

Diseño de un Kit de Robótica Educativa de bajo costo como herramienta para la democratización del conocimiento en adolescentes de comunidades vulnerables.

Karen Gabriela Ríos Carrero

Trabajo de Grado para Optar al Título de Diseñadora Industrial

Directora

Clara Isabel López Guadrón

PhD. Ingeniería Área Gestión Tecnológica

Codirector

Israel Garnica Bohórquez

Mgtr. Ingeniería Industrial

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas

Escuela de Diseño Industrial

Diseño Industrial

Bucaramanga

2024

## **Agradecimientos**

A todas las personas que creyeron en mí; incluso cuándo yo no podía.

**Tabla de Contenido**

	<b>Pág.</b>
Introducción.....	13
1. Planteamiento del problema .....	14
2. Justificación.....	16
3. Pregunta de diseño.....	18
4. Objetivos .....	19
4.1 Objetivo General.....	19
4.2 Objetivos Específicos.....	19
5. Alcance.....	19
6. Marco referencial.....	20
6.1 Antecedentes.....	20
6.2 Marco Teórico .....	31
6.2.1 Comunidades vulnerables .....	31
6.2.2 La educación.....	32
6.2.3 La robótica educativa.....	34
6.2.4 La educación en Colombia.....	37
6.2.5 La educación y los jóvenes.....	38
7. Metodología.....	39
8. Resultados .....	41
8.1 Identificación.....	41
8.1.1 Entrevistas .....	41
8.1.2 Observación directa .....	44

8.1.3	Análisis dimensional.....	45
8.2	Diseño .....	46
8.2.1	Usuarios arquetipo .....	46
8.2.2	Requerimientos .....	48
8.2.3	Alternativas .....	50
8.2.3.1	Alternativa 1 .....	50
8.2.3.2	Alternativa 2 .....	51
8.2.3.3	Alternativa 3 .....	52
8.2.3.4	Alternativa 4 .....	54
8.2.4	Selección de alternativa.....	55
8.2.5	Desarrollo de alternativa .....	56
8.2.5.1	Fase 1: Explorando componentes .....	57
8.2.5.2	Fase 2: Creación .....	57
8.2.5.3	Fase 3: Gala .....	57
8.2.6	Prototipos .....	58
8.2.6.1	Conexiones entre componentes .....	58
8.2.6.2	Cubiertas de los componentes .....	60
8.2.6.3	Unión individual .....	64
8.2.6.4	Actividades con los componentes.....	68
8.2.6.5	Imagen gráfica .....	69
8.2.7	Producto final .....	77
8.2.7.1	Empaque.....	81
8.2.8	Introducción al mercado.....	82

8.2.9	Verificaciones.....	83
8.3	Validación .....	86
8.3.1	Protocolo de validación.....	86
8.3.1.1	Materiales y métodos .....	87
8.3.1.2	Participantes .....	88
8.3.1.3	Hipótesis.....	89
8.3.1.4	Variables .....	89
8.3.1.5	Procedimiento.....	89
8.3.1.6	Herramientas.....	92
8.3.2	Análisis de resultados .....	92
8.3.2.1	Estadístico .....	92
8.3.2.2	Cualitativo .....	94
9.	Conclusiones.....	96
	Referencias Bibliográficas.....	99
	Apéndices .....	104

**Lista de Tablas**

	<b>Pág.</b>
Tabla 1 <i>Número de Comparativa kits de robótica educativa. Elaboración propia</i> .....	20
Tabla 2 <i>Actividades y herramientas para el desarrollo. Elaboración propia</i> .....	40
Tabla 3 <i>Requerimientos de diseño. Elaboración propia</i> .....	48
Tabla 4 <i>Matriz Pugh para selección de alternativa a trabajar. Elaboración propia</i> .....	55
Tabla 5 <i>Explicación Kit de Robótica Educativa. Elaboración propia</i> .....	56
Tabla 6 <i>Actividades del kit. Elaboración propia</i> .....	69
Tabla 7 <i>Lineamientos gráficos del kit. Elaboración propia</i> .....	70
Tabla 8 <i>Tarjetas de actividades. Elaboración propia</i> .....	78
Tabla 9 <i>Verificaciones. Elaboración propia</i> .....	84
Tabla 10 <i>Verificación de requerimientos de Usabilidad. Elaboración propia</i> .....	85
Tabla 11 <i>Verificación de costos de fabricación. Elaboración propia</i> .....	85
Tabla 12 <i>Comparación de media y desviación estándar antes y después. Elaboración propia</i> ..	93

**Lista de Figuras**

	<b>Pág.</b>
Figura 1 <i>Inscritos en IES pregrado durante 2022</i> .....	17
Figura 2 <i>VEX Robotics kit</i> .....	21
Figura 3 <i>Fisher Technik PROFI y Computing kit</i> .....	22
Figura 4 <i>LEGO MINDSTORMS education kit)</i> .....	22
Figura 5 <i>BIOLOID – Robotis kit</i> .....	23
Figura 6 <i>Kit Robi Dagabot</i> .....	24
Figura 7 <i>Kit Octabio IoT</i> .....	25
Figura 8 <i>Google Cardboard</i> .....	26
Figura 9 <i>Gigs 2 Go</i> .....	26
Figura 10 <i>Foldscopes</i> .....	27
Figura 11 <i>Escornabot</i> .....	28
Figura 12 <i>Woody</i> .....	28
Figura 13 <i>Paper Robots por estudiantes en 2013</i> .....	29
Figura 14 <i>PiBot</i> .....	30
Figura 15 <i>Andruino- A1</i> .....	31
Figura 16 <i>Robot Logo</i> .....	34
Figura 17 <i>LEGO TC (Technic Control) Logo</i> .....	35
Figura 18 <i>Mapa mental de las entrevistas realizadas</i> .....	43
Figura 19 <i>Mapa de empatía jóvenes analizados</i> .....	45
Figura 20 <i>Mapa conceptual hallazgos del análisis dimensional</i> .....	46

Figura 21 <i>Usuario arquetipo primario</i> .....	47
Figura 22 <i>Usuario arquetipo secundario</i> .....	47
Figura 23 <i>Boceto Robots Open source</i> .....	51
Figura 24 <i>Boceto Robots No code</i> .....	52
Figura 25 <i>Boceto sin Robot físico</i> .....	53
Figura 26 <i>Boceto evolución de Robots</i> .....	54
Figura 27 <i>Pruebas de conexión RCA</i> .....	59
Figura 28 <i>Diagrama electrónico general</i> .....	59
Figura 29 <i>Prototipado en polipropileno</i> .....	61
Figura 30 <i>Exploración de forma para coraza</i> .....	61
Figura 31 <i>Prototipo inicial de cubiertas de componentes</i> .....	62
Figura 32 <i>Prototipado con unión de imanes</i> .....	62
Figura 33 <i>Formas modulares finales</i> .....	63
Figura 34 <i>Prototipos de atornillado</i> .....	65
Figura 35 <i>Módulos madre finales</i> .....	66
Figura 36 <i>Comparativo de planos de desarrollo del kit de robótica</i> .....	67
Figura 37 <i>Distribución para fabricación industrializada de kits</i> .....	68
Figura 38 <i>Elementos 2D</i> .....	71
Figura 39 <i>Modelado 3D</i> .....	71
Figura 40 <i>Prototipos de guía gráfica</i> .....	73
Figura 41 <i>Paleta de colores Z-Bot</i> .....	73
Figura 42 <i>Versión final tarjetas de actividades</i> .....	74
Figura 43 <i>Creación de elementos para patronaje</i> .....	75

Figura 44 <i>Patronaje Z-Bot</i> .....	75
Figura 45 <i>Prototipos gráficos de los componentes</i> .....	76
Figura 46 <i>Versión final Z-Bot</i> .....	77
Figura 47 <i>Módulos individuales del kit</i> .....	77
Figura 48 <i>Manual o guía general del kit</i> .....	80
Figura 49 <i>Cables RCA del kit</i> .....	80
Figura 50 <i>Kit de robótica educativa low-cost Z-Bot</i> .....	81
Figura 51 <i>Empaque kit Z-Bot</i> .....	82
Figura 52 <i>Planteamiento cadena de valor</i> .....	83
Figura 53 <i>Evidencia fotográfica validaciones jordana mañana</i> .....	91
Figura 54 <i>Evidencia fotográfica validaciones jornada tarde</i> .....	92
Figura 55 <i>Gráfico con resultados totales de las pruebas realizadas</i> .....	93
Figura 56 <i>Recopilación evaluaciones cualitativas</i> .....	95

**Lista de Apéndices**

	<b>Pág.</b>
Apéndice A. Transcripción entrevista Jevis Rodelo, pedagoga. ....	104
Apéndice B. Transcripción entrevista Yulitza Rangel, Trabajadora social. ....	107
Apéndice C Mapa de interacciones y entorno, exploración en ambiente correspondiente. ....	111
Apéndice D Brainsketching para la generación de formas de los componentes. ....	112
Apéndice E <i>Desarrollos iniciales de cubierta para los componentes del kit</i> . ....	112
Apéndice F <i>Desarrollos madre finales</i> .....	113
Apéndice G <i>Moodboard</i> .....	114
Apéndice H <i>Guía general del kit</i> .....	114
Apéndice I <i>Tarjetas de actividades. Versión inicial</i> . ....	114
Apéndice J <i>Moodboard para desarrollo de patronaje</i> . ....	116
Apéndice K <i>Versiones alternas patronaje Z-Bot</i> . ....	116
Apéndice L <i>Plano empaque Z-Bot</i> . ....	117
Apéndice M <i>Protocolo de validación</i> .....	118
Apéndice N <i>Asentimiento informado</i> .....	118
Apéndice O <i>Formularios de evaluación</i> .....	118
Apéndice P <i>Tabulación de datos obtenidos en validaciones</i> .....	119

## Resumen

**Título:** Diseño de un Kit de Robótica Educativa de bajo costo como herramienta para la democratización del conocimiento en adolescentes de comunidades vulnerables.\*

**Autor:** Karen Gabriela Ríos Carrero\*\*

**Palabras Clave:** Robótica educativa, Adolescentes, Educación, Comunidades vulnerables, Democratización de conocimiento, Bajo costo.

### Descripción:

El proyecto tuvo como objetivo enriquecer la educación de adolescentes en comunidades vulnerables mediante un kit de robótica educativa asequible. Buscaba proporcionar una experiencia práctica y lúdica para explorar la robótica, democratizando el acceso al conocimiento STEM (*Science, Technology, Engineering and Mathematics*). Se aplicaron fases del Pensamiento de Diseño para desarrollar un prototipo, de 16 piezas en cartón microcorrugado, validado con 32 adolescentes de 12 a 15 años en la comuna 2 de Bucaramanga quienes participarían en el desarrollo de 5 mini retos de robótica. Los resultados mostraron un aumento del 11.5% en la percepción positiva de la robótica y un incremento del 16.2% en la autoconfianza de los participantes al enfrentar los retos del proyecto. Sin embargo, algunos encontraron desafíos, especialmente con la claridad de las instrucciones y la comprensión de las actividades. Se reconoce la necesidad de mejorar estos aspectos en futuras iteraciones del kit para garantizar una experiencia óptima para todos los usuarios.

---

\* Trabajo de Grado

\*\* Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas, Escuela de Diseño Industrial, Diseño Industrial. Directora: Clara Isabel López Guadrón. PhD. Ingeniería Área Gestión Tecnológica. Codirector: Israel Garnica Bohórquez. Mgtr. Ingeniería Industrial

### Abstract

**Title:** Design of a Low-Cost Educational Robotics Kit as a Tool for Knowledge Democratization in Adolescents from Vulnerable Communities.\*

**Author(s):** Karen Gabriela Ríos Carrero \*\*

**Key Words:** Educational robotics, Teenagers, Education, Vulnerable communities, Knowledge democratization, Low-cost.

**Description:**

The project aimed to enhance the educational opportunities for young adolescents in socioeconomically vulnerable communities. Through the design of an affordable educational robotics kit, it sought to provide an opportunity for practical and playful exploration of the robotics world. Focusing on democratizing knowledge, the project aimed to offer teenagers in Comuna 2 of Bucaramanga the chance to discover a world of opportunities in STEM (*Science, Technology, Engineering and Mathematics*). fields and explore their skills through access to STEM education. The project utilized Design Thinking phases to conceptualize and materialize a feasible kit proposal. Different models were developed until a prototype was constructed and validated with 32 adolescents aged 12-15. As a result, a positive change of 11.5% in adolescents' perception of robotics was observed after interacting with the kit. There was also a significant 16.2% increase in adolescents' self-confidence when facing the challenges proposed by the project. However, some participants found the experience more challenging, particularly with the clarity of instructions and understanding of activities. Future iterations of the kit aim to improve these aspects for an optimal user experience.

---

\* Bachelor Thesis

\*\* Faculty of Physicomechanical Engineering, School of Industrial Design, Industrial University of Santander. Director: Clara Isabel López Gualdrón, PhD. Engineering, Technological Management Area. Co-Director: Israel Garnica Bohórquez, MSc. Industrial Engineering.

## Introducción

La robótica educativa ha emergido como un campo prometedor en la educación contemporánea, brindando oportunidades transformadoras de aprendizaje a estudiantes de diversas edades y orígenes (Darmawansah et al. 2023). Sin embargo, a pesar de su potencial para fomentar la creatividad, el pensamiento crítico y promover el interés en las disciplinas *STEM* (ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas por sus siglas en inglés), su accesibilidad sigue siendo limitada en comunidades desfavorecidas, donde su estrato socioeconómico influencia su acceso (Daniela y Lytras 2019); es por ello por lo que este proyecto buscó la democratización del conocimiento enfocado en la robótica. Entendiendo la democratización del conocimiento como una aspiración que busca proporcionar igualdad de oportunidades a todos los miembros de la sociedad para acceder y participar en el aprendizaje tecnológico y científico.

En este contexto, el proyecto busca diseñar un kit de robótica educativa de bajo costo para jóvenes de 12-14 años en situación de vulnerabilidad socioeconómica, ubicados en la comuna 2 de la ciudad de Bucaramanga, que les permita la oportunidad de explorar sus habilidades a través de la facilitación del acceso al conocimiento STEM.

Además de permitir a jóvenes construir y programar robots simples, se buscó mostrar realidades y posibilidades diferentes a las que los adolescentes conocen en sus entornos cercanos (Papert 1993). A través de este proyecto, se pretendió fomentar la igualdad de oportunidades en la exploración del conocimiento tecnológico mediante un kit STEM para prácticas de robótica de bajo costo.

En la Universidad Industrial de Santander, entre el año 2021 y 2022, en conjunto con la Secretaría de Desarrollo Social de la Alcaldía de Bucaramanga, se realizó una alfabetización

digital en la que se llevó a cabo una estrategia de orientación vocacional profesional que promoviera la alfabetización digital en el marco de la metodología STEAM, el adecuado uso del tiempo libre y la planeación del proyecto de vida en adolescentes del municipio de Bucaramanga. En dicha alfabetización participó la escuela de diseño industrial donde se han impactado durante los dos últimos años aproximadamente a 400 niños y adolescentes que viven en zonas vulnerables. Dicha experiencia generó un impacto positivo en la motivación por aprender y por descubrir a través de sus talentos un motivo para seguir estudiando y aprendiendo. Este programa no se limitó únicamente a la robótica, ya que también incorporó elementos relacionados con la motivación para desarrollar un proyecto de vida. Estos aspectos abarcaron temas como la motivación personal y el reconocimiento de la importancia de la elección de temas, procesos de introspección y reflexión, análisis del contexto en relación con el proyecto de vida, entre otros contenidos. Este proyecto estuvo dirigido a adolescentes con edades entre los 12 y 17 años que residieran en las comunas 1, 2, 3, 5, 10 y 14 de la ciudad de Bucaramanga. La iniciativa se llevó a cabo, inicialmente, en los Puntos Vive Digital ubicados en los barrios Café Madrid, Promoción Social y La Joya, con una duración de 40 horas.

## **1. Planteamiento del problema**

En Colombia, el acceso a la educación enfrenta obstáculos significativos. De cada 100 niños que inician la primaria, solo 44 logran graduarse de bachilleres, y apenas 39 acceden a la educación superior. La problemática se intensifica en el área metropolitana de Bucaramanga, donde solo la mitad de los bachilleres de colegios oficiales acceden a la universidad (Bucaramanga

Metropolitana Cómo Vamos 2023). Factores como problemas económicos, bajo rendimiento académico y trámites excesivos limitan las oportunidades.

La desigualdad educativa se evidencia desde la infancia, con un retraso en la entrada a la escuela para el 42 % de los niños de hogares más pobres. En la escuela secundaria, la brecha se agrava, afectando principalmente a estudiantes de familias menos favorecidas. Además, la falta de competencias digitales afecta a los jóvenes, con hasta un 70 % careciendo de habilidades en nuevas tecnologías (UNESCO 2020). En estas zonas empobrecidas, además de su vulnerabilidad a la deserción escolar, es común encontrar familias que luchan contra problemas como la drogadicción, el maltrato, el alcoholismo o el expendio de sustancias. Estos desafíos, sumados a la limitación educativa, crean entornos adversos para los adolescentes, ya que su núcleo familiar y su comunidad inmediata están inmersos en problemáticas (Barcelata Eguiarte y Suárez Brito 2021).

Así pues, el contexto de crecimiento de estos adolescentes se caracteriza por la falta de oportunidades y la ausencia de modelos positivos a seguir. Como resultado, muchos jóvenes comienzan a creer que su realidad limitada es la única a la que pueden aspirar, perpetuando así el ciclo de desventajas que afectan a sus familias (UNICEF 2008). La falta de acceso a una educación de calidad agrava aún más la situación, ya que estos adolescentes no tienen la oportunidad de adquirir o explorar habilidades necesarias para romper el ciclo de pobreza, principalmente sus habilidades blandas, o cómo lo llama la OMS (Organización Mundial de la Salud) las habilidades para la vida.

Sumado a lo anterior, en Colombia, la falta de motivación y la autoestima disminuida son problemas significativos, ya que los adolescentes no creen en sus capacidades debido a la falta de exposición a oportunidades educativas y profesionales, terminando incluso, en la deserción escolar (Ministerio de Educación Nacional 2022).

Por lo tanto, es importante abordar esta problemática a través de iniciativas que les empoderen al demostrarles que son capaces de crear tecnología básica, aún con recursos limitados; que inspire y motive a los jóvenes a explorar su potencial, descubriendo un mundo de posibilidades.

## **2. Justificación**

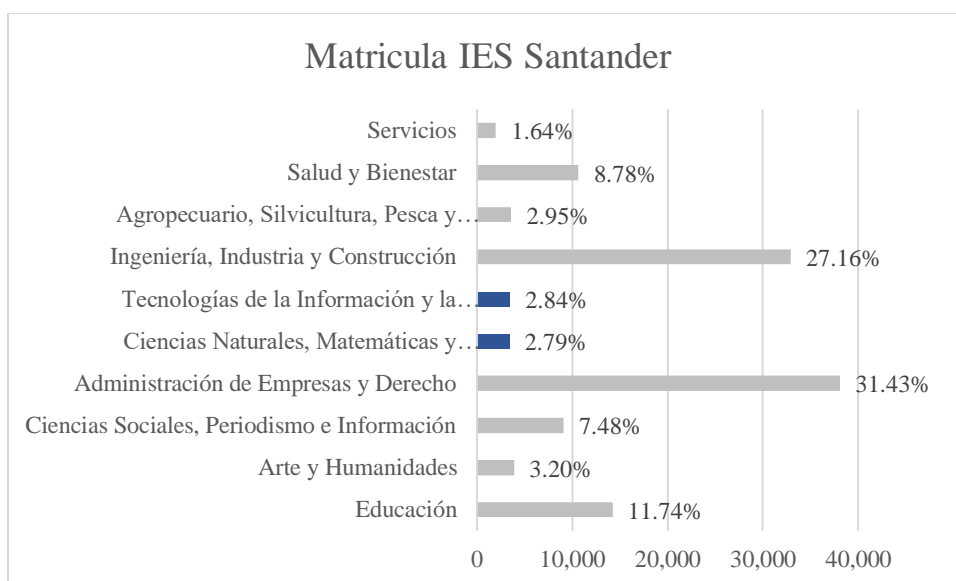
Varios estudios han demostrado que la introducción de actividades educativas lúdicas y prácticas, como la robótica, puede tener un impacto positivo en la motivación y el empoderamiento de los jóvenes (Rodrigo Parra 2021). También puede ayudar a mejorar la autoeficacia de los adolescentes; participar en proyectos de robótica y lograr resultados concretos puede mejorar la autoestima de los jóvenes, lo que a su vez puede tener un impacto positivo en su bienestar emocional y su autoimagen (Eteokleous 2021).

La robótica y tecnología promueve la creatividad y el pensamiento crítico entre los jóvenes al desafiarlos a resolver problemas y diseñar soluciones (Resnick et al. 2009). Estas habilidades son esenciales en un mundo en constante cambio y pueden mejorar la capacidad de adaptación de los adolescentes. Capacitar a los jóvenes en tecnología, incluso en un nivel básico, puede ayudar a reducir la brecha digital que a menudo existe en comunidades vulnerables (Llano y Quiroga 2021).

Sumado a lo anterior, la democratización del conocimiento puede contribuir a la transformación de comunidades enteras. Los jóvenes capacitados pueden actuar como agentes de cambio y motivar a otros a explorar oportunidades educativas y de desarrollo (Shah, Buford, y Braxton 2018).

Las carreras STEM desempeñan un papel crucial en el avance tecnológico y el desarrollo económico de un país. Sin embargo, estas disciplinas enfrentan desafíos significativos debido a la percepción de tener naturaleza de contener un contenido matemático exigente (Prieto 2019). Según datos del Ministerio de Educación Nacional, el porcentaje de estudiantes que eligen carreras STEM, como matemáticas, ciencias naturales o de tecnologías de la información (TIC) durante el 2022 en Santander, en comparación con otras disciplinas es notablemente bajo (Figura 1).

**Figura 1** *Inscritos en IES pregrado durante 2022. Datos tomados de bases Consolidadas. Fuente: (Sistema Nacional de Información s/f)*



Otro aspecto de esta problemática es la escasa representación del género femenino en las carreras STEM en Colombia. Según estadísticas del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), las mujeres están subrepresentadas en campos como la ingeniería, la informática y las ciencias exactas (Herrera-Idárraga et al. 2020). A pesar de los esfuerzos por

fomentar la igualdad de género en la educación y el empleo, persisten barreras culturales y sociales que desalientan a las mujeres jóvenes a seguir carreras en STEM. Estereotipos de género arraigados y falta de modelos a seguir femeninos en estos campos contribuyen a esta disparidad de género, lo que limita el potencial innovador y creativo de la sociedad en su conjunto (Pontificia 2023).

Por otra parte, el estrato socioeconómico juega un papel significativo en el acceso a la educación universitaria y otras oportunidades para los jóvenes en Colombia. Los jóvenes de estratos bajos enfrentan mayores desafíos para acceder a la educación superior debido a limitaciones económicas y falta de recursos educativos (García Duarte y Wilches Tinjacá 2020). Esto perpetúa la desigualdad social y económica en el país, ya que las oportunidades educativas están sesgadas hacia aquellos con mayor poder adquisitivo.

Además, existen preocupaciones sobre el empleo juvenil y la participación en actividades delictivas o desvinculadas en Colombia. Según datos del DANE, el 33% de jóvenes en edades comprendidas entre los 14 a los 28 años no están empleados ni en educación o formación, lo que representa un desafío social y económico para el país (DANE 2020). Esta cifra indica un alto nivel de desempleo y desvinculación juvenil, lo que pone en riesgo su bienestar socioeconómico y aumenta su vulnerabilidad a caer en actividades ilícitas.

### **3. Pregunta de diseño**

¿En qué medida la democratización del conocimiento a través de la generación de experiencias de aprendizaje impacta en la motivación de los adolescentes de comunidades en situación de vulnerabilidad socioeconómica para seguir aprendiendo y explorando sus habilidades STEM?

## **4. Objetivos**

### **4.1 Objetivo General**

Diseñar un kit de robótica educativa de bajo costo para jóvenes de 12-14 años en situación de vulnerabilidad socioeconómica, ubicados en la comuna 2 de la ciudad de Bucaramanga, que les permita explorar sus habilidades a través de la introducción al conocimiento STEM.

### **4.2 Objetivos Específicos**

Identificar la información pertinente a transmitir a adolescentes entre los 12 y 14 años sobre robótica básica a través de la construcción guiada de un robot.

Desarrollar el concepto del kit considerando las necesidades específicas de aprendizaje, edades y niveles de habilidad de los jóvenes en comunidades vulnerables.

Validar el kit desarrollado, evaluando la percepción y la eficacia del kit al motivar a los jóvenes de 12-14 años en situación de vulnerabilidad socioeconómica en la comuna 2 de la ciudad de Bucaramanga a seguir explorando sus habilidades.

## **5. Alcance**

Este proyecto de grado comprende el diseño de un kit de robótica educativa de bajo costo, el cual se empleará como herramienta para la democratización del conocimiento tecnológico de robótica básica en comunidades vulnerables de la comuna 2 de Bucaramanga, Santander, a través de la implementación de actividades para la construcción de un robot. Esto incluye el diseño y desarrollo del kit, la creación de recursos didácticos y la evaluación del impacto en la motivación de los jóvenes. Se espera alcanzar un TLR 4 con la validación en un ambiente controlado.

## 6. Marco referencial

### 6.1 Antecedentes

En el vasto mundo de la robótica educativa, existen numerosos kits y plataformas ampliamente reconocidas que han dejado una huella a nivel internacional. En esta sección, se realizó una comparativa de algunos de los kits de robótica más conocidos y utilizados en todo el mundo (Tabla1), destacando sus características relevantes para este proyecto.

**Tabla1**

*Número de Comparativa kits de robótica educativa. Elaboración propia*

<b>Característica</b>	<b>VEX Robotics</b>	<b>Fishertechnik PROFI y Computing</b>	<b>LEGO MINDSTORMS education</b>	<b>Sistema BIOLOID</b>
<i>Edad</i>	8+	8+	10+	12+
<i>Componentes</i>	Motores, sensores, piezas electrónicas, software de programación	Piezas de construcción modulares, motores, sensores, piezas electrónicas, software de programación	Piezas LEGO, sensores, un controlador, software de programación	Piezas robóticas modulares, motores, sensores, piezas electrónicas, software de programación
<i>Software de programación</i>	VEXcode VR, VEXcode GL	RoboPro, BricxCC	LEGO Mindstorms Education EV3 (Lego NXT)	Bioid Pro
<i>Precio</i>	Desde \$250 USD	Desde \$300 USD	Desde \$350 USD	Desde \$500 USD
<i>Desarrollo individual o grupal</i>	Individual	Individual	Individual	Individual

*VEX Robotics, Fishertechnik PROFI y Computing, LEGO MINDSTORMS education y Sistema BIOLOID están disponibles para envío a Colombia. Todos los kits son adecuados para el*

desarrollo individual, pero se pueden utilizar para proyectos grupales. *VEX Robotics* (Figura 2) es un kit introductorio a la robótica que brinda recursos para dar múltiples posibilidades de construcción (VEX 2021). *Fishertechnik PROFI y Computing* (Figura 3) es un sistema de construcción modular que se puede utilizar para crear modelos complejos. Este kit puede ser adecuado para el desarrollo grupal, ya que permite a los estudiantes trabajar juntos para crear proyectos grandes (Fischertechnik s/f). *LEGO MINDSTORMS education* (Figura 4) es un kit popular para escuelas y clubes de robótica. Este kit puede ser adecuado para el desarrollo grupal, ya que permite a los estudiantes trabajar juntos para completar proyectos (LEGO Education 2021).

**Figura 2** *VEX Robotics kit. Fuente: (Robotics 2024)*



**Figura 3** Fisher Technik PROFI y Computing kit. Fuente: (Fischertechnik 2024)



Finalmente, está el sistema *BIOLOID – Robotis* (Figura 5); este kit puede ser adecuado para el desarrollo grupal, al igual que los anteriores, para crear robots, sin embargo, aquí su foco es que las diferentes combinaciones posibles están inspirados en diferentes criaturas vivientes, de allí su nombre *Bio + All + Droid = BIOLOID* (Robotis 2022), sin embargo, también se encuentran modelos básicos de robótica.

**Figura 4** LEGO MINDSTORMS education kit. Fuente: (LEGO Education 2024)



**Figura 5** *BIOLOID – Robotis kit. Fuente: (Robotis 2022)*



En el contexto de esta creciente importancia de la robótica educativa, es relevante explorar no solo los kits de robótica más conocidos a nivel internacional, como se mencionó anteriormente, sino también los programas que se han implementado en el país. Colombia cuenta con un número creciente de empresas e iniciativas que están impulsando la robótica educativa. Edukobot y Edubótica son dos empresas que ofrecen formación y apoyo a profesores y centros educativos para implementar la robótica en el currículum. Edubótica tiene como objetivo llevar la robótica educativa a las escuelas colombianas. Ofrecen capacitación y apoyo a docentes y escuelas para implementar la robótica en el currículum (Edubótica 2022) .Por otra parte, Edukobot no se enfoca en el servicio únicamente a instituciones educativas, facilita la enseñanza robótica educativa en Colombia, ya que proporcionan un sistema de enseñanza basado en *LEGO Education* (Edukobot 2023).

A su vez, el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones de Colombia ha creado el programa como Computadores para Educar o STEM+ que tienen como objetivo reducir la brecha digital brindando acceso a la tecnología y la educación. Computadores para Educar se centra en estudiantes de áreas rurales y de bajos ingresos, proporcionando acceso

a la tecnología y la educación. Este programa ha desarrollado una plataforma para robótica y automatización educativa que incluye kits de robots móviles y proyectos de automatización (Educar 2023). Dicha plataforma es parte de los esfuerzos del programa para promover la innovación y la sostenibilidad en la educación. Al utilizar desechos electrónicos para crear herramientas educativas, el programa también tiene como objetivo reducir el impacto ambiental de este tipo de residuos, desarrollando una línea estratégica de aprovechamiento; creando en 2007 el Centro Nacional de Aprovechamiento de Residuos Electrónicos (Educar 2017). Por otro lado, STEM+ se enfoca en la capacitación docente y proporciona recursos educativos digitales, experiencias de redes de docentes y webinars de la Red STEM de Latinoamérica para promover la apropiación de la ciencia y la tecnología en el aula (Colombia Aprende s/f).

El programa también se ha asociado con empresas como DAGABOT para proporcionar elementos de robótica educativa y apoyo a las escuelas. Estos kits incluyen robots, software, simuladores, pistas y materiales necesarios para realizar experimentos de robótica (Figura 6). DAGABOT es una empresa colombiana que desarrolla servicios educativos para la enseñanza de la robótica en las escuelas. Ofrece una variedad de productos, en los que incluye equipos de robótica educativa, software, accesorios, y programas de formación para profesores, que les enseñan cómo implementar la robótica en el aula (Dagabot 2022).

**Figura 6** Kit Robi Dagabot. Fuente: (Dagabot 2019)



Así también, se encuentra el programa MAMUS – Comunidad del conocimiento para el futuro. MAMUS representa una iniciativa novedosa en el marco de la Responsabilidad Social Empresarial (RSE) desarrollada por ConeXaLab, una entidad enfocada en promover prácticas socialmente responsables. La misión de MAMUS es abordar la brecha tecnológica al respaldar la formación de niños y jóvenes, centrándose en la adquisición de habilidades *STEM* relacionadas con los desafíos de la Cuarta Revolución Industrial y la era espacial. Este programa tiene como objetivo patrocinar procesos educativos basados en STEM para niños y jóvenes, brindándoles acceso a las herramientas necesarias para afrontar los retos del futuro. MAMUS se inspira en la riqueza de la sabiduría de la cultura de la Sierra Nevada de Santa Marta y su tradición ancestral de compartir conocimiento (ConXeLab 2021). En este contexto, el kit de robótica STEM Octabio IoT se convierte en una de las herramientas esenciales utilizadas en el programa (Figura 7).

**Figura 7** Kit Octabio IoT. Fuente: (MAMUS 2020)



Por otro lado, es importante destacar otros proyectos que se han realizado bajo la filosofía del *low-cost*, sin comprometer la calidad o alejarse de la tecnología. Grandes empresas, reconocidas en el mercado, han desarrollado proyectos utilizando materiales blandos como el cartón. Un ejemplo emblemático son las ya discontinuadas Google *Cardboard*, una iniciativa de Google que utiliza cartón para crear visores de realidad virtual asequibles (Figura 8).

**Figura 8** *Google Cardboard*. Tomado de: (Google 2015)



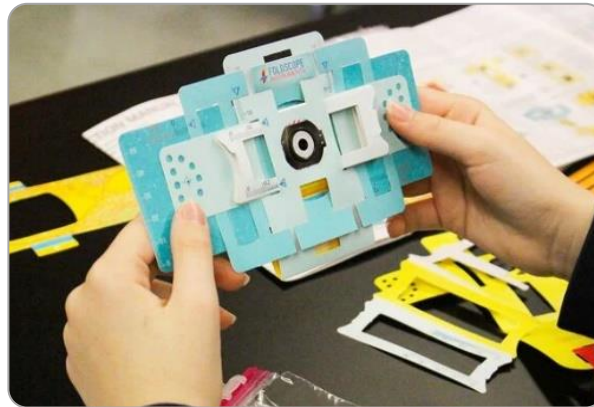
A este ejemplo se suma *Gigs 2 Go*, un kit de memorias USB. Su packaging se basa en la creciente tendencia hacia la sostenibilidad, utilizando papel 100 % reciclado posconsumo y tintas vegetales en su diseño y desarrollo (Figura 9).

**Figura 9** *Gigs 2 Go*. Tomado de: (Experimenta 2024)



También, se encuentra “*Every Child Can in the World: Microscope*” es una iniciativa destacable de la Universidad de Stanford que tiene como objetivo hacer que la exploración científica sea accesible para todos los niños a nivel mundial. Estos microscopios están hechos de papel y cuestan solo 1,00 dólar cada uno. Son fáciles de armar, lo que los hace accesibles para cualquier persona. El objetivo es distribuir un millón de *foldscopes* (Figura 10) a niños de todo el mundo, asegurando que cada niño pueda llevar esta herramienta científica en su bolsillo. Estos *foldscopes* empoderan a las mentes jóvenes para explorar el mundo microscópico y fomentar la curiosidad.

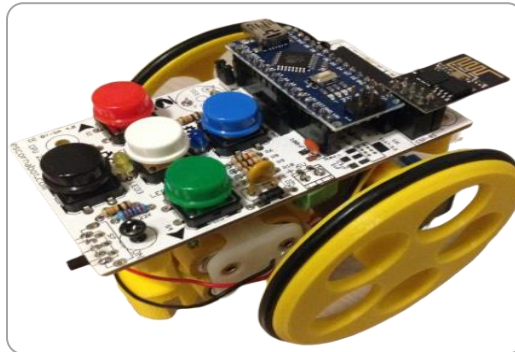
**Figura 10** *Foldscopecs. Fuente: (Foldscope 2019)*



Estos ejemplos destacan cómo es posible aprovechar materiales de bajo costo para crear productos tecnológicos innovadores y accesibles para una amplia audiencia, al tiempo que se promueve la responsabilidad ambiental y la reducción de residuos.

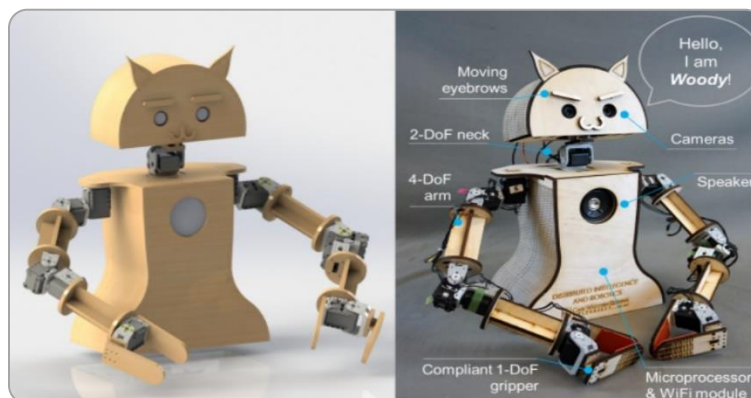
Por otra parte, en cuanto a la robótica de bajo costo, se encontraron diversos ejemplos. un ejemplo destacado es Escornabot, un recurso de código abierto que permite a cualquiera acercarse al mundo de la robótica a través de la construcción y programación de un robot. Es un robot de bajo costo fruto de un proyecto de software y hardware abierto. Cuenta con un motor paso a paso en cada rueda y una botonera con 5 botones que permite programar secuencias para ejecutar movimientos. Incorpora un Arduino Nano, lo que facilita su programación. Escornabot (Figura 11) proporciona una guía detallada en GitHub para su construcción, la cual incluye instrucciones para imprimir en 3D sus componentes o alternativas en caso de no tener acceso a una impresora 3D, así como para su programación. Esto lo convierte en una herramienta educativa accesible y didáctica.

**Figura 11** Escornabot. Fuente:(Escornabot 2019)



Otro caso notable es “Woody: Low-Cost, Open-Source Humanoid Torso Robot” que es un proyecto que presenta un robot de torso humanoide llamado Woody (Figura 12). Este robot está diseñado para ser asequible y de código abierto, lo que lo convierte en una herramienta interactiva ideal para estudiantes y proyectos de hágalo usted mismo (DIY). Su hardware está principalmente hecho de madera contrachapada cortada con láser, está equipado con dos cámaras, un micrófono, un altavoz y una placa de microprocesador. Woody puede realizar seguimiento facial, reconocimiento de emociones faciales y varios gestos preprogramados. Su interfaz gráfica de usuario (GUI) proporciona instrucciones sobre la construcción del hardware y la configuración inicial. Los usuarios pueden programar el robot y grabar nuevos gestos utilizando la función de grabación de movimiento. Woody se desarrolló como una plataforma de hardware de código abierto que también puede utilizar software de código abierto con fines educativos.

**Figura 12** Woody. Fuente: (Hayosh, Liu, y Lee 2020)



Se destaca también el proyecto “ *Creating Paper Robots increases designers' confidence to prototype with microcontrollers and electronics*” una actividad creativa diseñada para introducir a los estudiantes de ingeniería al prototipado mecatrónico. Uno de los objetivos principales de la actividad fue, presentar a los estudiantes una plataforma para prototipos que involucren electrónica y familiarizarlos con herramientas para desarrollar dispositivos integrados e incrementar la confianza de los estudiantes para iniciar proyectos que utilicen electrónica por sí mismos, así como sus habilidades en diseño mecánico, circuitos eléctricos, microcontroladores y programación. La actividad del “*Paper Robot*” combina materiales cotidianos como cartón o papel con componentes electrónicos (Figura 13). Los estudiantes crearon robots funcionales utilizando microcontroladores y circuitos electrónicos básicos. Los resultados incluyen una tasa del 100% de éxito en la creación de robots que cumplen con los requisitos mínimos, y un aumento en el conocimiento de programación de microcontroladores y circuitos electrónicos (Analytis, Sadler, y Cutkosky 2017).

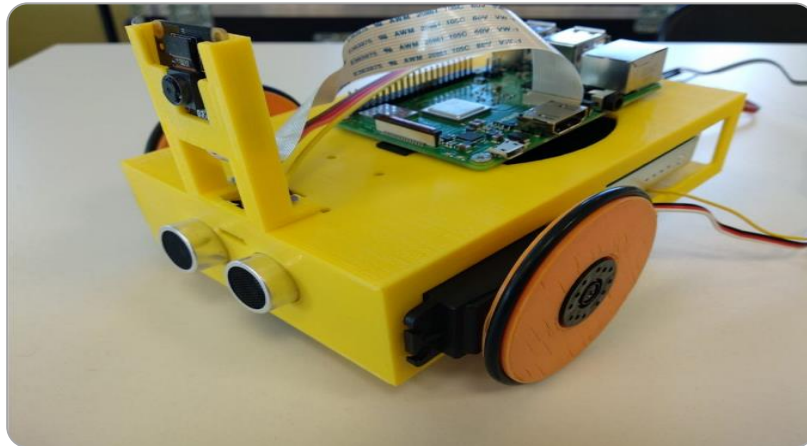
**Figura 13** *Paper Robots por estudiantes en 2013. Fuente: (Analytis et al. 2017)*



Un ejemplo adicional es el proyecto “*PiBot: An Open Low-Cost Robotic Platform with Camera for STEM Education*” que se centra en mejorar la enseñanza de la robótica con visión para estudiantes de secundaria. La plataforma robótica PiBot (Figura 14) fue desarrollada para mejorar

la enseñanza de la robótica con enfoque en la visión, su núcleo computacional es la placa controladora Raspberry Pi 3. La mayor novedad de este prototipo es el soporte desarrollado para la cámara montada, la PiCamera. Se implementó una infraestructura de software abierto escrita en Python, lo que permite que los estudiantes utilicen esta cámara como el principal sensor de la plataforma robótica. Adicionalmente, se desarrolló un modelo 3D imprimible de PiBot. Ambos están disponibles públicamente para que los estudiantes y las escuelas que no tengan acceso al robot físico puedan practicar, aprender y enseñar robótica utilizando estas plataformas abiertas: DIY-PiBot o simulated-PiBot.

**Figura 14** PiBot. Fuente: (Vega y Cañas 2018)



Finalmente, cabe destacar a el proyecto “*Andruino-A1: Low-Cost Educational Mobile Robot Based on Android and Arduino*” se centra en el diseño de un robot móvil modular y extensible de bajo costo (35 euros) basado en Android y Arduino. El robot Andruino-A1 (Figura 15) se diseñó como una herramienta educativa abierta y asequible que utiliza una placa controladora Raspberry Pi 3 como núcleo computacional. La novedad radica en su capacidad para conectarse a una red de área local (LAN) e Internet. Su objetivo es ser utilizado en laboratorios y

aulas de formación profesional en tecnologías de la información y comunicación (TIC), así como en cursos de ingeniería y en entornos de aprendizaje en línea (MOOC). El proyecto introduce la política educativa “BYOR”, que equivale al concepto de “BYOD” (Bring Your Own Devices) en el mundo de las computadoras, dónde los estudiantes pueden utilizar este robot como una herramienta de aprendizaje práctico en sus propios entornos.

**Figura 15** Andruino- AI. Fuente: (López-Rodríguez y Cuesta 2016)



## 6.2 Marco Teórico

### 6.2.1 Comunidades vulnerables

Las comunidades vulnerables en Colombia representan un segmento de la población que enfrenta múltiples desafíos socioeconómicos, los cuales limitan su capacidad para acceder a oportunidades y servicios esenciales. Estas comunidades se definen por su exposición a condiciones de pobreza, exclusión social y barreras significativas en el acceso a la educación, la salud o el empleo. Las comunidades vulnerables también pueden ser conceptualizadas en términos de desigualdades, relacionándose con la vulnerabilidad asociada a la situación socioeconómica de

sus habitantes, y considera la vulnerabilidad como el riesgo resultante de condiciones sociales y económicas (Secretaría distrital de Desarrollo Económico 2010).

El estado colombiano, consciente de esta realidad, ha reconocido la vulnerabilidad de una proporción significativa de su población y ha implementado medidas de atención diferenciada para restituir sus derechos y mejorar sus condiciones de vida, protegiendo a individuos y colectivos mediante protocolos basados en principios legales y constitucionales (Unidad nacional de protección 2023).

En el ámbito educativo, se han implementado programas como los laboratorios escolares para el desarrollo sostenible (LEDS), que capacitan a estudiantes sobre los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) relacionados con el cambio climático, la seguridad alimentaria, la igualdad de género y la salud. Estos programas buscan empoderar a las comunidades a través de la educación y la participación en proyectos medioambientales (UNESCO 2018).

Sin embargo, a pesar de los esfuerzos del Estado por implementar medidas de protección para las comunidades vulnerables, la realidad muestra que estas acciones no han sido suficientes. Existen numerosos municipios y zonas rurales, así como áreas dentro de las mismas ciudades, que se encuentran en un estado de abandono por parte de las instituciones estatales. Este fenómeno se manifiesta a través de la falta de servicios públicos esenciales, como un sistema de salud precario, seguridad insuficiente, irregularidades en la infraestructura y una educación deficiente (Rodríguez Gonzales 2021). La capacidad institucional crítica en hasta 137 municipios, afectando principalmente a regiones periféricas del país (Sanabria Pulido 2019).

### **6.2.2 La educación**

La educación se erige como un pilar fundamental en la transformación de individuos y comunidades, especialmente en contextos de vulnerabilidad socioeconómica (Connolly, Faulk, y

Wornell 2022). En este marco teórico, se aborda la noción de empoderamiento, que se vincula intrínsecamente con el proceso educativo. El empoderamiento, en su sentido más amplio, implica la adquisición de conocimientos, habilidades y la confianza necesaria para tomar decisiones informadas y asumir un papel activo en la propia vida y en la comunidad circundante.

La educación desempeña un papel vital al empoderar a los individuos a través de diversos mecanismos. Primero, proporciona acceso a información y conocimiento, lo que fomenta la toma de decisiones basadas en la evidencia y la resolución de problemas. En comunidades vulnerables, donde la falta de acceso a oportunidades a menudo perpetúa un ciclo de desventaja, la educación puede romper estas barreras al proporcionar las herramientas necesarias para superar obstáculos (Caballero Cala y Zapata Boluda 2019).

En este sentido, teorías del empoderamiento en la educación, como la propuesta por el educador brasileño Paulo Freire, destacan la importancia de un enfoque participativo y crítico en la enseñanza. Freire, en 1967, abogaba por la educación liberadora, que promueve la reflexión y el diálogo como medios para desarrollar una conciencia crítica en los estudiantes. Al equipar a los individuos con la capacidad de analizar su entorno y cuestionar las estructuras sociales, la educación se convierte en un instrumento poderoso para la transformación (Freire 2023).

Además, el empoderamiento a través de la educación se manifiesta en la mejora de la autoestima y la confianza en sí mismo. A medida que los estudiantes adquieren nuevas habilidades y conocimientos, ganan confianza en su capacidad para afrontar desafíos. Esta confianza no solo influye en el éxito académico, sino que también se traduce en una mayor participación cívica y la capacidad de abogar por el cambio en sus comunidades (Bahá'í International Community 2012; Santa-Bárbara 1999).

La educación en comunidades vulnerables enfrenta múltiples desafíos, incluyendo la falta de acceso a recursos tecnológicos y la desmotivación de los estudiantes debido a la adversidad de su entorno. En este contexto, el diseño de experiencias lúdicas y la gamificación emergen como estrategias educativas poderosas que pueden revitalizar el proceso de aprendizaje. Este enfoque no solo promueve la participación de los estudiantes, sino que también impulsa la adquisición de habilidades técnicas y el empoderamiento. La gamificación implica la incorporación de elementos de juego, como puntos, medallas, tablas de clasificación y desafíos, en entornos que carecen de un componente lúdico, como la educación tradicional. Así pues, la gamificación puede aumentar la motivación intrínseca de los estudiantes al hacer que el proceso de aprendizaje sea más atractivo (Kapp 2012). En el contexto de la enseñanza de la robótica, la gamificación puede traducirse en la creación de misiones y desafíos donde los estudiantes resuelven problemas prácticos mientras adquieren habilidades técnicas. Esta perspectiva motiva a los estudiantes a aprender y aplicar lo que han aprendido en situaciones del mundo real (Londoño Vásquez y Rojas López 2020)

### 6.2.3 *La robótica educativa*

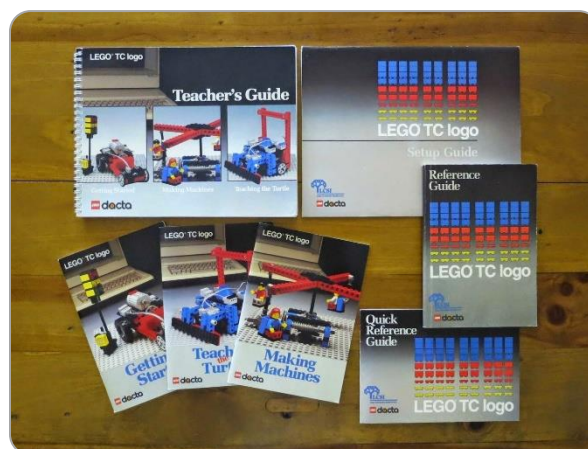
**Figura 16** *Robot Logo. Fuente: (Trilnick 1968)*



La robótica educativa, es un campo interdisciplinario que se ha desarrollado a lo largo de varias décadas, con raíces en la pedagogía, la tecnología y la psicología cognitiva. Su origen se encuentra en la década de 1960, cuando Seymour Papert quien desarrolló el lenguaje de programación Logo. Logo permitía a los estudiantes controlar una "tortuga" robot (Figura 16), lo que marcó un hito en la integración de la tecnología y la educación. Papert creía que los estudiantes aprenderían mejor si estuvieran activamente involucrados en la creación y programación de objetos físicos, en lugar de ser solamente espectadores pasivos (Papert 1982). Logo proporcionó una plataforma para que los estudiantes experimentaran con conceptos matemáticos y geométricos de una manera práctica.

El trabajo de Papert sentó las bases para el desarrollo de kits de robótica educativa, como LEGO Mindstorms, que se lanzó en la década de 1988 con su primera versión LEGO TC (*Technic Control*) Logo y permitió a los estudiantes construir y programar robots con piezas de LEGO (Figura 17). Estos kits se convirtieron en herramientas valiosas para la enseñanza de STEM (ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas, por sus siglas en inglés) en las aulas de todo el mundo.

**Figura 17** LEGO TC (*Technic Control*) Logo. Fuente: (Pérez 2018)



El enfoque en la robótica educativa no se limita a la enseñanza de habilidades técnicas, sino que se centra en el desarrollo de habilidades cognitivas y socioemocionales. Además, ha demostrado ser eficaz en la promoción de la creatividad, el pensamiento crítico y la resolución de problemas, habilidades esenciales para el éxito en el siglo XXI (Gratani y Giannandrea 2022).

La robótica educativa se ha convertido en una herramienta valiosa en la enseñanza y el aprendizaje por varias razones. Principalmente, por la promoción de la alfabetización tecnológica. La robótica introduce a los estudiantes en conceptos de tecnología y programación desde edades tempranas, lo que contribuye a su alfabetización tecnológica y su preparación para futuras carreras STEM. También fomenta el pensamiento crítico; los desafíos de diseño y programación de robots requieren que los estudiantes piensen de manera lógica, resuelvan problemas y tomen decisiones críticas (Bravo Sánchez y Forero Guzmán 2012). Esto a través de métodos de aprendizaje activo, donde los educadores fomentan la construcción de conocimiento por parte de los estudiantes, en lugar de la transmisión de información por parte de los maestros mismos. Por ejemplo, en una escuela primaria en Grecia, se implementó un juguete robótico, específicamente la plataforma Lego Mindstorms NXT, con el propósito de enseñar conceptos básicos de geometría a niños de doce años. Se planteó la hipótesis de que los niños expuestos a esta plataforma superarían a los del grupo de control en un cuestionario de evaluación. El análisis estadístico descriptivo reveló que los participantes en el grupo experimental mostraron un mejor rendimiento en los ítems del cuestionario. Además, reportaron un mayor interés y participación en el curso de geometría en comparación con los métodos de enseñanza tradicionales. (Zygouris et al. 2017).

De igual forma, se ha visto un impacto de la robótica en la colaboración y comunicación de los jóvenes, ya que a menudo, los proyectos de robótica se realizan en equipos, lo que promueve la colaboración y la comunicación entre los participantes, quienes aprenden a trabajar juntos para

lograr objetivos comunes (Rocker Yoel et al. 2020). Estas habilidades técnicas y competencias no solo son valiosas en el contexto de la robótica, sino que también son transferibles a otras áreas de la vida y futuras carreras. El desarrollo de estas habilidades promueve la adaptabilidad y prepara a los estudiantes para enfrentar desafíos en una sociedad cada vez más tecnológica.

Sin embargo, la robótica educativa no solo se trata de adquirir habilidades técnicas, sino que también desempeña un papel esencial en el empoderamiento y el desarrollo socioemocional de los estudiantes. A través de la construcción y programación de robots, los jóvenes experimentan un crecimiento personal significativo en áreas como la confianza en sí mismos, a medida que los estudiantes enfrentan desafíos y superan obstáculos en la construcción y programación de robots, su autoconfianza aumenta. Esta confianza se refleja en su capacidad para abordar tareas difíciles y en su creencia en sus propias capacidades. Además, la robótica a menudo implica la resolución de problemas y el trabajo en equipo, lo que fomenta la resiliencia. Los estudiantes aprenden a superar la frustración y a persistir en la búsqueda de soluciones (Kaloti-Hallak, Armoni, y Ben-Ari 2015). Estos aspectos socioemocionales son cruciales para el desarrollo integral de los jóvenes y les brindan las habilidades necesarias para sobresalir en la vida, tanto en el ámbito académico como en el personal.

#### ***6.2.4 La educación en Colombia***

La robótica educativa se ha convertido en una herramienta poderosa para enriquecer la educación, promover el aprendizaje activo y desarrollar habilidades clave en los estudiantes. Su aplicación demuestra su capacidad para preparar a las generaciones futuras para un mundo tecnológico en constante evolución. En Colombia, la robótica educativa ha ganado terreno en el sistema educativo a medida que se reconoce su potencial para mejorar la calidad de la educación y reducir la brecha digital. Iniciativas gubernamentales han fomentado la inclusión de la robótica

en las aulas, brindando acceso a tecnología y recursos a estudiantes en áreas rurales y de bajos ingresos ya que en Colombia el derecho a la educación se considera un pilar fundamental. La Constitución Política de Colombia de 1991, en su artículo 67, establece que "la educación es un derecho de la persona y un servicio público que tiene una función social". Este enfoque resalta la importancia de la educación como un mecanismo para el desarrollo social y económico, así como para la igualdad de oportunidades.

A nivel local, el Departamento de Santander ha implementado políticas y programas educativos que respaldan la enseñanza de habilidades tecnológicas. La Secretaría de Educación de Santander se encarga de promover la calidad y la equidad en la educación en la región, lo que incluye la implementación de programas de formación para docentes y el acceso a recursos tecnológicos en las escuelas. En el marco legal, es importante tener en cuenta la Ley 1341 de 2009, que establece el Marco Legal de la Tecnología de la Información y las Comunicaciones en Colombia. Esta ley regula cuestiones relacionadas con la tecnología y las comunicaciones, lo que es relevante para proyectos que buscan democratizar el conocimiento a través de la tecnología.

### ***6.2.5 La educación y los jóvenes***

Los jóvenes que viven en comunidades vulnerables a menudo enfrentan limitaciones en el acceso a recursos educativos fundamentales, lo que abarca desde materiales didácticos hasta infraestructura adecuada y apoyo pedagógico especializado (UNESCO y Right to Education Initiative 2019). También, se debe reconocer que las necesidades de aprendizaje específicas y los niveles de habilidad de estos jóvenes pueden ser moldeados por una variedad de factores, como el entorno familiar, la calidad de la educación disponible y las oportunidades de crecimiento, tanto personal como profesional. En muchos casos, estos jóvenes enfrentan desafíos adicionales en su proceso educativo, como la escasez de recursos, la falta de motivación y el acceso limitado a

tecnología y herramientas educativas. Esto genera necesidades particulares, como la adaptación de contenidos para contextos multiculturales, el desarrollo de habilidades socioemocionales y la implementación de metodologías que fomenten la participación y el aprendizaje significativo (Torrecilla De Las Heras y Melendro Estefanía 2023).

La tecnología y la robótica tienen el potencial de transformar la educación en comunidades vulnerables, ofreciendo una plataforma para el desarrollo de habilidades técnicas y cognitivas, así como para fortalecer la autoestima y la motivación de los estudiantes (Wyss y Myers 2022). Esta relación puede explorarse desde una perspectiva de inclusión y empoderamiento, utilizando la tecnología y la robótica como herramientas para estimular el aprendizaje, fomentar la creatividad y cultivar habilidades esenciales para el siglo XXI, como el pensamiento crítico, la resolución de problemas y la colaboración (Scott 2015). Sin embargo, es crucial reconocer las barreras de acceso y los desafíos específicos que enfrentan los jóvenes en comunidades vulnerables en relación con estas disciplinas. Por lo tanto, se debe abordar estas necesidades de manera efectiva y equitativa.

## **7. Metodología**

La explicación de la metodología empleada en la ejecución del proyecto se presenta a continuación (Tabla 2), detallando las fases propuestas, junto con sus actividades correspondientes, métodos aplicados y los resultados esperados. Se optó por utilizar una metodología basada en el Pensamiento de Diseño (*Design Thinking*) debido a su enfoque centrado en el usuario y su capacidad para fomentar la innovación y la creatividad en el proceso de diseño. El Pensamiento de Diseño se fundamenta en la idea de entender las necesidades y deseos de los usuarios para generar soluciones que realmente agreguen valor y satisfagan sus requerimientos. En el contexto de proyectos educativos, esto significa involucrar a los estudiantes y educadores en

todas las etapas del proceso de diseño, desde la conceptualización hasta la evaluación, para garantizar que el producto final sea relevante, útil y efectivo en el entorno educativo (Darbellay, Moody, y Lubart 2017).

**Tabla 2** Actividades y herramientas para el desarrollo. *Elaboración propia.*

Objetivo	Actividades	Herramientas	Resultados
<b>IDENTIFICACIÓN</b>	Identificación de estudios de caso similares.	Búsqueda bibliográfica.	Referentes.
	Recopilar información del contexto.	Entrevistas con los jóvenes (Mapa empatía, <i>User Persona</i> ).	Identificación de conceptos y actividades clave. Definición de usuario arquetipo.
	Realizar entrevistas con tutores que atienden a estos jóvenes.	Inquietudes y Retos (Visualizar las inquietudes del proyecto desde diferentes ángulos).	Información de valor para nutrir el proyecto.
	Consulta con expertos en Trabajo Social o Comunitario.	<i>Shadowing</i> (Entender, desde una posición externa y objetiva, la situación del usuario).	
<b>DISEÑO</b>	Establecer requerimientos de diseño.	Tabla de requerimientos.	Bases del proyecto.
	Generar alternativas de robot.	<i>Brainsketching</i> , IA (Bing, Dall-e), Moodboards.	Alternativas de diseño.
	Selección de robot a utilizar en el kit.	Selección de Ideas (Matriz para filtrado de ideas).	Robot del kit.
	Desglosar a su mínima expresión el artefacto definido.	Establecer un Mínimo Producto Viable (MVP).	Simplificación del robot.
	Diseñar módulos de aprendizaje y actividades específicas (Guía construcción del robot).	DFA ( <i>Design for Assembly</i> ).	Dinámicas del kit.
	Prototipar experiencias que permita establecer el desarrollo en detalle del kit.	Diseño de detalle.	Prototipo funcional.

	Verificar la comprensión y usabilidad del kit con grupos piloto.	Protocolo de verificación.	Feedback de mejorar.	
<b>VALIDACIÓN</b>	Seleccionar método y métricas adecuadas para la validación.	Consulta con expertos.	Método indicado para realizar el análisis comparativo.	
	Plantear protocolo de validación		Protocolo de validación.	
	Ejecutar las pruebas de acuerdo con los escenarios definidos.	Selección de usuarios.	Datos.	
	Validar el kit desarrollado, evaluando la percepción y la eficacia del kit al motivar a los jóvenes de 12-14 años en situación de vulnerabilidad socioeconómica en la comuna 2 de la ciudad de Bucaramanga a seguir explorando sus habilidades.	Analizar resultados.	Herramientas de análisis de datos. Matriz de <i>feedback</i> (Ordenar lo obtenido en las entrevistas con usuario final).	Resultados del kit validado.

## 8. Resultados

### 8.1 Identificación

#### 8.1.1 Entrevistas

Se realizaron dos entrevistas, una profesional en pedagogía y a Trabajadora Social. Las entrevistas se orientaron para recopilar información, inicialmente, desde la perspectiva de expertos y tutores que pasan jornadas de 8 horas con los jóvenes objetivo, ya que son estos los directamente relacionados con los adolescentes y estos son el foco del proyecto. Primero, se realizó una visita al Centro Juvenil Amanecer (CJA), ubicado en la comuna 2 de Bucaramanga dónde se encargan, durante media jornada, de niños, niñas y adolescentes (N.N.A.) en situación de vulnerabilidad, a través de un convenio con Instituto Colombiano de Bienestar Familiar (ICBF). Allí la pedagoga Jervis Rodelo explicó las diferentes intervenciones que se les hacen a los adolescentes como restablecimiento de derechos, acompañamiento y trabajo en el proyecto de vida (Figura 18).

**Ver Apéndice A:** Página 104: *Transcripción entrevista Jevis Rodelo, pedagoga.*

En el CJA se recopiló información sobre el impacto que ha tenido esta institución en la comuna 2 de Bucaramanga al atender a la comunidad, sin ánimo de lucro, principalmente en los jóvenes. Es importante destacar que el CJA es el único operador con el programa de protección por parte del ICBF en toda la zona norte de la ciudad, consolidándose como el establecimiento principal para atender las diversas necesidades de niños, niñas y adolescentes en riesgo de vulneración del sector.

En la entrevista se destacó que una, de las diversas estrategias, en las que se les enfatiza a los jóvenes es sobre la construcción del proyecto de vida personal. Sin embargo, reconoció que, para los jóvenes, especialmente los adolescentes, es difícil proyectar un objetivo de vida; se presenta como un desafío real, marcado por la falta de creencia en sus propias capacidades para alcanzarlo o su falta de compromiso y variabilidad de cambios de opinión. Son edades en las que la participación en las actividades planificadas representa un verdadero reto, ya que los jóvenes muestran desinterés o apatía.

Se resalta la importancia de diseñar soluciones integrales que no solo capten la atención de los jóvenes, sino que también los motiven a participar activamente. Es fundamental tener en cuenta su contexto y condición, ya que esto contribuirá a generar un impacto positivo y sostenible. La herramienta diseñada para este propósito debe ser tanto atractiva como de fácil implementación para los educadores, permitiéndoles abordar de manera efectiva los desafíos específicos que enfrentan estos jóvenes vulnerables. La clave radica en proporcionar una plataforma que no solo inspire, sino que también ofrezca oportunidades tangibles para la construcción de un futuro prometedor.



canalizar de manera positiva su tiempo libre, dado que los contextos en los que residen estos jóvenes son inherentemente volátiles e inciertos.

La entrevista también subraya la necesidad de comprender la complejidad de tratar con estos chicos, especialmente en su adolescencia temprana. En este periodo, ya no desean ser tratados como niños, pero al mismo tiempo, aún no están preparados para ser tratados como adultos. Este equilibrio delicado en la forma de interactuar con ellos es esencial para establecer conexiones significativas y brindarles el apoyo necesario. La comprensión de esta dinámica particular se presenta como un componente vital en el diseño de estrategias efectivas para abordar sus desafíos y promover su desarrollo positivo.

La información recopilada se enriqueció con otra entrevista adicional, realizada a Martha Dallos, Psiquiatra y especialista en Salud Mental Comunitaria, quien hizo hincapié en la necesidad de que la población joven en cuestión desarrolle lo que la Organización Mundial de la Salud (OMS) ha denominado como "habilidades para la vida". Estas habilidades, consideradas como blandas, se centran en mejorar la capacidad de los jóvenes para llevar una vida más sana y feliz. Estas destrezas proporcionan herramientas que no solo fortalecen el bienestar individual, sino que también fomentan la solidaridad y la equidad en la sociedad en su conjunto. Martha Dallos resalta la importancia de cultivar estas habilidades como parte integral del desarrollo de los jóvenes, contribuyendo así a su bienestar emocional y social en el presente y en el futuro.

### **8.1.2 Observación directa**

En un esfuerzo por comprender mejor a los jóvenes, se llevó a cabo una observación de sus actividades, actitudes y conductas durante sus momentos de ocio, tanto en parques como dentro del Centro Juvenil Amanecer, con el objetivo de recopilar datos significativos sobre sus

comportamientos y necesidades. Inicialmente, se adoptó una observación pasiva para captar de manera externa sus interacciones y dinámicas. Posteriormente, se transitó hacia la interacción directa con ellos, a través de escenarios informales para obtener una comprensión más profunda y auténtica de sus experiencias y perspectivas.

La información recopilada a lo largo de este proceso sirvió como base para la creación de un Mapa de Empatía, para visualizar y comprender de manera integral las emociones, pensamientos y experiencias de los jóvenes (Figura 19).

**Figura 19** Mapa de empatía jóvenes analizados. Elaboración propia.

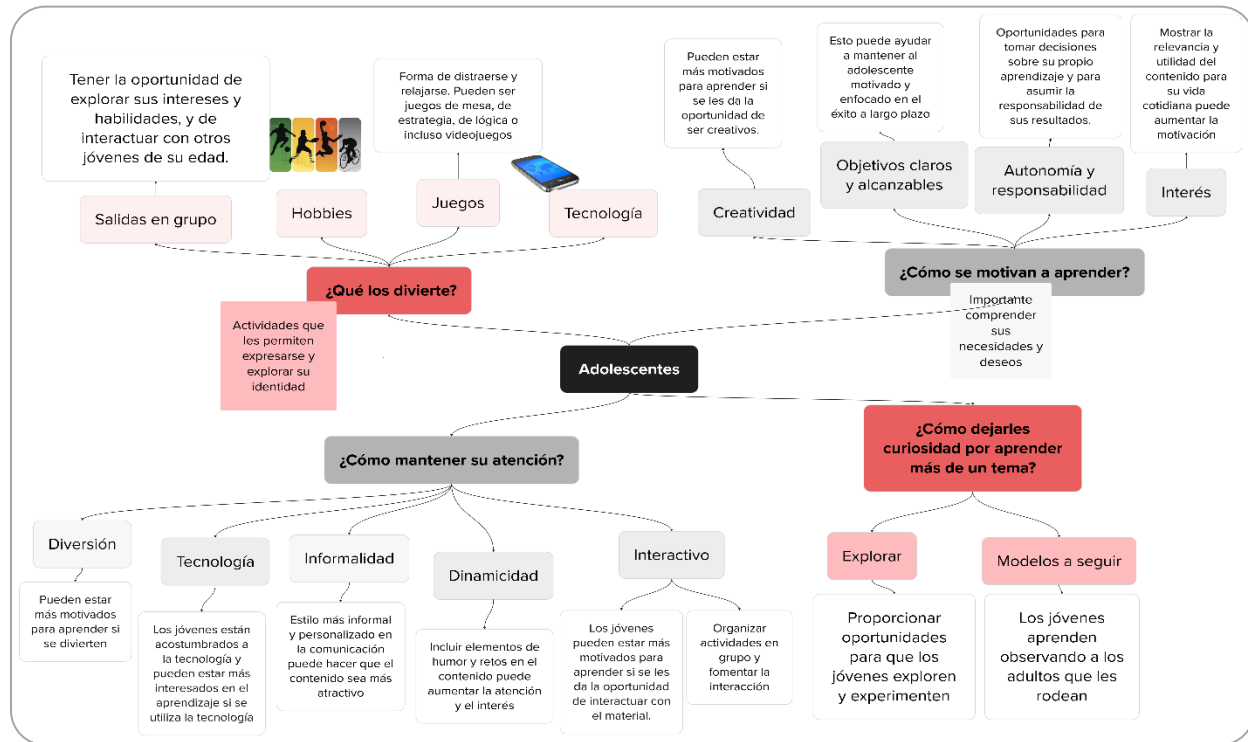


### 8.1.3 Análisis dimensional

Para complementar toda la información recolectada, se realizó un análisis dimensional, en el que se buscaba realizar una exploración en aspectos más propios a la configuración del kit. Para ello, se plantearon las preguntas ¿Qué divierte a los adolescentes? ¿Cómo se motiva a aprender?

¿Cómo mantener su atención? ¿Cómo dejarles curiosidad por aprender más de un tema? Los hallazgos a estas preguntas se presentan en un mapa conceptual (Figura 20)

**Figura 20** Mapa conceptual hallazgos del análisis dimensional. *Elaboración propia.*



Se destaca la relevancia de algunos hallazgos, como las ansias de los adolescentes por explorar y definir su identidad, donde es evidente que sienten un fuerte interés por actividades que les permitan expresarse. Además, es de resaltar la importancia que tienen para ellos la interacción con otros jóvenes de su misma edad en esta etapa. Y la crucial necesidad de trazar objetivos y metas claras y alcanzables en el kit, para evitar que se desmotiven en su proceso de aprendizaje.

## 8.2 Diseño

### 8.2.1 Usuarios arquetipo

Para el desarrollo de este proyecto se tuvo en cuenta la persona que guíe las actividades del kit de robótica como un usuario adicional. Quedando como usuario primario (Figura 21) los

jóvenes de 12 a 14 años que provengan de comunidades vulnerables, y como usuario secundario (Figura 22) los educadores que dirigirán el kit.

**Figura 21** Usuario arquetipo primario. Elaboración propia

**Perfil**

Permanece la mayor parte del día viendo el celular.

Vive en el barrio la Esperanza, Bucaramanga con sus papás y sus dos hermanos menores.

Tiene un fuerte deseo de triunfar en la vida.

Enfrenta numerosos desafíos que lo hacen desmotivarse con estudiar.

---

**Gustos**

Disfruta estar en la casa de su amigos.

Le encanta los paseos al río.

Goza jugando videojuegos en su teléfono.

Es fan de la música, especialmente de las cumbias.

Le gusta ver partidos de fútbol.

**Biografía**

Ha tenido muchos inconvenientes en su colegio por problemas disciplinarios.

Su familia no le presta mucha atención, siempre le dicen que sí a todo.

Visita a su abuela todos los fines de semana.



**Damián**  
14 años

"¿Robótica? No, yo no sé de eso. Es como muy complicado y caro. No sirvo para eso."

**Objetivos**

Adquirir las habilidades y conocimientos necesarios para crear una vida mejor.

Ayudar a su familia

Romper el ciclo de la pobreza y crear oportunidades de crecimiento

Conseguir un trabajo estable

---

**Frustraciones**

Falta de recursos y oportunidades disponibles.

No sentir que está aportando a su familia porque no trabaja.

Los obstáculos diarios que enfrenta, como la pobreza, situaciones familiares inestables y la falta de modelos positivos.

**Figura 22** Usuario arquetipo secundario. Elaboración propia

**Perfil**

Trabaja en una fundación que ofrece programas educativos a los jóvenes de la comunidad.

Su pasión es ayudar.

Lucha por encontrar formas de conectarse con ellos y entretenerlos.

No le gusta la tecnología porque la considera complicada, carasy poco útil.

---

**Gustos**

Disfruta hacer manualidades y cosas DIY.

Le encanta tener las cosas bajo control.

Goza del la limpieza y el orden.

Es fan de la música tradicional, le recuerdan su juventud.

Le gusta pasar tiempo con su familia.

**Biografía**

Lleva más de 20 años trabajando con jóvenes de comunidades vulnerables.

Cree en la disciplina, el rigor y la exigencia como pilares de la educación.

Se siente atrapada en métodos de enseñanza obsoletos



**Rosalba**  
51 años

"La educación es la clave para el progreso, pero hay que hacerla con seriedad y responsabilidad"

**Objetivos**

Transformar sus métodos de enseñanza.

Formar a los jóvenes como ciudadanos responsables y productivos.

Aprender a usar la tecnología como herramienta educativa.

Generar un vínculo afectivo y de confianza con los jóvenes.

---

**Frustraciones**

Sentirse desconectada y fuera de contacto con sus alumnos.

Batallar por encontrar materiales didácticos fáciles de implementar para ella.

Ver a sus alumnos perder el interés y no beneficiarse plenamente de sus enseñanzas.

Para la creación de estos perfiles de usuario arquetipo, se llevaron a cabo exploraciones en el entorno correspondiente. La información recopilada se sintetizó y organizó tanto en un mapa de interacciones, así como en un mapa del entorno.

**Ver Apéndice C:** Página 111: *Mapa de interacciones y entorno, exploración en ambiente correspondiente.*

### 8.2.2 *Requerimientos*

Después de identificar al usuario junto con sus necesidades, se procedió a establecer los requisitos necesarios para la generación de alternativas y creación de prototipos del kit de robótica. En la tabla siguiente (Tabla 3), se resume la información sobre los requisitos funcionales, de usabilidad y de rendimiento, necesarios para el desarrollo del proyecto.

**Tabla 3** *Requerimientos de diseño. Elaboración propia.*

<b>Cod.</b>	<b>Categoría</b>	<b>Descripción</b>	<b>Parámetro</b>	<b>Valor(es) de aceptación</b>	<b>Test</b>	<b>Priorización</b>
F01	Funcionalidad	El kit debe permitir la interacción de varios jóvenes al tiempo	Formación de grupos	Mín 2 grupos de 3 integrantes	Verificar que el kit tenga suficientes componentes para que al menos dos grupos puedan construir y programar un robot	Obligatorio
F02	Funcionalidad	El desarrollo de la construcción del robot debe ser flexible para que el adolescente pueda intervenir el robot.	Espacio para la creatividad	Mín 1 espacio.	Verificar que el kit tenga elementos de construcción variados y compatibles con los componentes, que permitan al usuario modificar el diseño del robot	Obligatorio

F03	Funcionalidad	El nivel de dificultad de la construcción debe ser acorde al nivel educativo de los usuarios	Nivel de robotica	Básico	Verificar que las instrucciones del kit expliquen a detalle cada paso y/o componente	Obligatorio
F04	Funcionalidad	El tiempo estimado para construir el robot no debe ser extenso.	Horas	Máx 2.	Verificar tiempo de desarrollo de la actividad	Importante
U01	Usabilidad	Las instrucciones del kit deben ser claras y sencillas	Construcción del robot	100%	Verificar que las instrucciones usen un lenguaje simple, comprensible, y que no contengan términos técnicos innecesarios	Obligatorio
C01	Configuración	Debe haber una guía visual que facilite la comprensión de las instrucciones escritas.	Guía	Mín 1 guía física	Verificar que la guía visual muestre los pasos para construir y programar el robot de forma clara y detallada; coherente con las instrucciones escritas	Deseable
C02	Configuración	El kit debe tener un aspecto visual que refleje el propósito lúdico y educativo del proyecto	Personajes y storytelling	Mín 1 personaje y 1 storytelling	Verificar con usuarios arquetipo la percepción visual.	Deseable
C03	Configuración	El kit debe tener un precio accesible para las comunidades vulnerables	Precio	Máx \$200.000 COP	Verificar que el kit tenga un costo razonable, que no supere el presupuesto del proyecto y que sea asequible para las comunidades beneficiarias	Deseable
M01	Mantenimiento	Las partes de cada robot deben ser fácilmente reemplazables.	Repuestos	Máx 1 componente robotico no estándar en el mercado	Verificar que el kit tenga componentes estándar y fáciles de conseguir, que no requieran de herramientas especiales para su reemplazo	Importante

### 8.2.3 *Alternativas*

La dinámica del kit se dividió en tres fases distintas. En primer lugar, los participantes comenzaron familiarizándose con los componentes del kit. Posteriormente, avanzaron a la fase de construcción de su propio robot, y finalizaron con la prueba para verificar el funcionamiento de su creación. Por esta razón, las opciones planteadas se centraron en la elección del tipo de robot y dinámica de ejecución del kit que se convirtió en el núcleo central del proyecto.

#### 8.2.3.1 **Alternativa 1**

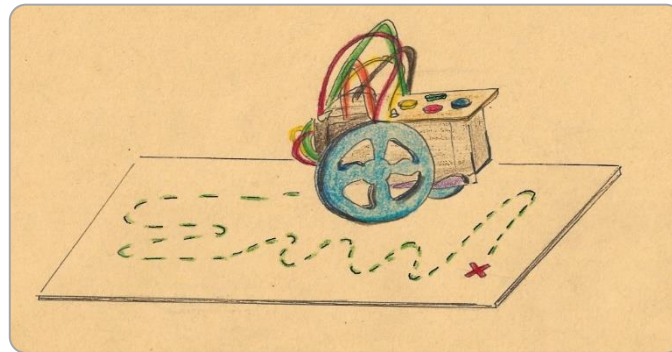
*Robots Open source (Figura 23)*

Esta alternativa contemplo la utilización de recursos de hardware de código abierto. Dado que el ámbito de la robótica ha sido ampliamente explorado, ya existen robots estructurados que están disponibles para el público en general, sin necesidad de licencias, como el ya mencionado Escornabot.

La propuesta de esta alternativa implica integrar los conceptos presentados por Escornabot en el contexto de este proyecto particular, ya que este robot se ha diseñado con el objetivo específico de acercar la robótica y la programación a niños y niñas.

Entonces, como Escornabot se distingue por su capacidad para ser programado mediante los botones ubicados en su estructura, que permiten la ejecución de secuencias de movimientos básicos, esta alternativa se complementa con la inclusión de mapas físicos, desafiando a los participantes a programar a Escornabot para alcanzar ubicaciones específicas.

**Figura 23** Boceto Robots Open source. Elaboración propia



Al optar por componentes de hardware que ya han sido probados y utilizados ampliamente en el mundo de la robótica, se minimiza la necesidad de realizar múltiples iteraciones durante la construcción del robot, ya que la eficacia y funcionalidad de estos recursos ya están comprobadas. La estandarización garantiza la compatibilidad entre los diferentes componentes y facilita la integración de estos, lo que contribuye a una construcción más eficiente y exitosa del robot. Adicionalmente, al seleccionar hardware de código abierto, se aprovecha el acceso a guías paso a paso detalladas y una abundancia de recursos disponibles en línea. Esto proporciona una valiosa ayuda durante el proceso de construcción y programación, ya que la comunidad en línea puede ofrecer orientación y soluciones a posibles desafíos.

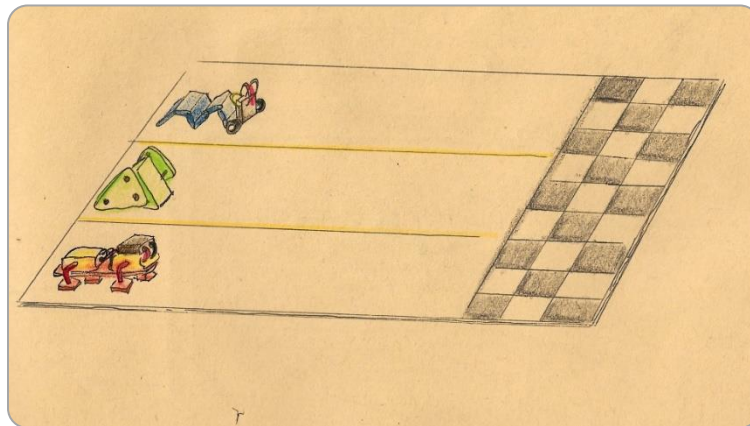
### 8.2.3.2 Alternativa 2

*Robots No code* (Figura 24)

En esta opción se planteó la optimización de costos mediante la construcción de robots básicos que prescindan de códigos de programación para su funcionamiento, lo que permite reducir gastos al eliminar componentes de alto costo como el Arduino y sus componentes de programación.

Concretamente, se propuso la creación de diferentes módulos que sirvan para crear diferentes robots. Se proyectó como minijuegos en dónde podrán explorar las diferentes posibilidades. Se configuraron los componentes del robot de forma que funcione a modo de módulos que sean fácilmente intercambiables y adaptables, brindando a los participantes la oportunidad de crear diferentes estructuras según sus preferencias. Por ejemplo, si el reto fuese una carrera de robots, con los mismos componentes tener diferentes variaciones para la creación del robot.

**Figura 24** *Boceto Robots No code. Elaboración propia*



Dado que se trata de circuitos sencillos, se facilita la explicación a jóvenes que no tienen conocimientos previos en robótica, evitando posibles frustraciones al adolescente al comprender de manera más accesible el funcionamiento del robot. Esta estrategia, además, acerca a los participantes a la iniciación de conocimientos básicos en robótica, como la exitosa construcción de un circuito y ver en funcionamiento su robot.

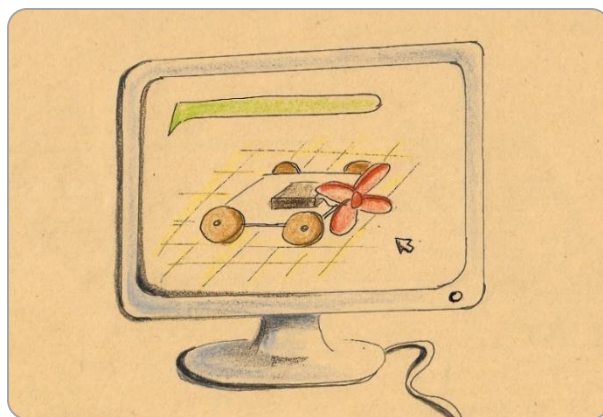
### 8.2.3.3 Alternativa 3

*Sin robot físico (Figura 25)*

Para esta alternativa se busca que no exista un robot físico como en las dos anteriores alternativas, es decir, que no se le indique al joven qué es lo que debe construir. Por el contrario, aquí se le hará más énfasis en aprender sobre los componentes y cómo funcionan. Luego, se le dará un reto a cada grupo y ellos construirán su propio robot.

Aquí el eje central ya no sería el robot, sino la enseñanza a través de la implementación de una plataforma en línea, interactiva que brinde acceso a tutoriales y actividades relacionadas con la robótica. Esta plataforma podría ofrecer un enfoque gamificado, donde los participantes pueden aprender construcción de robots a través de juegos y desafíos virtuales.

**Figura 25** *Boceto sin Robot físico. Elaboración propia*



La ventaja de esta alternativa es que no requeriría componentes de robótica físicos, lo que podría reducir costos asociados con la adquisición de componentes. Los participantes podrían utilizar simuladores de robótica en línea para experimentar con la programación y construcción de robots sin la necesidad de tener un kit físico.

Además, esta plataforma podría incluir funcionalidades de seguimiento del progreso, permitiendo a los participantes registrar sus logros y avanzar a diferentes niveles a medida que

adquieren habilidades en robótica. Esto también facilitaría la evaluación del impacto y el rendimiento de los participantes en el proyecto.

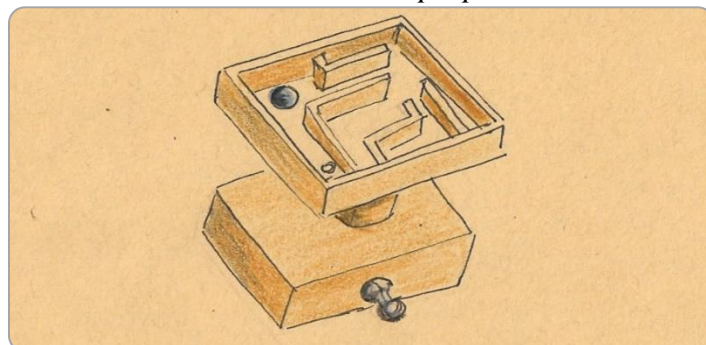
#### 8.2.3.4 Alternativa 4

##### *Evolución de robots (Figura 26)*

En esta opción, se plantea la sustitución del uso de Arduino por otras alternativas más asequibles, como el Raspberry Pi, BeagleBone o Shark Cove. El objetivo es preservar las ideas originales de los proyectos desarrollados por los jóvenes que participaron en el programa implementado por la alianza UIS-Alcaldía, desarrollados en la Escuela de Diseño Industrial, aunque con modificaciones para que no requieran una computadora para su funcionamiento.

Al optar por alternativas más económicas como Raspberry Pi, BeagleBone o Shark Cove en lugar de Arduino, se logra una reducción sustancial de costos. Esto es fundamental para garantizar la viabilidad financiera del proyecto, especialmente en contextos con recursos limitados. Además, al mantener la esencia de los proyectos originales de los jóvenes participantes, concretamente el robot laberinto, se fomenta la continuidad y coherencia con las ideas previamente concebidas. Esto puede fortalecer el sentido de pertenencia y empoderamiento de los adolescentes, al ver que sus propuestas iniciales se mantienen y evolucionan.

**Figura 26** *Boceto evolución de Robots. Elaboración propia*







La adaptación para prescindir de una computadora para el funcionamiento del proyecto simplifica la infraestructura necesaria. Esto no solo reduce la complejidad técnica, sino que también facilita la implementación práctica en entornos donde no se dispone fácilmente de equipos informáticos.

#### 8.2.4 Selección de alternativa

Después de considerar varias opciones, se aplicó la técnica de la matriz Pugh (Tabla 4), que consiste en multiplicar cada valor por su ponderación y luego sumarlos para obtener una evaluación total final de las alternativas. Los valores asignados fueron -1, 0 y 1, donde -1 indicaba que la alternativa no cumplía con el criterio de evaluación, 0 representaba una posición neutral y 1 indicaba un cumplimiento completo del criterio. Los resultados de estas evaluaciones son los siguientes:

**Tabla 4** Matriz Pugh para selección de alternativa a trabajar. *Elaboración propia.*

Criterios de evaluación	Ponderación	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativa 4
					
La alternativa es asequible a los usuarios objetivo	5	0	1	-1	1
La alternativa permite la conformación de varios grupos	4	1	1	-1	0

La alternativa es coherente con el propósito del proyecto	4	0	0	0	0
La alternativa no requiere de experto para su ejecución	3	-1	0	-1	0
La alternativa es de fácil implementación	2	0	0	-1	0
La alternativa es de fácil fabricación	2	0	0	-1	0
La alternativa se puede ejecutar en máximo dos horas	3	-1	0	-1	0
<b>Total</b>		-2	9	-19	5

Después de analizar las opciones, se optó por implementar la alternativa 2, ya que fue la que recibió una puntuación más alta, y de mayor viabilidad según los criterios de evaluación.

### 8.2.5 Desarrollo de alternativa

En la tabla siguiente (Tabla 5), se proporciona una explicación del kit a desarrollar, incluyendo sus componentes, mecánicas y la duración prevista del juego.

**Tabla 5** Explicación Kit de Robótica Educativa. Elaboración propia.

<b>Explorando la robótica</b>	
<b>Grupos</b>	<b>Jugadores por grupo</b>
Mín. 1 - Máx. 2	Mín 1 - Máx 4
<b>Robots</b>	<b>Fases</b>
Mín. 2 - Máx. 3	3
<b>Dinámica</b>	

---

El Kit Educativo de Robótica propuesto consta de tres fases. En la primera fase, los usuarios participarán para conocer los componentes básicos de los robots, desde pilas hasta motores y circuitos, con el objetivo que se familiaricen con lo que trabajarán luego. La segunda fase implica la construcción de robots por grupos, con guías sencillas, desafiándolos a través de diferentes retos elegido por el profesional a cargo. La fase final consiste en un cierre, dónde se hará ver a los chicos que sí son capaces de crear y construir tecnología.

---

#### **Duración**

---

Tiene una duración máxima de dos horas, distribuidas en tres fases. La primera, entendimiento de conceptos (10 min); la segunda, construcción de robots y pruebas (20 min); y la tercera, cierre (10 min).

---

#### **8.2.5.1 Fase 1: Explorando componentes**

En esta etapa inicial, los participantes se sumergirán en breves explicaciones que les permitirá familiarizarse con los componentes básicos que ofrece el kit.

Para ello el kit incorporo una guía ilustrativa que llevará las indicaciones que los participantes deben tener en cuenta para la construcción de su robot.

#### **8.2.5.2 Fase 2: Creación**

La segunda fase implica la formación de grupos, donde los participantes elegirán un el reto para construir su robot. Este proceso fomenta la resolución de problemas y la aplicación práctica de los conocimientos adquiridos en la fase anterior.

En esta etapa, se les proporcionó a los participantes, modelos estandarizados de los componentes, siendo tarea exclusiva de ellos construir sus robots. No se les restringió creativamente en la construcción de sus robots.

#### **8.2.5.3 Fase 3: Gala**

La fase culminante consiste en una demostración entre los robots construidos por cada grupo. Los participantes mostrarán sus creaciones y contarán más de ellas. Se les revelará a cada

equipo un cierre del reto que llevaron a cabo enfatizando el aspecto práctico y el aprendizaje significativo alcanzado a lo largo del proceso.

## **8.2.6 Prototipos**

### **8.2.6.1 Conexiones entre componentes**

Al iniciar el diseño de los componentes se tomó como base productos comerciales, como los kits *Lego MindStorms*, al analizarlo, se observó que ninguno requería la manipulación directa de cables para construir los robots, todo en el kit es ensamblable. Desde esa perspectiva, nace la propuesta de emular esa facilidad de armado, pero adecuándolo a componentes genéricos, fácilmente reemplazables.

Esta elección, de facilidad de armado, está pensada por la población objetivo, quienes tienen su primer contacto con la robótica a través de este proyecto. El objetivo es reducir posibles frustraciones, permitiendo que los participantes dediquen más tiempo a la concepción de sus robots para la carrera, sin preocuparse por la complejidad de las conexiones entre componentes y su fuente de alimentación. Es importante señalar que los componentes prescinden de cualquier tipo de control digital o tarjeta electrónica, lo que simplifica aún más su uso y mantenimiento.

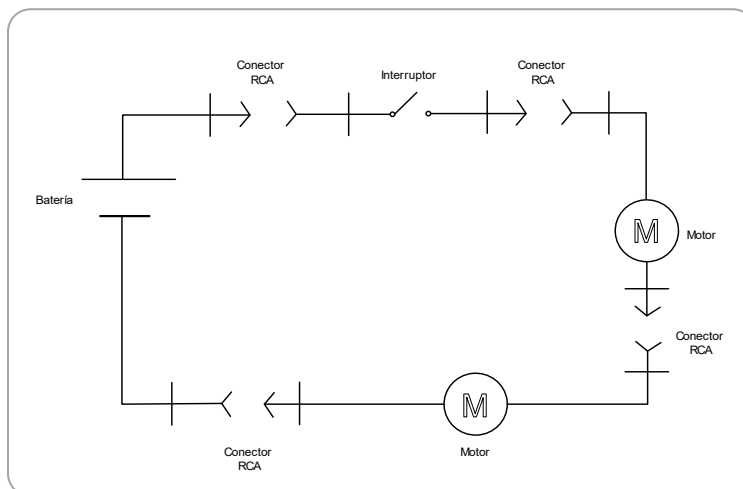
Se llevaron a cabo pruebas de conexión utilizando conectores RCA (Figura 27). Después de confirmar la viabilidad de la propuesta, se dio inicio al desarrollo de las cubiertas protectoras que envolverán los componentes que se encuentran en el mercado y a los conectores RCA; estos últimos actuaron solo como extensiones, pero no afectaron la complejidad del diagrama eléctrico base para la construcción de robots (Figura 28). Este es el diagrama general, que no pretende que en todo el kit se cumpla ese flujo exacto, sino una representación de lo que podría ser: de la fuente

de energía al interruptor, y del interruptor a cualquier otro componente, ya sea motor sencillo, motor doble eje, o luz led.

**Figura 27** Pruebas de conexión RCA. Elaboración propia.



**Figura 28** Diagrama electrónico general. Elaboración propia.



### 8.2.6.2 Cubiertas de los componentes

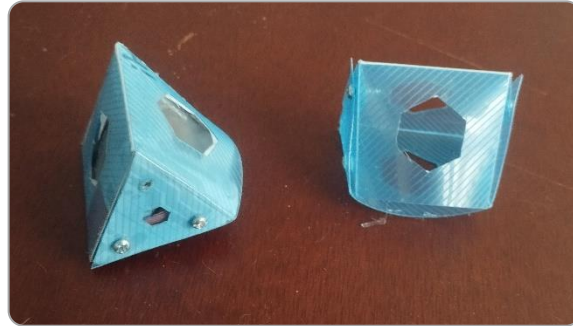
El desarrollo de las cubiertas se centró en tres componentes fundamentales: la batería, el interruptor y el motor. Como se explicó previamente, el objetivo principal consiste en salvaguardar estos componentes al recubrirlos, protegiendo no solo las conexiones internas, sino reformando también la manera en que se conectan entre sí. Esta transformación se logra mediante la implementación de conectores RCA integrados en la cubierta o coraza de cada componente.

Con el propósito de distinguir cada elemento, se optó por representarlos visualmente mediante formas modulares. Esto, buscando la identificación visual de cada componente para facilitar el proceso de construcción y comprensión para los usuarios.

**Ver Apéndice D:** Página 112: *Brainsketching para la generación de formas de los componentes.*

La elección de utilizar materiales blandos como el cartón para la forma de la coraza, a pesar de sus limitaciones estructurales, se hizo con varios objetivos en mente. Además de permitir un ensamblaje sencillo, esta elección facilitaría la replicabilidad del kit, promoviendo la idea de que es accesible para todos y que los propios usuarios podrían incluso fabricarlo en casa. Se descartaron otros materiales como el polipropileno, común en carpetas escolares, debido a su tendencia de deformación de la forma durante el ensamblaje, incluso con refuerzos internos (Figura 29); y el metal, puntualmente la hojalata, presente en muchos productos cotidianos, por su riesgo potencial tanto de cortes como de conductividad eléctrica, lo cual no sería adecuado para los kits de robótica.

**Figura 29** Prototipado en polipropileno. Fuente: Autora



Se llevaron a cabo varias iteraciones en el diseño de las cubiertas, asegurándose de que pudieran ser cortadas en un solo plano y luego ensambladas como una única pieza mediante el pegado de pestañas. Esto se hizo con el fin de garantizar la simplicidad en la fabricación sin comprometer la calidad del producto final.

**Ver Apéndice E:** Página 112: *Desarrollos iniciales de cubierta para los componentes del kit.*

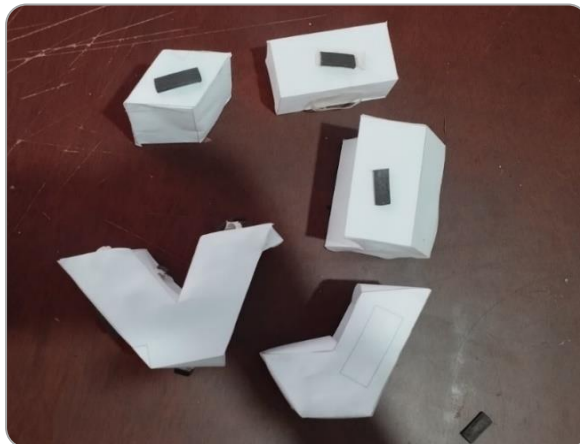
Otra intención detrás de la elección de la forma de la coraza fue facilitar el ensamblaje entre componentes. Para lograrlo, se realizaron diversas iteraciones de formas de módulo (Figura 30), para finalmente optar sobre corazas basadas todas en un triángulo equilátero, que garantizan la compatibilidad entre ellas.

**Figura 30** Exploración de forma para coraza. Fuente: Autora



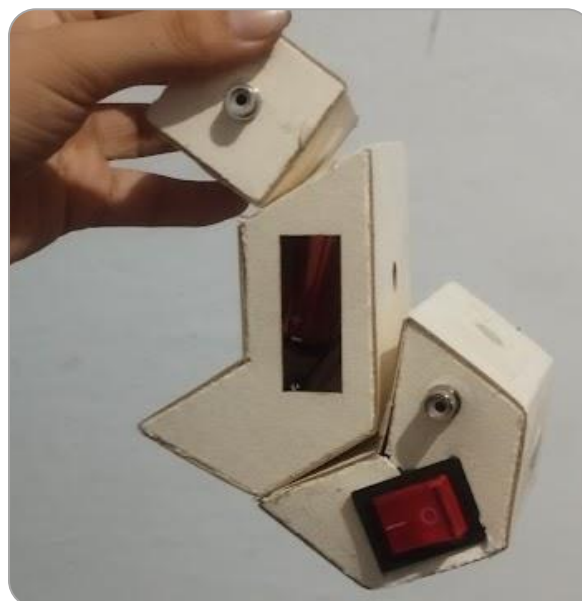
De este proceso surgieron cuatro formas principales, a las que se añadió la de un prisma rectangular para ofrecer variedad al kit (Figura 31). Esta estrategia aseguró no solo la cohesión estética del conjunto, sino también la versatilidad en la construcción de los retos que se elijan, promoviendo la creatividad y la experimentación por parte de los usuarios.

**Figura 31** *Prototipo inicial de cubiertas de componentes. Fuente: Autora.*



Sin embargo, las formas no se mantenían fijas y las construcciones carecían de estabilidad al no contar con un método de sujeción adecuado. Manteniendo el enfoque en la facilidad de uso para los adolescentes, se optó por utilizar imanes para unir las formas.

**Figura 32** *Prototipado con unión de imanes. Fuente: Autora*



A pesar de ser más costosos, los imanes proporcionan una mayor rigidez a las estructuras construidas por los usuarios (Figura 32). Esta elección garantiza una experiencia de construcción más sólida y duradera, permitiendo que los jóvenes disfruten de sus creaciones con confianza y seguridad.

Finalmente, como resultado de una continua exploración, se obtienen seis piezas que encajan entre sí, eliminando el prisma rectangular pues no era coherente con el resto de los módulos (Figura 33). Este diseño modular permite una fácil integración de los componentes electrónicos en la estructura general del kit, garantizando una construcción sencilla y un funcionamiento fluido de los robots. La versatilidad de estas piezas encajables ofrece la posibilidad de crear una variedad de configuraciones y diseños, adaptándose a las necesidades específicas de cada actividad y promoviendo la creatividad y la experimentación por parte de los usuarios.

**Figura 33** *Formas modulares finales. Fuente: Autora*



Las formas finales surgieron a partir de la creación de módulos basados en triángulos equiláteros. Mediante la iteración de diversas configuraciones formales, unión, rotación y repetición, se exploraron varias alternativas. Se seleccionaron aquellas que ofrecían una mayor diversidad formal al kit y, al mismo tiempo, acomodaban adecuadamente los componentes necesarios.

**Ver Apéndice F:** Página 113: *Construcción formal módulos*

### **8.2.6.3 Unión individual**

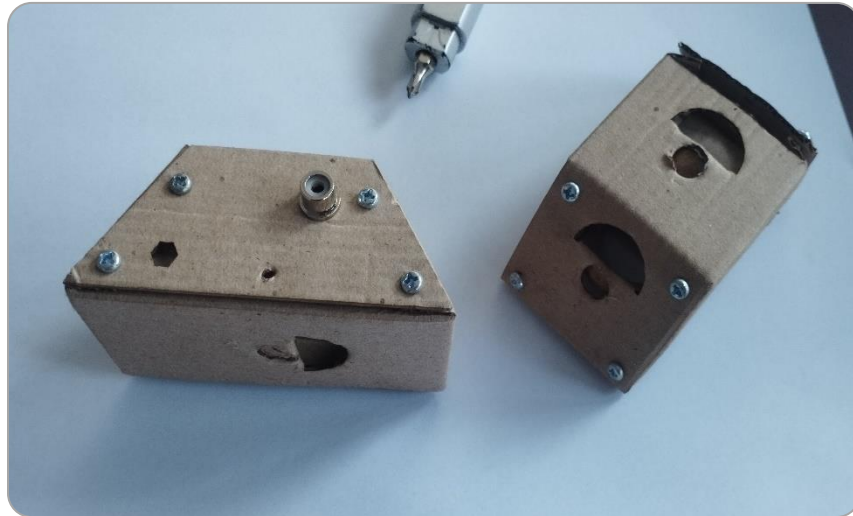
Una vez definida la forma de los componentes y confirmada su adecuada interconexión entre sí, se procedió a abordar la construcción de cada componente de manera individual. Aunque se contaba con planos previamente establecidos (Apéndice E), se revisaron y ajustaron para optimizar el ensamblaje de cada pieza individual y garantizar un soporte adecuado para cada imán.

Se mantuvo la premisa de que todas las piezas surgieran del mismo plano inicial, y para garantizar la unión entre las caras de cada componente, se optó por el uso de tornillos. Esta elección se realizó con la intención de permitir que, en caso de que un cable se desconectara internamente, la coraza pudiera desarmarse y reutilizarse, en lugar de ser algo sellado. Además, los tornillos son elementos familiares para los jóvenes y destacan en un mercado saturado de kits, ya que el uso de tornillos en cartón no es común. La combinación de cartón y tornillos eleva la percepción visual del producto y evita que sea percibido como barato debido al material utilizado. Es importante destacar que, aunque el proyecto sea *low-cost*, busca ofrecer calidad y durabilidad a pesar de su naturaleza económica.

Se realizaron dos prototipos (Figura 34) para determinar la ubicación óptima de los tornillos, teniendo en cuenta las particularidades del kit y minimizando el número necesario para evitar costos adicionales. Se plantearon dos alternativas principales: la primera consistía en ubicar

los tornillos en las caras de los imanes, mientras que la segunda opción era colocarlos en las caras opuestas a los imanes. Cada alternativa fue evaluada cuidadosamente en términos de facilidad de montaje, resistencia estructural y costo.

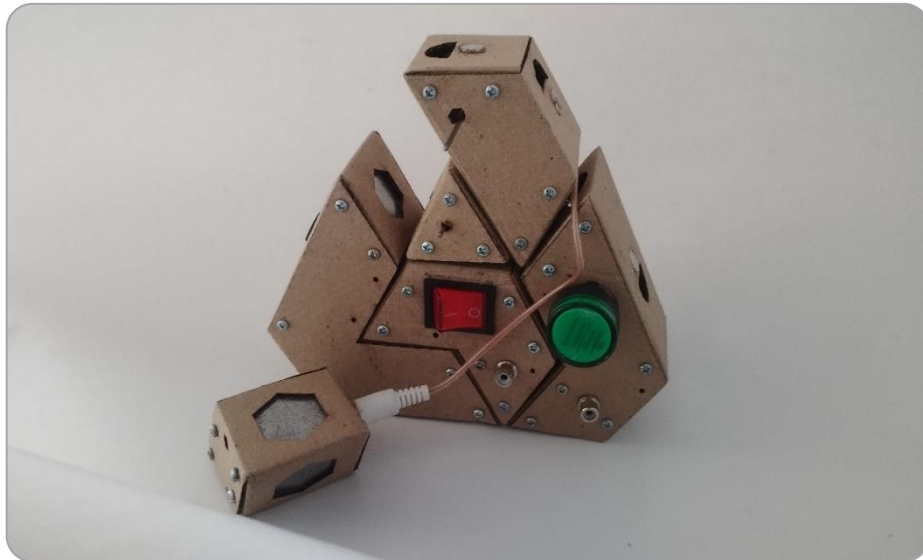
**Figura 34** *Prototipos de atornillado. Fuente: Autora*



Finalmente, se optó por la segunda alternativa, donde los tornillos se ubicarían en las caras opuestas a los imanes. Esta decisión se tomó no solo porque en esa ubicación los tornillos entran de forma paralela y nunca se cruzan, sino también porque no interfieren con la unión entre los componentes, permitiendo que la atracción magnética de los imanes se ejerza de manera efectiva. Esta disposición garantiza un montaje sencillo y una estructura robusta que cumple con los requisitos de funcionalidad del kit (Figura 35). El ensamblaje no requiere el uso de tuercas para mantener unidas las caras de los componentes. La rosca del tornillo y las capas del cartón micro corrugado son suficientes para mantener los componentes ensamblados en todo momento, incluso cuando los orificios de las caras se agrandan debido al montaje y desmontaje frecuente.

**Ver Apéndice G:** Página 113: *Desarrollos madre finales*

**Figura 35** Módulos madre finales. Fuente: Autora

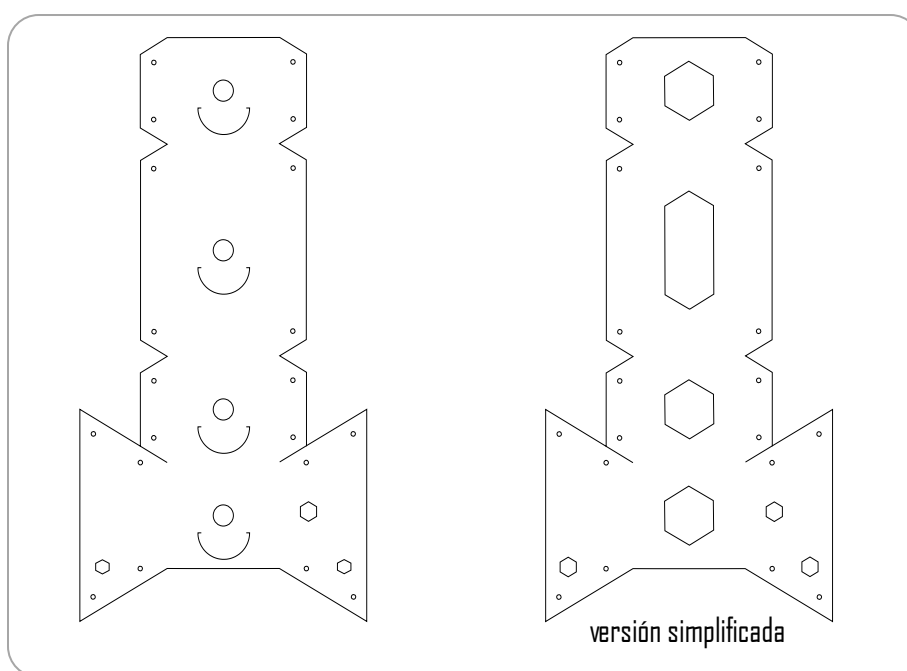


Finalmente, se decide que el kit estará conformado por dos módulos madre, lo que ampliará las posibilidades de construcción durante las actividades. Se ha seleccionado el cartón micro corrugado de 2mm como el material base para la estructura de cada módulo, ya que posee el balance adecuado en proporcionar la rigidez y el costo necesario para este kit de robótica. Además, cada estructura fue recubierta con una capa de papel adhesivo de base polipropileno o polietileno. Este recubrimiento no solo aumentará la durabilidad del kit, sino que también llevará consigo la identidad gráfica del mismo.

Por otro lado, se decidió que los imanes ya no se integrarían directamente en la estructura; en su lugar, se utilizarían láminas de hojalata incrustadas en la estructura, con los imanes como elementos adicionales (Figura 36). Esta decisión se tomó por varias razones. En primer lugar, se buscaba eliminar la posibilidad de que las piezas se repelan debido a la disposición de los imanes, lo que podría dificultar el ensamblaje. Con esta nueva configuración, las caras siempre estarían neutras y el usuario podría colocar los imanes según su conveniencia. En segundo lugar, se buscaba

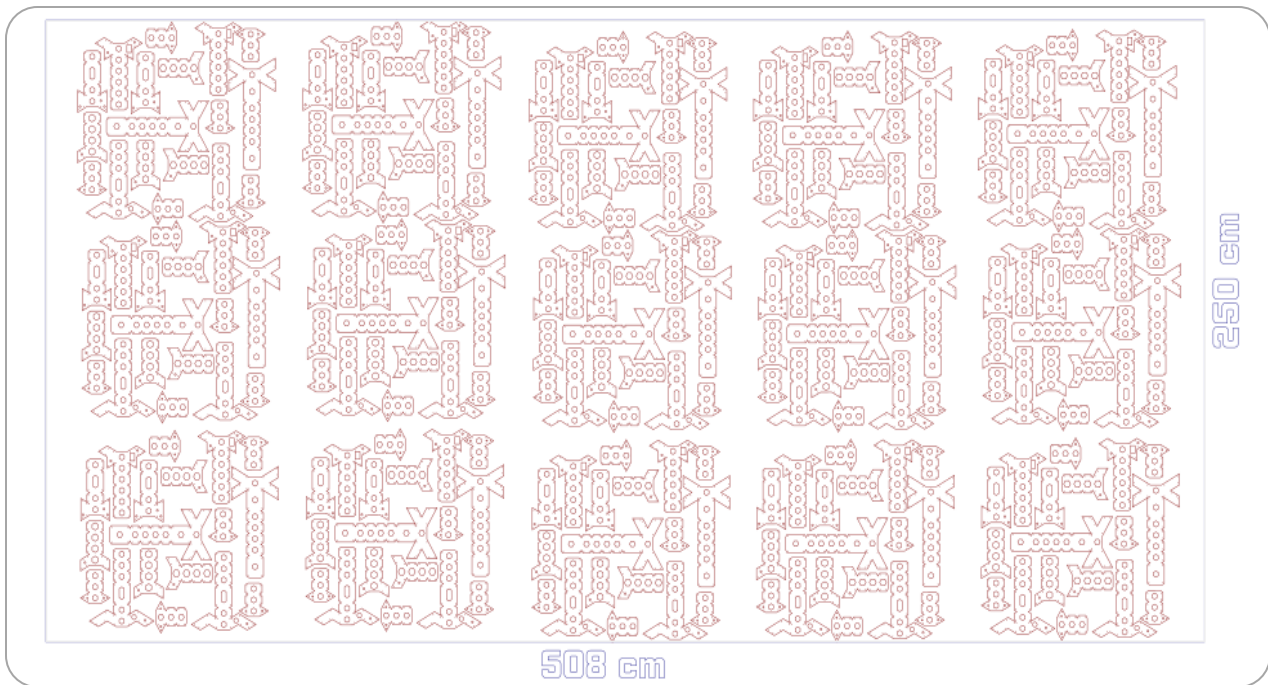
simplificar el proceso de fabricación del kit, eliminando la necesidad de preocuparse por la sujeción de los imanes y permitiendo un diseño más sencillo basado en líneas rectas, lo que reduciría los costos de producción. Por último, esta decisión ofrecía mayor libertad al usuario, ya que tendría la opción de utilizar otros tipos de imanes diferentes a los que ofrece el kit.

**Figura 36** Comparativo de planos de desarrollo del kit de robótica. Elaboración propia.



El kit final será conformado por dos módulos madre (Figura 35). Se estima que por cada lámina de cartón micro corrugado para aplicaciones industriales que va de 250 x 508 cm se podrían fabricar quince kits completos (Figura 37).

**Figura 37** Distribución para fabricación industrializada de kits. Elaboración propia.



#### 8.2.6.4 Actividades con los componentes

Como parte de su enfoque social, este proyecto ha incorporado actividades complementarias diseñadas para promover la exploración de habilidades de los jóvenes.

Para el planteamiento de estas actividades, se identificaron tres enfoques para impartir retos: los conductivos, donde se proporcionan los recursos y se indica cómo llegar a un resultado específico; los creativos, donde se proveen los recursos y se establece el objetivo final sin dar instrucciones precisas sobre cómo lograrlo; y los innovadores, donde se proporcionan recursos y se muestran ejemplos, pero se deja abierto el camino para llegar a un resultado desconocido. Estas tres dinámicas permiten adaptarse a diferentes estilos de aprendizaje y niveles de disposición de los jóvenes. Por lo tanto, se ha propuesto una línea de actividad o reto para cada uno de estos enfoques, como se detalla en la Tabla 6.

**Tabla 6** *Actividades del kit. Elaboración propia.*

<b>Retos</b>	
<i>Conductivas</i>	Saluda a tu robot: Los participantes recibirán ilustraciones sobre cómo armar su robot
<i>Creativas</i>	Qué soy: Los participantes recibirán una silueta de una figura y deberán adivinar qué piezas del kit se necesitan para construirla y hacer que funcione.
<i>Innovadoras</i>	Qué puedes hacer: Se entregarán al joven tres piezas -un motor, una pila y un elemento de unión-, y deberá idear y construir un vehículo utilizando únicamente esas piezas.

Se enfatiza que el propósito de estas actividades es puramente explorativo, con el propósito de fortalecer la confianza y superar el miedo inicial hacia la tecnología. Se reconoce que una vez que se rompen estas barreras autoimpuestas, se abre el camino hacia la innovación.

Al fomentar la confianza creativa, los participantes pueden aplicar lo aprendido en situaciones nuevas, desarrollando habilidades analíticas para abordar sus problemas.

### 8.2.6.5 Imagen gráfica

Se trabajó en dotar al kit de robótica de una personalidad distintiva, con el objetivo de que fuera visto como más que una herramienta asilada. Esta estrategia busca eliminar la barrera del miedo, permitiendo que los jóvenes se sientan más cómodos al interactuar con los componentes. Al darle una identidad visual única, se promueve una conexión más amigable y lúdica, creando así un ambiente propicio para el aprendizaje y la exploración. Para definir este aspecto visual, se recurrió una exploración y posteriormente a la elaboración de un *moodboard* asegurando coherencia y cohesión en la representación visual de todo el kit como unidad.

**Ver Apéndice H:** Página 114: *Moodboard*

El concepto seleccionado se basa en el ciberpunk, conocido por representar visiones distópicas del futuro que combinan tecnología avanzada con un bajo nivel de vida. Esta elección se debe a su correlación directa con el proyecto, que aborda la relación entre tecnología y la realidad socioeconómica de la población objetivo. Además, el estilo ciberpunk se adapta especialmente a un público adolescente, ya que evita la asociación con elementos infantiles y ofrece un ambiente más urbano y vibrante. El uso de colores neón y un diseño más contemporáneo busca captar mejor la atención y el interés de esta audiencia, creando así una conexión más relevante y significativa con el tema de la robótica y la tecnología.

Para plasmar este concepto en la estética del proyecto, se establecieron ciertos lineamientos, los cuales se detallan en la siguiente tabla (Tabla 7).

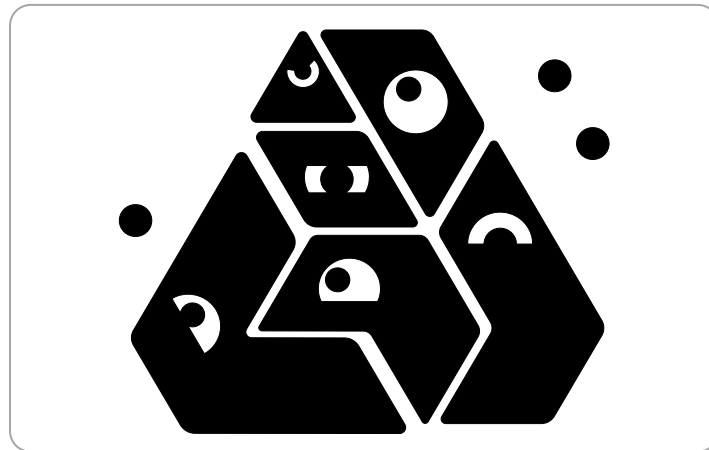
**Tabla 7** *Lineamientos gráficos del kit. Elaboración propia.*

<b>Neón Distopía</b>	
Una ventana a un mundo distópico y fascinante, donde la realidad se entrelaza con la ficción y la imaginación se convierte en realidad en las calles iluminadas por neón de una metrópolis del futuro.	
<b>Lineamientos</b>	<b>Descripción</b>
Tipografía	Futurista, se utilizará una tipografía moderna y angular que refleje la estética tecnológica y vanguardista del universo ciberpunk.
Iconografía	Digital, se emplearán iconos y símbolos inspirados en la cultura digital y la cibernética, como circuitos electrónicos, matrices de datos y señales de red.
Contrastes extremos	Se juega con la dualidad entre la luz y la oscuridad, los colores brillantes y los tonos oscuros, para crear una atmósfera visualmente impactante y provocativa.
Tecnología	Se enfatiza la presencia omnipresente de la tecnología en la vida cotidiana, desde los implantes cibernéticos hasta los drones zumbando en el cielo, todo ello enmarcado en un ambiente de alta tecnología y sofisticación.

Estos lineamientos definieron la imagen gráfica de todo el kit, incluyendo tanto sus componentes como las guías de apoyo para el desarrollo de actividades.

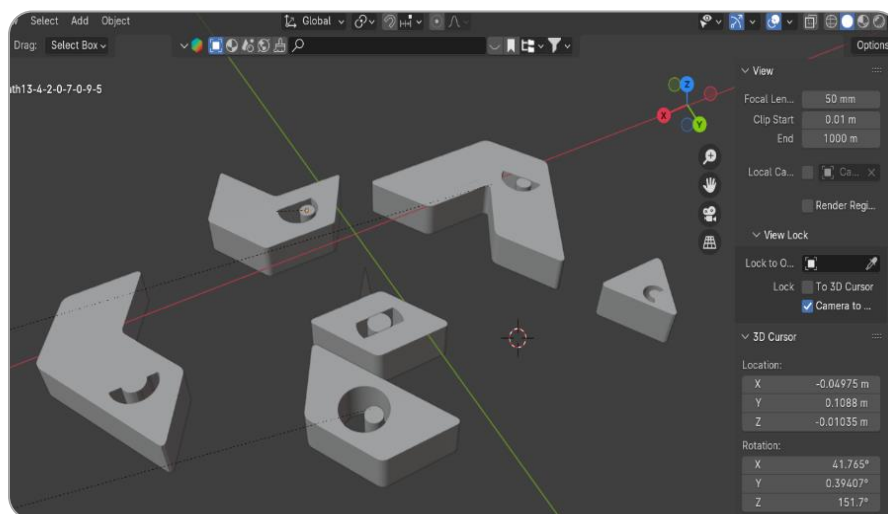
Se creó una representación en 2D de cada componente, a partir de la cual se generó una silueta que capturaba la forma esencial de cada elemento (Figura 38).

**Figura 38** Elementos 2D. *Elaboración propia.*



Posteriormente, utilizando estas siluetas como referencia, se procedió a modelar los componentes en Blender, enriqueciendo así el universo gráfico del kit con elementos adicionales (Figura 39). Ambos recursos se dejaron en colores neutros hasta la definición de colores del kit.

**Figura 39** Modelado 3D. *Elaboración propia.*



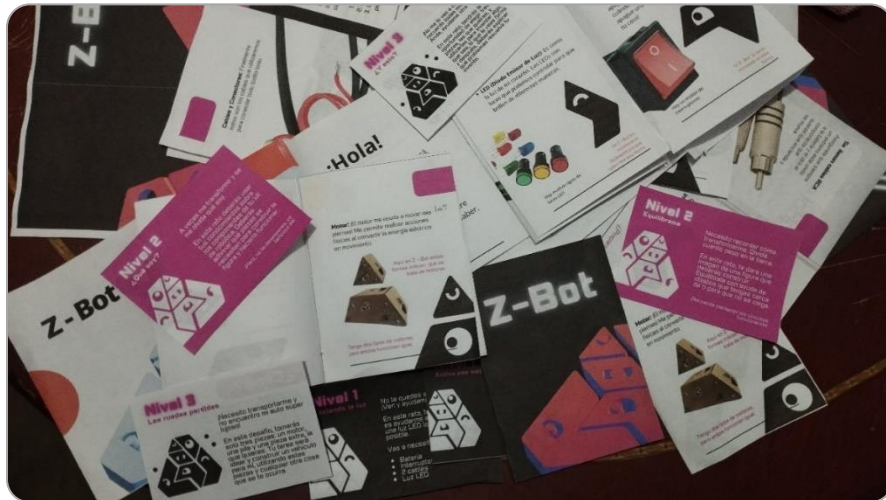
Con este fin, se procedió a dar un nombre que pudiera identificar fácilmente al kit. Siguiendo la estética propuesta, se buscaba que el nombre sugiriera una conexión con una realidad alterna en el futuro, evocando una sensación de experimentación. Se observó que en el mundo cinematográfico, los experimentos suelen ser identificados con letras o números adicionales, como "Proyecto X" o "El Quinto Elemento". Por lo tanto, se estableció como requisito la inclusión de una letra o número en el nombre. Se consideraron palabras clave como "Robótica", "Kit", "Experimento". Se elaboró un conjunto de palabras clave y parámetros, y se sometió a un proceso de generación de nombres utilizando diferentes herramientas de Inteligencia Artificial (IA). Se estableció un requisito especial de excluir nombres en inglés, para que los adolescentes se sintieran cómodos pronunciándolo y se identificaran con él y su realidad.

Después de un proceso de refinamiento utilizando el prompt *“Brainstorm possible names for my robotics kit project. I'm particularly fond of names inspired by the cinematic world, where experiments are often referred to with additional letters or numbers, such as 'Project X' or 'The Fifth Element.' Please include at least one letter or number. Key words to consider are robotics, experimentation. Feel free to give another different example”* se llegó al nombre “E-Bot” por la IA *Copilot*. Sin embargo, al verificar la disponibilidad de este nombre en motores de búsqueda como *Google* o *DuckDuckGo*, se descubrió que ya estaba asociado a otra plataforma. Por lo tanto, se decidió modificar el nombre a "Z-Bot", ya que el proyecto está dirigido principalmente a adolescentes que pertenecen a la generación Z.

Con el nombre, los recursos gráficos y paso a el desarrollo tanto del manual como de las tarjetas, dónde paralelamente se trabajaría para la definición de colores. Se llevaron a cabo

múltiples prototipos (Figura 40) tanto de estilo como de diagramación para garantizar una buena legibilidad y una correcta impresión al momento de fabricar el manual físico

**Figura 40** Prototipos de guía gráfica. Fuente: Autora



Todas estas iteraciones permitieron llegar a la propuesta final de estilo para la guía y las tarjetas de actividades. Junto con la definición de paleta de colores del kit (Figura 41)

**Ver Apéndice I:** Página 114: *Guía general del kit.*

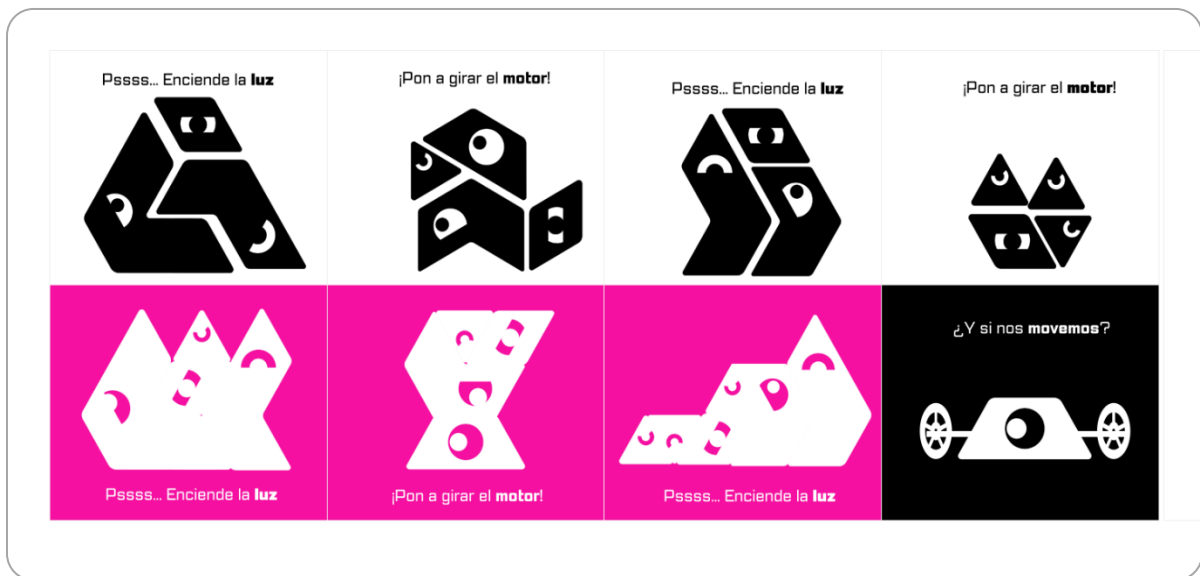
**Figura 41** Paleta de colores Z-Bot. Elaboración propia.



La versión inicial de las tarjetas de actividades resultó poco comprensible para los chicos debido a la cantidad excesiva de texto. En respuesta, se rediseñaron las tarjetas para destacar únicamente la figura del reto (Figura 42).

**Ver Apéndice J:** Página 114114: *Tarjetas de actividades. Versión inicial.*

**Figura 42** *Versión final tarjetas de actividades. Elaboración propia.*



Luego, se procedió a trabajar en la apariencia visual de cada componente, con el objetivo de transmitir visualmente el concepto planteado y hacerlo atractivo para los adolescentes. Se creó un patrón con representaciones de elementos característicos del mundo cibernético, evitando curvas y elementos orgánicos, la interconexión de los elementos, un equilibrio entre lo familiar y lo fantástico, y una estética industrial y lineal. Para esto, se desarrolló un nuevo Moodboard y se trabajó en la creación de estos elementos (Figura 43).

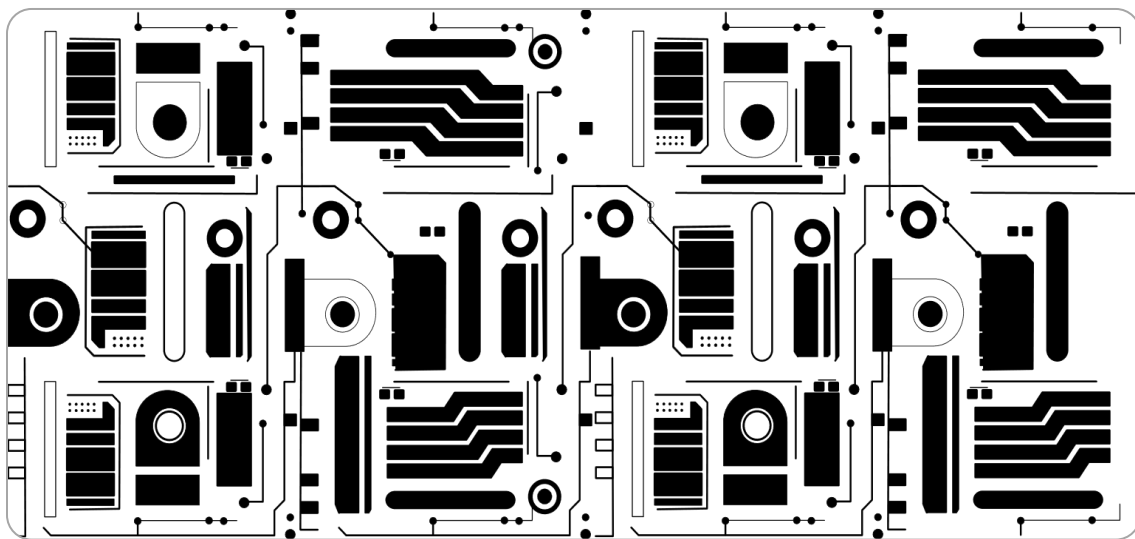
**Ver Apéndice K:** Página 116: *Apéndice K Moodboard para desarrollo de patronaje*

**Figura 43** Creación de elementos para patronaje. Fuente: Autora.



El resultado final fue un patrón vectorizado en Inkscape (Figura 44), el cual fue usado para formar parte de los elementos gráficos del kit, especialmente en los módulos.

**Figura 44** Patronaje Z-Bot. Elaboración propia



Se decidió crear unas versiones del patrón para añadir variedad visual y ofrecer opciones estéticas diferentes. Estas versiones no solo complementan la versión original, sino que también proporciona una alternativa visualmente atractiva que puede utilizarse en diferentes contextos y aplicaciones dentro del kit

**Ver Apéndice L:** *Página 116: Versiones alternas patronaje Z-Bot.*

Para asegurar que el patrón se adaptara adecuadamente a las diferentes formas y configuraciones de los módulos, se llevaron a cabo prototipos que permitieron observar cómo se veía el patrón en cada variante del kit (Figura 45). Esta fase de prototipado fue fundamental para evaluar la coherencia visual y la estética general del diseño en todas las partes del kit. Basado en esos resultados, se pudo definir la versión final de los componentes de Z-Bot (Figura 46).

**Figura 45** *Prototipos gráficos de los componentes. Elaboración propia.*



**Figura 46** *Versión final Z-Bot. Elaboración propia.*

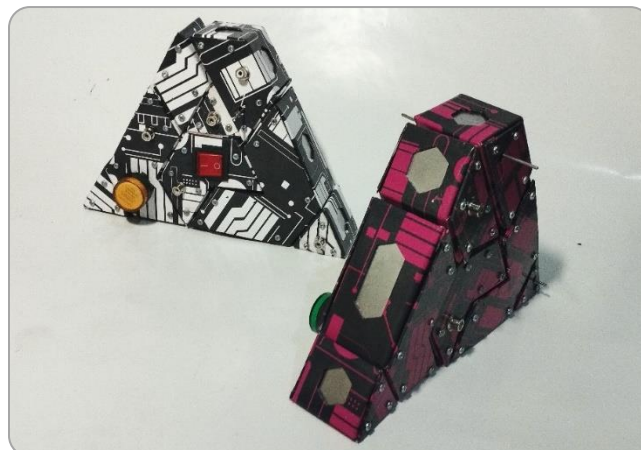


### 8.2.7 *Producto final*

Después de completar el proceso de diseño y prototipado, se sintetizó el producto completo, del cual se han proporcionado descripciones detalladas anteriormente. Sin embargo, este apartado tiene como objetivo resumir de manera general el producto que será sometido a evaluación.

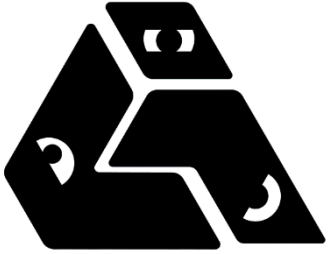
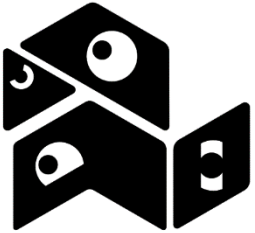




El kit Z-Bot consta de un total de 16 piezas que se combinan para formar dos módulos individuales (Figura 47). Cada módulo incluye los siguientes componentes: una luz LED, un motor de doble eje, una batería de 9V, un interruptor, un motor de eje único y tres piezas adicionales que no contienen elementos electrónicos, sino que actúan como elementos de unión y amplían las posibilidades de construcción.

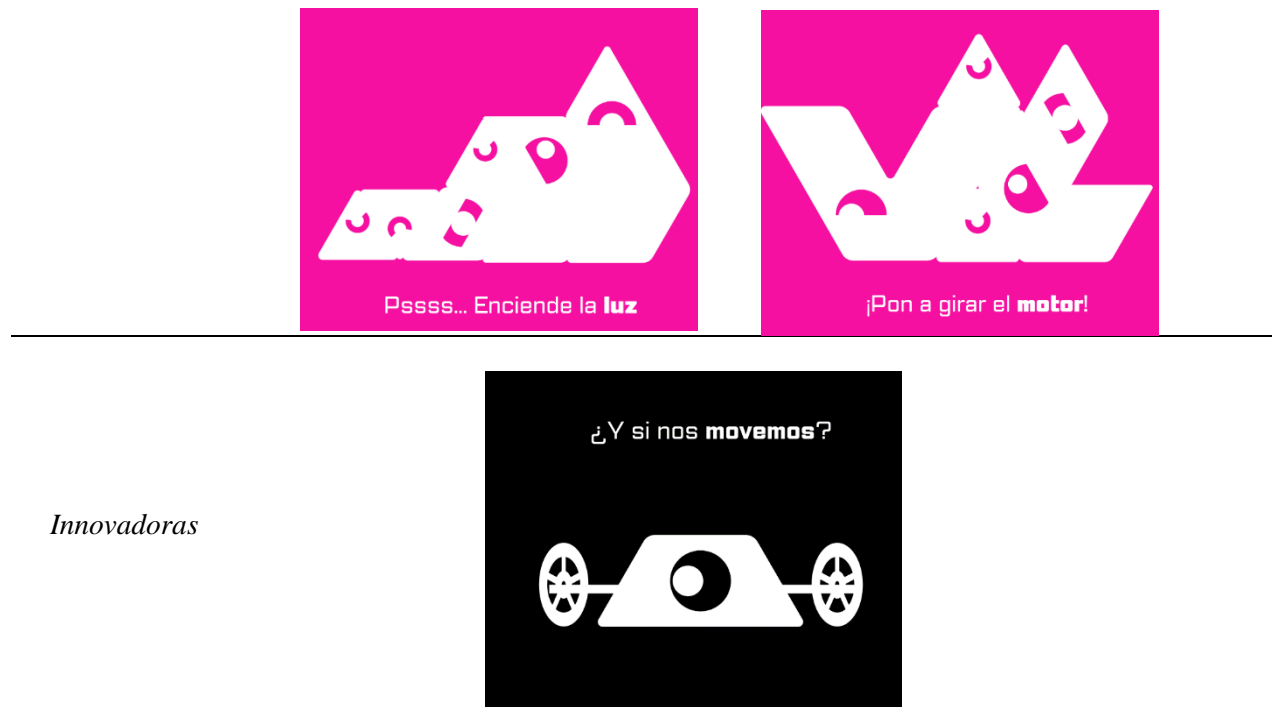
**Figura 47** *Módulos individuales del kit. Elaboración propia.*



La decisión de dividir el kit en dos módulos se debe a la intención de formar dos equipos. Cada equipo tendría la tarea de completar los retos establecidos en las tarjetas de actividades (Tabla 8) en el menor tiempo posible. Se asignaría un punto al equipo que completara las actividades primero. Al final de todas las actividades, el equipo con más puntos sería declarado ganador.

**Tabla 8** Tarjetas de actividades. *Elaboración propia.*

Retos		
<i>Conductivas</i>	<p>Pssss... Enciende la <b>luz</b></p> 	<p>¡Pon a girar el <b>motor!</b></p> 
	<p>Pssss... Enciende la <b>luz</b></p> 	<p>¡Pon a girar el <b>motor!</b></p> 
<i>Creativas</i>	 <p>Pssss... Enciende la <b>luz</b></p>	 <p>¡Pon a girar el <b>motor!</b></p>



El objetivo es progresar gradualmente en la dificultad de las actividades, comenzando con las conductivas, luego las creativas y finalmente las innovadoras. En todas las actividades, el desafío consistía en ensamblar la figura propuesta y activar la luz o el motor, según lo indicado en la tarjeta. Sin embargo, en la actividad de la categoría Innovadoras, se les daba libertad a los equipos para fabricar su propio vehículo utilizando elementos externos como tapas de gaseosa, plastilina, cinta adhesiva, entre otros.

Para superar cada desafío, cada equipo contaba con un manual que vinculaba la figura 2D mostrada en la tarjeta con las piezas del kit disponibles (Figura 48). Este manual actuaba como un "diccionario", asignando un significado a cada dibujo 2D y facilitando así la comprensión y la construcción de la figura requerida en el reto.

**Figura 48** Manual o guía general del kit. *Elaboración propia*



Finalmente, dado que los retos no solo implicaban construir la figura, sino también hacer que funcionara, se incluyeron cables RCA. En lugar de adquirir los cables disponibles en el mercado, que suelen ser delicados y propensos a dañarse fácilmente, se optó por comprar solo los conectores y fabricar cada cable mediante soldadura blanda de estaño (Figura 49) para dotar de tres cables a cada equipo.

**Figura 49** Cables RCA del kit. *Elaboración propia*



Así, con todo esto se compone el kit de robótica educativa *low-cost* Z-Bot para adolescentes en comunidades vulnerables (Figura 50).

**Figura 50** Kit de robótica educativa *low-cost* Z-Bot. Elaboración propia.



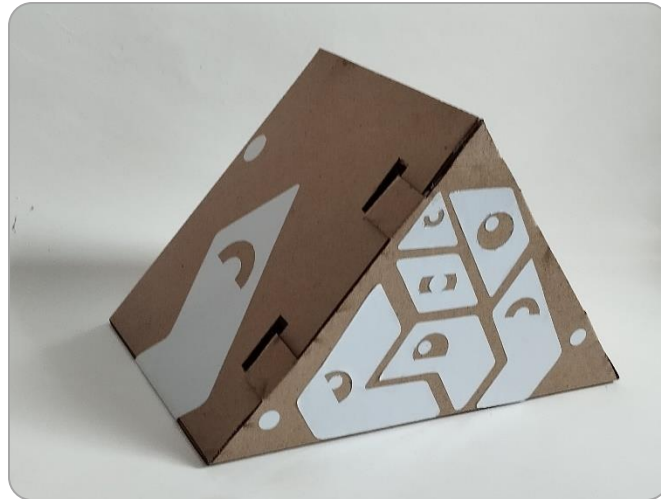
### 8.2.7.1 Empaque

Para el transporte del producto, se diseñó un empaque que se adapta al kit. Aprovechando la forma triangular del producto, se buscó optimizar el espacio que ocupa. El diseño del empaque se realizó de manera que pudiera ser cortado en una sola pieza.

**Ver Apéndice M:** Página 117: *Plano empaque Z-Bot*

Tras varias iteraciones, se logró concluir con un empaque fabricado en cartón corrugado, lo cual se alinea con la esencia de bajo costo del proyecto. Para su diseño gráfico, se recurrió a los elementos previamente desarrollados y cortados en vinilo (Figura 51). Se evitó un diseño recargado para mantener los costos de fabricación bajos y se buscó mantener el empaque lo más minimalista posible.

**Figura 51** *Empaque kit Z-Bot. Elaboración propia.*

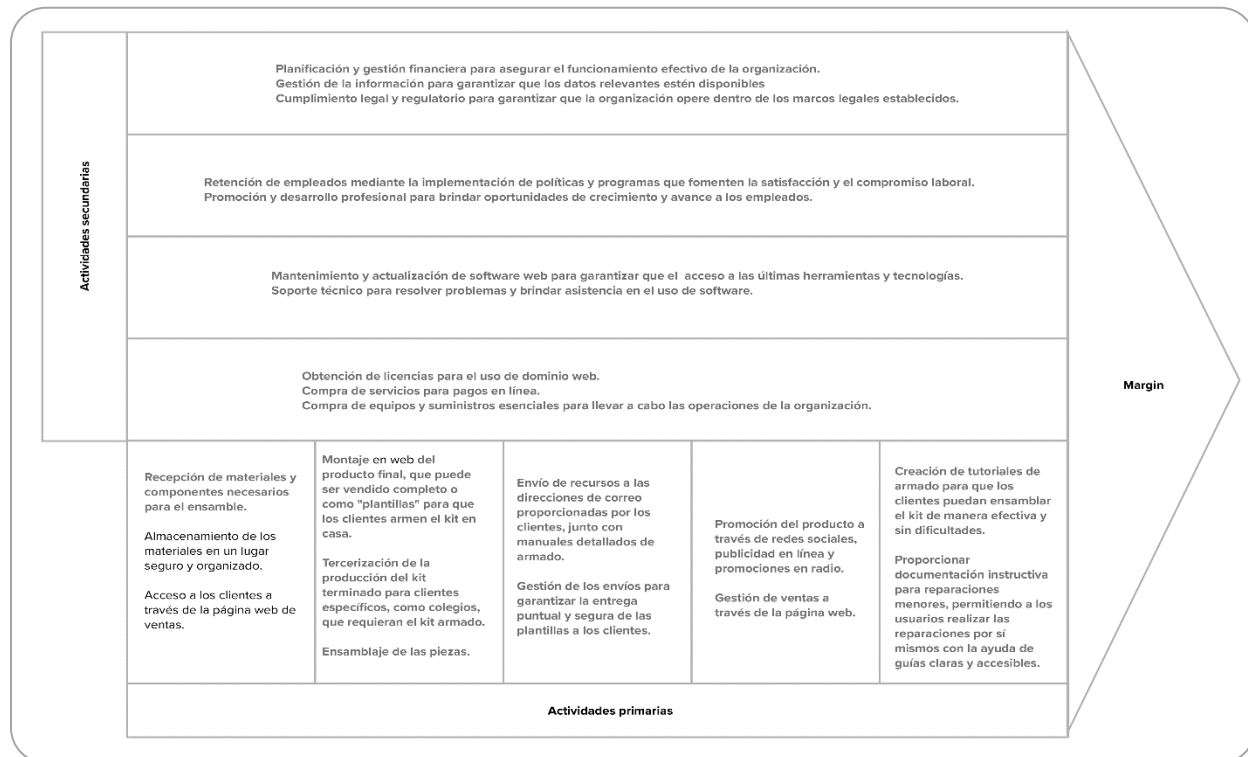


### 8.2.8 *Introducción al mercado*

Con el producto finalizado, se contempló la introducción del producto al mercado, es decir su comercialización, esto solo a modo de un acercamiento, pues la fase de comercialización se encuentra fuera de los alcances establecidos en este proyecto.

Teniendo en cuenta los principios que dieron origen a este proyecto, para su comercialización se priorizará el impacto social sobre lo monetario. Se espera que este kit adopte un enfoque *OpenSource*, donde todos los recursos necesarios para reproducir el kit Z-Bot, como plantillas, instrucciones y manuales, estén disponibles en línea y de forma gratuita para que cualquier persona en cualquier parte del mundo pueda crear su propio Z-Bot. Sin embargo, para entidades como escuelas, fundaciones u otras organizaciones que no cuenten con el tiempo para crear su propio kit, se propone un modelo de negocio B2B (*Business to Business*), donde se cobrará por el servicio de la construcción física del kit, su envío y entrega. En este caso, se establece una cadena de valor específica para esta modalidad comercial (Figura 52).

**Figura 52** Planteamiento cadena de valor. *Elaboración propia*



Aquí se sigue enfatizando en la importancia de empoderar a cada individuo que posea el kit, brindándoles recursos para que puedan realizar ellos mismos las reparaciones en caso de ser necesario. Esto pues la orientación del diseño del kit, en todo momento, fue hacia su fácil reproducción y mantenimiento, con el objetivo de eliminar barreras burocráticas que puedan obstaculizar el proceso de aprendizaje de los jóvenes.

### 8.2.9 Verificaciones

Una vez que todo estaba definido y construido, incluyendo el producto, las actividades y la imagen gráfica, se procedió a verificar el cumplimiento de los requerimientos planteados inicialmente (Tabla 9). Los requerimientos funcionales se verificaron mediante la construcción de prototipos, asegurando que todo lo planteado estuviera presente en el kit diseñado.

**Tabla 9** Verificaciones. *Elaboración propia.*

<b>Cod.</b>	<b>Categoría</b>	<b>Descripción</b>	<b>Parámetro</b>	<b>Valor(es) de aceptación</b>	<b>Cumple</b>	<b>No cumple</b>
F01	Funcionalidad	El kit debe permitir la interacción de varios jóvenes al tiempo	Formación de grupos	Mín 2 grupos.	Sí	
F02	Funcionalidad	El desarrollo de la construcción del robot debe ser flexible para que el adolescente pueda intervenir el robot.	Espacio para la creatividad	Mín 1 espacio.	Sí	
F03	Funcionalidad	El nivel de dificultad de la construcción debe ser acorde al nivel educativo de los usuarios	Nivel de robotica	Básico	Sí	
F04	Funcionalidad	El tiempo estimado para construir el robot no debe ser extenso.	Horas	Máx 2.	Sí	
U01	Usabilidad	Las instrucciones del kit deben ser claras y sencillas	Construcción del robot	100%	Sí	
C01	Configuración	Debe haber una guía visual que facilite la comprensión de las instrucciones escritas.	Guía	Mín 1 guía física	Sí	
C02	Configuración	El kit debe tener un aspecto visual que refleje el propósito lúdico y educativo del proyecto	Personajes y storytelling	Mín 1 personaje y 1 storytelling	Sí	
C03	Configuración	El kit debe tener un precio accesible para las comunidades vulnerables	Precio	Máx \$200.000 COP	Sí	
M01	Mantenimiento	Las partes de cada robot deben ser facilmente reemplazables.	Repuestos	Máx 1 componente robotico no estándar en el mercado	Sí	

Por otra parte, los requerimientos de usabilidad se verificaron durante el desarrollo de las pruebas de validación, utilizando una lista de verificación (Tabla 10). Esta lista se completó a medida que se observaba el comportamiento de los usuarios con el kit diseñado durante el desarrollo de la prueba.

**Tabla 10** Verificación de requerimientos de Usabilidad. Elaboración propia

<b>Verificaciones de usabilidad</b>	
<input type="checkbox"/>	El manual proporciona una descripción clara y detallada de las partes y componentes del kit.
<input type="checkbox"/>	Las instrucciones en el manual son fáciles de entender y seguir.
<input type="checkbox"/>	Los usuarios pueden identificar y entender los pasos necesarios para completar cada reto.
<input type="checkbox"/>	El diseño de las tarjetas de los retos facilita la comprensión de los desafíos propuestos.

Finalmente, el aspecto inicial de este proyecto es su característica *low-cost*, dónde se buscó no sobrepasara los \$200.000 COP, tope que se estimó observando los precios de los competidores en el mercado. Este requisito fue cumplido en su totalidad con costo de fabricación de \$165.385 COP (Tabla 11).

**Tabla 11** Verificación de costos de fabricación. Elaboración propia.

Ítem	Cantidad	Costo kit	
		Precio unitario	Precio total
Tornillo JISS 3-0.5	136	\$ 37	\$ 5,032
Coraza de los componentes	1	\$ 30,000	\$ 30,000
Conectores RCA hembra	13	\$ 1,200	\$ 15,600
Cables RCA macho	12	\$ 2,000	\$ 24,000
Batería 9V	2	\$ 4,000	\$ 8,000

Imanes	29	\$ 250	\$ 7,250
Luz led	2	\$ 3,400	\$ 6,800
Servomotor doble eje	2	\$ 6,000	\$ 12,000
Servomotor sencillo	3	\$ 2,200	\$ 6,600
Interruptor	1	\$ 3,000	\$ 3,000
Lámina de metal (m2)	225	\$ 8	\$ 1,718
Cables de conexión (m)	1.5	\$ 3,990	\$ 5,985
Soldadura blanda	1	\$ 1,500	\$ 1,500
<b>Total kit</b>			<b>\$ 127,485</b>
<b>Costos accesorios</b>			
Manual y tarjetas	1	\$ 22,000	\$ 22,000
Sticker skin coraza	1	\$ 15,900	\$ 15,900
<b>Total producto</b>			<b>\$ 165,385</b>

### 8.3 Validación

Con todo lo anterior definido, se procedió a la fase de validaciones formales del proyecto con la población objetivo. Las pruebas que se presentan a continuación son aquellas respaldadas por datos concretos.

#### 8.3.1 Protocolo de validación

El proceso de validaciones se llevó a cabo en las instalaciones de la Fundación Centro Juvenil Amanecer (CJA) ubicada en el barrio Regadero Norte de la comuna 2.

**Ver Apéndice N:** Página 118: *Protocolo de validación*

### 8.3.1.1 Materiales y métodos

Se aseguro inicialmente obtener los consentimientos informados los cuales fueron administrados a cada participante a cargo de la coordinadora del programa Sembrando Vida del Instituto Colombiano de Bienestar Familiar (ICBF), programa al que pertenecen los adolescentes. La coordinadora fue responsable de completar los asentimientos informados y obtuvo la aprobación de todas las pruebas a realizar después de su revisión y aprobación por parte del director del Centro Juvenil Amanecer. Además, para proteger la confidencialidad de la información de cada menor, se ocultaron sus rostros en todo el material fotográfico y de vídeo, ya que se estableció que los resultados no deben permitir la identificación de los menores participantes.

**Ver Apéndice O:** Página 118: *Asentimiento informado*

Las evaluaciones consistían en la cumplimentación de dos cuestionarios, uno antes de la aplicación del método y otro después. El método busca a través del kit de robótica, mejorar la autopercepción de los chicos para que se convenzan que son capaces de hacer robótica.

El cuestionario utilizado en este proyecto se diseñó en formato Likert, donde cada pregunta tenía como objetivo evaluar la percepción de los jóvenes hacia la robótica.

**Ver Apéndice P:** Página 118: *Formularios de evaluación*

Cada pregunta y respuesta buscó revelar la opinión del estudiante, utilizando una escala del uno (Nada de acuerdo) al cinco (Totalmente de acuerdo), para calificar cada uno de los ítems. Para simplificar la respuesta, especialmente considerando las bases educativas limitadas de los adolescentes objetivo, se estableció que ‘Nada de acuerdo’ se representara como ‘No’ y el ‘Totalmente de acuerdo’ como ‘Sí’. Esto permitió a los jóvenes asociar fácilmente el ‘No’ como una respuesta negativa y el ‘Sí’ como una respuesta afirmativa. Las respuestas intermedias también

se simplificaron utilizando palabras sencillas, quedando la escala como: ‘No’, ‘Poco’, ‘Medio’, ‘Mucho’ y ‘Sí’.

De las 22 preguntas del cuestionario 11 buscaban evaluar la percepción de la robótica y 11 buscaba evaluar la existencia de dudas acerca de la propia capacidad para realizar tareas de robótica. Primero, se definieron rangos para clasificar a los usuarios según su percepción frente a la robótica, que correspondían a las preguntas 3,4,8,10,12,13,14,17,18,19,20. Los rangos establecidos fueron:

Percepción Negativa: Puntajes de 11 a 22

Percepción Neutral: Puntajes de 23 a 33

Percepción Favorable: Puntajes de 34 a 55

Luego, se definieron los rangos para clasificar a los usuarios según sus dudas acerca de sus propias capacidades, que correspondían a las preguntas 1,2,5,6,7,9,11,15,16,21,22. Los rangos establecidos fueron:

Confianza Mínima: Puntajes de 11 a 22

Confianza Media: Puntajes de 23 a 33

Confianza Alta: Puntajes de 34 a 55

### **8.3.1.2 Participantes**

En la prueba participaron en total 32 adolescentes, tanto hombres como mujeres, pertenecientes a la Fundación Centro Juvenil Amanecer, con edades comprendidas entre los 12 y los 15 años. Durante la prueba, los participantes interactuaron con el método en grupos de hasta 8 personas. Los participantes para ser elegidos debían saber leer y escribir, no debían tener

conocimientos previos sobre robótica y debían encontrarse cursando un año escolar en el 2024. No debían poseer ninguna discapacidad cognitiva, visual, motriz o auditiva.

### 8.3.1.3 Hipótesis

El kit de robótica diseñado tiene un impacto positivo en la autopercepción de las capacidades del adolescente y en su visión sobre la robótica. Se anticipa que la interacción directa y activa del usuario con el kit no solo mejorará su percepción sobre sus habilidades personales, sino que también despertará un mayor interés y comprensión acerca del campo de la robótica. La experiencia práctica proporcionada por el kit se espera que incida en la confianza del adolescente en sus propias capacidades y en su percepción sobre el potencial y la relevancia de la robótica en su vida y entorno.

### 8.3.1.4 Variables

**Variables dependientes:** Nivel de percepción de la robótica y confianza en sí mismos

**Variables independientes:** Antes de interacción con el kit; y luego, aplicando el kit.

### 8.3.1.5 Procedimiento

Antes del encuentro con los adolescentes, se llevó a cabo la formación de grupos de participantes que cumplieran con los criterios de inclusión, en colaboración con la pedagoga a cargo. Esto se realizó con el propósito de tener una lista previa de los jóvenes a invitar en cada ocasión. La formación de los grupos se realizó de manera aleatoria, creando cuatro grupos de 8 adolescentes, para un total de 32. Esta muestra se estableció teniendo en cuenta a Griffin y Hauser

quienes estimaron que el 90% de las necesidades fueron reveladas después de 30 entrevistas (Ulrich y Eppinger 2013).

Durante la prueba con los adolescentes, previo al inicio de las actividades, se les proporcionó un contexto sobre el propósito de las pruebas, las instrucciones a seguir y la razón por la cual se estaban llevando a cabo. Los pasos que seguir para la realización de las pruebas fueron los siguientes:

Se inició con el primer grupo. Los otros grupos se mantuvieron en otro espacio de la institución, esto con el fin de mantener la confidencialidad de la prueba y evitar el sesgo en los demás grupos.

Después de brindar instrucciones generales para crear un ambiente seguro y amigable, se emplearon preguntas rompehielos para iniciar una conversación más informal y conocer la opinión inicial de los adolescentes sobre la robótica. Estas preguntas se plantearon con el objetivo de generar una interacción verbal que permitiera comprender mejor las percepciones y actitudes de los participantes. Algunas de las preguntas utilizadas fueron las siguientes:

- ¿Qué es lo primero que les viene a la mente cuando escuchan la palabra "robótica"?
- ¿Alguna vez han construido o programado algo relacionado con la robótica?
- ¿Has tenido alguna experiencia previa con kits de robótica o proyectos similares?
- ¿Qué aspectos de la robótica parecen más interesantes o emocionantes?
- ¿Qué crees que se necesita para ser bueno/a en la construcción de robots?

Luego, se solicitó a los participantes que completaran individualmente el cuestionario previo al método. Una vez completados, se les pidió que los dejaran frente a ellos y se procedió a recogerlos de manera ordenada. Posteriormente, se procedió con la interacción del método (kit de

robótica). Al finalizar esta interacción, se le entregó a cada participante el cuestionario posterior al método y se les pidió que lo completaran nuevamente. Después de completarlo, se les solicitó que lo dejaran frente a ellos y se recogieron de manera ordenada. Concluida la recolección de los cuestionarios, se agradeció a los participantes y se dio un espacio para conocer sus percepciones frente a la experiencia que acabaron de tener. Para ello se emplearon algunas preguntas como:

- ¿Qué aspectos del kit les parecieron más interesantes o emocionantes?
- ¿Hubo algo en el kit que les resultara especialmente difícil de entender o construir?
- ¿Les gustaría seguir explorando y aprendiendo sobre robótica después de esta experiencia?
- ¿Les gustaría que sus amigos fuera de esta institución tuvieran este kit? ¿Por qué?

Una vez concluido el tiempo asignado para la prueba, se consideró finalizada la sesión. Se mantuvo la consistencia en el procedimiento para todas las jornadas de validación, siguiendo los mismos pasos establecidos durante la primera sesión.

**Figura 53** Evidencia fotográfica validaciones jordana mañana. Fuente: Autora.



**Figura 54** Evidencia fotográfica validaciones jornada tarde. Fuente: Autora.



#### **8.3.1.6 Herramientas**

Equipo de fotografía: Necesario para registrar las sesiones de validación con los usuarios.

Formularios de evaluación: Requeridos para la evaluación previa y posterior de la auto percepción e interés antes y después de cada método.

Kit de robótica: Requerido para la implementación del método durante la interacción con los participantes.

Papel y lápices: Se emplean para realizar actividades prácticas y tomar notas durante las sesiones de interacción.

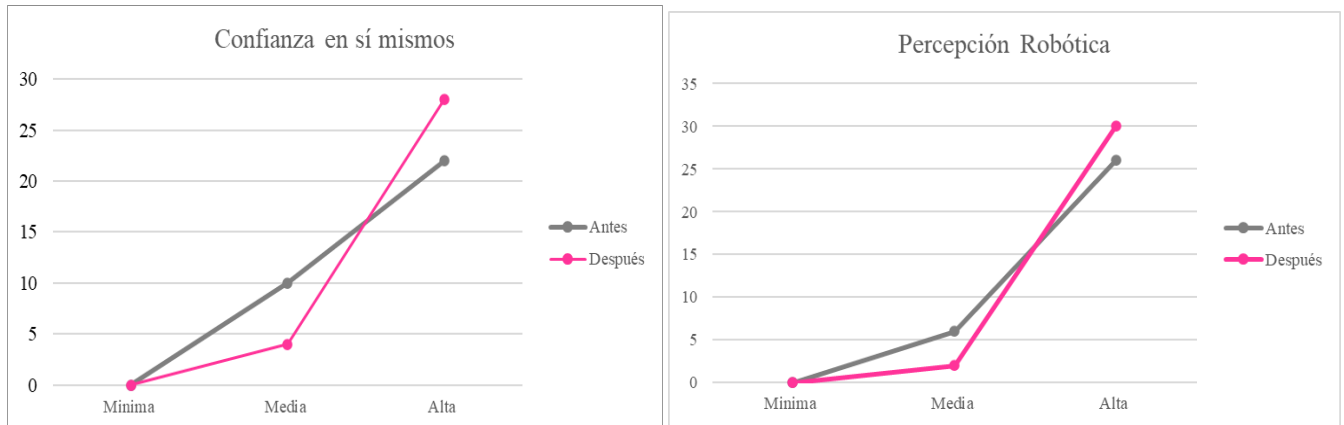
### **8.3.2 Análisis de resultados**

#### **8.3.2.1 Estadístico**

Los datos recopilados durante las pruebas de validación del kit Z-Bot fueron tabulados y analizados para proporcionar una visión completa de la percepción y la confianza de los adolescentes en la robótica. En esta sección, se presentan los gráficos que muestran los resultados

totales de las evaluaciones antes y después de la interacción con el kit (Figura 55). Además, se incluye un análisis detallado de los puntajes obtenidos en cada categoría (Tabla 12).

**Figura 55** Gráfico con resultados totales de las pruebas realizadas. *Elaboración propia.*



**Tabla 12** Comparación de media y desviación estándar antes y después. *Elaboración propia.*

Confianza	Pre-método	Post-método	Percepción	Pre-método	Post-método
<b>Media</b>	38.88	45.16	<b>Media</b>	42.53	47.41
<b>Desviación estándar estándar</b>	8.16	7.60	<b>Desviación estándar</b>	2.59	6.76
<b>Incremento porcentual</b>	16.2%		<b>Incremento porcentual</b>	11.5%	

La media de la confianza antes del método fue de 38.88, mientras que después del método aumentó a 45.16. Esto sugiere un aumento significativo en la confianza después de la implementación del método.

La desviación estándar antes del método fue de 8.16, lo que indica una cierta variabilidad en los niveles de confianza inicial. Sin embargo, esta variabilidad disminuyó después del método, ya que la desviación estándar disminuyó a 7.60.

El incremento porcentual en la confianza fue del 16.2%, lo que refleja un aumento sustancial en los niveles de confianza como resultado del método aplicado

**Ver Apéndice Q:** Página 119: *Tabulación de datos obtenidos en validaciones*

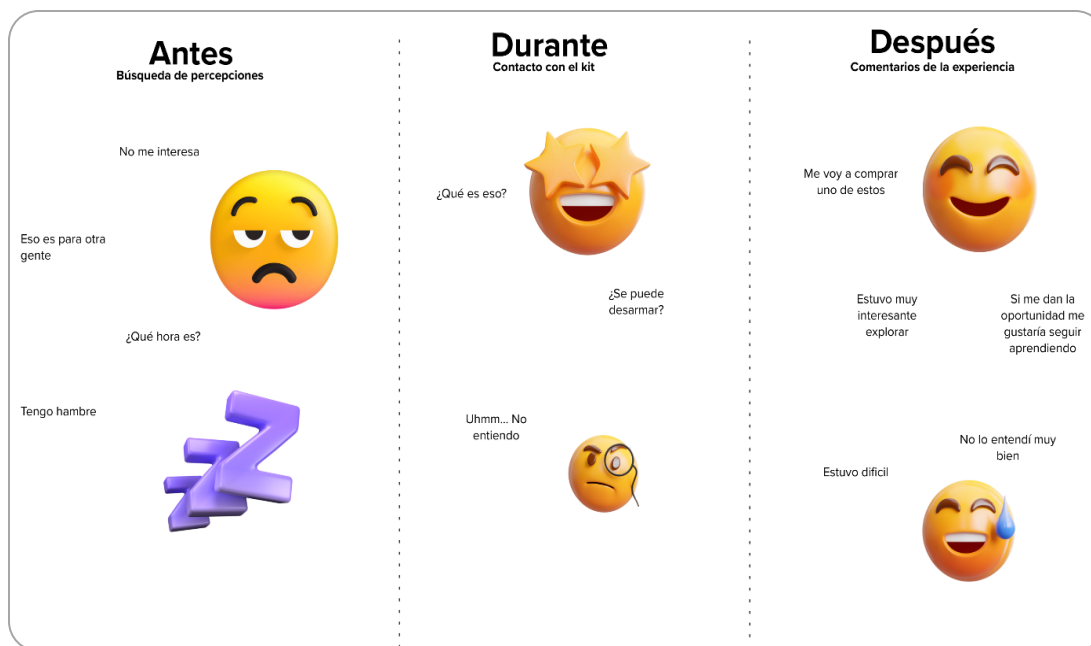
La media de la percepción antes del método fue de 42.53, mientras que después del método aumentó ligeramente a 47.41. Esto sugiere una mejora en la percepción después de la implementación del método, aunque el cambio no fue tan significativo como en la confianza.

La desviación estándar antes del método fue de 2.59, indicando que los niveles de percepción inicial estaban relativamente estrechamente agrupados alrededor de la media. Sin embargo, después del método, la desviación estándar aumentó significativamente a 6.76, lo que sugiere una mayor variabilidad en los niveles de percepción después del método.

El incremento porcentual en la percepción fue del 11.5%, lo que indica un aumento moderado en los niveles de percepción después de la aplicación del método.

### **8.3.2.2 Cualitativo**

Al término de las sesiones de interacción, se recopilieron todas las opiniones expresadas verbalmente por los adolescentes durante las entrevistas. Estas opiniones se sintetizaron en una malla para brindar una visión general de los comentarios y percepciones recogidos durante las evaluaciones cualitativas (Figura 56).

**Figura 56** Recopilación evaluaciones cualitativas. Elaboración propia.

Los datos cualitativos proporcionaron una perspectiva especialmente valiosa de la experiencia. Aunque no se pueden cuantificar de manera precisa, estos revelaron un cambio notable en el ánimo y la actitud de los adolescentes antes y después de la interacción con el kit de robótica.

Inicialmente, muchos de ellos mostraban aprehensión y desinterés debido a sus difíciles circunstancias sociales y económicas, así como a su recelo hacia nuevas experiencias. Sin embargo, una vez presentado el producto, se observó un cambio completo en su actitud, mostrando un interés y curiosidad ante el kit. Esta transformación se reflejó en su entusiasmo por completar los desafíos propuestos, llegando incluso a levantarse de sus asientos para participar activamente. Aunque algunos no lograron superar todos los retos, se fueron de la sesión con una sensación de satisfacción por haber experimentado algo nuevo, como destacó la pedagoga Yolanda Duarte,

quien los acompaña día a día: "Se fueron completamente contentos y emocionados. Me sorprendió verlos sentados y concentrados".

Sin embargo, para algunos de los participantes, la experiencia resultó más desafiante. En algunos casos, la relación entre las formas y cómo encajaban no fue clara, lo que generó frustración al no entender completamente la actividad. Esta falta de claridad contribuyó al desinterés por la actividad en ciertos individuos. Además, en algunas ocasiones, el trabajo en equipo no fue tan colaborativo como se esperaba, lo que también generó frustración y desmotivación en algunos participantes.

Algunos participantes mencionaron la necesidad de instrucciones más claras y detalladas en el manual de usuario, mientras que otros sugirieron incluir más actividades prácticas que permitan una mayor exploración y experimentación. Además, los profesionales enfatizaron la necesidad de aumentar la variedad de retos disponibles, con el fin de mantener el interés y la motivación de los adolescentes a lo largo del tiempo.

## **9. Conclusiones**

El proyecto de desarrollo del kit de robótica Z-Bot ha sido un proceso integral que ha arrojado diversas conclusiones significativas:

En primer lugar, se observó un cambio positivo del 11.5 % en la percepción de los adolescentes hacia la robótica después de interactuar con el kit Z-Bot. Este aumento en el interés y la curiosidad por la materia fue evidente entre los participantes.

Además, el kit Z-Bot demostró ser eficaz en el fomento del trabajo en equipo entre los adolescentes. La competencia por completar los retos propuestos generó una dinámica

colaborativa y de apoyo mutuo entre los participantes, fortaleciendo las habilidades sociales de los mismos.

Se registró también un incremento significativo del 16.2% en la autoconfianza de los adolescentes al enfrentarse a los retos propuestos por el kit Z-Bot. Este aumento en la sensación de logro y satisfacción personal fue especialmente destacado en participantes con circunstancias particulares, como consumidores de sustancias psicoactivas, madres adolescentes y aquellos con retraso en los estudios.

No obstante, se identificaron áreas de mejora en el diseño y la implementación del kit Z-Bot. Específicamente, se sugiere mejorar la claridad de las instrucciones y la facilidad de uso, posiblemente mediante el uso de códigos de color más claros y formas 2D en lugar de texto, que demostró pasar desapercibido para los usuarios.

En cuanto al componente técnico, a pesar de tratarse de cartón microcorrugado, se observó una durabilidad aceptable del kit en general. Si bien hubo algunos daños en algunas piezas, estos pudieron solucionarse sin mayores inconvenientes, lo que sugiere una perduración media del kit en el tiempo.

Finalmente, se confirmó que la experiencia práctica y lúdica proporcionada por el kit Z-Bot es efectiva para involucrar a los adolescentes en el aprendizaje de la robótica. Sin embargo, se sugiere enfocarse en actividades conductivas y creativas en lugar de innovadoras, al menos en una etapa inicial, ya que estas últimas no despertaron mucho interés entre los participantes.

En definitiva, el proyecto del kit de robótica educativa Z-Bot ha demostrado ser una herramienta valiosa para promover el interés y la participación de los adolescentes en el campo de la robótica. Con un impacto positivo en la percepción de los participantes, así como en el fortalecimiento de habilidades sociales y la autoconfianza, este proyecto representa un paso

significativo hacia la integración de la robótica en entornos comunitarios con vulnerabilidad social y económica. Sin embargo, se reconoce la necesidad de continuar mejorando y refinando el diseño y la implementación del kit para maximizar su efectividad y alcance. Con el compromiso continuo de mejorar y adaptarse a las necesidades de los usuarios, el kit Z-Bot tiene el potencial de seguir inspirando y capacitando a la próxima generación de innovadores y creadores en el campo de la tecnología y la robótica.

### Referencias Bibliográficas

- Analytis, Santhi, Joel A. Sadler, y Mark R. Cutkosky. 2017. "Creating Paper Robots Increases Designers' Confidence to Prototype with Microcontrollers and Electronics". *International Journal of Design Creativity and Innovation* 5(1-2):48-59. doi: 10.1080/21650349.2015.1092397.
- Barcelata Eguiarte, Blanca Estela, y Paloma Suárez Brito, eds. 2021. *Child and Adolescent Development in Risky Adverse Contexts: A Latin American Perspective*. Cham, Switzerland: Springer.
- Bucaramanga Metropolitana Cómo Vamos. 2023. *Informe de Calidad de Vida 2023*. 7. Colombia.
- Colombia Aprende. s/f. "Enfoque educativo STEM+ para Colombia". *Colombia Aprende - Red de conocimiento*. Recuperado el 6 de abril de 2024 (<https://www.colombiaaprende.edu.co/contenidos/coleccion/stemColombia>).
- Connolly, James J., Dagney G. Faulk, y Emily J. Wornell, eds. 2022. *Vulnerable Communities: Research, Policy, and Practice in Small Cities*. Cornell University Press.
- ConXeLab. 2021. "MAMUS". *conexalab*. Recuperado el 30 de octubre de 2023 (<https://www.conexalab.com/mamus>).
- Dagabot. 2019. "ROBI". *DAGABOT S.A.S.* Recuperado el 6 de abril de 2024 (<https://dagabot.com/>).
- Dagabot. 2022. "Robotica para educar 2022". *DAGABOT S.A.S.* Recuperado el 11 de octubre de 2023 (<https://dagabot.com/robotica-para-educar-2022/>).
- DANE. 2020. *Panorama sociodemográfico de la juventud en Colombia*.
- Daniela, Linda, y Miltiadis D. Lytras. 2019. "Educational Robotics for Inclusive Education". *Technology, Knowledge and Learning* 24(2):219-25. doi: 10.1007/s10758-018-9397-5.
- Darbellay, Frédéric, Zoe Moody, y Todd Lubart, eds. 2017. *Creativity, Design Thinking and Interdisciplinarity*. Singapore: Springer Singapore.
- Darmawansah, Darmawansah, Gwo-Jen Hwang, Mei-Rong Alice Chen, y Jia-Cing Liang. 2023. "Trends and Research Foci of Robotics-Based STEM Education: A Systematic Review from Diverse Angles Based on the Technology-Based Learning Model". *International Journal of STEM Education* 10(1):12. doi: 10.1186/s40594-023-00400-3.
- Edubótica. 2022. "Robótica Curricular". Recuperado el 11 de octubre de 2023 (<https://www.edubotica.com.co/robotica-curricular>).
- EducAR, Computadores para. 2017. "Aprovechamiento de residuos electrónicos". *computadores para educAR*. Recuperado el 11 de octubre de 2023

- (<https://www.computadoresparaeducar.gov.co/publicaciones/73/aprovechamiento-de-residuos-electronicos/>).
- Educar, Computadores para. 2023. “¿Qué es Computadores para Educar?” *computadores para educar*. Recuperado el 11 de octubre de 2023 (<https://www.computadoresparaeducar.gov.co/publicaciones/1/que-es-computadores-para-educar/>).
- Edukabot. 2023. “Instituciones educativas”. Recuperado el 11 de octubre de 2023 (<https://www.edukabot.com/colegios/>).
- Escornabot. 2019. “Escornabot”. Recuperado el 6 de abril de 2024 (<https://escornabot.com/es/index>).
- Eteokleous, Nikleia. 2021. “Developing Robots, Self-Esteem, and Self-Perception for Elementary Students Through Educational Robotics”: Pp. 142–61 en *Advances in Mobile and Distance Learning*, editado por M. D. Avgerinou y P. Pelonis. IGI Global.
- Experimenta. 2024. “Gigs 2 Go: la gente de Boltgroup revive el pendrive y acierta | Experimenta”. *Experimenta*. Recuperado el 7 de abril de 2024 (<https://www.experimenta.es/noticias/industrial/gigs-2-go-la-gente-de-boltgroup-revive-los-pendrive-y-acierta/>).
- Fischertechnik. 2024. “STEM Robotics - fischertechnik”. *Fischertechnik*. Recuperado el 6 de abril de 2024 (<https://www.fischertechnik.de/es-es/productos/escuelas/stem-robotics>).
- Fischertechnik. s/f. “Learning materials for STEM lessons”. Recuperado el 10 de octubre de 2023 (<https://www.fischertechnik.de/en/schools/learning-material>).
- Foldscope, Instruments Inc. 2019. “Resources”. *Foldscope Instruments, Inc.* Recuperado el 7 de abril de 2024 (<https://foldscope.com/pages/resources>).
- Freire, Paulo. 2023. *Pedagogía del oprimido*.
- García Duarte, Ricardo, y Jaime Wilches Tinjacá, eds. 2020. *La educación superior en Colombia: retos y perspectivas en el siglo XXI*. Primera edición. Bogotá: Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- Google. 2015. “Google Cardboard – Google VR”. *Cardboard*. Recuperado el 7 de abril de 2024 (<https://arvr.google.com/cardboard/>).
- Hayosh, Daniel, Xiao Liu, y Kiju Lee. 2020. “Woody: Low-Cost, Open-Source Humanoid Torso Robot”. Pp. 247–52 en *2020 17th International Conference on Ubiquitous Robots (UR)*. Kyoto, Japan: IEEE.

- Herrera-Idárraga, Paula, Helena María Hernández Bonilla, Tatiana Gélvez Rubio, Natalia Ramírez-Bustamante, Ana María Tribín, y Tary Cuyana Garzón. 2020. “Informe sobre cifras de empleo y brechas de género”.
- LEGO Education. 2024. “STEM & STEAM Kits for Middle Schoolers & Teens”. *LEGO® Education*. Recuperado el 6 de abril de 2024 (<https://education.lego.com/en-us/shop/middle/>).
- LEGO Education, Community Team. 2021. “Collaborating With Others”. *LEGO Education*. Recuperado el 10 de octubre de 2023 (<https://community.legoeducation.com/blogs/34/141>).
- Llano, Juan Carlos, y Débora Quiroga. 2021. “Estudio: Nuevas Tecnologías, brecha digital y hogares vulnerables.”
- López-Rodríguez, Francisco M., y Federico Cuesta. 2016. “Andruino-A1: Low-Cost Educational Mobile Robot Based on Android and Arduino”. *Journal of Intelligent & Robotic Systems* 81(1):63–76. doi: 10.1007/s10846-015-0227-x.
- MAMUS. 2020. “kit de robótica Octabio Education IoT”. *MAMUS*. Recuperado el 6 de abril de 2024 (<https://mamus.org/producto/kit-educativo-steam/>).
- Ministerio de Educación Nacional. 2022. “Deserción escolar en Colombia: análisis, determinantes y política de acogida, bienestar y permanencia.”
- Papert, Seymour. 1982. *Mindstorms: Children, Computers, and Powerful Ideas*. 2nd edition. New York, NY: Basic Books.
- Papert, Seymour. 1993. *The children’s machine: rethinking school in the age of the computer*. New York: BasicBooks.
- Pérez, Enrique. 2018. “La tortuga que nos enseñó a programar: la historia de Logo, el primer lenguaje de programación diseñado para niños”. *Xataka*. Recuperado el 6 de abril de 2024 (<https://www.xataka.com/historia-tecnologica/tortuga-que-nos-enseno-a-programar-historia-logo-primer-lenguaje-programacion-disenado-para-ninos>).
- Pontificia, Universidad Javeriana. 2023. “Las mujeres son minoría en las carreras STEM. Informe No. 67”. *Laboratorio de Economía de la Educación (LEE)*. Recuperado el 6 de abril de 2024 (<https://docs.google.com/viewerng/viewer?url=https://www.javeriana.edu.co/recursosdb/5581483/8102914/Informe-67-Mujeres-en-STEM-9feb2023-LEE.pdf>).
- Prieto, M. 2019. “¿Por qué no se estudian carreras tecnológicas?” *Expansión.com*. Recuperado el 6 de abril de 2024 (<https://www.expansion.com/economia-digital/companias/2019/09/27/5d8cc0d5468aeb432a8b45dd.html>).

- Resnick, Mitchel, John Maloney, Andrés Monroy-Hernández, Natalie Rusk, Evelyn Eastmond, Karen Brennan, Amon Millner, Eric Rosenbaum, Jay Silver, Brian Silverman, y Yasmin Kafai. 2009. “Scratch: Programming for All”. *Communications of the ACM* 52(11):60–67. doi: 10.1145/1592761.1592779.
- Robotics, VEX. 2024. “VEX IQ Education Kit (2nd Generation)”. *VEX Robotics*. Recuperado el 6 de abril de 2024 (<https://www.vexrobotics.com/228-8899.html>).
- Robotis. 2022. “ROBOTIS BIOLOID Series - Premium & GP”. Recuperado el 30 de octubre de 2023 (<https://www.robotis.us/bioloid-1/>).
- Rodrigo Parra, Judit. 2021. “Robótica para la inclusión educativa: una revisión sistemática”. *Revista Interuniversitaria de Investigación en Tecnología Educativa* 150–71. doi: 10.6018/riite.492211.
- Rodriguez Gonzales, Jesús David. 2021. “Abandono estatal, la desgracia del pueblo”. *Conexión Externado*. Recuperado el 27 de abril de 2024 (<https://conexion.uexternado.edu.co/abandono-estatal-la-desgracia-del-pueblo/>).
- Sanabria Pulido, Pedro Pablo Sanabria. 2019. “Las Capacidades Institucionales de los Municipios Colombianos”. en *Capacidades Estatales en Gobiernos Locales Iberoamericanos. Actualidad, Brechas y Perspectivas*. FGV, Sao Paulo: Fundacao Getulio Vargas.
- Scott, Cynthia Luna. 2015. “The Futures of Learning 2: What Kind of Learning for the 21st Century?” *UNESCO Education Research and Foresight, Paris*. (Education, research and foresight: working papers).
- Secretaría distrital de Desarrollo Económico. 2010. “Población vulnerable: derechos y acciones afirmativas”. *Observatorio de Desarrollo Económico*. Recuperado el 27 de abril de 2024 (<https://observatorio.desarrolloeconomico.gov.co/dinamica-economica/poblacion-vulnerable-derechos-y-acciones-afirmativas>).
- Shah, Seema, Will Buford, y Eric Braxton. 2018. “Transforming Young People and Communities: New Findings on the Impacts of Youth Organizing.”
- Sistema Nacional de Información. s/f. “Bases consolidadas”. Recuperado el 6 de abril de 2024 (<https://snies.mineducacion.gov.co/portal/ESTADISTICAS/Bases-consolidadas/>).
- Torrecilla De Las Heras, Eugenio, y Miguel Melendro Estefanía. 2023. “habilidades sociales en jóvenes en riesgo de exclusión social: una revisión sistemática”. *Aula Abierta* 52(2):175–83. doi: 10.17811/rifie.52.2.2023.175-183.
- Trilnick, Carlos. 1968. “Seymour Papert creador del Logo | IDIS”. *IDIS*. Recuperado el 6 de abril de 2024 (<https://proyectoidis.org/seymour-papert/>).
- Ulrich, Karl T., y Steven D. Eppinger. 2013. *Diseño y desarrollo de productos*. Quinta.

- UNESCO. 2018. “Una vida más simple y sostenible para las comunidades vulnerables en Colombia”. *UNESCO*. Recuperado el 27 de abril de 2024 (<https://www.unesco.org/es/articulos/una-vida-mas-simple-y-sostenible-para-las-comunidades-vulnerables-en-colombia>).
- UNESCO. 2020. *nforme de Seguimiento de la Educación en el Mundo 2020 – América Latina y el Caribe – Inclusión y educación: todos y todas sin excepción*. Primera edición. París, Francia: UNESCO.
- UNESCO y Right to Education Initiative. 2019. *Right to Education Handbook*. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO).
- UNICEF. 2008. “Desarrollo positivo adolescente en América Latina y el Caribe | UNICEF”. Recuperado el 30 de septiembre de 2023 (<https://www.unicef.org/venezuela/informes/desarrollo-positivo-adolescente-en-america-latina-y-el-caribe>).
- Unidad nacional de protección. 2023. “Protección de poblaciones vulnerables en Colombia ante la ONU”. *Noticias UNP*. Recuperado el 27 de abril de 2024 (<https://www.unp.gov.co/proteccion-de-poblaciones-vulnerables-en-colombia-ante-la-onu/>).
- Vega, Julio, y José Cañas. 2018. “PiBot: An Open Low-Cost Robotic Platform with Camera for STEM Education”. *Electronics* 7(12):430. doi: 10.3390/electronics7120430.
- VEX. 2021. “Hybrid Learning with VEX GO – VEX Library”. Recuperado el 10 de octubre de 2023 (<https://kb.vex.com/hc/en-us/articles/4401958212372-Hybrid-Learning-with-VEX-GO>).
- Wyss, Natalie, y Christina Myers. 2022. *Understanding the potential of using EdTech to measure and mitigate learning loss*. EdTech Hub. doi: 10.53832/edtechhub.0110.
- Zygouris, Nikolaos C., Aikaterini Striftou, Antonios N. Dadaliaris, George I. Stamoulis, Apostolos C. Xenakis, y Denis Vavougiou. 2017. “The use of LEGO mindstorms in elementary schools”. Pp. 514–16 en *2017 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)*. Athens, Greece: IEEE.

## Apéndices

**Apéndice A.** Transcripción entrevista Jevis Rodelo, pedagoga.

### **¿Cómo es el día a día acá?**

Bueno, mi rutina comienza con la preparación para la jornada al llegar al lugar. Aquí, lo primero que hacemos es evaluar las prioridades del día. Es un proceso de determinar qué es lo más urgente, aunque prácticamente todo se percibe como urgente. La clave está en asignar niveles de prioridad y luego organizar las tareas de acuerdo con esas prioridades.

Así, salimos de las tareas del día, pero no puedo decir que trabajo según un horario establecido, donde a una hora específica realizo una tarea determinada. En realidad, se trata más de ajustarme a las demandas del día, respondiendo a lo que sea más prioritario en ese momento. Es un enfoque más dinámico y flexible.

### **¿Planean las actividades con los chicos?**

Sí, todas las actividades que realizamos con los chicos están planificadas. Utilizamos un cronograma que abarca cada área, y manejamos un plan de trabajo detallado. En mi caso, que me ocupo de la educación y el seguimiento escolar, así como de la orientación en sus proyectos de vida, tengo una parte específica en la que refuerzo sus proyectos personales y cómo podrían proyectarse en el futuro. Todo esto se encuentra integrado en el plan general de actividades, asegurando que cada componente tenga su espacio y tiempo correspondiente.

### **¿Cómo funciona ese refuerzo del proyecto de vida?**

Inicialmente cuando el chico ingresa, realizamos una valoración para entender sus expectativas y qué aspira a ser cuando sea grande. En esta etapa, es común que, especialmente en la adolescencia temprana, alrededor de los 12 a 14 años, se visualicen como futbolistas, policías o doctores. Estas son opciones bastante comunes entre ellos.

Ellos, por obvias razones, son muy inestables. Iniciando uno les pregunta qué quieren ser cuando sean grandes y dicen “¡Quiero ser doctora! o ¡Quiero ser doctor!”, ya después, en otra actividad diferente, les digo “bueno acuérdense visualizarse cómo se quieren ver en el futuro” y ya para entonces cambiaron de idea.

Notamos que muchos de ellos son más desmotivados que motivados, especialmente en el ámbito escolar. Aunque los más pequeños muestran más entusiasmo, los adolescentes a nivel escolar tienden a ser desmotivados y, en ocasiones, mucha pereza. Algunos incluso expresan un interés en trabajar y no estudiar, lo cual es comprensible. En estos casos, nuestra labor es proporcionar opciones y alternativas viables para que vean un panorama más amplio y encuentren una motivación renovada hacia el estudio y el desarrollo personal.

### **¿Hay experiencias o casos positivos que haya dejado este programa?**

Sí, definitivamente. Tenemos varios egresados que han pasado por el programa y han logrado avances significativos en sus vidas. Es algo que nos motiva a seguir trabajando en este programa. Algunos de ellos han regresado para expresar su gratitud y decirnos que las orientaciones y el apoyo que recibieron aquí fueron fundamentales para su desarrollo. Escuchar a egresados que ahora son exitosos y que recuerdan las enseñanzas y el respaldo que recibieron durante su tiempo aquí es muy gratificante. Es un recordatorio tangible de que el programa tiene un impacto positivo y duradero en las vidas de estos jóvenes.

### **¿Cuánto tiempo se les trabaja el proyecto de vida?**

Dedico un día a la semana para trabajar específicamente en el proyecto de vida con los chicos. Preparo talleres y no solo son talleres grupales, sino que también realizo un seguimiento individual para fortalecer sus proyectos de manera más personalizada.

### **¿Cómo es la participación de los adolescentes en las actividades?**

Cuando se planifica una actividad para ellos, suele ser difícil que participen, especialmente los adolescentes, quienes tienden a mostrarse apáticos y poco entusiastas. La participación es más notable entre los más pequeños; ellos sí responden al llamado de atención y muestran interés. Sin embargo, con los adolescentes, la situación es diferente. A menudo, son percibidos como perezosos y desinteresados, mostrando una actitud apática ante diversas actividades.

Motivar a los adolescentes a participar puede ser un desafío. Se intenta captar su interés organizando actividades, incluso partidas de interna en el salón grande, pero, aun así, la participación es complicada. A veces, el único elemento que parece motivarlos es la piscina.

Ante esta situación, hemos explorado diversas estrategias, como encuestas o buzones de sugerencias, para entender sus preferencias e intereses. Sin embargo, su respuesta ha sido limitada. Aunque tratamos de involucrarlos y buscar maneras de hacer que participen, su actitud apática sigue siendo un obstáculo. La piscina es la única actividad que logra generar cierta emoción y participación por parte de los adolescentes.

### **¿Por qué los chicos están en el Centro Juvenil Amanecer?**

La razón principal por la que están aquí es para ocupar su tiempo libre y evitar que estén fuera, expuestos a situaciones de riesgo en la calle. Cada uno tiene un motivo de ingreso diferente, pero en general, la idea es proporcionar un entorno protegido donde puedan ocupar su tiempo de manera constructiva.

Además de ocupar el tiempo libre, el centro tiene como objetivo fortalecerlos en todas las áreas. Se les proporciona orientación, se refuerzan las normas y se trabaja en su desarrollo personal. Estamos comprometidos en guiarlos positivamente hacia sus proyectos de vida, ayudándoles a generar un cambio positivo en sus vidas.

**¿Que te motiva a ti estar acá?**

Mi motivación principal para estar aquí es que realmente disfruto lo que hago. Me siento como una sembradora, regando semillas y esperando que algunas de ellas encuentren un terreno fértil para germinar. Ver el crecimiento y el éxito de los jóvenes es mi mayor recompensa y fuente de motivación. Cuando un egresado regresa y me agradece, compartiendo cómo las orientaciones y enseñanzas han impactado positivamente en su vida, eso me llena de alegría y refuerza mi compromiso con el trabajo.

**¿Estarías dispuesta a liderar un taller de robótica incluso sin tener conocimientos previos en robótica?**

Sí, me parecería interesante y también podría ser una oportunidad para explorar otras estrategias o alternativas. Estaría dispuesta a ver si esto puede servir como una motivación adicional para los chicos.

**Apéndice B.** Transcripción entrevista Yulitza Rangel, Trabajadora social.**¿Cuál es el contexto que viven los chicos en estas comunidades?**

Los chicos viven en comunidades que, a pesar de ser estigmatizadas por la sociedad, son lugares donde la incertidumbre y la inseguridad son parte del día a día. Ejemplos como las balaceras que ocurren a menudo reflejan la complejidad del entorno. Aunque estos barrios son zonas marcadas por la incertidumbre, también son lugares donde se demuestra constantemente que el futuro es incierto. Personalmente, encontrar alegría en la posibilidad de ayudarles a construir un mejor futuro es una motivación clave. A pesar de los desafíos diarios, se observan resultados positivos. Un ejemplo concreto es un joven egresado que, al principio mostraba comportamientos

groseros y desafiantes. Sin embargo, a través del enfoque en un futuro más prometedor y repetidas instancias de aliento, logró completar su bachillerato en la noche. Ahora trabaja a tiempo parcial repartiendo lácteos en la zona norte y, por las tardes, estudia robótica en las unidades. Este progreso es un testimonio de cómo, con el apoyo adecuado, los jóvenes pueden transformar sus vidas y forjar un camino hacia un futuro más brillante, incluso en contextos desafiantes.

### **¿Cómo abordan ese contexto? ¿Qué actividades realizan?**

A través de actividades enfocadas en el proyecto de vida. Para nosotros, el proyecto de vida es la base fundamental de todo nuestro trabajo, es como el arbolito al que le damos forma y fortaleza con cada charla y cada actividad que realizamos. Nos centramos en reforzar las semillas del proyecto de vida, guiándolos en la definición de metas a corto, mediano y largo plazo. Literalmente, vamos de la mano con ellos, brindándoles apoyo constante, ya que sabemos que en cualquier momento pueden caer, y comenzar a enfrentar situaciones difíciles: desertar del colegio, probar sustancias, escaparse de casa, entre otras.

El seguimiento es constante y cercano. Además, comprendemos que la personalidad y la mentalidad de cada joven desempeñan un papel crucial en su desarrollo. Aquellos con una personalidad fuerte pueden surgir a pesar de los desafíos, mientras que aquellos con una mentalidad más débil pueden ser fácilmente influenciados por las circunstancias negativas que los rodean. Nuestra labor consiste en brindarles el apoyo y las herramientas necesarias para que elijan un camino positivo hacia un mejor futuro.

### **¿Qué perfil describirías en los chicos de adolescencia temprana?**

El perfil predominante en los chicos de adolescencia temprana que están aquí es en su mayoría del 80%, son altamente influenciables y muestran una personalidad desafiante. Esta característica se desarrolla en gran medida debido a que provienen de familias disruptivas, donde

la ausencia de normas y reglas es común, y donde nunca les dijeron "no". En este entorno, todo ha sido afirmativo, lo que configura su percepción de la realidad. Cuando estos jóvenes se encuentran con alguien que les impone normas y límites, surgen conflictos, ya que no están acostumbrados a ser contrariados. Su forma de autoprotegerse frente a algo nuevo es a través de la grosería y la resistencia. Están acostumbrados a hacer lo que quieren desde pequeños, y al llegar a esta etapa, chocan con la necesidad de seguir reglas y normas.

La relativa falta de límites en su crianza ha hecho que la grosería sea una forma de expresar su independencia y resistencia. Además, la relatividad del tiempo para ellos es diferente debido a la intensidad de sus experiencias a una edad temprana, y esto se agudiza en la fase de exploración sexual que están atravesando. La novedad se desvanece rápidamente, lo que complica aún más la tarea de involucrarlos en actividades a largo plazo y motivarlos hacia objetivos a largo plazo.

**¿Crees que la adolescencia temprana sería una edad adecuada para dirigir el proyecto a ellos?**

Creo que sería más efectivo dirigirse hacia la adolescencia tardía, es decir, de 15 a 19 años. La razón es que, en la adolescencia temprana (de 11 a 14 años), es posible que la información sobre robótica y otros temas no les llegue de la manera más efectiva. En esa etapa, es probable que estén más enfocados en aspectos personales y sociales, como la apariencia física y las relaciones interpersonales. Es posible que no muestren tanto interés en temas más técnicos o educativos. Además, su experiencia de vida y comprensión del mundo puede ser limitada en comparación con los adolescentes más mayores.

En cambio, dirigirse a la adolescencia tardía ofrece la oportunidad de trabajar con jóvenes que han vivido más, han experimentado más desafíos y, por lo tanto, pueden estar más centrados. A partir de los 15 años, es más probable que tengan una comprensión más clara de su entorno.

**A través de tu profesión ¿Cómo se aborda a esta población objetivo?**

Es esencial no establecer barreras o adoptar una postura de superioridad. Evitar la actitud de "yo sé y ustedes no saben nada" es crucial, ya que esto puede generar resistencia y cerrar la comunicación. La empatía juega un papel central en la interacción con esta población. Es importante mostrar respeto y comprensión hacia sus experiencias y desafíos, creando un ambiente en el que se sientan comprendidos y valorados.

Además, se deben evitar frases condescendientes o que sugieran una relación demasiado amigable. Cada parte debe mantener su rol definido, permitiendo que la relación profesional se mantenga clara y respetuosa. Este enfoque ayuda a establecer límites necesarios sin perder de vista el objetivo de brindar apoyo y orientación a esta población vulnerable.

**¿Qué desafíos existen con los jóvenes?**

Uno de los desafíos significativos al trabajar con los jóvenes se relaciona con el lenguaje que utilizan. El manejo de una jerga muy específica y, a veces, vulgar, puede ser un obstáculo para la comunicación efectiva. Esta jerga está arraigada en su contexto y tiene una carga de vulgaridad que puede resultar desconcertante o incluso intimidante para quienes no están familiarizados con ella. A mí me ha tocado "pasar por el oso" de la ignorancia para establecer una conexión genuina con los jóvenes. Esto implica el reconocimiento de la brecha lingüística y la disposición a aprender de ellos.

**¿Es difícil trabajar con los adolescentes? ¿Toca llevarlos para que participen?**

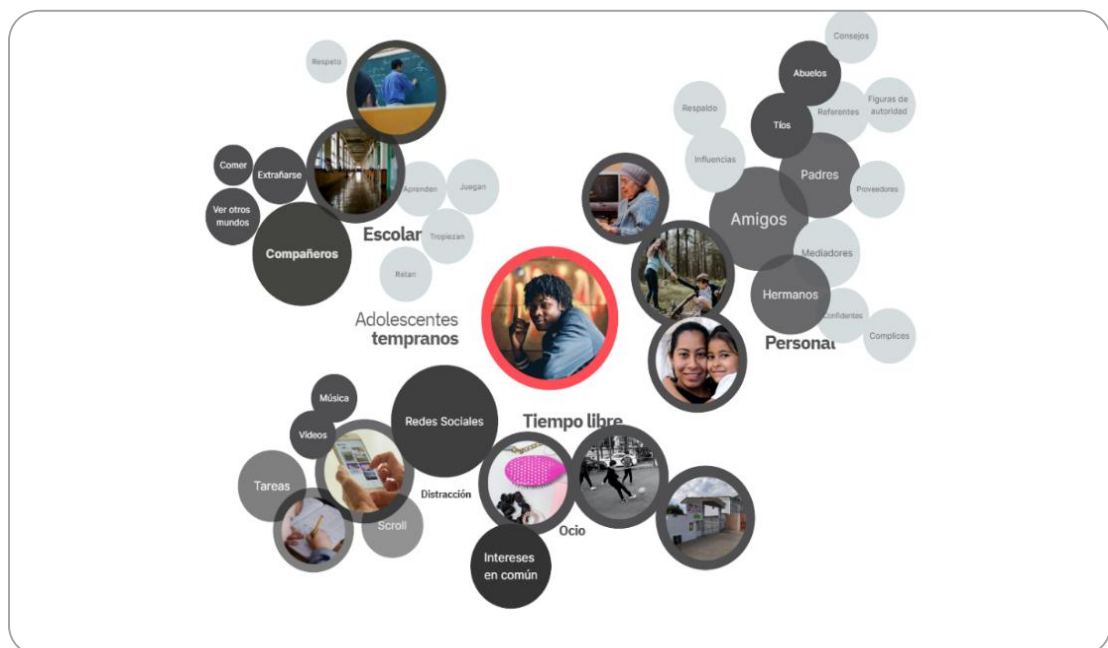
No es simplemente llevarlos, sino empujarlos, ya que están en una fase en la que todo les parece perezoso y tedioso. Trabajar con adolescentes puede presentar sus desafíos, especialmente en la etapa en la que se encuentran. La característica principal es la resistencia a la participación en actividades. A diferencia de los niños, los adolescentes pueden percibir ciertas actividades como

infantiles y, por lo tanto, optar por quedarse en un lugar más relajado, como debajo de un árbol, en lugar de participar en juegos.

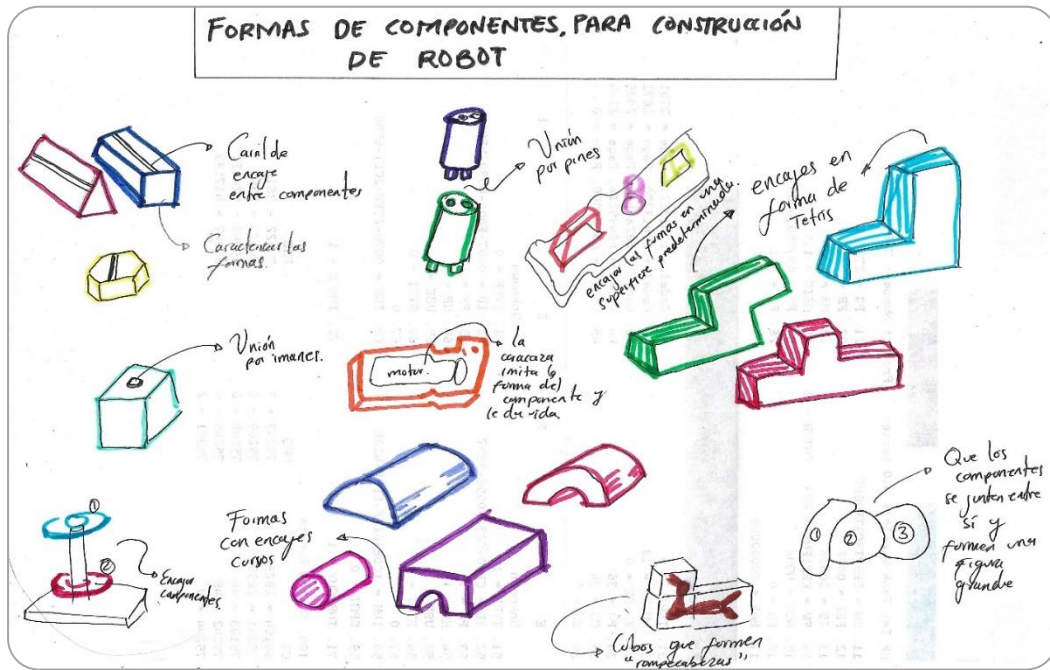
### ¿En qué actividades los has visto interesados?

Les llama mucho la atención las cosas lúdicas, pero que no tengan que moverse. Por ejemplo, la vez pasada estábamos jugando la guerra de las frutas y había algunos que no se movían, porque “ay no, yo no voy a jugar, eso es infantil”. Pero en las actividades que vinieron muchachos de la Cruz Roja, que todos estaban sentados en el piso, que se pudieron acostar para escribir, para echar chistes, ahí sí están participando todos. Entonces, participan en el hecho de que no tengan que movilizarse ni hacer gran cosa, debido a la pereza. ¿Por qué? Porque es una edad donde todo les cuesta. Entonces, ¿para qué me muevo yo, si el otro sí se puede mover por mí?

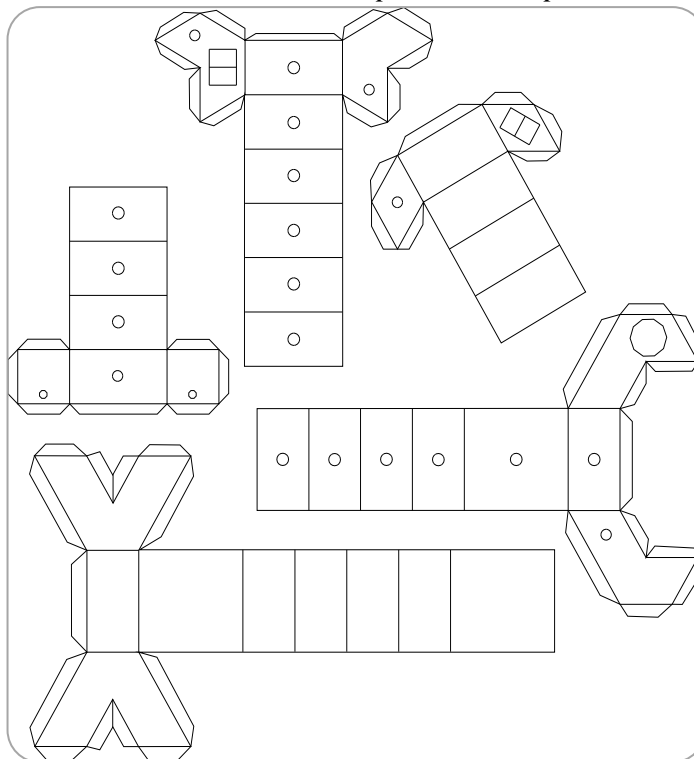
**Apéndice C** Mapa de interacciones y entorno, exploración en ambiente correspondiente.



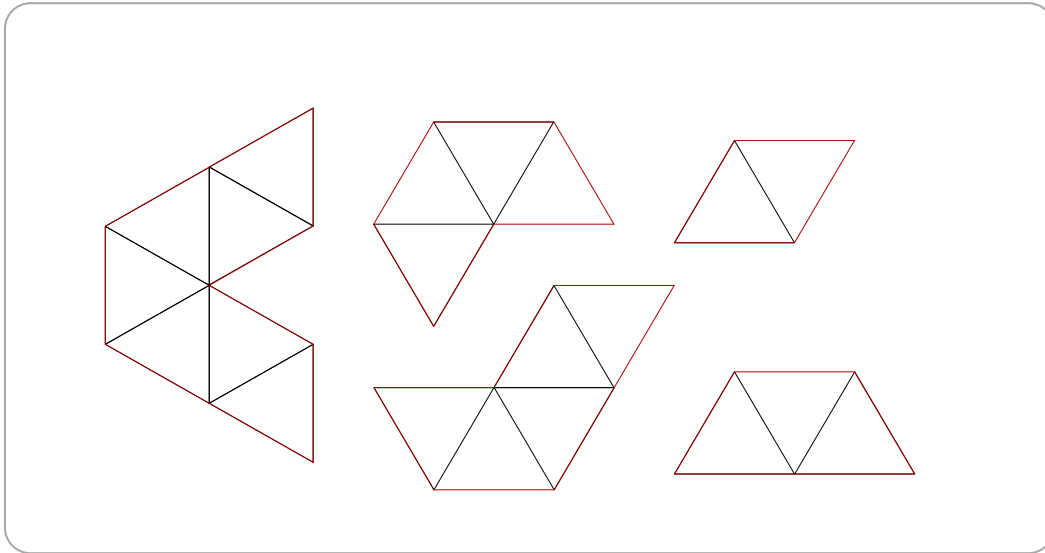
**Apéndice D** Brainsketching para la generación de formas de los componentes.



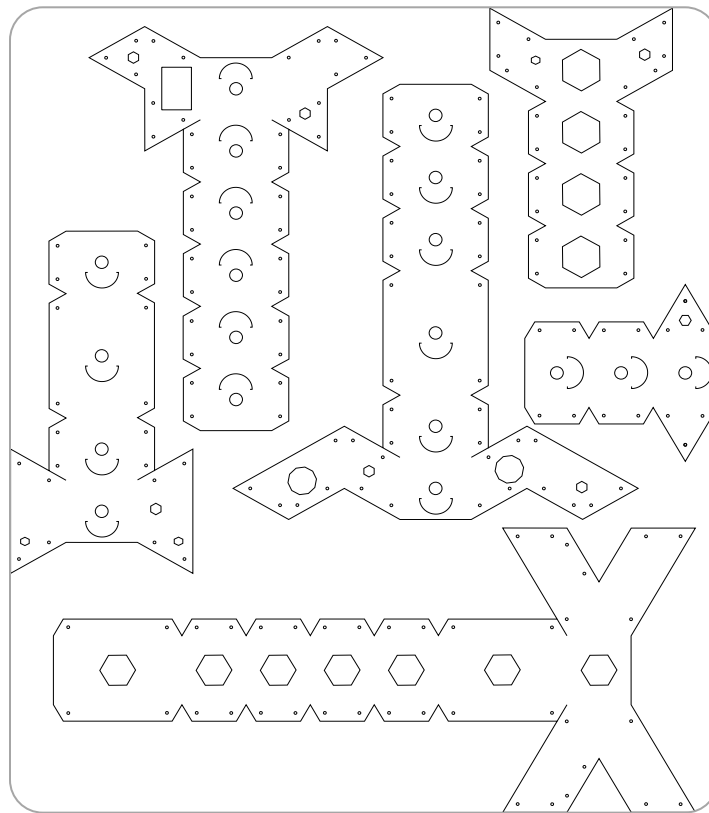
**Apéndice E** Desarrollos iniciales de cubierta para los componentes del kit.



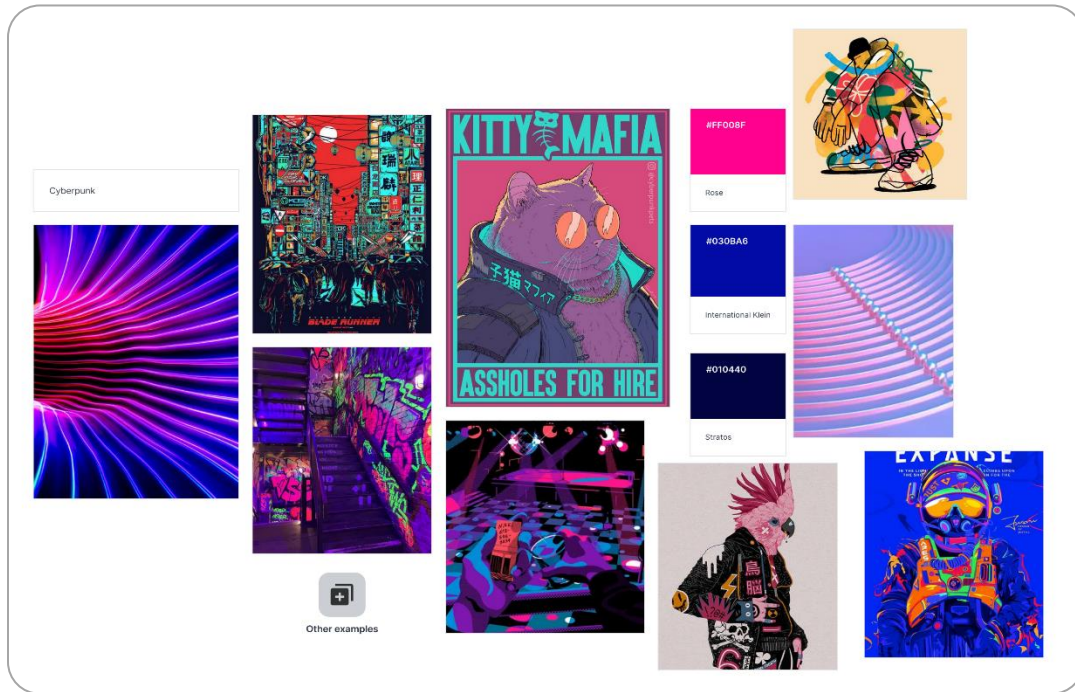
**Apéndice F** *Construcción formal módulos*



**Apéndice G** *Desarrollos madre finales*



Apéndice H Moodboard



Apéndice I Guía general del kit

Para visualizar la guía de una mejor manera puede entrar al siguiente enlace:

[https://issuu.com/gab.rck/docs/copia\\_de\\_z\\_-\\_bot\\_a4\\_3\\_](https://issuu.com/gab.rck/docs/copia_de_z_-_bot_a4_3_)

Apéndice J Tarjetas de actividades. Versión inicial.

Las tarjetas de actividades planteadas inicialmente se muestran en la siguiente tabla.

Retos	
Conductivas	<p><b>Nivel 1</b> Enciende la luz</p>  <p>No te quedes ahí parado. ¡Ven y ayúdame!</p> <p>En este reto, tu objetivo es ayudarme a encender una luz LED lo más rápido posible.</p> <p>Vas a necesitar:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Batería</li> <li>• Interruptor</li> <li>• 2 cables</li> <li>• Luz LED</li> </ul>
	<p><b>¿Cómo?</b></p> <p><b>Facilito, ponme atención:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Conecta la batería al interruptor: Toma un cable y conéctalo desde la batería hasta uno de los orificios del interruptor.</li> <li>2. Del interruptor a la luz LED: Toma otro cable y conéctalo desde el otro orificio del interruptor hasta la luz LED.</li> </ol> <p>¿Lo lograste?</p> 

Creativas

### Nivel 1

**Activa ese motor**

Necesito comprobar que mis motoras funcionen. ¡Ayúdame!

Solo necesitamos comprobar que funcionen, nada más.

Necesitarás:

- Batería
- Interruptor
- 2 Cables
- Motor




### ¿Cómo?

**Rela**, yo te ayudo:

1. Conecta la batería al interruptor: Utiliza un cable para conectar la batería a uno de los orificios del interruptor. Asegúrate de que el interruptor esté en la posición "apagado".
2. Del interruptor al motor: Con otro cable, conecta el otro orificio del interruptor al motor, puedes utilizar cualquier tipo de motor.

¿Pudiste?




### Nivel 2

**Equilibrame**

Necesito recordar cómo transformarme. Olvidé cuánto peso en la tierra.

En este reto, te dará una imagen de una figura que deberás construir. Equilibrala con ayuda de objetos que tengas cerca de ti para que no se caiga.

¡Recuerda mantener los circuitos funcionando!



### ¿Cómo?

**Mhmm...** De esto no me acuerdo, pero ten encuenta:

- Analiza la imagen de la figura.
- Piensa en cómo puedes utilizar los componentes para crear un circuito y que se mantenga el equilibrio.
- Construye y equilibra tu Robot. Puedes ayudarte de otros objetos.
- Una vez que hayas construido tu figura y creado el circuito, prueba su funcionamiento.

¡Pasa... Esta es la figura que debes construir.



### Nivel 2

**¿Qué soy?**

A veces me transformo y se me olvida que soy.

En este reto deberás usar tus conocimientos sobre los componentes de tu kit de robótica. Deberas adivinar qué piezas se necesitan para construir la figura y hacerla funcionar.

¡Pero, no te desespere, yo tampoco sé!



### ¿Cómo?

**Mhmm...** A ver, ten encuenta:

- Analiza la silueta. Observa sus características y detalles.
- Utiliza tu imaginación para visualizar qué tipo de figura podría ser e identifica los que necesitas.
- Piensa en qué tipo de movimientos o acciones podría realizar la figura.
- Prueba y ajusta. Una vez que hayas construido la figura, pruébala para ver si funciona como esperabas.

¡Pasa... Esta es la silueta que debes construir.



Innovadoras

### Nivel 3

**Ruedas perdidas**

¡Necesito transportarme y no encuentro mi auto!

En este desafío, tomarás solo tres piezas: un motor, una pila y una pieza extra, la que quieras. Tu tarea será **idear y construir un vehículo** para mí, utilizando estas piezas y cualquier otra cosa que se te ocurra.

No te voy a mentir, falte a todas mis clases de vehículos. Te diré lo que sé, pero no te limites, deben haber muchas formas más.



### ¿Cómo?

**Ruedas, normal, las de siempre.**  
Se desplazan en superficies planas. Puedes variar en tamaño y material, como plástico o goma. **PD:** si usas más de dos ruedas, le darás más estabilidad a tu auto

**Propulsión con una hélice**  
Puedes montar la hélice en la parte trasera de tu vehículo y conectarla al motor para que el aire propulse el vehículo hacia adelante. Relax, una hélice es como el dibujo de aquí al lado, como las del ventilador.

**Media rueda atada al eje del motor.**  
Al girar el motor, la media rueda se moverá y proporcionará movimiento al vehículo.





### Nivel 3

**¿Y esto?**

¡No me lo vas a crear. No recuerdo todas mis funciones. Anda, ayúdame otra vez, porfis

En este reto, tendrás la oportunidad de elegir tres piezas, las que quieras, y utilizarlas para **inventar algo**, lo que sea, lo que le veas forma y después, deberas explicar que problemas resuelve tu invento.



### ¿Cómo?

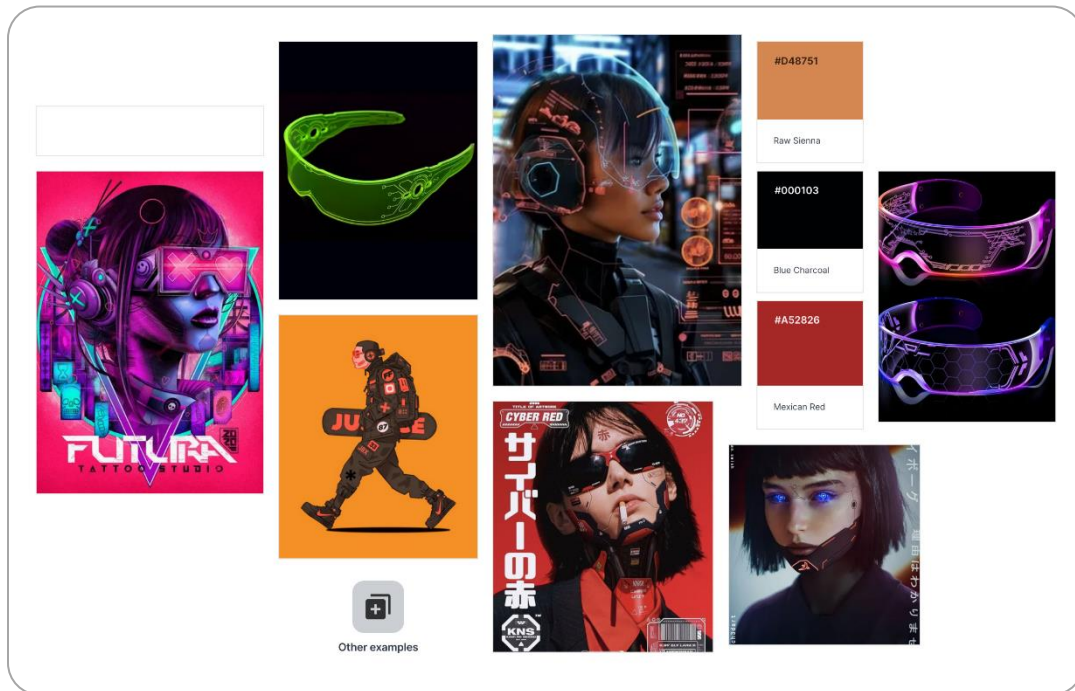
Aquí sí me acuerdo de algunos. Te voy a contar algunos de **mis inventos** para darte una idea. Ojito que no puedes hacer los mismos:

**Juguete con Movimiento y Luces**  
A veces soy un juguete que incluye un motor para moverse y una luz LED para iluminar. Sirvo para entretener a las mascotas por horas.

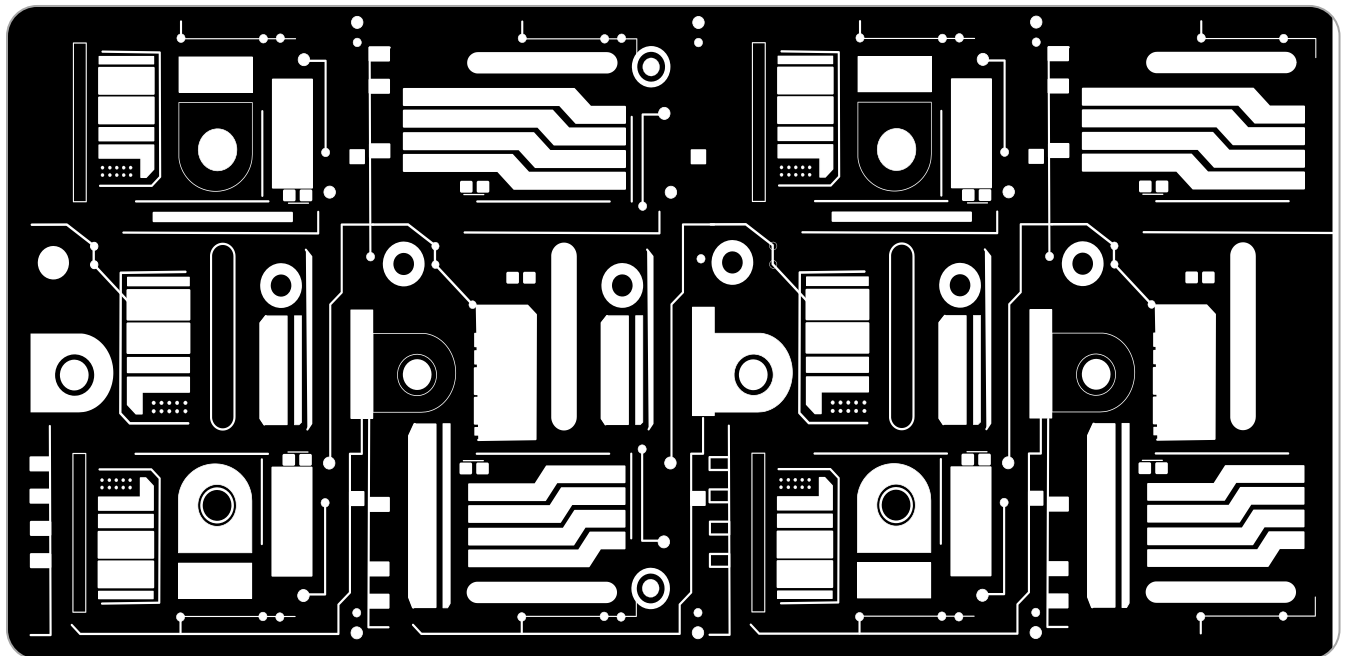
**Indicador de Lluvia.**  
Me gusta mucho ser un dispositivo con una luz LED que cambia de color cuando detecto humedad, indicando que está lloviendo. Ha sido muy útil, la ropa se nos ha mojado menos.

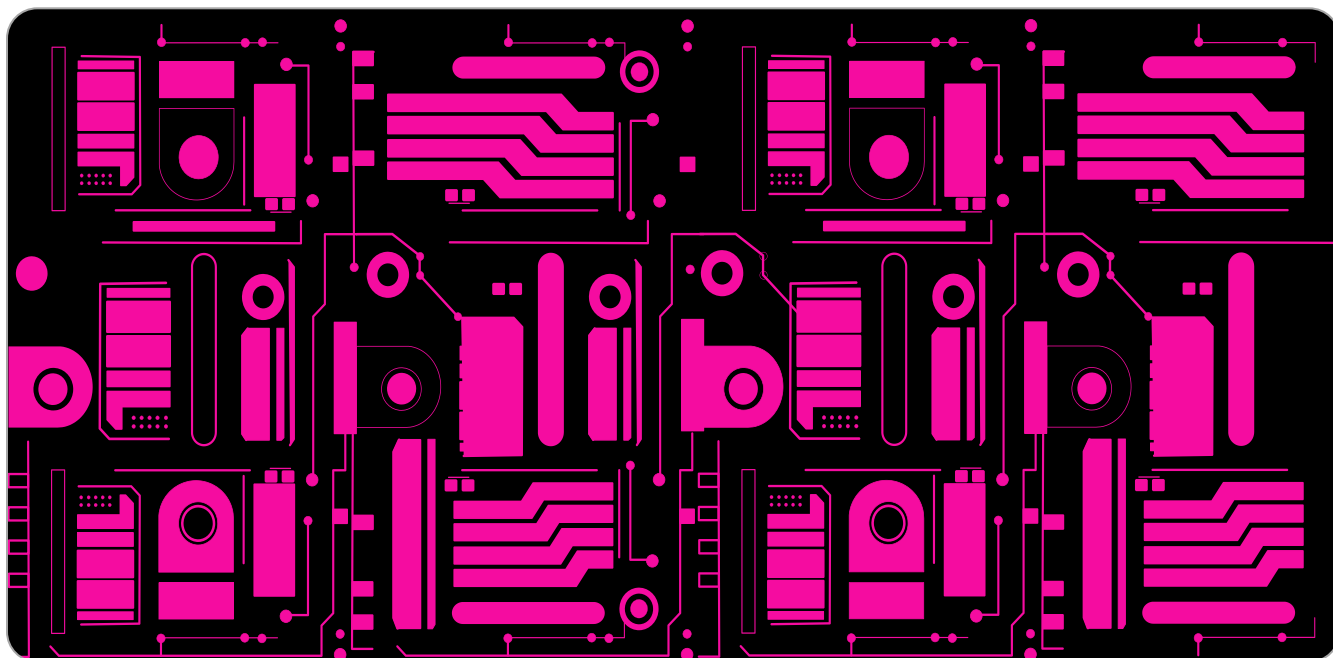
¿Y tú? ¿Qué te cuentas?

Apéndice K Moodboard para desarrollo de patronaje.

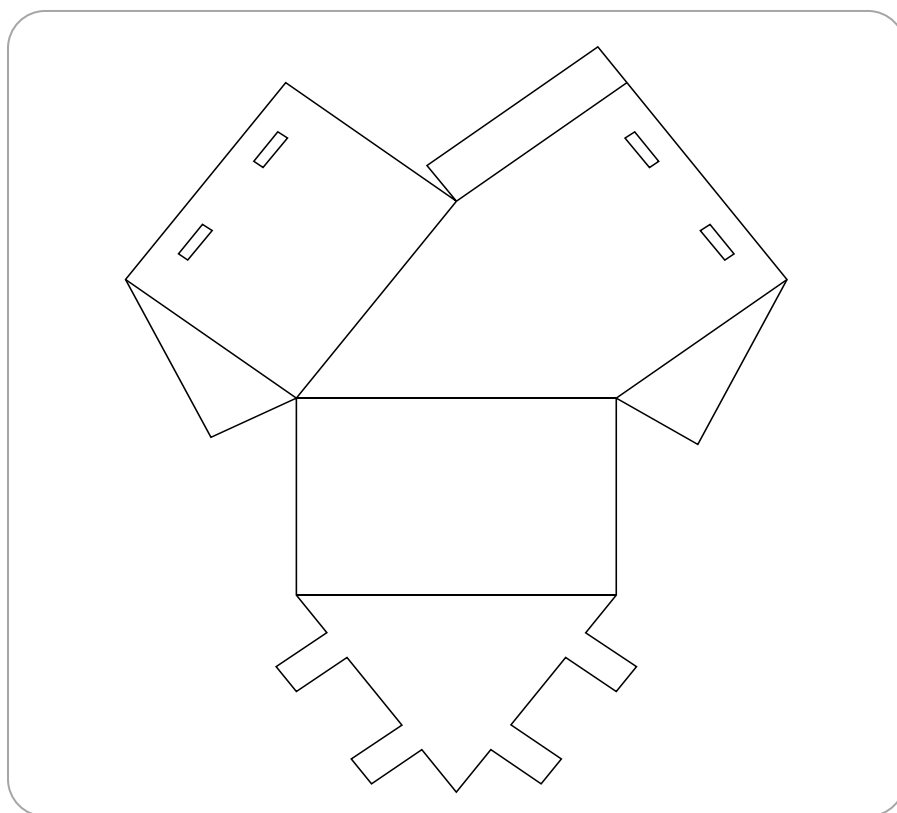


Apéndice L Versiones alternas patronaje Z-Bot.





**Apéndice M** *Plano empaque Z-Bot*



**Apéndice N** *Protocolo de validación*

Se puede revisar el protocolo a detalle aquí: [Protocolo de validación](#)

**Apéndice O** *Asentimiento informado*

Se puede revisar el formato de asentimiento informado en blanco, a detalle aquí:

[Asentimiento informado](#)

**Apéndice P** *Formularios de evaluación*

¿Qué piensas de la robótica?	- ¿Qué tan de acuerdo estas? +				
	No	Poco	Medio	Mucho	Sí
1 Puedo construir un robot por mí mismo/a					
2 Me siento seguro/a al interactuar con tecnología					
3 Estoy interesado/a en aprender sobre robótica					
4 Creo que la robótica es una área emocionante y relevante					
5 Siento que tengo las habilidades necesarias para aprender sobre robótica					
6 Puedo entender los conceptos básicos de la robótica.					
7 Me siento emocionado/a al pensar en construir y programar un robot.					
8 Considero que la robótica es importante para el futuro.					
9 Creo que construir robots puede ser divertido.					
10 Tengo curiosidad por aprender cómo funcionan los robots.					
11 Me siento capaz de resolver problemas relacionados con la robótica.					
12 Creo que la robótica puede ayudar a resolver problemas del mundo real.					
13 Me gustaría explorar diferentes áreas de la robótica, como la inteligencia artificial o la robótica móvil.					

- 
- 14 Considero que la robótica es una habilidad útil para mi futuro.
- 
- 15 Puedo imaginar cómo usar la robótica para mejorar mi vida cotidiana.
- 
- 16 Me siento inspirado/a por la idea de crear algo con mis propias manos.
- 
- 17 Creo que construir un robot sería un desafío interesante.
- 
- 18 Estoy dispuesto/a a dedicar tiempo para aprender sobre robótica.
- 
- 19 Me siento motivado/a para aprender sobre electrónica y programación.
- 
- 20 Considero que la robótica puede ser una carrera universitaria emocionante.
- 
- 21 Creo que construir un robot me ayudaría a desarrollar nuevas habilidades.
- 
- 22 Me siento orgulloso/a de mis habilidades cuando logro construir algo nuevo.
- 

#### **Apéndice Q** *Tabulación de datos obtenidos en validaciones*

Se puede revisar la tabulación de los datos a detalle aquí: [Validaciones Z-Bot.xlsx](#)