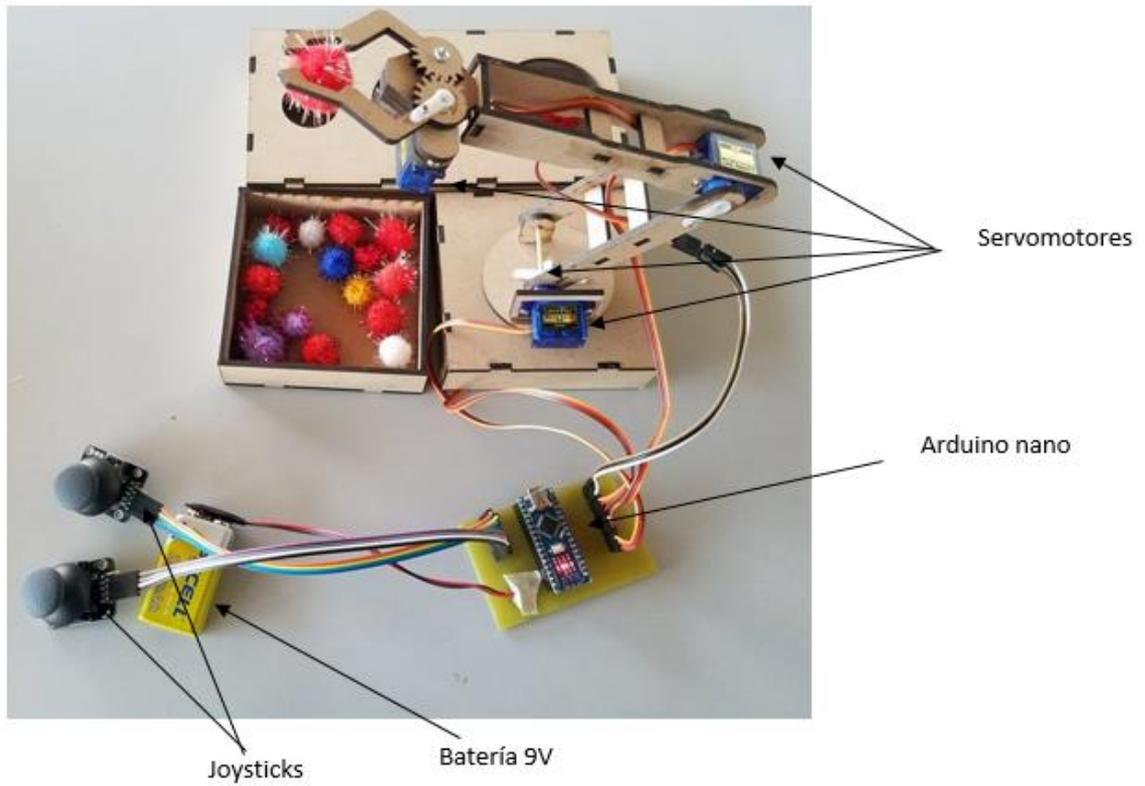
## **PROTOTIPO 2**

Con el segundo prototipo se planteó colocar bolitas en cada orificio de 3 dimensiones diferentes, siendo el orificio pequeño el de mayor dificultad

Evaluación de actividad con el prototipo 2 (Reconocimiento de dimensiones)

| <b>Colocar bolitas en cada orificio de 3 dimensiones diferentes</b> |                               |           |           |             |
|---|-------------------------------|-----------|-----------|-------------|
| <b>Nombre</b>   | <b>Dimensión del orificio</b> | <b>Si</b> | <b>No</b> | <b>Duda</b> |
|   | Grande                        |           |           |             |
|   | Mediano                       |           |           |             |
|   | Pequeño                       |           |           |             |

### Anexo 9: Presupuesto.



| Presupuesto del prototipo |                            |           |              |              |
|---------------------------|----------------------------|-----------|--------------|--------------|
| Cantidad                  | Materiales                 | Unidades  | C. Unitario  | C. Total     |
| 1                         | MDF                        | 50x60cm   | 2,00         | 2,00         |
| 4                         | Micro servomotores         | Unidades  | 5,00         | 20,00        |
| 1                         | Arduino nano               | Unidades  | 9,00         | 9,00         |
| 1                         | Baquela de fibra de vidrio | 10 x10 cm | 1,00         | 1,00         |
| 2                         | Joysticks                  | Unidades  | 5,00         | 10,00        |
| 10                        | Cables                     | Unidades  | 0,10         | 1,00         |
| 1                         | Batería de 9V              | Unidades  | 3,00         | 3,00         |
|                           |                            |           | <b>TOTAL</b> | <b>46,00</b> |



**ALTERNATIVA**

1. Se puede reemplazar el Arduino por un microcontrolador PIC16F886

| <b>Cantidad</b> | <b>Materiales</b>            | <b>Unidades</b> | <b>C. Unitario</b> | <b>C. Total</b> |
|-----------------|------------------------------|-----------------|--------------------|-----------------|
| 1               | Microcontrolador PIC16F886   | Unidades        | 6,90               | 6,90            |
| 1               | Quemador de microcontrolador | Unidades        | 35,00              | 35,00           |
|                 |                              |                 | <b>TOTAL</b>       | <b>41,90</b>    |

2. Se puede reemplazar la batería con un adaptador AC, restándole movilidad al objeto

| <b>Cantidad</b> | <b>Materiales</b> | <b>Unidades</b> | <b>C. Unitario</b> | <b>C. Total</b> |
|-----------------|-------------------|-----------------|--------------------|-----------------|
| 1               | Adaptador AC      | Unidades        | 7,00               | 7,00            |