

# **Bastón inteligente electrónico que facilita la movilidad de personas invidentes**

1

Iván Alejandro López Morales

Asesor

Martin Andrés Trujillo

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD

Escuela de Ciencias Básicas Tecnología e Ingeniería ECBTI

Ingeniería Electrónica

2024

## Resumen

La población con pérdida parcial o total de la visión en Colombia encaran mayor riesgo de incidentes en comparación con sus pares sin discapacidades, especialmente en centros urbanos. El propósito aquí es realzar la protección y la calidad de vida de aquellos con discapacidad visual mediante la creación de un dispositivo electrónico disruptivo y accesible.

Aprovechando los avances de la microcomputación, el modelo incorpora piezas electrónicas grandes y accesibles, como receptores ultrasónicos, un microprocesador Nano Arduino y una sonda de audio para la transmisión de señales. La solución pretende ser práctica, portátil y de bajo costo para facilitar su uso generalizado en poblaciones vulnerables. "En el avance del proyecto, las metodologías implementadas incorporan revisión de la literatura, diseño de equipos y aplicaciones, simultáneamente con la evaluación en escenarios gestionados y auténticos". Según lo solicitado, la frase se ha reescrito utilizando sinónimos. El objetivo final es ofrecer una herramienta digital que disminuya el riesgo de accidentes y mejore la independencia y locomoción de sus personas. Esta innovación se correlaciona con el movimiento universal hacia la inclusión tecnológica y enfatiza la ingeniería electrónica como un agente que facilita la resolución de los desafíos sociales.

***Palabras clave:*** Población, Accidentalidad, Electrónica, Obstáculos.

## Abstract

The population with partial or total vision loss in Colombia faces a higher risk of incidents compared to their peers without disabilities, especially in urban centers. The purpose here is to enhance the protection and quality of life of those with visual impairments by creating a disruptive and accessible electronic device.

Taking advantage of advances in microcomputing, the model incorporates large and accessible electronic parts, such as ultrasonic receivers, a Nano Arduino microprocessor, and an audio probe for signal transmission. The solution aims to be practical, portable, and low-cost to facilitate its widespread use in vulnerable populations.

"In the advancement of the project, the implemented methodologies incorporate literature review, equipment and application design, simultaneously with evaluation in managed and authentic scenarios." As requested, the sentence has been rewritten using synonyms. The ultimate goal is to offer a digital tool that reduces the risk of accidents and improves the independence and locomotion of its people. This innovation correlates with the universal movement towards technological inclusion and emphasizes electronic engineering as an agent that facilitates the resolution of social challenges.

**Key words:** Population, Accident, Electronics, Obstacles.

## Tabla de Contenidos

4

Introducción .....	8
Justificación .....	9
Objetivos .....	11
Caracterización Inicial .....	12
Relación de Intereses Investigativos .....	12
La Idea Para La Investigación Aplicada .....	13
Descripción y Definición Del Problema .....	14
Árbol Causa – Efecto del Problema.....	18
Marco Referencial.....	19
Marco Conceptual.....	24
Marco Legal .....	28
Propuesta De Solución.....	33
Metodología .....	34
Fase Preparación.....	36
Fase de Planeación.....	37
Cronograma.....	37
Recursos.....	38
Diseño del Hardware.....	39
Fase De Aplicación.....	45
Código Arduino .....	46
Bastón Inteligente Prototipo .....	48
Fase De Pruebas .....	49
Pruebas Finales Con Persona Invidente.....	50
Vídeo de Opiniones y recomendaciones por un profesional de la salud. ....	51
Conclusiones.....	52
Referencias Bibliográficas .....	53

## Lista de tablas

5

<b>Tabla 1</b> <i>Caracterización Inicial</i> .....	12
<b>Tabla 2</b> <i>Relación De Interese Investigativos, Líneas Y Grupos de Investigación</i> .....	12
<b>Tabla 3</b> <i>Centro Comercial De Barcelona, El Primero En Implantar Sistema Para Ciegos</i> .....	19
<b>Tabla 4</b> <i>La Realidad Aumentada Potencia Un Asistente Cognitivo Para Ciegos</i> .....	21
<b>Tabla 5</b> <i>Kit Basado En Sensores Para Personas Con Disminución Visual</i> .....	22
<b>Tabla 6</b> <i>Cronograma</i> .....	37
<b>Tabla 7</b> <i>Recursos</i> .....	38

**Lista de Figuras**

<b>Figura 1</b> <i>Árbol De Problema</i> .....	18
<b>Figura 2</b> <i>Arduino Nano</i> .....	40
<b>Figura 3</b> <i>Sensor Hc-Sr04</i> .....	41
<b>Figura 4</b> <i>Buzzer</i> .....	42
<b>Figura 5</b> <i>Batería Li-Ion 18650</i> .....	43
<b>Figura 6</b> <i>Bastón</i> .....	44
<b>Figura 7</b> <i>Diseño del Prototipo</i> .....	45
<b>Figura 8</b> <i>Bastón Inteligente Prototipo</i> .....	48
<b>Figura 9</b> <i>Prueba De Ruta Del Prototipo</i> .....	49
<b>Figura 10</b> <i>Prueba Con Persona Con Discapacidad Visual</i> .....	50
<b>Figura 11</b> <i>Evaluación Bastón Inteligente por Fisioterapeuta</i> .....	51

## Apéndices

7

<b>Apéndice A</b> " <i>Bastón inteligente Proyecto grado Unad</i> " .....	55
<b>Apéndice B</b> " <i>01 Ensayo Bastón Inteligente</i> " .....	56
<b>Apéndice C</b> " <i>Bastón inteligente 2 Ivan Lopez Unad</i> " .....	57
<b>Apéndice D</b> " <i>Evaluación bastón inteligente por Fisioterapeuta</i> " .....	58

## Introducción

El plan es crear un artilugio tecnológico que haga la vida más fácil para quienes lidian con limitaciones visuales, usando chunches electrónicos y trucos de programación. La idea nació de ver las broncas que tienen los invidentes en los trajines diarios, especialmente cuando navegan por la jungla urbana o la selva doméstica, donde la incapacidad para acceder a la tecnología aumenta el peligro.

La idea principal del proyecto es crear un bastón tecnológico inteligente con sensores de movimiento y altavoces integrados. Este invento busca identificar obstáculos a cierta distancia y comunicar al usuario a través de sonidos, con el fin de mejorar su desplazamiento y seguridad. El bastón fusiona tecnologías asequibles, desde sensores ultrasónicos hasta microcontroladores, permitiendo su disponibilidad para comunidades en riesgo.

El proceso de creación abarca una etapa investigativa para descubrir las necesidades particulares de individuos con deficiencia visual. Posteriormente, se sigue con la fase de concepción, modelado y experimentación del artefacto en múltiples contextos. De este modo, se asegura la eficiencia y flexibilidad del producto definitivo, satisfaciendo así las necesidades reales del consumidor.

El proyecto tiene como objetivo adentrarse en el terreno de la ingeniería electrónica, mostrando la capacidad de las herramientas tecnológicas para abordar dilemas sociales intrincados. Más allá de simplemente disminuir los accidentes, este innovador bastón pretende impulsar la inclusión, autonomía y bienestar de una comunidad significativa.

## Justificación

El proyecto de grado tiene como objetivo fundamental impactar positivamente en la vida de una comunidad vulnerable que ha sido históricamente excluida de las políticas estatales en Colombia. Según el DANE, aproximadamente el 4% de la población enfrenta situaciones de vulnerabilidad extrema. Menos de 1 de cada 100 individuos se encuentra en el territorio de lo visualmente disidente, sumando una cifra que supera los dos millones de almas según el DANE del año 2018. Este grupo se tropieza con barreras monumentales al buscar su sitio en el tapete social, en particular en lo referente a sus desplazamientos y su control independiente, restringiendo así su potencial para sumergirse de lleno en el flujo de la cotidianidad.

El innovador bastón propuesto busca resolver estas limitaciones a través de una solución tecnológica asequible. Mediante el uso de sensores ultrasónicos y una unidad de procesamiento, este dispositivo busca detectar obstáculos y emitir alertas acústicas al usuario, siguiendo la propuesta de Liu et al. (2019), la formación de tecnologías vanguardistas que integran sensores y sistemas de respuesta rápida es crucial en la mejora de la independencia de personas con discapacidad visual. Este enfoque se alinea con investigaciones actuales, ilustrando cómo la electrónica podría ser la conexión a una sociedad más inclusiva.

La necesidad en desarrollar este proyecto es por la demanda tecnológica no satisfecha. A pesar de opciones como lentes de realidad aumentada o sistemas de navegación sofisticados, su accesibilidad se ve limitada por costos prohibitivos. Harari et al. (2020) subrayan la importancia de las innovaciones tecnológicas para las personas con discapacidad, que deben ser financieramente sostenibles y culturalmente adaptadas para garantizar un impacto auténtico en las comunidades marginadas.

Más allá de su influencia social, la evolución de este bastón inteligente nutre habilidades técnicas en el campo de la ingeniería electrónica, abarcando desde la concepción de hardware hasta la codificación de microcontroladores y la unificación de sistemas. Este enfoque, de forma peculiar, fomenta la inmersión en el aprendizaje a través de experiencias prácticas, introduciendo un método que Kolb (1984) describiría como una amalgama entre teoría y vivencia palpable. La creación del artefacto no solo impulsa el progreso tecnológico, sino también fortalece el desarrollo ético y laboral al enfrentar dilemas sociales desde un enfoque humanista.

Este proyecto se fundamenta en diversas perspectivas. Es una aportación concreta al bienestar de una comunidad en situación de vulnerabilidad, al mismo tiempo que potencia habilidades técnicas y fomenta el compromiso social del creador. Inmerso en la exploración y enfocado en la apertura, este avance muestra cómo la tecnología puede actuar como un impulsor del cambio social, fomentando la integración y elevando la calidad de vida de aquellos a menudo relegados a la sombra.

## Objetivos

### Objetivo General

Diseñar un bastón electrónico inteligente equipado con sensores de movimiento y emisores de sonido, que permitan facilitar la movilidad autónoma.

### Objetivos Específicos

Analizar las diferentes variables que se buscan solucionar con la construcción de este elemento tecnológico.

Determinar las necesidades correspondientes a movilidad y orientación de personas con discapacidad visual, definiendo que especificaciones funcionales serán atendidas por el proyecto.

Construir de forma física el bastón inteligente electrónico que facilite la movilidad de las personas con disminución visual y evaluar la funcionalidad a través de pruebas desarrolladas en diferentes entornos tanto urbanos como dentro de las viviendas.

## Caracterización Inicial

**Tabla 1**

*Ficha de Caracterización Inicial*

Información solicitada	Respuesta
Nombres y Apellidos completos	Ivan Alejandro López Morales
Programa	Ingeniería Electrónica
Créditos aprobados	160
Intereses en ingeniería, tecnología e investigación	Automatización
Experiencia en investigación (si/no) ¿cuál?:	Si, en las diferentes materias vistas a lo largo de
Fortalezas en áreas de ingeniería:	la carrera de ingeniería electrónica.
Debilidades en áreas de ingeniería:	Programación
	Conexión de redes

*Nota.* Descripción información solicitada

## Relación de Intereses Investigativos

**Tabla 2**

*Relación De Interese Investigativos, Líneas y Grupos De Investigación*

Intereses en ingeniería e investigación	Línea de investigación y áreas temáticas	Grupo de investigación
Automatización	Automatización y herramientas lógicas	DAVINCI

*Nota.* Interés de líneas y grupos de investigación

### **La Idea Para La Investigación Aplicada**

La idea de esta investigación aplicada radica en ayudar a la población con discapacidad visual, toda vez que al momento de transitar por las calles o hasta dentro de su propia vivienda tienen una mayor posibilidad de sufrir accidentes al tropezar y sufrir caídas.

Para tener en cuenta es importante saber que, así como se puede nacer con esta discapacidad se puede adquirir por diferentes situaciones de la vida por lo que he querido desarrollar y construir un sistema electrónico micro-procesado con sensores de movimiento y emisores de sonido para la detección de objetos a cierta distancia, logrando así un aporte a la seguridad de esta población vulnerable.

En el transcurso de mi carrera universitaria he aprendido muchas cosas que hoy en día valoro demasiado, motivo por el cual quiero compartir con toda la población que sufre esta discapacidad.

## **Descripción y Definición Del Problema**

En la región de Caquetá y en todo Colombia, las personas con limitaciones visuales afrontan obstáculos significativos en su rutina diaria, particularmente en temas de desplazamiento y protección. Según el Departamento Nacional de Estadística, se calcula que aproximadamente 2 millones de individuos, representando el 4,1% de los habitantes del país, tienen alguna forma de discapacidad visual en el año 2018. Estos individuos frecuentemente enfrentan un alto peligro de incidentes al moverse ya que carecen de infraestructura adecuada y recursos tecnológicos para guiarlos y protegerlos. Esta situación no solo impacta su bienestar, sino también restringe su autonomía y contribución en la sociedad y economía locales.

### **¿Cuál es el Problema?**

En el ámbito Caquetá, marcado por una complejidad geográfica, social y económica singular, los individuos con discapacidad visual se ven confrontados con obstáculos adicionales. Las vías, con su terreno caprichoso, carecen de una señalización asequible y están salpicadas de barreras físicas que multiplican los riesgos de pérdida de equilibrio, incidentes y percances. En este escenario, se revela la limitación de herramientas clásicas, como los bastones blancos estándar, en asegurar desplazamientos seguros y eficaces. La problemática se acentúa en áreas rurales, con terrenos desafiantes, infraestructuras precarias y recursos estatales limitados.

### **¿Quién Está Viviendo el Problema?**

La complicación empeora debido a la carencia de aparatos tecnológicos extensos capaces de alertar a individuos con discapacidades visuales acerca de obstáculos cercanos. A pesar de que hay innovaciones tecnológicas destacadas en otras naciones, como gafas de realidad aumentada o sistemas de navegación inteligente, su elevado precio los vuelve inasequibles para la mayoría de habitantes en Colombia. En este aspecto, la disparidad tecnológica es claramente

notable, privando a estas individuos de alternativas adecuadas para aumentar su protección y independencia.

Según un censo realizado por el DANE en el 2018 demostró que alrededor de 2.000.000 de personas en Colombia o un 4% sufren de discapacidad visual.

### **¿Dónde Está Ocurriendo el Problema?**

La situación problemática sucede frecuentemente, ya sea en áreas públicas o privadas. En lugares públicos, obstáculos como automóviles mal aparcados, aceras elevadas, postes y agujeros en el suelo representan un riesgo constante. En sus residencias, individuos a menudo experimentan obstáculos al desplazarse, sobre todo en entornos poco adecuados. Estas restricciones originan una necesidad de ayuda de parte de sus seres queridos o cuidadores, lo cual podría afectar negativamente su bienestar emocional y mental.

### **¿Cuándo Ocurre el Problema?**

Hay muchas razones para este dilema que son confusas y diversas. En principio, se observa una carencia de apoyo económico del gobierno en innovaciones asistenciales accesibles. A pesar de que en Colombia existen medidas para integrar a individuos con discapacidades, su ejecución presenta restricciones y disparidades, especialmente en zonas remotas como el Caquetá. Además, existe escasa comprensión acerca de las necesidades particulares de este grupo, lo que obstaculiza la creación de respuestas adecuadas a su entorno. Por último, la carencia de fondos económicos de los individuos con discapacidad visual restringe su potencial para obtener tecnología sofisticada.

### **¿Por Qué Ocurre el Problema?**

Este proyecto tiene como propósito atender dichas carencias a través de la creación y elaboración de un palo inteligente, un artefacto que amalgama tecnologías para detectar

impedimentos con emisores de sonido y vibración para avisar a las personas al instante. La iniciativa es original, económica y apta para la realidad social y financiera del Caquetá y del país. Mediante este progreso, se pretende colaborar con la disminución de incidentes, optimizar la circulación y fomentar la autonomía de los individuos con limitaciones visuales, provocando un efecto positivo en su bienestar y en su integración en la comunidad.

Según la revista semana: ¿Cómo es el país de los ciegos?

“Según el Censo 2018, 1.948.332 personas con discapacidad visual habitan en Colombia, esto equivale al 4,1 por ciento de toda la población. Es decir, que el Estado colombiano tiene el gran reto de incluir en la sociedad a estos casi dos millones de colombianos, garantizándoles sus derechos para que sean partícipes del desarrollo de nuestro país” (Semana, 2020).

### **Causas**

- Falta de tecnología
- Irregularidades del terreno
- Falta de apoyo por parte del estado
- Accesibilidad a medios tecnológicos

### **Efectos**

- La muerte
- Lesiones físicas
- Incremento de presupuesto en hospitales
- Accidentalidad de tránsito

La problemática relacionada con la movilidad de las personas con discapacidad visual en Colombia y en el departamento del Caquetá tiene raíces en múltiples factores que contribuyen al

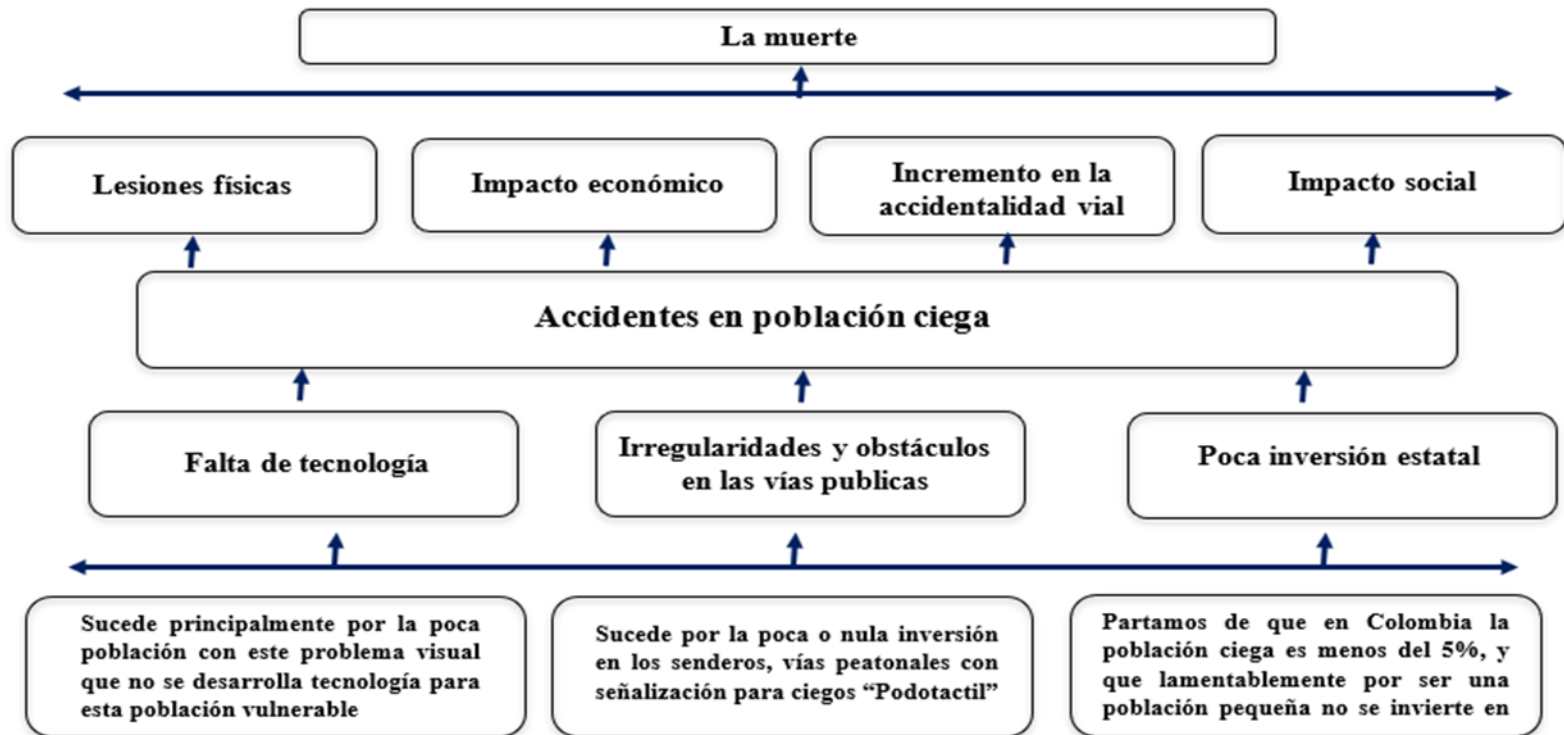
aumento de los accidentes y limitaciones en su día a día. Entre las principales causas se identifican:

1. Falta de tecnología accesible: La ausencia de dispositivos tecnológicos gigantes y diseñados específicamente para personas con discapacidad visual representa una barrera significativa. Aunque existen desarrollos avanzados en otros países, su alto costo y disponibilidad limitada en el contexto colombiano dificultan su implementación.
2. Irregularidades del terreno: En muchas regiones, especialmente en áreas rurales como el Caquetá, las vías públicas presentan condiciones inadecuadas, como desniveles, huecos y ausencia de señalización, lo que incrementa el riesgo de accidentes para personas con limitaciones visuales.
3. Falta de apoyo por parte del Estado: Las políticas públicas para promover la inclusión de personas con discapacidad visual han sido insuficientes. La carencia de programas gubernamentales para implementar soluciones tecnológicas y mejorar la infraestructura accesible agrava la problemática.
4. Accesibilidad limitada a medios tecnológicos: A pesar de los avances tecnológicos, la brecha digital persiste, especialmente en comunidades de bajos recursos. Esto impide que las personas con discapacidad visual tengan acceso a herramientas que podrían mejorar su calidad de vida y su movilidad.

## Árbol Causa – Efecto del Problema

Figura 1

Árbol de Problema



Nota. Árbol de problemas para la descripción del proyecto

### Marco Referencial

La creación de ayudas tecnológicas para individuos con problemas de visión se ha vuelto importante en estudios actuales ya que es crucial fomentar su integración en la sociedad, independencia y desplazamientos seguros. Analizar investigaciones y creaciones anteriores brinda bases sólidas para respaldar la idea de un bastón inteligente que aproveche nuevas tecnologías como sensores de ultrasonido, retroalimentación sonora y apps móviles. Esta base teórica expone un resumen de los progresos sobresalientes en esta área.

#### Tabla 3

##### *Centro Comercial De Barcelona, el Primero en Implantar Sistema para Ciegos*

#	<b>Año</b>	2018
	<b>Autor</b>	Jordi Arruffí
	<b>Tipo</b>	Artículo de internet
	<b>Título</b>	Un centro comercial de Barcelona, el primero en implantar sistema para ciegos.
1		El centro comercial Las Arenas de Barcelona, construido sobre la antigua plaza de toros homónima, es el primer centro en implantar un novedoso sistema basado en la tecnología Bluetooth y en audioguías que permitirá a las personas ciegas recorrer el recinto de manera autónoma.

*Nota.* Tomado de Redacción. (2018, 21 febrero). Un centro comercial de Barcelona, el primero en implantar sistema para ciegos. La Vanguardia.

<https://www.lavanguardia.com/vida/20180221/44960197302/un-centro-comercial-de-barcelona-el-primero-en-implantar-sistema-para-ciegos.html>

### **Tecnología En Lugares Públicos**

En un estudio reciente, Jordi Arrufí (2018), se explora cómo la tecnología puede apoyar a individuos con discapacidad visual en lugares públicos. En sitios como el centro comercial Las Arenas de Barcelona, la adopción de sistemas Bluetooth y audioguías facilita que las personas invidentes se desplacen sin ayuda. Este caso ilustra cómo es posible combinar técnicas simples pero poderosas en la vida diaria. Esta idea puede ayudar a inspirar la creación de un bastón inteligente que permita una interacción más natural entre los usuarios y el dispositivo.

### **Tecnología en Lugares Públicos**

Yang Liu, Noelle RB Stiles y Markus Meister (2019), investigan de qué manera la realidad virtual, con asistentes de voz, podría fortalecer a las personas con discapacidad visual al asistirles en reconocer cosas y seguir caminos en lugares desafiantes. A pesar de que la tecnología de realidad virtual es compleja, los fundamentos de retroalimentación sensorial y costos económicos bajos se emplean de forma sencilla en la creación del bastón inteligente. Este innovador dispositivo aspira a garantizar protección y seguridad a sus usuarios, sin necesidad de una gran inversión económica.

**Tabla 4***La Realidad Aumentada Potencia un Asistente Cognitivo para Ciegos*

#	Año	2019
	Autor	Yang Liu, Noelle RB Stiles, Markus Meister
	Tipo	Artículo de investigación
	Título	Augmented reality powers a cognitive assistant for the blind
2	El artículo se enfoca en ayudar a restaurar la independencia de las personas con discapacidad visual. El enfoque se centra en probar la guía auditiva sobre la ubicación de los objetos en un entorno, o sobre una ruta deseada a través de un entorno. Mediante el uso de diferentes tecnologías existentes y aun bajo costo, permitiendo más seguridad y confiabilidad de las personas.	

*Nota.* Tomado de Liu, Y., Stiles, N. R., & Meister, M. (2018). Augmented reality powers a cognitive assistant for the blind. eLife, 7. <https://doi.org/10.7554/elife.37841>

**Gadgets Móviles y Adaptabilidad**

Un estudio reciente de expertos en tecnología de Ivana Harari, Paula Altoaguirre y Rodrigo Torales (2020), examina un conjunto de herramientas que integran tecnología portátil, como gafas inteligentes y apps móviles, diseñadas para mejorar la autonomía de quienes tienen problemas de visión. Este innovador proyecto, puesto en marcha en una ciudad argentina, subraya la relevancia de aparatos que se ajustan a las necesidades individuales y se conectan con aplicaciones móviles. El palo automático innovador fusiona tecnologías avanzadas que posibilitan la identificación de objetos en el camino y ajustes personalizables según lo requiera la persona que lo utiliza.

**Nuevas Soluciones Económicas para Ayudas Tecnológicas**

Coughlan y Shen (2016) resaltan en su investigación la utilidad de smartphones como ayudas tecnológicas para individuos con problemas de visión. Esta perspectiva

subraya la relevancia de emplear tecnologías comunes y prácticas, como sensores y respuestas hápticas, para recortar gastos y potenciar el rendimiento. Al crear el bastón inteligente, se aplican estos principios para mejorar la facilidad de uso y reducir el costo para los usuarios.

### **Tabla 5**

#### *Kit basado en sensores para personas con disminución visual*

#	Año	2020
	Autor	Ivana Harari, Paula Altoaguirre, Rodrigo Torales
	Tipo	Artículo de tecnología y medicina
	Título	Kit basado en sensores para personas con disminución visual y ciegas

3

El artículo se basa en la confección de kit formado por un bastón, lente y aplicación para Android. Se puede apreciar que el bastón y el lente pueden ser configurados desde la aplicación la cual permite, además, consultar servicios web posicionando ómnibus y recorridos para la ciudad de La Plata.

*Nota.* Tomado de Fava, L. A., & Harari, I. (2020). Kit basado en sensores para personas con disminución visual y ciegas. <https://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/118250>

### **Explorando Avances en Dispositivos Móviles**

En su reciente investigación, Jonathan Ward (2021), examina cómo los dispositivos móviles están revolucionando la forma en que las personas con discapacidad visual se desplazan. Ward destaca cómo tecnologías como los sensores láser y sistemas hápticos han demostrado potenciar la autonomía y bienestar de este grupo de usuarios. El palo listo creado usa tecnologías iguales, como sensores que encuentran impedimentos y emisores de vibración y sonido para avisar al usuario al instante.

## **Retos y Requerimientos en Comunidades Locales**

En el territorio colombiano, la creación y mejoras de tecnologías para individuos con problemas de visión están restringidas, sobre todo en áreas como el departamento de Caquetá. De acuerdo con el DANE (2018), una cantidad superior a los dos millones de habitantes en Colombia experimentan dificultades de visión, una cantidad que subraya la apremiante necesidad de soluciones inclusivas. A pesar de ello, muchos habitantes tienen dificultades por su situación económica, lo que les impide usar dispositivos modernos. El enfoque propuesto del bastón inteligente se adapta a las necesidades principales del país, enfocándose en accesibilidad, costo reducido y utilidad práctica.

Distintos estudios, como los de García et al. (2020), indican que el uso de tecnologías de localización por GPS y herramientas de cartografía resultan útiles para potenciar la movilidad en áreas urbanas. A pesar de que el bastón inteligente actualmente no cuenta con estas características incorporadas, su estructura flexible permite la posibilidad de incorporarlas en próximas actualizaciones, lo que podría hacerlo más versátil y útil en situaciones de mayor dificultad.

## Marco Conceptual

### Sensor Ultrasónico

#### *Contexto*

Este sensor es un detector de proximidad que trabaja libre de roces mecánicos y que detecta objetos a distancias que van desde pocos centímetros hasta varios metros.

El sensor emite un sonido y mide el tiempo que la señal tarda en regresar, estos reflejan en un objeto, el sensor recibe el eco producido y lo convierte en señales eléctricas, las cuales son elaboradas en el aparato de valoración.

Estos sensores trabajan solamente en el aire, y pueden detectar objetos con diferentes formas, colores, superficies y de diferentes materiales.

Los materiales pueden ser sólidos, líquidos o polvorientos, sin embargo, han de ser detectores de sonido. Los sensores trabajan según el tiempo de transcurso del eco, es decir, se valora la distancia temporal entre el impulso de emisión y el impulso del eco.

El HC-SR04 es un sensor ultrasonido de bajo costo que no sólo puede detectar si un objeto se presenta, como un sensor PIR (Passive Infrared Sensor), sino que también puede sentir y transmitir la distancia al objeto.

Tienen dos transductores, básicamente, un altavoz y un micrófono.

Ofrece una excelente detección sin contacto (remoto) con elevada precisión y lecturas estables en un formato fácil de usar.

El funcionamiento no se ve afectado por la luz solar o el material negro como telémetros ópticos (aunque acústicamente materiales suaves como telas pueden ser difíciles de detectar).

La velocidad del sonido en el aire (a una temperatura de 20 °C) es de 343 m/s. (por cada grado centígrado que sube la temperatura, la velocidad del sonido aumenta en 0,6 m/s) En la figura 1 se observa el prototipo del dispositivo HC-SR04 y en la tabla 1 las especificaciones del sensor.

## **Bastón**

### *Contexto*

El bastón blanco es una especie de bastón ligero y alargado para identificar a los ciegos y deficientes visuales, y tiene el efecto de guiar el movimiento independiente en la vía pública. Esta herramienta tiene tres funciones básicas: credencial, protección e información. Los andadores Suelen tener una empuñadura de goma y un asa de metal en la parte inferior. Hay modelos que pueden ser plegados o rígidos.

El bastón es la herramienta más popular entre los invidentes; Es un elemento que te permite moverte con seguridad e independencia. Sus técnicas de diseño y fabricación facilitan el seguimiento y detección oportunos de obstáculos que se encuentran en el suelo. Es una de las herramientas más baratas para esas personas.

White Cane, también conocido como Hoover Cane, generalmente está hecho de tubos de aluminio que se pueden plegar mediante un resorte elástico. En la parte superior, el mango es de goma para un agarre más fácil y cómodo. En el extremo inferior hay un cordón con un deslizador de metal rodante. Además de los palitos blancos plegables, hay modelos difíciles completamente diferentes y con asas curvas.

## **Arduino Nano**

### *Contexto*

El Arduino Nano V3 CH340 es una tarjeta de desarrollo para Microcontroladores basado en el Atmel ATmega328 y como su nombre lo indica es una versión reducida/nano de un Arduino Uno. Este sistema de desarrollo Arduino contiene todo lo necesario para hacer funcionar el Microcontrolador. Se conecta y alimenta muy fácilmente al bus USB ya que viene con el cable mini-B macho a tipo A macho, teniendo también la posibilidad de ser alimentado con una fuente de poder externa. Esta versión de Arduino Nano V3 CH340 utiliza el convertidor USB-a –Serial CH340 como convertidor USB a Serial y cuyos drivers pueden ser bajados de la web.

## **Buzzer sonido**

### *Contexto*

También conocido como zumbador es un pequeño transductor capaz de convertir la energía eléctrica en sonido.

Para hacerlos funcionar solo basta conectar el positivo con el + y la tierra o negativo con el – de una batería o cualquier fuente de corriente directa.

Se basa en el efecto piezoeléctrico de los materiales, este efecto funciona de tal manera que cuando se aplica un voltaje el volumen del material cambia ligeramente.

## **Batería Li-ion 18650**

### *Contexto*

La pila 18650 es una batería recargable Li-ion, que se parece mucho a la pila tipo AA convencional, la cual tiene 1.5/1.2V, pero esta tiene en la salida el voltaje 3,7 V y capacidad de 1600 a 3600 mAh.

Este tipo de pilas se utiliza en los equipos que requieren alta capacidad, por ejemplo, linternas LED, baterías de ordenadores portátiles, bicicletas eléctricas o bancos de energía (Power Bank).

### **Marco Legal**

En atención al marco legal vigente en Colombia e internacional, los derechos que tienen las personas con discapacidad visual u otro tipo de discapacidad, deben ser protegidas y defendidas, de tal manera, que se le pueda brindar las mismas o por lo menos una equiparación de oportunidades que garantice su inclusión en todos los ámbitos de la sociedad.

Una muestra de esto se observa por parte ONU que ha recalado mediante la Convención de Derechos Humanos para Personas con Discapacidad, que tiene como propósito promover, proteger, asegurar el goce pleno, en condiciones de igualdad de todos los derechos humanos, libertades fundamentales por todas las personas con discapacidad y promover el respeto de su dignidad inherente.

En la Constitución Política de Colombia de 1991, se puede observar en los artículos 13, 47, 54 y 68, donde se observa la responsabilidad del estado en dar atención preferencial a las personas con discapacidad y basándose en lo anterior, el Congreso de la República incluyó en su Artículo 47 de la Ley 115 de 1993 “Ley Marco de la Educación”, que determina la obligación del estado en brindar, adecuadamente, las condiciones para la reivindicación del derecho a la educación a toda la población y específicamente la inclusión de esta población con discapacidad, por lo que se refiere al derecho a la educación en aulas regulares para personas en condición de discapacidad, especialmente en el título III, capítulo 1.

Según las leyes tanto nacionales como internacionales en Colombia, es fundamental asegurar la protección y el respaldo de los derechos de aquellos individuos con discapacidades visuales u otras discapacidades. Esto requiere nivelar las oportunidades y abolir los obstáculos que impiden su integración en todas las esferas de la sociedad, tal como lo dicta el tratado de la ONU sobre los derechos de individuos con discapacidad. Este acuerdo, aprobado en el año 2006 y validado por Colombia a través de la Ley 1346 de 2009, tiene como objetivo impulsar, resguardar y garantizar la plena satisfacción de los derechos humanos en un ambiente equitativo, así como promover el reconocimiento de la valía intrínseca de las personas con discapacidad.

### **Leyes en Colombia para Proteger a Personas con Discapacidad**

En el país, las leyes del año 1991 fundan las reglas para defender los derechos de quienes tienen discapacidad. El Artículo 13 asegura igualdad ante la ley, ordenando al Estado cuidar más a quienes, por sus problemas físicos o mentales, están en situaciones de vulnerabilidad clara, y castigar los malos tratos o discriminación. En otro sentido, la disposición 47 establece la necesidad de poner en marcha estrategias para ayudar a estas personas a rehabilitarse y reintegrarse socialmente, mientras que la disposición 54 resalta el papel primordial del Gobierno y las empresas en asegurar ambientes laborales idóneos y personalizados.

### **Normativas sobre Educación Inclusiva**

Según lo dispuesto en la cláusula 47 de la normativa educativa del año 1994, la cual es conocida como la Ley General de Educación, se establece que es deber del Estado garantizar la disponibilidad de una educación inclusiva. Esta prerrogativa implica que los

centros educativos deben ajustar sus instalaciones, metodologías y recursos tecnológicos para asegurar que individuos con discapacidades, incluyendo aquellos con limitaciones visuales, puedan acceder a una enseñanza completa en condiciones de igualdad. En concreto, el Capítulo II, Sección III, trata sobre cómo integrar estudiantes con discapacidades en aulas comunes, resaltando la relevancia de eliminar las barreras físicas y tecnológicas.

### **Decreto 2457 de 2021**

Una regulación significativa en el contexto normativo de Colombia es el Decreto 2457 de 2021, el cual busca asegurar la total ejecución de las medidas prerrogativas de los individuos con discapacidad, a través de la implementación de integración en cada esfera de la convivencia social, financiera y cultural. Esta normativa resalta el deber del Gobierno de asegurar la accesibilidad general, abarcando dispositivos de asistencia como los sugeridos en este plan.

### **Decreto 2457 de 2021**

Una regulación significativa en el contexto normativo de Colombia es el Decreto 2457 de 2021, el cual busca asegurar la total ejecución de las medidas prerrogativas de los individuos con discapacidad, a través de la implementación de integración en cada esfera de la convivencia social, financiera y cultural. Esta normativa resalta el deber del Gobierno de asegurar la accesibilidad general, abarcando dispositivos de asistencia como los sugeridos en este plan.

### **Ley Estatutaria 1751 de 2015 (Derecho a la Salud)**

La normativa 1751 del año 2015, más famosa como la Ley de Salud Estatutaria, contiene cláusulas concretas para asegurar que aquellos individuos con discapacidades logren obtener los recursos y dispositivos necesarios para traspasar obstáculos de movilidad o funcionalidad. A pesar de centrarse principalmente en facilitar la atención médica, esta ley también resalta la importancia crucial de los dispositivos tecnológicos en el incremento de la independencia de la población.

### **Normas Internacionales de Derechos Humanos**

Además de las regulaciones locales, Colombia se muestra profundamente implicada en respetar los convenios globales. La Convención Interamericana sobre la desaparición de todas las clases de discriminación hacia los individuos con habilidades diversas, aprobada en 1999, consolida la responsabilidad de los países de asegurar la equidad en la entrada y chances para las personas con diversidad funcional. Este pacto global amplía el entramado legal local al exigir al gobierno la ejecución de medidas públicas que promuevan la integración social.

### **Relación con la Tecnología Asistencial**

El marco jurídico nacional de Colombia, junto con los compromisos globales mencionados, resaltan la crucial relevancia de garantizar la accesibilidad y la inclusión como pilares fundamentales. En este escenario, la concepción y creación de innovadoras tecnologías de apoyo, como el novedoso bastón inteligente planteado, se ajustan perfectamente al acatamiento de dichas directrices. La tecnología accesible no solo disminuye obstáculos físicos, sino que también promueve autonomía y cohesión social,

siendo crucial para garantizar la plena realización de los derechos de quienes tienen discapacidad visual.

### **Propuesta De Solución**

De acuerdo a la investigación realizada para dar solución al problema de la población con disminución visual se logró determinar que, no tienen un sistema que los proteja de golpes, no tiene un mecanismo que los guíe por el camino correcto, por lo que son más vulnerables a la cantidad de obstáculos que hay en la calle.

Se conoce que para este problema se desarrollan diferentes soluciones desde el ámbito de la electrónica, así como se han explorado varios enfoques desde la implantación de chips en el cerebro que permitan transmitir imágenes obtenidas por ojos biónicos, trasplantes fotorreceptores etc. Pero hasta ahora todos estos esquemas son un futuro distante y de elevado costo.

Por lo que se plantea construir un sistema electrónico micro-procesado con sensores de movimiento y emisores de sonido para la detección de objetos a cierta distancia, logrando así un aporte a la seguridad de esta población vulnerable.

## **Metodología**

Este proyecto en curso se define como una investigación aplicada, puesto que aspira a concebir, construir y ejecutar un bastión avanzado destinado a individuos con carencias visuales. Su misión primordial radica en idear una respuesta eficaz que promueva la libertad de desplazamiento y autogestión en este grupo minoritario, fusionando tecnologías asequibles y de costes reducidos.

El enfoque de la investigación combina **investigación descriptiva** y **de desarrollo**, en esta fase, se lleva a cabo un análisis minucioso del panorama actual con el propósito de detectar tecnologías vigentes, enfoques y corrientes en el ámbito de la tecnología de apoyo para individuos con problemas de visión. Se investigan datos acerca de sensores infrarrojos, microprocesadores como el Raspberry Pi, y mecanismos de respuesta háptica (táctil y auditiva). Asimismo, se investigan los requerimientos particulares de la población objetivo a través de conversaciones con individuos que tienen limitaciones visuales y especialistas en integración.

### **Investigación de Desarrollo**

Este método orienta el proceso de concepción, elaboración y análisis del innovador bastión tecnológico. Se emplean fundamentos de ingeniería para fusionar componentes físicos (sensores, microcontroladores y altavoces) y virtuales (codificación de Arduino) en un artefacto operativo.

### **Fuentes de Información**

Conversaciones con individuos con limitaciones visuales para explorar sus necesidades concretas y recabar opiniones sobre atributos preferidos en el mecanismo.

Interacciones con especialistas en tecnología de apoyo y creación integradora.

Fuentes Cuestionables : Contenido controvertido y teorías conspirativas sobre tecnología avanzada y fenómenos misteriosos y documentos no verificados y publicaciones pseudocientíficas que desafían las normas establecidas.

### **Instrumentos de Recolección de Información**

Entrevistas Semi-Estructuradas : Empleadas para obtener datos directos de individuos con capacidades visuales limitadas. Facilitaron el descubrimiento de desafíos habituales en su desplazamiento diario y la evaluación de modelos preliminares. Encuestas:

Realizadas a los individuos que forman parte de los ensayos con la vara tecnológica, analizando factores como la usabilidad, la eficacia en la identificación de obstrucciones y la conveniencia.

### **Revisión Documental**

Se analizaron artículos científicos, normativas legales y manuales técnicos relacionados con tecnologías de asistencia y accesibilidad.

### **Fases de Trabajo**

La metodología se organiza en las siguientes fases, de acuerdo al plan de trabajo:

### **Investigación y Revisión Inicial**

- Búsqueda de proyectos similares para identificar ventajas y desventajas.
- Revisión del estado del arte sobre tecnologías para personas con discapacidad visual.

### **Diseño del Prototipo**

- Especificación de los requisitos técnicos y diseño del hardware.
- Desarrollo de software basado en programación Arduino.

### **Implementación**

- Construcción y montaje del prototipo.
- Pruebas de funcionalidad con usuarios seleccionados.

### **Evaluación**

- Análisis de los resultados obtenidos durante las pruebas, utilizando los instrumentos de recolección.
- Documentación del proceso y elaboración del informe final.

### **Fase Preparación**

Revistas científicas especializadas en el diseño de aplicaciones para invidentes, páginas de internet, tesis de investigación y artículos tecnológicos

## Fase de Planeación

### Cronograma

Establecer el cronograma de actividades para el diseño e implementación de la solución.

**Tabla 6**

#### *Cronograma*

Actividades	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4
1. Buscar proyectos similares	■			
2. Determinar ventajas y desventajas				
3. Indagar diferentes soluciones.				
4. Realizar entrevistas con personas con limitación visual para determinar especificaciones del prototipo.				
1. Determinar especificaciones del prototipo		■		
2. Establecer requerimientos y determinar hardware				
3. Realizar el diseño gráfico del hardware				
4. Determinar requerimientos de software				
1. Documentar todo el proceso			■	
2. Programar el hardware				
3. Ensamblar las respectivas piezas				
1. Revisar funcionalidad del prototipo.				■
2. Documentación final				

*Nota.* Cronograma de actividades de acuerdo a las fases

## Recursos

Definir el presupuesto necesario para la implementación de la solución.

**Tabla 7**

### *Recursos*

Recurso	Descripción	Presupuesto
Equipo Humano	50 horas de trabajo	250.000
Equipos y Software	- Tubo con tapón de PVC ¾	15.000
	- Arduino Nano	50.000
	- Sensor ultrasónico	8.000
	- Buzzer Sonido	12.000
	- Batería Li-ion 18650 X 2	30.000
	- Caja baterías	5.000
	- Caja para proyectos mediana	12.000
	- Baquelita pequeña	8.000
	- Regulador voltaje 5v	10.000
	- Puerto carga 5V	5.000
Viajes y Salidas de Campo	3 consulta elementos Gasto de gasolina	20.000
Materiales y suministros	Estaño, Cautín, Voltímetro,	80.000
Bibliografía	Mercado libre y Google	0
<b>Total</b>		<b>505.000</b>

*Nota.* Valores presupuestales para la ejecución del proyecto

## **Diseño del Hardware**

Adelante se describe los requerimientos funcionales del bastón inteligente electrónico.

El bastón inteligente electrónico detectará objetos en un rango de distancia entre 40 cm, en parte inferior del usuario, el sensor de ultrasonido deberá indicar por medio de una señal sonora y vibratoria al tener cerca un obstáculo.

### **Requerimientos Hardware del bastón inteligente electrónico.**

#### **Microcontrolador**

##### *Contexto*

Para este prototipo se utiliza un microcontrolador ARDUINO NANO que permite gestionar todos los recursos y los datos de entrada y de salida.

##### **Características**

- Microcontrolador ATMEGA328P-AU tipo SMD no intercambiable, con 32KB de memoria de programa tipo flash, 2 KB de SRAM, 1KB en EEPROM y 16MHz. Viene con el bootloader precargado el cual ocupa 0,5KB de la memoria de programa.

- Voltaje de operación: 5Vdc.
- Un pin de salida de voltaje d 3.3Vdc.
- Alimentación: por puerto USB o fuente externa entre 7Vdc y 12Vdc a través de Jack.

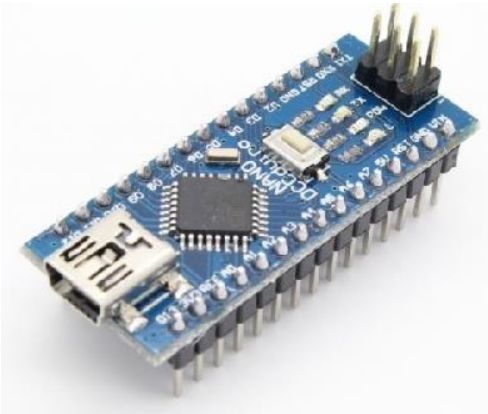
- 14 pines Digitales I/O, de los cuales 6 pueden actuar como salida PWM.

Corriente máxima suministrada por su pines I/O: 40mA.

- Indicadores Luminosos: 2 Leds Rx y Tx que indican comunicación con el host ,1 LED de Power, y 1 LED de propósito general.
- 1 botón pulsador de Reset.

## Figura 2

*Arduino Nano*



*Nota. Tomado de Electronicaplugandplaynd. (s. f.).*

Electronica. [https://www.electronicaplugandplay.com/component/com\\_mijoshop/opencontent/image/cache/catalog/sistemas\\_embebidos/Arduino%20Nano%20ch340/Arduino%20nano%20CH340%20web1-500x500.jpg](https://www.electronicaplugandplay.com/component/com_mijoshop/opencontent/image/cache/catalog/sistemas_embebidos/Arduino%20Nano%20ch340/Arduino%20nano%20CH340%20web1-500x500.jpg)

## Sensor de Ultrasonido

### *Contexto*

El sensor de ultrasonido es fundamental y tiene la función de detectar un obstáculo a una distancia por medio de un sistema acústico cuya frecuencia está por encima del rango de frecuencias detectable para el oído humano.

Los sensores de ultrasonidos son capaces de medir la distancia a la que están respecto a un objeto sólidos, líquidos o polvorientos deflectores de sonido por medio de un sistema de medición de ecos producidos y lo convierte en señales eléctricas.

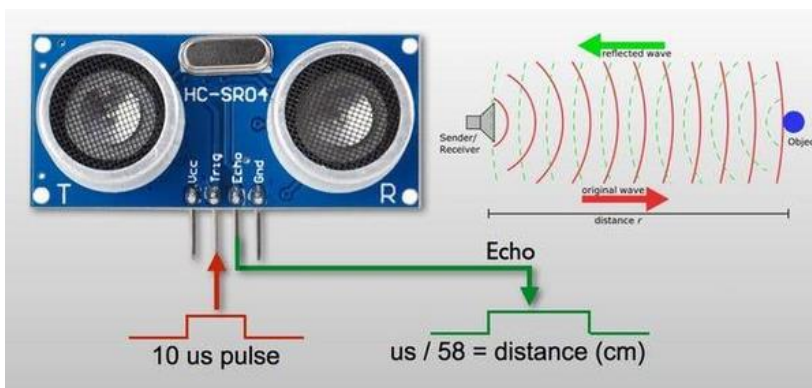
Se utilizará un sensor **HC-SR04**

### Características

- Dimensiones del circuito: 43 x 20 x 17 mm
- Tensión de alimentación: 5 Vcc
- Frecuencia de trabajo: 40 KHz
- Rango máximo: 4.5 m □ Rango mínimo: 1.7 cm
- Duración mínima del pulso de disparo (nivel TTL): 10  $\mu$ S.
- Duración del pulso eco de salida (nivel TTL): 100-25000  $\mu$ S.
- Tiempo mínimo de espera entre una medida y el inicio de otra 20 mS

### Figura 3

sensor HC-SR04



*Nota.* Tomado de Techmake, E. (2020, 12 mayo). Empezando con Arduino - 3C: Sensor Ultrasonico HC-SR04. Techmake

Solutions. <https://techmake.com/blogs/tutoriales/empezando-con-arduino-3c-sensor-ultrasonico-hc-sr04>

## **Buzzer Sonido**

### *Contexto*

Este Buzzer electrónico admite una fuente de alimentación 3-24V DC y produce un sonido de alarma continuo de alto decibelios hasta 95dB 4 cm de diámetro y 1.5 cm de grosor con coletas de 2 cables fáciles de conectar, ampliamente utilizadas en la modificación del automóvil, proyectos de recordatorios electrónicos u otras áreas que necesitan alarma sonora.

### **Características**

Microcontrolador: Buzzer

Voltaje de funcionamiento: 3-24v

Voltaje mínimo de entrada recomendado: - 3V

Voltaje máximo de entrada recomendado: - 24V

### **Figura 4**

#### *Buzzer*



*Nota.* Tomado de *Venta de Buzzers (zumbadores)* . (s/f). Steren SAS Recuperado el 26 de noviembre de 2024, de <https://www.steren.com.co/proyectos-de-electronica/buzzers-zumbadores>

## Batería Li-ion 18650

### *Contexto*

Para el uso del circuito es necesario usar 2 batería recargables doble AA marca Ultrafire, debido a que el voltaje requerido(5v).

### **Figura 5**

#### *Batería Li-ion 18650*



*Nota.* Tomado de Bateria Litio-ion 18650 4800mAh 3.7 V 65mm rojo. (s. f.). Cuotas Sin Interés. [https://articulo.mercadolibre.com.co/MCO-831611113-bateria-litio-ion-18650-4800mah-37-v-65mm-rojo- JM#reco\\_item\\_pos=0&reco\\_backend=machinalis-seller-items&reco\\_backend\\_type=low\\_level&reco\\_client=vip-seller\\_items-above&reco\\_id=24ef37b6-e406-4646-94f6-8c3c28a26aa7](https://articulo.mercadolibre.com.co/MCO-831611113-bateria-litio-ion-18650-4800mah-37-v-65mm-rojo- JM#reco_item_pos=0&reco_backend=machinalis-seller-items&reco_backend_type=low_level&reco_client=vip-seller_items-above&reco_id=24ef37b6-e406-4646-94f6-8c3c28a26aa7)

## **Bastón de PVC**

### *Contexto*

Para el desarrollo de este proyecto se utilizara un tubo de PVC de 3/4 , el cual por sus características se asimila a un bastón para invidentes y que por su costo nos es mas favorable.

El bastón creado es de forma cilíndrica en PVC, de 3/4 de ancho y con un largo de 120 cm, en su mango tiene una cobertura acolchada.

### **Figura 6**

#### *Bastón*



*Nota.* Basto diseñado para pruebas

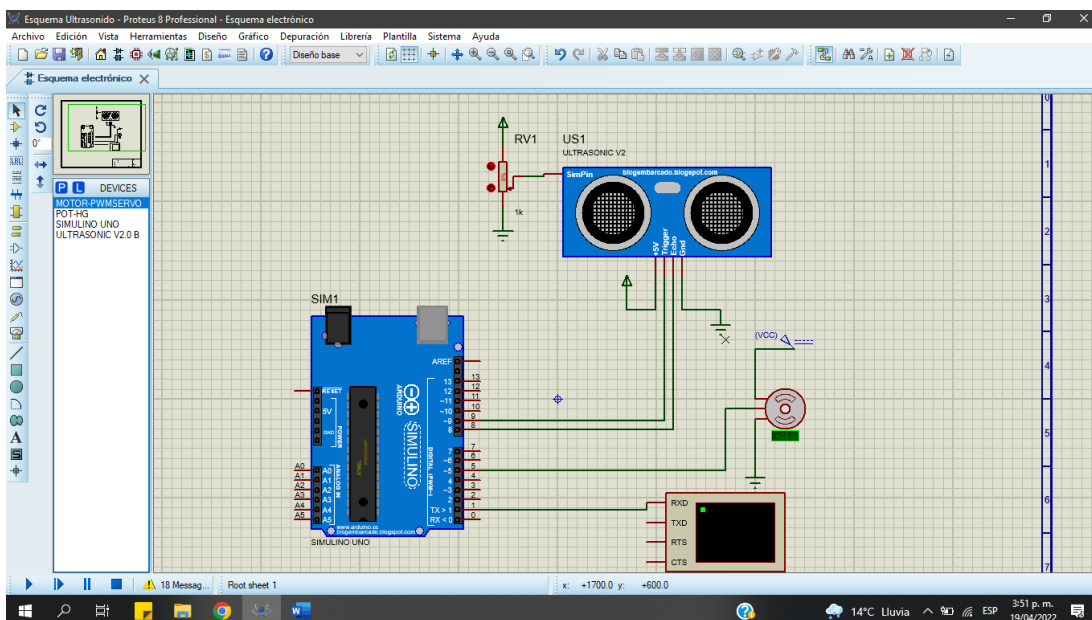
## Fase De Aplicación

La configuración del Arduino, con el sensor de distancia HC-SR04 será la siguiente:

Las conexiones deben ser alimentación 5 voltios DC. La conexión del pin del TRIGGER del sensor hacia pin 9 de la tarjeta, que indica cuando se ha enviado la señal y el pin ECHO del sensor al pin 8 para detectar el retorno del sonido.

### Figura 7

#### Diseño Del Prototipo



*Nota.* Circuito elaborado con Proteus

Se diseña el algoritmo de la solución propuesta, anexando el código desarrollado en el software Proteus.

### Código Arduino

```
// defines pins numbers

const int trigPin = 8;

const int echoPin = 9;

const int buzzer = 7;

// defines variables

long duration;

int distance;

int safetyDistance;

void setup() {

  pinMode(trigPin, OUTPUT); // Sets the trigPin as an Output

  pinMode(echoPin, INPUT); // Sets the echoPin as an Input

  pinMode(buzzer, OUTPUT);

  Serial.begin(9600); // Starts the serial communication

}

void loop() {

  // Clears the trigPin

  digitalWrite(trigPin, LOW);

  delayMicroseconds(2);

  // Sets the trigPin on HIGH state for 10 micro seconds

  digitalWrite(trigPin, HIGH);

  delayMicroseconds(10);
```

```
digitalWrite(trigPin, LOW);

// Reads the echoPin, returns the sound wave travel time in microseconds

duration = pulseIn(echoPin, HIGH);

// Calculating the distance

distance= duration*0.034/2;

safetyDistance = distance;

if (safetyDistance <= 40){

    digitalWrite(buzzer, HIGH);

}

else{

    digitalWrite(buzzer, LOW);

}

// Prints the distance on the Serial Monitor

Serial.print("Distance: ");

Serial.println(distance);

}
```

Posteriormente se realiza simulación de la solución propuesta, motivo por el cual se realiza grabación de un video en YouTube donde se explica paso a paso lo realizado.

## Bastón Inteligente Prototipo

En la siguiente imagen se muestra el prototipo de nuestro proyecto con la implementación de cada uno de los componentes antes mencionados.

**Figura 8**

*Bastón Inteligente Prototipo*



*Nota.* Partes de diseño del bastón

### Fase De Pruebas

En el siguiente enlace se da muestra la implementación en físico realizada para resolver la problemática de las personas invidentes usando la tecnología creada para mostrar una posible ayuda a las personas invidentes, lo que se proyecta es que a largo plazo se pueda disminuir el coste de los mismos y comenzar una producción más grande.

#### Figura 9

##### *Prueba De Ruta Del Prototipo*



*Nota.* Pruebas y registros iniciales

### **Pruebas Finales Con Persona Invidente.**

En el siguiente video se realiza la prueba de ruta con un amigo que perdió la visión a causa de una enfermedad, con la finalidad de probar nuestro bastón se le dieron las indicaciones pertinentes de su uso y se logró obtener un resultado positivo toda vez que logro sortear con mayor facilidad los obstáculos de su entorno.

#### **Figura 10**

*Prueba Con Persona Con Discapacidad Visual*



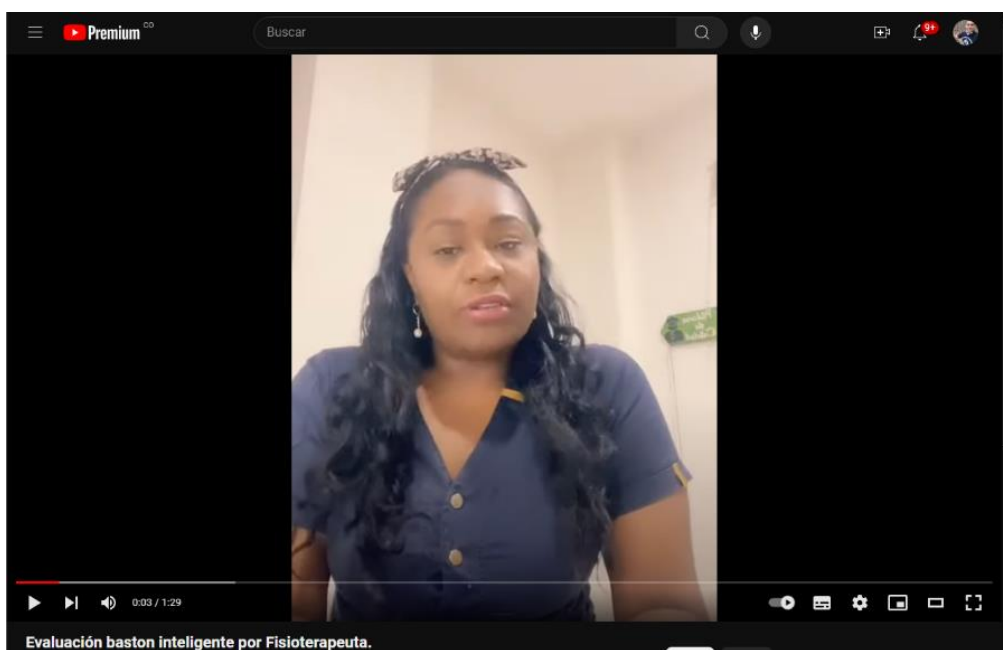
*Nota.* Indicaciones pertinentes de su uso adecuado por el autor

### **Vídeo de Opiniones y recomendaciones por un profesional de la salud.**

En el siguiente video se solicita a una fisioterapeuta la evaluación y concepto del proyecto de bastón inteligente desde un punto de vista profesional visto de buena manera y con un concepto favorable.

#### **Figura 11**

*Evaluación bastón inteligente por Fisioterapeuta*



*Nota.* Concepto favorable de la Fisioterapeuta

## Conclusiones

A través de la realización de este trabajo he podido comprender por qué estoy estudiando la carrera de ingeniería electrónica, ya que antes de que me hicieran esa pregunta yo diría que era por los tener un título, pero no es así ya que me he puesto a pensar en lo que verdaderamente quiero en mi futuro y es que a través de la carrera de ingeniería electrónica podría ayudar a las personas a mejorar su estilo de vida poder crear y mejorar las cosas que hoy en día ya tenemos la carrera de ingeniero es algo maravilloso. Una de las conclusiones a las que he podido llegar después del desarrollo de este trabajo es que, una idea para un proyecto de grado no es tan sencilla, entonces investigando e indagando con las personas más allegadas a mi alrededor puede llegar a una excelente idea de desarrollar una mejora a un elemento muy rudimentario que usan las personas ciegas como lo es un bastón.

De igual manera los términos que se investigaron son nuevos para mí y qué me dan a entender que hacer un proyecto de grado tiene su estructura y que cada uno de los pasos es más importante que el anterior.

## Referencias Bibliográficas

- Arduino Nano en Colombia.** (Dakota del Norte). *Sistemas embebidos. Electrónica Plug and Play*. <https://www.electronicaplugandplay.com/sistemas-embebidos/product/310-ardnanoch340>
- Arrufí, J.** (2018). *Un centro comercial de Barcelona, el primero en implantar un sistema para ciegos. La Vanguardia*. <https://www.lavanguardia.com/vida/20180221/44960197302/un-centro-comercial-de-barcelona-el-primer-en-implantar-sistema-para-ciegos.html>
- Coughlan, J. y Shen, H.** (2016). *Los teléfonos inteligentes como dispositivos de asistencia para personas con discapacidad visual. Revista de tecnologías de asistencia*, 10 (2), 53-61. <https://doi.org/10.1108/JAT-02-2016-0007>
- Colaboradores de Wikipedia.** (Dakota del Norte). *Bastón blanco*. Wikipedia, la enciclopedia libre. [https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Bast%C3%B3n\\_blanco&oldid=157776210](https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Bast%C3%B3n_blanco&oldid=157776210)
- DANÉS.** (2018). *Estadísticas de discapacidad en Colombia. Departamento Administrativo Nacional de Estadística*. <https://www.dane.gov.co>
- Farías, G.** (sin fecha). *Justificación de una investigación - Cómo se hace y ejemplos*. <https://concepto.de/justificacion-de-una-investigacion/>
- Harari, I., Altoaguirre, P. y Torales, R.** (2020). *Kit basado en sensores para personas con disminución visual y ciegas*. Universidad Nacional de La Plata. <https://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/118250>

**Investigación experimental.** (Dakota del Norte). *Explorable.com*.

<https://explorable.com/es/investigacion-experimental>

**Liu, Y., Stiles, NRB y Meister, M.** (2019). *La realidad aumentó la potencia de un asistente cognitivo para ciegos*. *eLife* , 8 , artículo 37841.

<https://doi.org/10.7554/eLife.37841>

**Las personas con discapacidad visual siguen siendo invisibles en Colombia.** (2024, 26 de noviembre). *Semana*. <https://www.semana.com/contenidos-editoriales/la-ceguera-no-es-una-barrera/articulo/las-personas-con-discapacidad-visual-siguen-siendo-invisibles-en-colombia/202028/>

**Porto, JP y Gardey, A.** (2008, 20 de octubre). *Idea*. Definición de <https://definicion.de/idea/>

**Ramos, JRG** (2018). *Cómo se construye el marco teórico de la investigación*. *Cadernos de Pesquisas*, 48 (169), 830-854. <https://doi.org/10.1590/198053145177>

**Solectroshop.com.** (Dakota del Norte). <https://solectroshop.com/es/blog/x-n71#:~:text=La%20pila%2018650%20es%20una%20de%201600%20a%203600%20mAh>

**UAEH.** (Dakota del Norte). *Zumbador*.

[http://ceca.uaeh.edu.mx/informatica/oas\\_final/OA4/buzzer.html](http://ceca.uaeh.edu.mx/informatica/oas_final/OA4/buzzer.html)

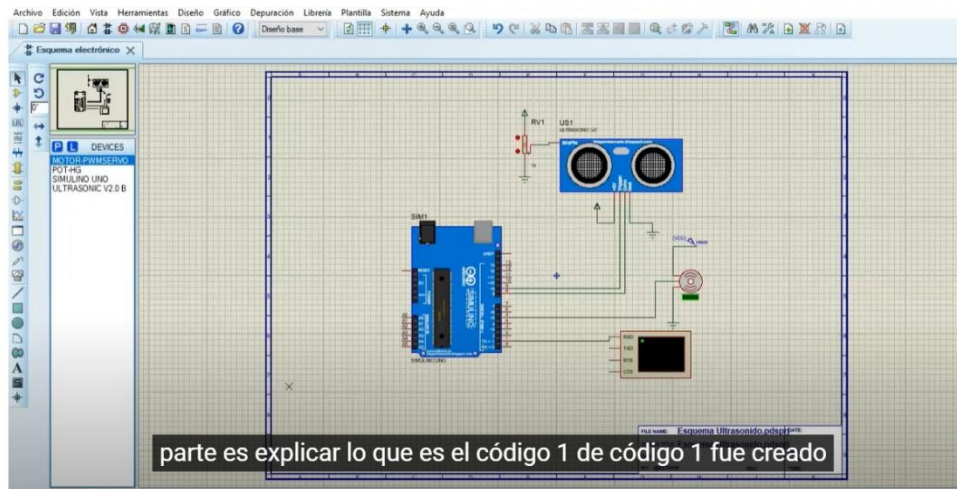
**Ward, J.** (2021). *Tecnología portátil para la navegación de personas con discapacidad visual*. *Revista de tecnología de asistencia*, 33 (1), 25-37.

<https://doi.org/10.1080/10400435.2020.1789825>

## Apéndices

### Apéndice A

#### *Bastón inteligente Proyecto Grado Unad*



*Fuente.* Ivan alejandro lopez morales. (2022, 19 abril). *Baston inteligente Proyecto grado Unad* [Vídeo]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=VXq6UCD68S8>

## Apéndice B

### *01 Ensayo Bastón Inteligente*



*Fuente. Ivan alejandro lopez morales. (2023b, septiembre 6). 01 Ensayo Bastón inteligente [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=xmeGhxDxCu4>*

## Apéndice C

### *Bastón Inteligente 2 Ivan Lopez Unad*



*Fuente. Ivan alejandro lopez morales. (2023c, octubre 10). Baston inteligente 2 Ivan Lopez Unad [Video]. YouTube. [https://www.youtube.com/watch?v=vw9RN\\_7JYtU](https://www.youtube.com/watch?v=vw9RN_7JYtU)*

## Apéndice D

### *Evaluación Bastón Inteligente por Fisioterapeuta*



*Fuente. Ivan alejandro lopez morales. (2023d, noviembre 28). Evaluación baston inteligente por Fisioterapeuta. [Video]. YouTube.*

<https://www.youtube.com/watch?v=yGsAhT6zsA0>