



UNIVERSIDAD  
**NACIONAL**  
DE COLOMBIA



## **TEACH HAND**

Equipo 6

Juan Sebastián De Jesús Daleman Martínez

Andrés Felipe Riaño Solano

Miguel Fernando Navarro Gómez

Daniel Andrés Rojas Granados

James Mauricio Daza Obando

Fabián Garzón García

Óscar Andrés Eraso Eraso

Universidad Nacional de Colombia  
Facultad de Ingeniería  
Taller de Proyectos Interdisciplinarios  
Bogotá, Colombia  
Mayo, 2023

# Resumen Ejecutivo

En Colombia, la falta de comunicación entre personas con discapacidad auditiva (alrededor de 660,000) y las que no conocen la lengua de señas afecta su interacción en la vida cotidiana, académica y laboral. Aunque el gobierno colombiano ha implementado medidas para proteger y promover los derechos de las personas con discapacidad, el acceso a la educación y el empleo sigue siendo un desafío debido a la discriminación y la falta de capacitación adecuada. Además, la falta de acceso a servicios y tecnologías de apoyo para la comunicación y la educación es un problema significativo para la población sorda. El objetivo de este proyecto es crear un dispositivo que facilite el aprendizaje de la lengua de señas para reducir la brecha de comunicación que experimenta la población con discapacidad auditiva, utilizando el diseño, la ingeniería y las tecnologías actuales.

La solución propuesta es crear un dispositivo que facilite el aprendizaje de la lengua de señas, reforzando y corrigiendo al usuario a través de una interfaz que brinda retroalimentación en tiempo real sobre los diferentes gestos y movimientos que se realizan para la comunicación a través de esta lengua. El dispositivo sería un guante, ya que la mayoría de los movimientos y gestos empleados en la LSC se realizan con las manos. El guante estaría conectado a una interfaz gráfica, que proporcionaría una retroalimentación en tiempo real del gesto del usuario.

La solución es altamente recomendada debido a que tiene un impacto significativo en todas las edades y hace uso de las tecnologías actuales disponibles para mejorar la calidad de vida de las personas con discapacidad auditiva. Además, promueve el aprendizaje de la lengua de señas en la sociedad, fomentando la inclusión y la diversidad en la comunidad. El dispositivo permite la retroalimentación del usuario, lo que permite una mejora continua en el proceso de aprendizaje de la lengua de señas. En resumen, esta solución representa una gran oportunidad para mejorar la inclusión y la calidad de vida de las personas con discapacidad auditiva, al mismo tiempo que promueve la diversidad y el aprendizaje en la sociedad en general.

El diseño preliminar del prototipo incluye el uso de un guante con resistencias variables y una PCB que permita la transmisión de datos. Se busca desarrollar una interfaz que traduzca cada señal enviada por la PCB en tiempo real a una imagen representativa de la letra correspondiente. Se espera identificar y corregir los errores al practicar la lengua de señas con esta herramienta. El objetivo principal del prototipo es lograr retroalimentación sobre lo aprendido a través de una herramienta que permita identificar los errores cometidos al practicar la lengua de señas (para el alcance del proyecto, inicialmente letras).

Este proyecto tiene el potencial de mejorar significativamente la calidad de vida de las personas con discapacidad auditiva en Colombia, promoviendo la inclusión y la diversidad en la sociedad. Además, podría ser un modelo para otros países con problemas similares y servir como un ejemplo de cómo la tecnología puede ayudar a cerrar la brecha de comunicación entre personas con y sin discapacidades.

# 1. Introducción

El proyecto propuesto busca desarrollar un dispositivo que facilite el aprendizaje de la lengua de señas para disminuir la brecha de comunicación que sufre la población con discapacidad auditiva en Colombia. La solución propuesta consiste en crear un guante que reforzaría y corregiría al usuario a través de una interfaz los diferentes gestos y movimientos que se realizan para la comunicación a través de esta lengua. Este guante estaría conectado a una interfaz gráfica que brindaría retroalimentación en tiempo real del gesto del usuario.

En cuanto al diseño preliminar, se plantea el desarrollo de un guante con resistencias variables y una PCB que permita la transmisión de datos. Además, se busca desarrollar una interfaz que traduzca cada señal enviada por la PCB en tiempo real a una imagen representativa de la letra correspondiente. El alcance del proyecto se limita al desarrollo de un prototipo que permita identificar y corregir errores al practicar la lengua de señas para las letras del alfabeto.

Esta solución representa una gran oportunidad para mejorar la inclusión y la calidad de vida de las personas con discapacidad auditiva en Colombia, al mismo tiempo que promueve la diversidad y el aprendizaje en la sociedad en general.

## 2. El problema y su contexto

Actualmente, en Colombia existe una brecha de comunicación muy grande que afecta la vida de la población con discapacidad auditiva (aproximadamente 660.000 personas (*Intérpretes de lengua de señas, conectando mundos, s/f*)) cuando intentan comunicarse con personas que no están familiarizadas con la lengua de señas, afectando la interacción en el contexto personal, académico y laboral.

### 2.1. Antecedentes y opiniones de expertos

Se realizó la investigación encontrando los siguientes proyectos afines a la problemática a tratar.

- **Tecnosor:** Proyecto presentado en TPI 2022-2 donde se busca por medio de una cámara reconocer la lengua de señas y servir como intérprete.
- **IncluSeñas:** Es una aplicación gratuita que permite aprender lo básico de la lengua de señas de forma sencilla y lúdica, buscando ayudar a la inclusión de personas sordas en la sociedad.

## **Expertos**

*Karen Pedraza - Estudiante de ingeniería de Sistemas, Fundación Universitaria Konrad Lorenz:* Aportó nuevas ideas para el desarrollo de una interfaz educativa para intérpretes de lengua de señas

*Diana Patricia Contreras - Psicóloga del Observatorio De Inclusión Para Personas Con Discapacidad de la Universidad Nacional:* Nos mostró el contexto de la problemática que se está tratando y nos orientó a elegir una posible solución que va enfocada a la formación de intérpretes de lengua de señas.

*Nataly Alexandra Navarro Gómez -Estudiante del pregrado intérprete profesional de la lengua de señas colombiana, universidad del bosque,* con 2 años de experiencia como intérprete: Nos introdujo en el contexto , y nos permitió conocer problemáticas en la comunidad sorda desde varios puntos de vista.

## **2.2. Descripción del contexto (PESTAL)**

### **Factores Políticos:**

El gobierno colombiano ha implementado medidas para proteger y promover los derechos de las personas con discapacidad, incluyendo la Ley 1618 de 2013 que establece la política nacional de discapacidad.(Gobierno nacional, 2013, sec. Ley 1618 de 2013, Política Nacional de Discapacidad)

Sin embargo, el acceso a la educación y el empleo para las personas sordas sigue siendo un desafío en Colombia.

### **Factores Económicos:**

La economía colombiana ha experimentado un crecimiento sostenido en los últimos años, pero la desigualdad económica sigue siendo un problema significativo.

Las personas sordas enfrentan barreras para acceder a empleos bien remunerados debido a la discriminación y la falta de acceso a la educación y capacitación adecuadas. Aproximadamente 3 millones de personas tienen discapacidad auditiva en Colombia, pero solo el 26,7% ha tenido un trabajo remunerado y solo el 13,5% tiene un trabajo estable. (Mariño, 2022)

### **Factores Sociales:**

La comunidad sorda en Colombia tiene una cultura y un idioma distintivos (la lengua de señas colombiana) que a menudo son incomprensidos o ignorados por la población oyente. La falta de acceso a servicios y tecnologías de apoyo para la comunicación y la educación ha sido un problema para la población sorda en Colombia.(Arango, 2016)

### **Factores Tecnológicos:**

La tecnología ha mejorado significativamente la vida de las personas sordas en Colombia, con herramientas como videollamadas, subtítulos y tecnología de reconocimiento de voz disponibles para facilitar la comunicación. Sin embargo, el acceso a estas tecnologías sigue siendo limitado para muchas personas sordas en Colombia debido a barreras económicas y de infraestructura. (Mintic, 2020)

### **Factores Ambientales:**

Colombia es un país con una rica biodiversidad y una amplia variedad de entornos naturales, pero la accesibilidad a estos entornos para personas con discapacidades puede ser limitada.

Las personas sordas también enfrentan barreras para acceder a información crucial en situaciones de emergencia debido a la falta de intérpretes de lengua de señas en los medios de comunicación. (Roa, 2022)

### **Factores Legales:**

La Ley 1618 de 2013 establece los derechos de las personas con discapacidad en Colombia, incluyendo la accesibilidad a servicios y tecnologías de apoyo. Sin embargo, la implementación de estas leyes puede ser inconsistente y la discriminación sigue siendo un problema para la población sorda en Colombia. (Gobierno nacional, 2013, sec. Ley 1618 de 2013, Política Nacional de Discapacidad)

## **2.3. Análisis de actores o stakeholders**

Para los actores o stakeholders tenemos como los más influyentes al grupo de TPI, las personas que desean aprender lengua de señas y personas que se relacionan constantemente con personas sordas como familiares. En un nivel de menor influencia están el grupo de Bienestar UNAL e instituciones que imparten la lengua de señas. En un tercer nivel organizaciones que estén interesadas en la inclusión de personas sordas e intérpretes que deseen mejorar sus habilidades en la lengua de señas y en el último nivel de interés tenemos a organizaciones gubernamentales enfocadas en hacer inclusión social de personas sordas como el INSOR, FENASCOL, ASISBOG y la secretaria de integración social.

## **2.4. La problemática, objetivos y modalidad**

**Problema central:** Brecha de comunicación para la población con discapacidad auditiva en Colombia.

**Causas principales y secundarias:**

Falta de conocimiento y competencias en lengua de señas colombiano por parte de los profesionales en diseño, ingeniería y tecnología.

- Ausencia de programas de formación y capacitación en lengua de señas colombiana en las universidades y centros de formación técnica para los profesionales en diseño, ingeniería y tecnología.

Falta de recursos y herramientas adecuadas para el aprendizaje de la lengua de señas colombiano.

- Pocos recursos destinados a la producción y difusión de materiales educativos de alta calidad en lengua de señas colombiana.
- Limitaciones técnicas y de infraestructura para la transmisión y acceso a los contenidos educativos en línea y en otros formatos digitales.

Ausencia de incentivos y políticas públicas que fomenten la inclusión y el acceso a la educación para las personas con discapacidad auditiva.

- Falta de colaboración y coordinación entre las diferentes entidades gubernamentales y organizaciones de la sociedad civil que trabajan en la promoción de los derechos de las personas con discapacidad auditiva.
- Dificultades en el acceso a los servicios de salud y rehabilitación auditiva, que pueden limitar el desarrollo de habilidades comunicativas y lingüísticas en la lengua de señas colombiano.

Falta de difusión y promoción de la lengua de señas colombiana como parte de la cultura y patrimonio de Colombia.

- Discriminación por parte de la sociedad hacia las personas con discapacidad auditiva, lo que limita su inclusión y participación plena en diferentes ámbitos.
- Falta de sensibilización y capacitación de los proveedores de servicios públicos y privados en el uso de la lengua de señas colombiano, lo que dificulta la comunicación y el acceso a la información para las personas con discapacidad auditiva.

#### **Efectos:**

- Dificultades para la comunicación y la participación social de las personas con discapacidad auditiva.
- Limitaciones en el acceso a servicios públicos, educación, empleo y otros recursos.
- Estigmatización y marginación de las personas con discapacidad auditiva.
- Pérdida de la diversidad cultural y lingüística de Colombia, al no valorar ni preservar la lengua de señas colombiana como una forma de comunicación auténtica y significativa para la población con discapacidad auditiva.

## **Objetivos**

Podemos establecer algunos objetivos generales tales como:

- Identificar oportunidades de mejora en los procesos de la organización y proponer soluciones innovadoras.
- Fomentar la creatividad y el pensamiento crítico en la búsqueda de soluciones.
- Promover la comunicación efectiva y la colaboración entre los miembros del equipo.

- Utilizar herramientas y tecnologías adecuadas para la gestión de proyectos y la optimización del trabajo en equipo.

Y unos objetivos específicos para la totalidad del proyecto así:

- Desarrollar un prototipo funcional del guante con resistencias variables y PCB para la transmisión de datos, con el fin de permitir la retroalimentación en tiempo real de los movimientos de la lengua de señas que realiza el usuario.
- Diseñar una interfaz gráfica que traduzca cada señal enviada por la PCB en tiempo real a una imagen representativa de la letra correspondiente, para permitir la identificación y corrección de los errores al momento de practicar la lengua de señas.
- Realizar pruebas piloto del prototipo con un grupo de personas con discapacidad auditiva, con el objetivo de evaluar su efectividad en el aprendizaje de la lengua de señas y recopilar retroalimentación para futuras mejoras en el diseño y funcionalidad del dispositivo.
- Contribuir con la disminución de la brecha de comunicación que existe entre las personas sordas con la población oyente a través de la creación de un dispositivo e interfaz gráfica que ayude a enseñar y reforzar la lengua de señas.

## **2.5. Análisis de la pregunta esencial**

**¿Cómo promover y facilitar el aprendizaje de la lengua de señas para disminuir la brecha de comunicación que sufre la población con discapacidad auditiva desde el diseño, la ingeniería y las tecnologías actuales?**

Para llegar a esta pregunta primero se planteó el problema usando la metodología propuesta en clase siguiendo estos parámetros:

- ¿Cuál es el problema?
- ¿Por qué esto es un problema?
- ¿Cómo surgió y a quién afecta?
- ¿Por qué es importante resolverlo?
- ¿Qué tan posible es resolverlo?
- ¿A quién le va a importar que este problema sea resuelto?
- ¿A quién se le dirigen las recomendaciones?
- ¿De qué problema mayor este problema acá planteado forma parte?

Después de esto, para poder plantear nuestra pregunta seguimos los siguientes pasos:

- Obtener información sobre las variables.
- Comparar
- Comprender

Al plantear la pregunta en este proyecto, se buscó que esta, fuera clara y concisa para invitar a la reflexión sobre el problema en cuestión. Además, se tomó en cuenta el contexto del proyecto para asegurarnos de que la pregunta fuera adecuada para encaminar las soluciones hacia la resolución del problema planteado. De esta manera, buscamos enfocar nuestros esfuerzos en las áreas relevantes y lograr una solución efectiva y eficiente.

## **2.6. Posible solución**

Crear un dispositivo que facilite el aprendizaje de lengua de señas, reforzando y corrigiendo al usuario a través de una interfaz, los diferentes gestos y movimientos que se realizan para la comunicación a través de esta lengua. Este dispositivo podría consistir en un guante, dado que la mayoría de movimientos y gestos empleados en la LSC se dan con las manos. A su vez, la interfaz gráfica estaría conectada al dispositivo, de manera que brindaría una retroalimentación en tiempo real del gesto del usuario.

# **3. Formulación del proyecto**

## **3.1. Propuesta de alternativas**

Tipos de recursos implicados; qué implicaciones tienen las soluciones

### **Solución 2:**

Una de las primeras alternativas consideradas para la resolución de la problemática consistía en un elemento-objeto con carácter lúdico, que fomentara la interacción a través del juego entre niños sordos y oyentes en un ámbito escolar. Esta propuesta buscaba generar confianza al momento de darse la comunicación entre los niños con discapacidad y aquellos que no la tienen, en una edad temprana en la que las habilidades comunicativas se están desarrollando. De esta manera, se eliminaría la brecha causada por la inseguridad o intranquilidad que se puede dar al no saber cómo comunicarse con una persona sorda por parte de un oyente, y viceversa.

### **Solución 3:**

Otra alternativa consistía en un dispositivo que, valiéndose de las Inteligencias artificiales y la captura de imagen, logre interpretar la lengua de señas. Su objetivo es facilitar la comunicación entre una persona conocedora de la lengua de señas con otra que lo desconoce a través de la interpretación en tiempo real de esta lengua por medio de captura de imagen, por medio de una interfaz similar a una cámara.

## **3.2. Evaluación de alternativas**



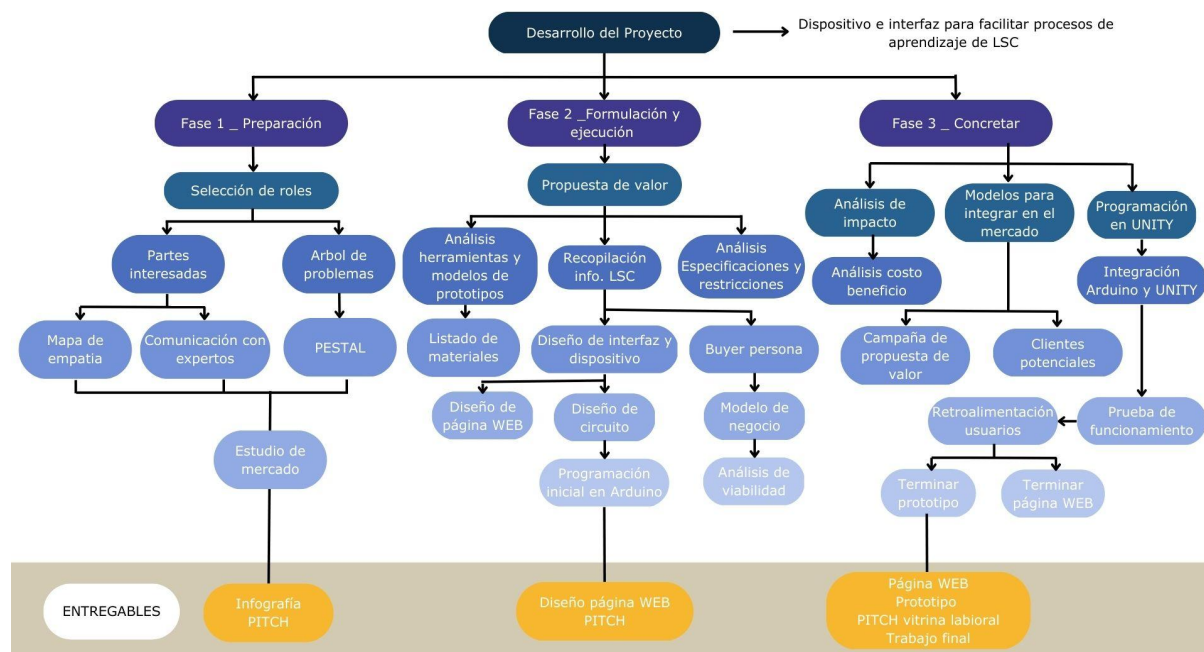
**-Solución 1:** Esta solución es altamente recomendada debido a que tiene un impacto significativo en todas las edades, haciendo uso de las tecnologías actuales disponibles para mejorar la calidad de vida de las personas con discapacidad auditiva. Además, promueve el aprendizaje de esta lengua en la sociedad, lo que fomenta la inclusión y la diversidad en la comunidad. Otra ventaja de esta solución es que facilita la retroalimentación de lo aprendido, permitiendo una mejora continua en el proceso de aprendizaje de la lengua de señas. En resumen, esta solución representa una gran oportunidad para mejorar la inclusión y la calidad de vida de las personas con discapacidad auditiva, al mismo tiempo que promueve la diversidad y el aprendizaje en la sociedad en general.

**-Solución 2:** El impacto de esta alternativa se concentra en edades tempranas, lo que significa que sus efectos se verán reflejados a largo plazo. Sin embargo, no cumple con la expectativa de impactar a todas las edades, lo que puede limitar su alcance. Además, esta posible solución no hace uso de las tecnologías disponibles, las cuales podrían tener un gran impacto en la vida de las personas con discapacidad auditiva. Es importante considerar cómo las tecnologías pueden mejorar la calidad de vida y la inclusión de las personas con discapacidad auditiva en todos los ámbitos.

**-Solución 3:** Esta alternativa puede resultar muy invasiva e incómoda para personas con discapacidad auditiva, ya que hace uso de cámaras y videos. Según expertos consultados, como Diana Patricia Contreras, gran parte de la población sorda se siente incómoda al ser monitoreada de esta manera. Es importante tener en cuenta que la privacidad y la comodidad son elementos esenciales en cualquier solución destinada a mejorar la calidad de vida de las personas con discapacidad auditiva, por lo que es importante considerar alternativas menos intrusivas y que respeten la autonomía y la dignidad de estas personas

### **3.3. Definición de la Estructura de Desglose de Trabajo (EDT)**

El desarrollo del proyecto se dará teniendo en cuenta las diferentes fases o edificios planeadas dentro del marco de la asignatura TPI, como se evidencia en el siguiente esquema:



**Esquema 1: Estructura de Desglose de Trabajo (EDT) para Teach hand**

### 3.4. Planteamiento del diseño preliminar

El objetivo principal de este primer diseño de prototipo es lograr retroalimentación sobre lo aprendido a través de una herramienta que permita identificar los errores cometidos al practicar la lengua de señas (para el alcance del proyecto inicialmente letras). Para alcanzar este objetivo, se plantea el diseño de un guante con resistencias variables y una PCB que permita la transmisión de datos. Asimismo, se busca desarrollar una interfaz que traduzca cada señal enviada por la PCB en tiempo real a una imagen representativa de la letra correspondiente. De esta forma, se espera poder identificar y corregir los errores al momento de practicar la lengua de señas.

### 3.5. Aspectos claves del proyecto

#### 3.5.1. Alcance

El alcance del proyecto se ha determinado teniendo en cuenta el tiempo restante de semestre, se espera mostrar a final de semestre un prototipo de guante, el cual esté integrado con una interfaz gráfica, la cual muestre las letras del abecedario de lengua de señas colombiana.

#### 3.5.2. Tiempo (Cronograma)

Ver anexo diagrama de Gantt

### **3.6. Conceptos preliminares de ciencias, matemáticas e ingeniería para aplicar en el diseño.**

Para este proyecto se requieren algunos conocimientos específicos adquiridos a lo largo de las diferentes carreras, tales como programación (Arduino y Unity, C++), conocimiento en circuitos y resistencias variables(para este caso flexómetros), acercamiento a los gestos característicos de la lengua de señas.

El sistema Arduino es una placa microcontroladora de hardware abierto y bajo costo, diseñada originalmente para facilitar la implementación de la electrónica en proyectos artísticos e interactivos por personas no expertas. Actualmente, existen más de 20 modelos de plataformas Arduino con distintas características y posibilidades, pero todos son compatibles entre sí de forma ascendente, lo que significa que una aplicación que funcione en una plataforma más simple también funcionará en una plataforma más avanzada que tenga las mismas características. Los microcontroladores más comunes en la plataforma son los de la familia AVR de ATMEL, aunque también hay otras plataformas que usan microcontroladores como el Cortex M3 de ARM de 32 bits. Para facilitar la programación de Arduino, se desarrolló simultáneamente un entorno de desarrollo integrado (IDE) que utiliza un lenguaje similar a C++, basado en el lenguaje Wiring 2, y está basado en Processing 3. Este IDE permite la edición, compilación y envío de programas a la placa Arduino, así como la comunicación y visualización de datos en una ventana terminal. La placa Arduino se comunica con el IDE mediante un cargador (bootloader) pre-cargado en el microcontrolador de la placa Arduino. El IDE es de código abierto y se puede descargar gratuitamente desde el sitio web oficial de Arduino. Arduino se puede utilizar para desarrollar objetos interactivos autónomos o conectados a otros software en un ordenador, como Flash, Processing, Max/MSP, LabView, MatLab, entre otros. También se puede tomar información del entorno mediante sensores conectados a las entradas analógicas y digitales de la placa Arduino, y controlar luces, motores y otros actuadores directamente o mediante señales generadas en sus salidas. Además, hay modelos de Arduino específicamente diseñados para proyectos wearables o e-textiles. La placa Arduino también se puede comunicar con otras placas Arduino y con otros sistemas mediante Wifi, Ethernet, Bluetooth, etc., lo que permite la interacción a distancia y el uso del Internet de las cosas (IoT). (Fernández, 2019)

Unity es un motor de videojuegos que permite a los desarrolladores crear juegos y experiencias interactivas para múltiples plataformas, como PC, consolas, dispositivos móviles y realidad virtual.

Unity admite varios lenguajes de programación, como C#, UnityScript (un dialecto de JavaScript) y Boo (un lenguaje de programación orientado a objetos basado en Python). Sin embargo, C# es el lenguaje de programación preferido por Unity y es el más utilizado por los desarrolladores.

La facilidad para crear interfaces gráficas en Unity depende en gran medida de la habilidad del desarrollador y su conocimiento de la herramienta. Unity cuenta con un editor visual muy completo que permite diseñar y crear interfaces de usuario utilizando elementos preconstruidos y personalizables. Además, Unity tiene una gran cantidad de recursos y tutoriales disponibles en línea para ayudar a los desarrolladores a aprender a crear

interfaces gráficas efectivas. En general, con la práctica y la dedicación, se puede lograr una gran facilidad para crear interfaces gráficas en Unity.(Unity Technologies,s.f.)

### 3.6.1. Especificaciones del diseño, posibles restricciones, fuentes de incertidumbre y normas específicas a aplicar en la construcción y el diseño de la solución a la problemática.

El guante necesita ser ergonómico, de fácil colocación y que permita realizar varios movimientos de forma libre para poder expresarse en lengua de señas fácilmente, la interfaz gráfica tiene que ser intuitiva para que el usuario pueda manejarla fácilmente y acceder a cada módulo de aprendizaje sin complicaciones. Como restricciones en el diseño inicial están que debe transmitir y recibir datos a través de cableado y la adquisición está limitada solo a señas de letras del abecedario, esto debido al alcance.

Una de las restricciones que se tiene es el tiempo restante para culminar el proyecto, esto debido a que se espera que la interfaz gráfica- guante, sea capaz de retroalimentar palabras y frases en tiempo real a un estudiante de lengua de señas; sin embargo, para el tiempo restante (8 semanas), se establece un alcance de traducción de algunas letras.

La normativa a cumplir al ser un dispositivo electrónico de "muy baja tensión" según la normativa RETIE no se necesita tener precauciones de uso dado que la corriente a manejar es muy baja.

Una gran fuente de incertidumbre que se tiene en el proyecto es la gran cantidad de variaciones que las personas que utilizan la lengua de señas pueden tener para una misma letra o palabra, variaciones que físicamente se pueden ver como pequeñas, pero que a la hora de registrar estos movimientos en una base de datos pueden llegar a ser muy similares entre sí, se requiere entonces de una gran alimentación a estas bases de datos para tener cubierta la mayor cantidad de variaciones existentes.

### 3.6.2. Costos a incurrir en el desarrollo del proyecto.

Los costos que deben tener en cuenta para la construcción del primer prototipo se muestran en la tabla 1.

Cantidad	Materiales	Costos	
		US	\$ Colombianos
6	Sensores	72	360000
5	PCB	10	50000
5	Resistencias	1	5000
1	Guantes	2	10000
1	Arduino Nano	10	50000
1	Estaño	1	5000
1	Cautin	12	60000
10	Cables de conexión	2	10000
Total		110	550000

**Tabla 1:** Costos de prototipo inicial

Además de esto, se deben tener en cuenta los equipos necesarios, los cuales se presentan en la siguiente lista:

- Computador
- Multímetro
- Unity
- Cortafrios
- Cable de conexión entre arduino y computador
- Protoboard
- Jumpers
- Id de arduino
- Pistola de silicona

En el diagrama de Gantt, se ha contemplado un periodo de 8 semanas para el desarrollo del proyecto. Durante cada semana se tiene previsto trabajar 10 horas, y se han distribuido las tareas entre los 6 integrantes del equipo. En total, se destinarán 80 horas por persona para el desarrollo del prototipo en su conjunto.

## **3.7. Viabilidad del proyecto**

### **3.7.1 Estudio técnico**

Para el estudio de técnico se deben considerar los siguientes aspectos:

- Selección de los sensores: Es importante elegir sensores precisos y sensibles que puedan detectar los movimientos y gestos de las manos con la mayor precisión posible. Los sensores deben ser lo suficientemente pequeños y ligeros para no interferir con la movilidad de las manos del usuario.
- Conexión del guante a la interfaz: El guante debe estar conectado a la interfaz gráfica para que pueda brindar una retroalimentación en tiempo real del gesto del usuario. La conexión puede ser a través de bluetooth o cable USB, dependiendo de la tecnología utilizada en la interfaz.
- Selección de microprocesador: El microprocesador es el cerebro del dispositivo y es responsable de procesar los datos de los sensores y enviar la retroalimentación al usuario. Es importante elegir un microprocesador que sea lo suficientemente potente para manejar los datos de los sensores y que tenga suficiente memoria para almacenar el software necesario. Algunos microprocesadores que podrían ser útiles son:
- Arduino: Arduino es una plataforma de hardware libre y de código abierto que se utiliza para crear dispositivos interactivos.
- Raspberry Pi: Raspberry Pi es un ordenador de placa única que se utiliza para crear dispositivos electrónicos.

- Desarrollo de la interfaz gráfica: La interfaz gráfica debe ser fácil de usar y comprender para el usuario. Debe mostrar los movimientos y gestos realizados por el usuario y brindar retroalimentación en tiempo real para corregir y reforzar los gestos. La interfaz también debe ser capaz de almacenar los datos del usuario para su posterior análisis y seguimiento.

### 3.7.2 Estudio de mercado

Para el estudio de mercado teniendo en cuenta el producto-solución principal se realizó el siguiente análisis DOFA:

Fortalezas:

- Interfaz gráfica interactiva desarrollada en Unity: Proporciona una experiencia visual atractiva y fácil de usar para los usuarios, lo que facilita el aprendizaje y repaso de la lengua de señas colombiana.
- Guante con sensores y conectividad Arduino: Permite al usuario imitar los gestos de la lengua de señas y recibir retroalimentación precisa sobre la posición de los dedos, lo que mejora la práctica y el perfeccionamiento de los movimientos.
- Enfoque en la lengua de señas colombiana: Aborda las necesidades específicas de la población colombiana al centrarse en el aprendizaje y repaso de la lengua de señas local, lo que lo hace relevante y adecuado para los usuarios objetivo.

Oportunidades:

- Demanda creciente: Existe una creciente conciencia y sensibilidad hacia las necesidades de las personas sordas y el interés en aprender la lengua de señas, lo que genera una oportunidad para productos que faciliten ese aprendizaje.
- Escasez de herramientas interactivas: Aunque existen recursos para el aprendizaje de la lengua de señas, la combinación de una interfaz gráfica interactiva y un guante con retroalimentación precisa es única y puede satisfacer una necesidad no atendida en el mercado.

Debilidades:

- Dependencia de la conexión a la computadora: El hecho de que el guante esté conectado a la computadora puede limitar la movilidad y la practicidad del producto, ya que los usuarios deben usarlo cerca de la computadora.
- Barrera de accesibilidad: Si bien el producto tiene como objetivo ayudar a las personas a aprender y practicar la lengua de señas, es importante asegurarse de

que el software y el hardware sean accesibles para personas con discapacidades visuales u otras limitaciones.

#### Amenazas:

- Competencia en el mercado de aprendizaje de lengua de señas: Existen otros productos y servicios disponibles para el aprendizaje de la lengua de señas, como aplicaciones móviles, cursos en línea y recursos impresos. Es importante diferenciarse y destacar los beneficios únicos de este producto.
- Cambios tecnológicos: El avance de la tecnología podría llevar a la aparición de productos similares o más avanzados en el mercado, lo que podría representar una amenaza si no se mantiene actualizado y se adapta a las nuevas tendencias y tecnologías.
- En general, este producto de aprendizaje de lengua de señas colombiana basado en una interfaz gráfica interactiva y un guante con sensores Arduino presenta fortalezas significativas, como su enfoque localizado, retroalimentación precisa y experiencia interactiva. Sin embargo, también enfrenta desafíos relacionados con la movilidad, accesibilidad y competencia en el mercado. Al abordar estas debilidades y amenazas, y aprovechando las fortalezas y oportunidades, se puede potenciar el éxito y la aceptación del producto en el mercado.

Teniendo en cuenta el análisis DOFA, existe un creciente interés en aprender la lengua de señas colombiana, ya sea para comunicarse con personas sordas en su entorno personal o profesional, o por motivos de inclusión y sensibilización; la interfaz gráfica interactiva proporciona una experiencia de aprendizaje visual y atractiva para los usuarios oyentes, y el guante con retroalimentación precisa les permite imitar y practicar los gestos de la lengua de señas de manera efectiva, con esto se plantea un mercado objetivo de la siguiente manera:

- Instituciones educativas: Escuelas, colegios, universidades y centros de formación que ofrecen programas de educación inclusiva y desean contar con herramientas interactivas para el aprendizaje de la lengua de señas colombiana. El producto puede ser utilizado en aulas, laboratorios de idiomas o como recurso complementario en programas educativos.
- Centros de capacitación y formación profesional: Organizaciones y entidades que brindan capacitación en habilidades laborales y profesionales para personas sordas. El producto puede ser utilizado como parte de los programas de formación en lengua de señas, mejorando la práctica y el perfeccionamiento de los gestos.
- Organizaciones no gubernamentales (ONG): ONG que se dedican a promover la inclusión y los derechos de las personas sordas. Estas organizaciones pueden utilizar el producto en sus programas y proyectos para apoyar el aprendizaje y desarrollo de la lengua de señas, así como para fomentar la sensibilización y la igualdad de oportunidades.

- Empresas e instituciones públicas: Empresas privadas y entidades gubernamentales que deseen promover la inclusión y la comunicación efectiva con personas sordas en sus entornos laborales. El producto puede ser utilizado como parte de programas de capacitación y sensibilización, así como para facilitar la comunicación en reuniones y eventos.
- Usuarios individuales: Personas sordas o interesadas en aprender la lengua de señas colombiana de forma autodidacta. El producto puede ser comercializado directamente a través de plataformas en línea o tiendas especializadas, brindando a los usuarios la oportunidad de adquirirlo para su propio uso y aprendizaje.

### **3.7.3 Estudio organizacional y legal**

Para el proyecto, la estructura organizacional se basó en los siguientes roles:

- CEO (Chief Executive Officer): El CEO es el máximo responsable ejecutivo del proyecto. Se encarga de establecer la visión estratégica, tomar decisiones clave, supervisar el desarrollo general del proyecto y asegurarse de que se alcancen los objetivos establecidos. También se encarga de representar al proyecto frente a socios, inversionistas y otras partes interesadas.
- CMO (Chief Marketing Officer): El CMO lidera las estrategias de marketing y comunicación del proyecto. Es responsable de identificar oportunidades de mercado, desarrollar planes de marketing, establecer relaciones con clientes y socios estratégicos, y promover la marca y el producto. Además, se encarga de analizar el mercado, identificar segmentos objetivo y desarrollar estrategias de posicionamiento.
- CTO (Chief Technology Officer): El CTO es responsable de la dirección tecnológica del proyecto. Supervisa el desarrollo del software, la implementación de la interfaz gráfica interactiva y la integración del hardware. Además, se encarga de evaluar nuevas tecnologías, investigar tendencias y garantizar que el producto sea innovador y de calidad. También se encarga de la seguridad y el rendimiento tecnológico del producto.
- CCO (Chief Customer Officer): El CCO se enfoca en la satisfacción y el éxito del cliente. Se encarga de la atención al cliente, la gestión de relaciones con los usuarios, la recopilación de comentarios y la implementación de mejoras basadas en las necesidades y sugerencias de los usuarios. También trabaja en el desarrollo de estrategias de retención de clientes y en la construcción de relaciones a largo plazo.
- CFO (Chief Financial Officer): El CFO se encarga de la gestión financiera del proyecto. Es responsable de la planificación presupuestaria, la gestión de los recursos financieros, el seguimiento de los costos y los ingresos, así como de la evaluación de la viabilidad económica del proyecto. También se encarga de la elaboración de informes financieros y de la gestión de riesgos financieros.



- COO (Chief Operating Officer): El COO se ocupa de la gestión operativa del proyecto. Supervisa la producción y fabricación del hardware, garantiza la calidad del producto, establece los procesos de logística y distribución, y se encarga de la gestión de la cadena de suministro. También se encarga de la optimización de los procesos internos y la eficiencia operativa.

Por otro lado, se determinaron las siguientes como leyes de importancia para el proyecto, teniendo en cuenta la propiedad intelectual:

- Ley 23 de 1982 (Ley de Derechos de Autor): Esta ley establece las disposiciones sobre los derechos de autor y los derechos conexos en Colombia. Protege las obras literarias, artísticas, científicas y audiovisuales, incluyendo software, interfaces gráficas y contenidos visuales relacionados con el proyecto. Proporciona los mecanismos legales para proteger y hacer valer los derechos de autor.
- Ley 1620 de 2013 (Ley de Convivencia Escolar): Esta ley establece las políticas y acciones para promover una convivencia pacífica y respetuosa en los entornos educativos. En el contexto del proyecto, esta ley puede ser relevante para asegurar la inclusión y el acceso a la educación de las personas sordas, así como para promover la igualdad de oportunidades en el aprendizaje de la lengua de señas.
- Ley 1341 de 2009 (Ley de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones): Esta ley regula el uso de las tecnologías de la información y las comunicaciones en Colombia. Puede ser relevante para el proyecto en términos de protección de datos, seguridad de la información y cumplimiento de las normativas relacionadas con el desarrollo y uso de software y hardware.
- Ley 603 de 2000 (Ley de Propiedad Industrial): Esta ley establece el marco legal para la protección de las invenciones industriales, marcas, diseños industriales y otros signos distintivos. Si el proyecto incluye algún aspecto relacionado con la propiedad industrial, como una marca registrada para el producto, esta ley sería relevante para su protección y registro.

### **3.7.4 Estudio de impacto ambiental**

Es importante considerar la selección de materiales sostenibles y de bajo impacto ambiental en la medida de lo posible. Esto incluye elegir componentes electrónicos con certificaciones ambientales, utilizar PCBs fabricadas con materiales reciclables o de origen responsable, y optar por guantes fabricados con materiales sostenibles, todo esto con vistas al futuro en una posible implementación total del proyecto.

Durante el proceso de fabricación, instalación y mantenimiento del proyecto, es fundamental gestionar adecuadamente los residuos generados. Esto implica la separación y el reciclaje de los materiales reciclables, así como la disposición segura de los residuos peligrosos o no reciclables.

También es importante buscar formas de optimizar el consumo de energía en el proyecto, como apagar o poner en modo de suspensión los componentes cuando no estén en uso, esto puede contribuir a reducir el impacto ambiental relacionado con el consumo de electricidad. Todo esto se tendría en cuenta en una futura implementación total del proyecto.

### **3.7.5 Estudio de riesgos**

Para el estudio de técnico se deben considerar los siguientes aspectos:

**Seguridad del dispositivo:** Es importante asegurarse de que el dispositivo no cause ningún daño físico al usuario, como lesiones en las manos o en la piel. Además, se debe tener en cuenta la seguridad de los datos del usuario, ya que el dispositivo estará recopilando información sobre los movimientos y gestos del usuario. Es importante garantizar que estos datos están protegidos y que no se compartan con terceros sin el consentimiento del usuario.

**Fiabilidad del dispositivo:** Es importante asegurarse de que el dispositivo sea confiable y que funcione correctamente en todo momento. Esto implica realizar pruebas rigurosas en el dispositivo antes de su lanzamiento al mercado para garantizar que no haya errores o fallas en el dispositivo. Este estudio [1] muestra que los sensores inerciales pueden ser útiles para detectar los movimientos de la mano en la lengua de señas, lo que sugiere que el dispositivo podría ser confiable en la detección de los movimientos de la mano.

**Demanda del mercado:** Es importante evaluar la demanda del mercado para el dispositivo de aprendizaje de lengua de señas en Colombia. A través de esta fuente [2] es posible conocer que hay una gran demanda de herramientas de aprendizaje de lengua de señas en Colombia, lo que sugiere que hay un mercado potencial para el dispositivo.

### **3.7.6 Estudio Financiero**

#### **Costos iniciales:**

Investigación y desarrollo de la tecnología: \$2,000,000  
Diseño y prototipado del guante traductor de lengua de señas: \$4,000,000  
Adquisición de equipos y materiales necesarios: \$550,000 .  
Costos legales y de registro de patentes: \$500,000 .  
Gastos de marketing y promoción inicial: \$200,000 .  
Otros costos administrativos y operativos:\$1,000,000 .  
Total de costos iniciales: \$8,250,000

#### **Costos de producción:**

Estimación del costo de producción del guante traductor de lengua de señas: 550,000 pesos.

**Precio de venta:**

Supongamos que el precio de venta del guante traductor de lengua de señas es de 700,000 pesos.

**Proyección de ingresos:**

Para calcular los ingresos mensuales, debes tener en cuenta la demanda esperada y la capacidad de producción. Supongamos que en el primer año se pueden vender 50 unidades mensuales del guante traductor de lengua de señas.

Ingresos mensuales = Precio de venta x Unidades vendidas

Ingresos mensuales = 700,000 pesos x 50 unidades

Ingresos mensuales = 35,000,000 pesos

Ingresos anuales = Ingresos mensuales x 12

Ingresos anuales = 35,000,000 pesos x 12

Ingresos anuales = 420,000,000 pesos

**Costos operativos y gastos generales:**

Determina los costos operativos mensuales, que incluyen gastos de producción, alquiler, servicios públicos, salarios del personal, marketing, entre otros. Supongamos que los costos operativos mensuales son de 10,000,000 pesos.

Costos operativos anuales = Costos operativos mensuales x 12

Costos operativos anuales = 10,000,000 pesos x 12

Costos operativos anuales = 120,000,000 pesos

**Flujo de efectivo y punto de equilibrio:**

Realiza un análisis del flujo de efectivo mensual y anual, teniendo en cuenta los ingresos y los costos operativos.

Flujo de efectivo mensual = Ingresos mensuales - Costos operativos mensuales

Flujo de efectivo mensual = 35,000,000 pesos - 10,000,000 pesos

Flujo de efectivo mensual = 30,000,000 pesos

Flujo de efectivo anual = Flujo de efectivo mensual x 12

Flujo de efectivo anual = 30,000,000 pesos x 12

Flujo de efectivo anual = 360,000,000 pesos

Margen de contribución unitario = Precio de venta - Costo de producción

Margen de contribución unitario = 700,000 - 550,000 = 165,000

Punto de equilibrio = Costos iniciales / Margen de contribución unitario

Punto de equilibrio = \$8,250,000 / 165,000 = 50 unidades

### 3.7.7 Conclusión sobre viabilidad

Según los estudios de viabilidad del proyecto, se puede concluir que es viable debido a que el punto de equilibrio de la curva de oferta y demanda se sitúa en 50 unidades. Esta meta no es excesivamente ambiciosa considerando el tamaño del mercado, lo cual hace que el proyecto sea una inversión rentable desde el punto de vista financiero. En cuanto al ámbito de riesgos, se puede concluir que son bajos, esto se debe a que en el mercado todavía no existen herramientas que contribuyan al aprendizaje de la lengua de señas de manera interactiva.

En relación al estudio técnico, se puede concluir que los materiales y herramientas necesarios son de fácil acceso, lo que permite que el costo de los mismos no sea excesivamente elevado. En el estudio de mercados, se puede concluir que este es amplio, ya que existen numerosas organizaciones que desean mejorar sus métodos de enseñanza.

### 3.7.8 Matriz del marco lógico

Objetivos	Indicadores	Medios de verificación	Riesgos
FIN: Reducir la brecha de comunicación que existe entre la población sorda y oyente.	Cifras de empleabilidad de la comunidad sorda	Aumento de empleabilidad de la comunidad sorda según el DANE	Contratiempos en la implementación
Objetivo: Promover el aprendizaje de lengua de señas en toda la población oyente.	Número de personas que conocen la lengua de señas	Aumento del número de intérpretes profesionales registrados en INSOR	Falta de interés por parte de la población oyente
Objetivos: -Facilitar el aprendizaje de lengua de señas mediante el uso de las tecnologías actuales. - Desarrollar un prototipo funcional del guante con resistencias variables y PCB para la transmisión de datos, con el fin de permitir la retroalimentación en tiempo real de los movimientos de la lengua de señas que realiza el usuario. - Diseñar una interfaz gráfica que traduzca cada señal enviada por la PCB en tiempo real a una imagen representativa de la letra correspondiente, para permitir la identificación y corrección de los errores al momento de practicar la lengua de señas. - Contribuir con la disminución de la brecha de comunicación que existe entre las personas sordas con la población oyente a través de la creación de un dispositivo e interfaz gráfica que ayude a enseñar y reforzar la lengua de señas.	Mejorar la curva de aprendizaje de lengua de señas.	Número de personas egresadas de carreras de intérpretes de señas.	Tiempos acordados
Entregables: -Prototipo de interfaz gráfica integrada con un guante que permita el aprendizaje de lengua de señas	El prototipo debe tener integrado un modulo de retroalimentación de lagunas letras	Pruebas de verificación de requerimientos	Plazos en Pruebas y verificación de requisitos
Actividades: -Recopilación de información para el aprendizaje de lengua de señas colombiana			

-Investigación de alternativas tecnológicas de captura de señas -Revisión bibliográfica de la solución tecnológica escogida -Selección de los lenguajes de programación y herramienta EDA -Diseño y prueba de circuito básico del sistema electrónico -Diseño del circuito impreso (PCB) -Diseño gráfico de la interfaz y del dispositivo que se usará. -Cotización y compra de materiales necesarios para la construcción del proto -Adecuación de un guante para los sensores y la pcb -Ensamble de componentes en la pcb -Integración de sensores y pcb en el guante -Prueba y calibración de sensores -Programación lógica para la detección de lengua de señas en Arduino -Programación en unity de la interfaz -Integración entre Arduino y Unity -Validación de funcionamiento del prototipo	\$2,000,000 \$4,000,000 \$550,000	Diagrama de Gantt para el cumplimiento de actividades semanal	Información sobre conexión entre Arduino y Unity
---	---	---	--

### 3.8. Avance del proyecto en TPi

#### 3.8.1. Descripción de objetivos, entregables y actividades realizadas

En la matriz de marco lógico mostrada en el subíndice 3.7.8 se presentan de forma detallada los objetivos, entregables y actividades realizadas .

#### 3.8.2. Productos a entregar Describa los productos que entregará

Tarjeta de circuito impreso (PCB) : Las PCB se utilizan para conectar eléctricamente a través de las pistas conductoras y sostener mecánicamente, por medio de la base, un conjunto de componentes electrónicos, en este caso principalmente los sensores utilizados y la tarjeta arduino uno, permitiendo conectar a través de esta tarjeta impresa, los sensores y la interfaz gráfica .

Acople guante - sensor:

Este acople guante - sensor, consiste de un guante diseñado para que los sensores flex se mantengan fijos en el guante, de tal manera que se reduzcan los errores al realizar la toma de datos de los sensores y sea posible identificar de forma más eficiente los gestos realizados.

Interfaz gráfica: Una interfaz gráfica de usuario (GUI) es un medio de interacción visual entre los usuarios y los dispositivos electrónicos. Esta interfaz estará compuesta por dos funcionalidades: una diseñada para aprender la lengua de señas y, la otra para practicar y recibir retroalimentación en los gestos realizados con el guante.

### **3.8.3. Descripción del prototipo**

El prototipo desarrollado es un guante diseñado específicamente para que las personas practiquen la lengua de señas. El guante incorpora sensores flexibles que detectan los movimientos de la mano y transmiten la información a una interfaz informática, proporcionando información al usuario.

El objetivo principal del diseño del guante es garantizar la comodidad y la facilidad de movilidad de la mano, sin interferir con la herramienta de comunicación del usuario. Este prototipo ofrece una solución práctica a los problemas de comunicación a los que se enfrentan las personas sordas, permitiéndoles mejorar sus habilidades en la lengua de señas. El uso de sensores flexibles en el guante representa un enfoque innovador y tecnológico para detectar los gestos de la mano.

En términos de sostenibilidad, la incorporación de sensores flexibles en el guante puede considerarse ecológica y eficiente, ya que estos sensores son pequeños y requieren una energía mínima para funcionar. Además, el prototipo contribuye a la sostenibilidad general al mejorar significativamente la calidad de vida de la población a la que va dirigido, permitiendo a las personas sordas mejorar sus habilidades comunicativas y, en consecuencia, su bienestar general.

### **3.8.4. Identificación y diseño de subsistemas**

Nuestro prototipo consta de sistemas principales: la interfaz gráfica y el guante.

La interfaz gráfica está diseñada para aprender y practicar los gestos de la lengua de signos con la ayuda del guante. Para ello se ha creado un programa que utiliza el entorno Unity y el lenguaje de programación C#. El programa se alimenta de una base de datos de gestos de lengua de signos y establece una comunicación de datos con el guante.

El guante en sí está formado por múltiples resistencias variables conocidas como Sensor Flex, junto con un Arduino Nano que recibe las señales de las resistencias y las convierte para enviarlas a través del puerto serie. El programa captura la señal y muestra la respuesta del gesto a través de la interfaz.

### **3.8.5. Aplicación de los principios matemáticos, de las ciencias, y la ingeniería**

El proceso de diseño de la placa de circuito impreso es un paso crucial en la creación de cualquier sistema electrónico. En nuestro caso concreto, nuestro objetivo es conectar 5 sensores flexibles a las entradas analógicas de un Arduino Nano garantizando señales precisas y sin ruido. Para conseguirlo, seguiremos un flujo de diseño en dos etapas: diseño esquemático y trazado de la PCB.

Durante la primera etapa, se creará un esquema del circuito utilizando un software de diseño de PCB. Este esquema mostrará todos los componentes del circuito, sus conexiones

y etiquetas de referencia. Es fundamental garantizar la precisión y la integridad del esquema, ya que sirve de base para el trazado de la placa de circuito impreso.

La segunda fase consiste en el trazado real de la placa de circuito impreso. Durante esta etapa, se colocarán los componentes en la placa y se establecerán las conexiones entre ellos. Debemos asegurarnos de que las pistas de la placa de circuito impreso pueden soportar las corrientes y de que la entrada de tierra y la salida de tensión están colocadas correctamente. Es esencial verificar a fondo que la PCB cumple todos los requisitos de diseño y que las señales de los sensores lleguen con precisión a las entradas analógicas del Arduino Nano. Este flujo de diseño dará como resultado una PCB funcional y fiable.

### 3.8.6. Especificaciones, restricciones y requerimientos del producto final

El guante traductor de lengua de señas debe ser diseñado teniendo en cuenta la ergonomía y la facilidad de colocación, para permitir al usuario realizar movimientos de forma libre y expresarse cómodamente en lengua de señas. La interfaz gráfica debe ser intuitiva, asegurando un acceso sencillo a cada módulo de aprendizaje. Es importante destacar que, en la etapa inicial del proyecto, la transmisión y recepción de datos se llevará a cabo mediante cableado y la funcionalidad se limitará a la interpretación de señas correspondientes a las letras del abecedario. No obstante, se tiene previsto que en una segunda fase se pueda incorporar la detección de gestos faciales y movimientos de brazo, con el objetivo de aumentar la capacidad de retroalimentación durante el proceso de aprendizaje.

### 3.8.7. Avance del cronograma (Diagrama de Gantt)

El total del presupuesto ejecutado es de \$8,250,000 , esto incluye los costos de diseño y materiales , así como también los costos de equipos usados.

Proyecto de TPI				
TEACH HAND				
		<div> <div></div> <div>INICIO DEL PROYECTO</div> <div>sáb, 01/04/2023</div> </div>		
TAREA	RESPONSABLE	PROGRESO	INICIO	FIN
<b>Etapas</b>				
<b>Etapas 1</b>				
Recopilación de información para el aprendizaje de lengua de señas colombiana	Todos	100%	01/04/2023	14/04/2023
Investigación de alternativas tecnológicas de captura de señas	Todos	100%	15/04/2023	21/04/2023
Revisión bibliográfica de la solución tecnológica escogida	Todos	100%	22/04/2023	05/05/2023
Selección de los lenguajes de programación y herramienta EDA	Todos	100%	06/05/2023	12/05/2023
<b>Etapas 2</b>				
Diseño y prueba de circuito básico del sistema electrónico	Todos	100%	13/05/2023	19/05/2023
Diseño del circuito impreso (PCB)	Todos	100%	20/05/2023	26/05/2023
Diseño gráfico de la interfaz y del dispositivo que se usará	Todos	100%	13/05/2023	26/05/2023
<b>Etapas 3</b>				
Cotización y compra de materiales necesarios para la construcción del prototipo	Todos	100%	27/05/2023	02/06/2023
Adecuación de un guante para los sensores y la pcb	Todos	100%	03/06/2023	09/06/2023
Ensamble de componentes en la pcb	Todos	100%	03/06/2023	09/06/2023
Integración de sensores y pcb en el guante	Todos	100%	03/06/2023	09/06/2023
Prueba y calibración de sensores	Todos	100%	10/06/2023	16/06/2023
Programación lógica para la detección de lengua de señas en Arduino	Todos	80%	10/06/2023	23/06/2023
Programación en unity de la interfaz	Todos	100%	27/05/2023	23/06/2023
Integración entre Arduino y Unity	Todos	100%	19/06/2023	23/06/2023
Validación de funcionamiento del prototipo	Todos	80%	24/06/2023	30/06/2023

### 3.8.8.Conclusiones

- Uno de los retos de este proyecto fue lograr traducir los distintos gestos , señas y expresiones mediante sensores , esto debido a que la lengua de señas tiene una gran complejidad y diversidad de formas .
- La disponibilidad de herramientas para el aprendizaje de lengua de señas es muy reducida y debido a esto la brecha de comunicación de personas con discapacidad auditiva es muy grande , debido a que muy pocas personas conocen esta lengua.
- El número de intérpretes de lengua de señas es muy bajo en Colombia y es necesario que este aumente si se quiere tener una igualdad social y evitar una discriminación hacia la población con discapacidad auditiva.
- La integración de arduino y unity es una herramienta que permite dinamizar y generar nuevas estrategias de aprendizaje , lo cual es adecuada para la realización de este proyecto.
- El uso de flexómetros para la variación de impedancia es una herramienta que se ajusta perfectamente a nuestras necesidades ya que permite detectar el posicionamiento de los dedos y la forma que toman en cada una de las señas usadas.
- Una limitación que se evidencia es la complejidad del algoritmo para lograr interpretar los movimientos y los gestos faciales , debido a que es necesario una mayor inversión de económica , humana y un aumento significativo en los plazos de ejecución del proyecto .

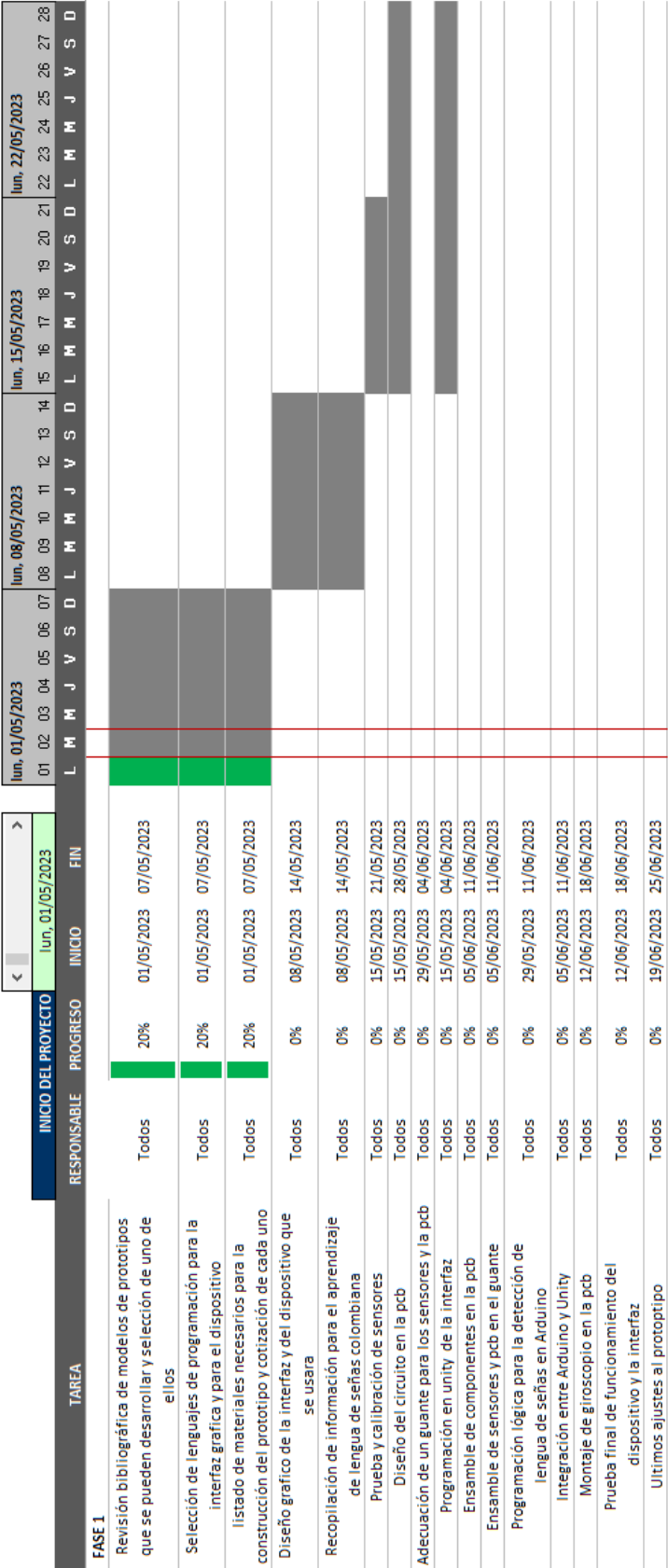


# Anexos

## Diagrama de Gantt

Proyecto de TPI

TEACH HAND



Proyecto de TPI  
TEACH HAND

INICIO DEL PROYECTO										<div>&lt;</div> <div>&gt;</div>		lun, 01/05/2023													
TAREA		RESPONSABLE	PROGRESO	INICIO	FIN																				
FASE 1																									
Revisión bibliográfica de modelos de prototipos que se pueden desarrollar y selección de uno de ellos		Todos	20%	01/05/2023	07/05/2023																				
		Todos	20%	01/05/2023	07/05/2023																				
		Todos	20%	01/05/2023	07/05/2023																				
		Todos	0%	08/05/2023	14/05/2023																				
Recopilación de información para el aprendizaje de lengua de señas colombiana		Todos	0%	08/05/2023	14/05/2023																				
Prueba y calibración de sensores		Todos	0%	15/05/2023	21/05/2023																				
Diseño del circuito en la pcb		Todos	0%	15/05/2023	28/05/2023																				
Adecuación de un guante para los sensores y la pcb		Todos	0%	29/05/2023	04/06/2023																				
Programación en unity de la interfaz		Todos	0%	15/05/2023	04/06/2023																				
Ensamble de componentes en la pcb		Todos	0%	05/06/2023	11/06/2023																				
Ensamble de sensores y pcb en el guante		Todos	0%	05/06/2023	11/06/2023																				
Programación lógica para la detección de lengua de señas en Arduino		Todos	0%	29/05/2023	11/06/2023																				
Integración entre Arduino y Unity		Todos	0%	05/06/2023	11/06/2023																				
Montaje de giroscopio en la pcb		Todos	0%	12/06/2023	18/06/2023																				
Prueba final de funcionamiento del dispositivo y la interfaz		Todos	0%	12/06/2023	18/06/2023																				
Ultimos ajustes al prototipo		Todos	0%	19/06/2023	25/06/2023																				

## Stakeholders

ACTORES	TIPO DE ORGANIZACIÓN					Roles de actores	Interés principal e intereses	Capacidades	TIPO DE ACTITUD		
	Pública	ONG	Organizaciones comunitarias	Persona natural / Investigador	Privada				"+"	"-"	/
POBLACIÓN SORDA						Es la principal comunidad afectada por la problemática	Eliminar la brecha de comunicación entre personas sordas y oyentes	Pueden aportar información y experiencias para fortalecer el desarrollo del proyecto			
SECRETARÍA DE INTEGRACIÓN						Vela por la protección social de personas, familias y comunidades	Aportar en la transformación de las condiciones sociales de las personas sordas	Presencia en toda Bogotá, con equipos especializados para atender la ciudadanía			
INTERPRETES EN FORMACIÓN						Crear un puente de comunicación entre las personas sordas y oyentes	Poder desarrollar sus capacidades interpretativas de maneras efectivas	Tiene un acercamiento a la población que puede enriquecer el desarrollo del proyecto			
ESTUDIANTES DE LSC						Buscan aprender la lengua para poderse comunicar con la población, o por interés personal	Aprender LSC de manera sencilla y efectiva	Pueden generar ideas y realizar comprobaciones del producto			
INSOR						Orientar y promover políticas públicas para los derechos de la población sorda	Buscar y promover proyectos para favorecer a la comunidad sorda	Trabajo en conjunto con el gobierno para formular políticas, programas y proyectos			
FENASCOL						Representar las organizaciones de personas sordas en Colombia	Reconocer organizaciones y promover proyectos que favorezcan la comunidad	Afila y da reconociendo de las organizaciones de personas sordas del país			

## Acta de entrega de entrega a conformidad del proyecto

En este acta se registra que el profesor Óscar Andrés Eraso Eraso recibió el proyecto el día 20 de junio del 2023 y que se cumplió con la entrega de los entregables en las fechas acordadas y propuestas. Esto incluye el prototipo y el desarrollo de la solución propuesta. Además, se establece que todo lo mencionado anteriormente se ajusta a los requerimientos iniciales planteados y que fueron definidos a lo largo del desarrollo del proyecto de innovación abierta.

## Referencias

*Intérpretes de lengua de señas, conectando mundos*(s.f.)

*Intérpretes de lengua de señas, conectando mundos*. (s/f). Con Sentidos TIC. Recuperado el 3 de mayo de 2023, de <https://consentidostic.mintic.gov.co/791/w3-article-239337.html>

Unity Technologies. (s.f.). Interfaz de Usuario. Unity User Manual. Recuperado el 3 de mayo de 2023, de <https://docs.unity3d.com/es/current/Manual/UISystem.html>

(Gobierno nacional, 2013). Gov.co. Recuperado el 4 de mayo de 2023, de <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/ED/GCFI/Guia-observatorio-discapacidad.pdf>

(Mariño, 2022)

Mariño, C. C. P. (2022, May 23). Barreras de la comunidad sorda en Bogotá. El Espectador. <https://www.elespectador.com/bogota/barreras-de-la-comunidad-sorda-en-bogota-y-donde-aprender-lengua-de-senas-en-colombia/>

(Mintic, 2020) Herramientas TIC que les facilitan las actividades diarias a personas con discapacidad visual y auditiva - Herramientas TIC que les facilitan las actividades diarias a personas con discapacidad visual y auditiva. (n.d.). MINTIC Colombia. Retrieved May 4, 2023, from <https://www.mintic.gov.co/portal/inicio/Sala-de-prensa/Noticias/126557:Herramientas-TIC-que-les-facilitan-las-actividades-diarias-a-personas-con-discapacidad-visual-y-auditiva>

(Arango, 2016)

Arango, A. M. (2016, August 31). Discriminados en su silencio. Libre Pensador. <https://librepensador.uxternado.edu.co/discriminados-en-su-silencio/>

(Fernández, 2019)

Una propuesta didáctica para la mejora de la competencia en comunicación científica en la formación en ingeniería, 2019 [https://revistas.uax.es/index.php/tec\\_des/article/view/617/573](https://revistas.uax.es/index.php/tec_des/article/view/617/573)

(Roa, 2022)

INICIATIVA PARA LA INCLUSIÓN DE PERSONAS SORDAS. (n.d.). Gov.Co. Retrieved May 4, 2023, from <https://www.apccolombia.gov.co/sites/default/files/2022-06/Roa%20%282022%29%20INICIATIVA%20PARA%20LA%20INCLUSIÓN%20DE%20PERSONAS%20SORDAS.pdf>

(INSOR. 2023, abril 19). Gov.co.Recuperado el 4 de mayo de 2023, de <https://www.insor.gov.co/>

Federación Nacional de Sordos de Colombia - Fenascol.org. Recuperado el 4 de mayo de 2023, de <https://fenascol.org/>

(Comité Internacional de la Cruz Roja - Personas sordas, 2023). Icrc.org. Recuperado el 4 de mayo de 2023, de <https://www.icrc.org/es/personas-sordas>

[1] (Repositorio Institucional de CICESE) . Recuperado el 18 de junio de 2023, de [https://cicese.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1007/3854/1/tesis\\_Miguel%20Angel%20Castro%20P%C3%A9rez\\_%2027%20feb%202023.pdf](https://cicese.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1007/3854/1/tesis_Miguel%20Angel%20Castro%20P%C3%A9rez_%2027%20feb%202023.pdf)

[2] (SISTEMA DE RECONOCIMIENTO AUTOMÁTICO DE LENGUA DE SEÑAS COLOMBIANA MEDIANTE DISPOSITIVO ÓPTICO DE CAPTURA) . Recuperado el 18 de junio de 2023, de [https://www.researchgate.net/publication/356982048\\_SISTEMA\\_DE\\_RECONOCIMIENTO\\_AUTOMATICO\\_DE\\_LINGUA\\_DE\\_SENAS\\_COLOMBIANA\\_MEDIANTE\\_DISPOSITIVO\\_OPTICO\\_DE\\_CAPTURA](https://www.researchgate.net/publication/356982048_SISTEMA_DE_RECONOCIMIENTO_AUTOMATICO_DE_LINGUA_DE_SENAS_COLOMBIANA_MEDIANTE_DISPOSITIVO_OPTICO_DE_CAPTURA)