

**SISTEMA ELECTRÓNICO PARA LA DETECCIÓN DE ESPACIOS ADAPTADO A UN
BASTÓN CONVENCIONAL PARA PERSONAS CON DISCAPACIDAD VISUAL**

**LUIS EDUARDO MENDIVELSO SUÁREZ
JUAN FELIPE PÉREZ PLAZA
LIC. ELECTRÓNICA
2015203028
2013103036**

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGÍA
LICENCIATURA EN ELECTRÓNICA
BOGOTÁ
2019**

**SISTEMA ELECTRÓNICO PARA LA DETECCIÓN DE ESPACIOS ADAPTADO A UN
BASTÓN CONVENCIONAL PARA PERSONAS CON DISCAPACIDAD VISUAL**

**Trabajo de grado para optar al título de Licenciados En Electrónica
UNIVERSIDAD PEDAGOGICA NACIONAL**

**Elaborado por:
LUIS EDUARDO MENDIVELSO SUAREZ
JUAN FELIPE PÉREZ PLAZA**

**Dirigido por:
Ing. DIEGO MAURICIO ACERO SOTO
Docente Departamento De Tecnología**

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGÍA
LICENCIATURA EN ELECTRÓNICA
BOGOTÁ
2019**

Nota de Aceptación

Firma Tutor

Firma Evaluadores

BOGOTÁ D.C 2019

DEDICATORIA

Quiero dedicar este trabajo de grado en primera instancia a mis padres Diego Pérez y Luisa Plaza ya que fueron la razón fundamental y quienes me impulsaron a superarme, durante cada etapa de mi vida y las adversidades que ella se presentaron, a mis hermanos Diego Armando y Nora Viviana por no dejarme solo nunca y creer en que lograría esta meta, a mi Sobrino Edwin Daniel por ver en mi un guía para su vida, A mi Hijo Tomás Santiago Pérez Romero por ser mi motivación en todo este proceso, por ser la razón de mi vida, ya que todo lo que hago es para él sin importar los sacrificios por los cuales tengamos que atravesar, a Mónica Rodríguez por ser la persona quien me acompañó en uno de los momentos más cruciales de la carrera y siempre quiso que se hiciera realidad y Finalmente Quiero dedicar este triunfo al Mejor Maestro que pude tener Marcos Restrepo quien me enseñó que educar es el proceso más bonito que se puede llevar a cabo si se hace con pasión y a quien me gustaría dedicarle personalmente este triunfo, Aunque en el Cielo se encuentre, sabrá que la promesa que le hice hoy se cumple Q.E.P.D.

JUAN FELIPE PÉREZ PLAZA

Dedico este trabajo de grado principalmente a mis amados padres por ser personas que siempre han estado ahí con su apoyo inconmensurable e incondicional, por ser el pilar más importante en mi vida, por su sacrificio y esfuerzo con el cual fueron capaces de brindarme la posibilidad de llegar a esta instancia. A mis queridos hermanos, ya que, gracias a sus palabras y confianza, lograron que creyera en este sueño que posteriormente se convirtió en un ideal alcanzado. A mis amigos de barrio, ya que gracias a sus consejos lograron que nunca dejara de creer en este sueño. A todos y cada uno de los que están y ya no están les agradezco porque dejaron una idea plantada para alcanzar esta meta.

LUIS EDUARDO MENDIVELSO SUÁREZ

AGRADECIMIENTOS

*“El triunfo es la paz de la mente, es un resultado directo
de la satisfacción
de saber que hiciste lo posible por convertirte
en la mejor versión de ti”*

**Lograr las metas y objetivos trazados desde el inicio de este sueño
No serían posibles sin una persona, amigo, compañero o familiar, es por
Esta razón que queremos agradecerles el apoyo incondicional brindado
Durante el desarrollo de este trabajo de grado.**

**Agradecemos a nuestro asesor Diego Mauricio Acero Soto por
brindarnos Las herramientas necesarias que permitieron
desenvolvemos como futuros Licenciados en electrónica
durante la elaboración de este proyecto de grado.**


**A Tatiana González Huertas por su apoyo incondicional y
constancia creyendo siempre en que seríamos capaces de
cumplir nuestra meta a pesar de las dificultades que se nos
presentaron en el proceso.**

**A Oscar Piracun Y Daniela Mosquera por ser partícipes en la
realización e Implementación de este proyecto ya que sin su
apoyo no sería posible su culminación**

**A los encargados del centro Tiflotecnológico Hernando Pradilla
Cobos de la Universidad Pedagógica Nacional por creer en
nosotros y permitirnos realizar el proyecto en sus instalaciones**

**A la Universidad Pedagógica Nacional nuestra alma mater
por darnos la posibilidad de prepararnos profesionalmente y
personalmente en una de las profesiones más bonitas que es
el ser Maestro.**


**Agradecemos de forma mutua la elaboración de este nuestro
Trabajo de grado, pues este es el reflejo del trabajo en equipo,
La dedicación y la constancia.**

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <small>Formación de Profesionales</small>	FORMATO	
	RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE	
Código: FOR020GIB	Versión: 01	
Fecha de Aprobación: 22-08-2019	Página i de 5	

1. Información General	
Tipo de documento	Trabajo de grado
Acceso al documento	Universidad Pedagógica Nacional. Biblioteca Central
Título del documento	SISTEMA ELECTRÓNICO PARA LA DETECCIÓN DE ESPACIOS ADAPTADO A UN BASTÓN CONVENCIONAL PARA PERSONAS CON DISCAPACIDAD VISUAL
Autor(es)	Mendivelso Suarez, Luis Eduardo Pérez Plaza, Juan Felipe
Director	Acero, Diego Mauricio
Publicación	Bogotá, Universidad Pedagógica Nacional, 2019
Unidad Patrocinante	Universidad Pedagógica Nacional
Palabras Claves	Discapacidad visual, bastón de Hoover, Ceguera Total, Ceguera Congénita, Tiflotecnología, RFID, Tags, Frecuencia, Arduino.

2. Descripción
<p>Esta investigación evidencia el proceso con el cual se llevó a cabo la construcción del sistema electrónico adaptado al bastón convencional o bastón de Hoover, que cuenta con tecnología RFID para el reconocimiento de tags y contiene la información necesaria del lugar al que se estará desplazando la persona con discapacidad visual. Se tuvieron en cuenta 5 fases metodológicas, basadas en el diseño universal de metodología aplicadas según los criterios de movilidad y desplazamiento de población estudiantil con discapacidad visual de la Universidad Pedagógica Nacional.</p>

3. Fuentes

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <small>ANEXO 10 - 2015</small>	FORMATO	
	RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE	
Código: FOR020GIB	Versión: 01	
Fecha de Aprobación: 22-08-2019	Página i de 5	

Andrade P. Orientación y Movilidad de personas con discapacidad visual, 459 impactos, INCI Instituto Nacional Para Ciegos. Recuperado de <https://www.inci.gov.co/orientaci%C3%B3n-y-movilidad-de-personas-con-discapacidad-visual>

Blázquez del toro. M. SISTEMAS DE IDENTIFICACIÓN POR RADIOFRECUENCIA. Recuperado de <http://www.it.uc3m.es/jmb/RFID/rfid.pdf>

Corona, L, Abarca, G, Mares J. Sensores y actuadores aplicaciones para Arduino. Instituto Politécnico Nacional. Azcapotzalco, México D. F. 2014

Ingeniería mecafenix. Tipos de sensores y sus características. 2018, recuperado de <http://www.ingmecafenix.com/automatizacion/sensores/>


Limjoco, C. Thong-Nman, S. Embedded System Development. Recuperado de <https://slideplayer.com/slide/5352217>

López, O, Sarmiento, L, Sanabria, L, Ibáñez, J, Valencia. La representación espacial en invidentes congénitos con apoyo de un dispositivo mecatrónico. Universidad Pedagógica Nacional. Bogotá 2006.

Ministerio de la salud y protección social (2016). Análisis de Situación de salud Visual en Colombia. Convenio 519 de 2015.

Organización Mundial de la Salud. Ceguera y discapacidad visual, 11 de octubre 2017, recuperado de <http://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/blindness-and-visual-impairment>

Pérez, D. Análisis de objetos como estrategia pedagógica para el desarrollo de competencias de diseño en estudiantes con ceguera congénita como discapacidad visual. Universidad pedagógica Nacional. Bogotá 2010

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <small>Formación de Profesores</small>	FORMATO	
	RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE	
Código: FOR020GIB	Versión: 01	
Fecha de Aprobación: 22-08-2019	Página i de 5	

Portillo, J. Bermejo, A. Bernardos, A. tecnología de identificación por radiofrecuencia (RFID) aplicaciones para la salud. Fundación Madrid para el conocimiento Velázquez. Madrid 2008

Sánchez, J. Tiflotecnología. Acción social. Revista de política social y servicios sociales. Abril de 2017. Revista coeditada por IPS. Instituto de política social y SocialMurcia.

Delgado, A. (2012). Bastón Blanco para prevenir Obstáculos. Tesis. Instituto Politécnico Nacional, Escuela Superior de Ingeniería Mecánica Y Eléctrica Unidad Zacatenco.


Tolosa, J. (2017). Prototipo de detección de obstáculos para personas con limitación visual. Trabajo de grado. Universidad Pedagógica Nacional

Rojas, J. (2017). Integración de modulo electrónico en bastón para mejorar la detección de obstáculos en el desplazamiento de las personas ciegas. Monografía. Universidad Nacional de Ingeniería.

4. Contenidos

El presente trabajo de grado tuvo como objetivo general “Desarrollar un sistema electrónico adaptado a un bastón convencional que permita el desplazamiento de personas con discapacidad visual” y como objetivos específicos “Implementar un sistema electrónico que facilite la movilidad de la población con discapacidad visual en la Universidad Pedagógica Nacional, con base en la identificación de las necesidades de desplazamiento al interior de la sede calle 72”, “Desarrollar un sistema de reconocimiento espacial, por medio de sensores localizados en rutas específicas, que informe al usuario el camino adecuado, por medio de una voz amigable” y “Construir el prototipo que se ajuste a las necesidades ergonómicas de la persona con discapacidad visual que permita realizar pruebas de funcionamiento adecuadas al desarrollo del sistema electrónico”.

Dentro de los antecedentes y literatura consultados para el desarrollo de esta investigación, se resaltan estudios y desarrollos en países como lo son Nicaragua, México y España, los cuales

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <small>Formación de Maestros</small>	FORMATO	
	RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE	
Código: FOR020GIB	Versión: 01	
Fecha de Aprobación: 22-08-2019	Página i de 5	

muestran grandes avances en cuanto al desarrollo de sistemas electrónicos para bastones convencionales.

El marco teórico se realizó en torno a conceptos referentes a discapacidad visual, movilidad, orientación, técnicas del bastón, Arduino, bastón de Hoover, ceguera, sensores, tecnología RFID, Tiflotecnología.


El desarrollo del sistema electrónico se realizó a partir de evidenciar las necesidades que presenta la población con discapacidad visual en cuanto al uso de herramientas y apoyos para su desplazamiento, a continuación, se diseñó e implementó dicho sistema acoplándolo en un bastón.

5. Metodología

Para la elaboración del presente trabajo de grado se tomó como base la propuesta “el modelo de prototipos” que, a su vez, está basado en la metodología universal de diseño UDM aplicada dentro del diseño metodológico de la investigación. Este diseño se define a través de 5 fases implementadas de la siguiente manera: Fase 1: escritura de especificaciones, Fase 2: tecnología y herramientas, Fase 3: diseño, Fase 4: simulaciones, Fase 5: Implementación física, Fase 5.1: Integración del sistema y pruebas y, finalmente, la Fase 5.2 Prueba Piloto.

6. Conclusiones

- La implementación del sistema electrónico en el bastón permitió que las personas con discapacidad visual con quienes se realizaron las pruebas del prototipo identificaran de manera correcta los tags ubicados en las salas que se encuentran al interior de la biblioteca central de la Universidad Pedagógica Nacional, cumpliendo así la intención de generar independencia y autonomía durante su desplazamiento al interior de la institución.
- Los audios generados por la aplicación, relativos a los tags para el reconocimiento de espacios, lograron la identificación de los lugares en donde se encontraban los participantes,

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <small>ANEXOS - 19 - 2019</small>	FORMATO		
	RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE		
Código: FOR020GIB		Versión: 01	
Fecha de Aprobación: 22-08-2019		Página i de 5	

pues la información proporcionada se realizó con las voces naturales de los autores del presente trabajo de grado y en una velocidad de audio normal, puesto que en sugerencias dadas en las entrevistas de pre-prueba se recomendó no usar un software que usara una voz genérica.

- La adaptación del sistema electrónico al bastón permitió que el peso de los elementos no afectara la manipulación de éste durante el desplazamiento por las rutas que se sugirieron a los participantes para la lectura y reconocimiento de los lugares donde se realizaron las pruebas piloto correspondientes al uso del prototipo
- Para implementaciones futuras se sugiere diseñar un PCB para el Módulo DFPlayer mini que contenga caminos de mayor diámetro, para que no genere pérdidas de datos durante la comunicación serial entre éste y la placa de adquisición de datos Arduino Mega 2560.
- Se recomendó reducir el tamaño de las cajas protectoras en acrílico para mayor comodidad de uso, además de implementar un sistema que permita subir y bajar el volumen de los audios, con el fin de que la persona con discapacidad visual tenga mayor claridad de la información, ya que puede estar en zonas al aire libre o ambientes con altos niveles de ruido.
- En diseños posteriores se sugiere la implementación de tags en lugares en donde no sean ignorados por las personas videntes, permitiendo que las personas con discapacidad visual identifiquen el espacio por el cual se movilizan ayudadas por el prototipo.
- Para implementaciones futuras se sugiere hacer un ajuste en el plug de entrada de los auriculares, dado que éste se encuentra adherido al mango del bastón y al ser manipulado de forma continua podría perderse la información del lugar donde se encuentra.

Elaborado por:	Mendivelso Suarez, Luis Eduardo Pérez Plaza, Juan Felipe
Revisado por:	Acero, Diego Mauricio

Fecha de elaboración del Resumen:	21	08	2019
--	-----------	-----------	-------------

TABLA DE CONTENIDOS

CAPÍTULO I - INTRODUCCIÓN	1
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
1.2 OBJETIVOS	4
1.2.1 Objetivo General.	4
1.2.2 Objetivos Específicos.	4
1.3 JUSTIFICACIÓN.....	5
1.4 ANTECEDENTES	6
CAPÍTULO II – MARCO TEORICO Y METODOLOGIA.....	10
2.1 MARCO TEÓRICO	10
2.1.2 Arduino.....	10
2.1.3 Bastón blanco o bastón de hoover.....	11
2.1.4 Ceguera.....	11
2.1.5 Discapacidad visual.....	12
2.1.6 Movilidad.....	12
2.1.7 Orientación.....	14
2.1.8 Sensores.....	16
2.1.9 Técnicas de bastón.....	17
2.1.10 Tecnología RFID.....	21
2.1.11 Tiflotecnología.....	23
2.2 METODOLOGÍA	25
2.2.1 FASE 1. ESCRITURA DE ESPECIFICACIONES.....	27
2.2.2 FASE 2. TECNOLOGÍA Y HERRAMIENTAS	28
2.2.3 FASE 3. DISEÑO	30
2.2.4 FASE 4. SIMULACIÓN	32
2.2.5 FASE 5. IMPLEMENTACIÓN FISICA.....	34
2.2.6 FASE 5.2 PRUEBA PILOTO.....	36
CAPITULO III - CONCLUSIONES.....	38
CAPITULO IV – BIBLIOGRAFÍA.....	40

TABLA DE FIGURAS

Figura 1. Placa Arduino Mega 2560.....	10
Figura 2. Componentes de la orientación espacial.....	16
Figura 3. Clasificación de sensores por principio de traducción	17
Figura 4. Clasificación de sensores según la variable medida.....	17
Figura 5. Bastón blanco	18
Figura 6. Espectro Radio Eléctrico.....	22
Figura 7. Principio de funcionamiento de un sistema RFID.....	23
Figura 8. Fases Metodológicas basadas en UDM	25
Figura 9. Universal Design Methodology UDM.....	26
Figura 10. Estudiantes Participantes.....	28
Figura 11. Rodachina Americana para bastón	29
Figura 12. Bastón con Protección en Acrílico	31
Figura 13. Circuito Integrado Modulo DFPlayer Mini e Indicador de Interrupción.....	32
Figura 14.. A) Esquemático DFPlayer Mini B) Diseño PCB DFPLayer Mini	33
Figura 15. Circuito Impreso Modulo DFPlayer Mini e Interrupciones.....	34
Figura 16. Implementación física con adaptación del sistema Electrónico.....	35
Figura 17. Entrevistas Pre-Prueba.....	35
Figura 18. Tags en Biblioteca	36
Figura 19. Prueba Piloto Con Participantes	37

TABLA ANEXOS

ANEXO A.....	A
ANEXO B.....	B
ANEXO C.....	C
ANEXO D.....	D
ANEXO E.....	E
ANEXO F.....	F

CAPÍTULO I - INTRODUCCIÓN

Desplazarse de un lugar a otro suele ser una tarea compleja para una persona con discapacidad visual, puesto que los entornos en los cuales transita con frecuencia no están adaptados para las necesidades que requiere esta población. El peligro y la accidentalidad son bastante considerables si no se tiene un apoyo o herramienta que permita ubicar obstáculos que se encuentran a niveles altos, medios y bajos.

En relación con lo anterior, esta investigación evidencia el proceso con el cual se llevó a cabo la construcción del sistema electrónico adaptado al bastón convencional o bastón de Hoover, que cuenta con tecnología RFID para el reconocimiento de tags y contiene la información necesaria del lugar al que se estará desplazando la persona con discapacidad visual. Se tuvieron en cuenta 5 fases metodológicas basadas en el diseño universal de metodología, aplicadas según los criterios de movilidad y desplazamiento de población estudiantil con discapacidad visual de la Universidad Pedagógica Nacional.

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Actualmente en las ciudades colombianas no se cuenta con muchos entornos adaptados a las personas con discapacidad visual, por lo cual esta población necesita herramientas que brinden mayor seguridad en su movilización diaria requiriendo ayudas tales como un bastón, un perro guía o un acompañante permanente “sombra”. De acuerdo con la estadística actual del Departamento Administrativo Nacional de Estadística DANE (2016), en Colombia se estima que hay 7.000 colombianos ciegos por cada millón (296.000 ciegos en todo el territorio).

El uso del bastón de Hoover para las personas con baja visión o ceguera total es una herramienta de frecuente uso en dicha población, puesto que con ella se logra mayor independencia en cuanto a su desplazamiento y al ser de fácil acceso se recurre a la misma. En muchas ocasiones resulta tedioso el simple hecho de recurrir a ayudas externas para encontrar una ruta específica y se corre el riesgo de recibir una información errónea, dadas estas adversidades se han tenido diversas innovaciones tecnológicas en cuanto a la mejora en el uso de éste, una de estas es la implementación de sistemas electrónicos (sistemas de vibración, ultrasonido, entre otros) que les permiten a los usuarios obtener alertas de cuándo se tienen objetos cerca al bastón.

Entendiendo la Universidad Pedagógica Nacional como una institución de educación superior que brinda la posibilidad de inclusión educativa a personas con distintas discapacidades como la discapacidad visual, existe un espacio que brinda ayudas específicas a esta población llamada centro tiflotecnológico “Hernando Pradilla Cobos” (ubicada en la biblioteca central de la sede calle 72), en la cual se ha manifestado que en la Universidad hacen parte del proceso

académico aproximadamente 19 estudiantes con discapacidad visual. Si bien la Universidad Pedagógica Nacional ha creado espacios para las personas con discapacidades, especialmente la motora, no son evidentes las rutas que faciliten la movilidad a la población con discapacidad visual.

A partir de lo anterior se desarrollará un sistema electrónico adaptado a un bastón convencional que permita el reconocimiento de espacios específicos dentro de la Biblioteca Central de la Universidad Pedagógica Nacional sede calle 72, por medio de sistema RFID que contendrá Tags reprogramables, según especificaciones del entorno.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo General.

Desarrollar un sistema electrónico adaptado a un bastón convencional que permita el desplazamiento de personas con discapacidad visual.

1.2.2 Objetivos Específicos.

- Implementar un sistema electrónico que facilite la movilidad de la población con discapacidad visual en la Universidad Pedagógica Nacional, con base en la identificación de las necesidades de desplazamiento al interior de la sede calle 72.
- Desarrollar un sistema de reconocimiento espacial, por medio de sensores localizados en rutas específicas, que informe al usuario el camino adecuado, por medio de una voz amigable.
- Construir el prototipo que se ajuste a las necesidades ergonómicas de la persona con discapacidad visual que permita realizar pruebas de funcionamiento adecuadas al desarrollo del sistema electrónico.

1.3 JUSTIFICACIÓN

El presente proyecto tiene como finalidad brindar una solución técnica que represente un apoyo a la movilidad de personas con discapacidad visual, puesto que una de las problemáticas más evidentes es el de no tener una herramienta que facilite movilizarse de un lugar a otro. Por esta razón se desarrollará el prototipo de un dispositivo electrónico adaptado a un bastón convencional, que por medio de una serie de sensores emitirán una alerta y permitirán a la persona con discapacidad visual escuchar una voz cuando se esté aproximando al interior de la biblioteca de la Universidad Pedagógica Nacional, a través de un auricular conectado directamente al bastón y de esta manera garantizar su desplazamiento de una manera más segura y eficiente.

Ahora bien, esto no quiere decir que el uso del bastón convencional o de Hoover sea totalmente inseguro, por el contrario, es una alternativa de ámbito tecnológico con las características pertinentes para la independencia y percepción sensorial de la persona con discapacidad visual. Teniendo en cuenta que esta población recurre al uso de ésta, dada la facilidad y accesibilidad en cuanto al ámbito económico, lo cual hace que se descarten otras posibles ayudas para su desplazamiento tanto en exteriores como en interiores.

1.4 ANTECEDENTES

Para la elaboración de este proyecto se hizo una revisión de la literatura en los repositorios de la Universidad Pedagógica Nacional, Universidad San Buenaventura, Pontificia Universidad Javeriana y Universidad Autónoma del Caribe.

Se halló el trabajo de grado de Lozano Farías, A. (2016). *Prototipo automático de señalización de rutas de evacuación en casos de emergencia, con carácter incluyente de la población en condición de discapacidad. Trabajo de grado. Universidad Pedagógica Nacional. Bogotá D.C.* donde se documenta el diseño y construcción de un prototipo capaz de señalar las rutas de evacuación para personas con discapacidad Visual y/o auditiva. En una de sus conclusiones resalta el hecho de la no existencia de un protocolo definido para las rutas de evacuación puesto que varía de acuerdo a si es un edificio, colegio u hospital.

Nieto Martelo, L, Padilla Cerda, C. (2015). Realizan un trabajo de grado llamado *Diseño y construcción de un módulo asistente adaptable al bastón de las personas con discapacidad visual para mejorar su desplazamiento. Proyecto de Investigación. Universidad Autónoma del Caribe. Barranquilla*, en el cual desarrolla un prototipo de bastón con sensores de ultrasonido que emiten un tono monofónico de alerta cuando un obstáculo se encuentra cerca, así mismo genera una cantidad de vibraciones cuando la distancia a la que se trabaja esta en un rango de 60 y 230cms. No se resaltan recomendaciones para la mejora de o continuación de futuros proyectos.

Ribon Barrios, D. (2015). *Diseño y construcción de un prototipo de bastón sensorial para invidentes mediante la utilización de ultrasonido. trabajo de grado. Universidad de San Buenaventura seccional Cartagena. Cartagena de indias.* Diseñan y construyen tanto el dispositivo electrónico como la forma física del bastón por medio de sensores de ultrasonido y microcontroladores fundamentándose en las necesidades y especificaciones brindadas por el Instituto Nacional Para Ciegos (INCI).

La recolección de datos se realizó de forma cuantitativa realizando una serie de preguntas a las personas con discapacidad visual, población requerida para la prueba de campo del dispositivo y reconocimiento de posibles errores. Además de ello se señala una recomendación fundamental para la persona que desee continuar con la realización de este proyecto y es el de adaptar un sistema GPS que garantice trazar una ruta específica a la persona que haga uso de esta herramienta.

Galán Acuña, J. (2013). *Bastón guía ultrasónico con indicador sonoro para personas con limitación visual. Trabajo de grado. Pontificia Universidad Javeriana.* Crean un bastón con ultrasonido a partir de microcontroladores y sensores de ultrasonido que permiten las detecciones de obstáculos a una distancia estimada entre 30 y 40 cm. La recolección de datos se hace de forma cualitativa, dando a conocer las experiencias de una persona con discapacidad visual, el cual relata y da sugerencia acerca de la implementación de este bastón.

Por otro lado, se hace necesario la creación de un prototipo que permita la plegabilidad del bastón para comodidad del usuario y una forma en la que se proteja el sistema electrónico para evitar que se llegue a quemar a causa de un charco o lluvia.

Tolosa, J. (2017). *Prototipo de detección de obstáculos para personas con limitación visual. Trabajo de grado. Universidad Pedagógica Nacional.* Construcción de un prototipo que permite la detección de obstáculos por medio de mediadores de distancia que, a partir de transmisión de pulsos ultrasónicos y recepción de ecos brinde información sobre distancia y altura a la que se encuentran los objetos. La metodología usada en la realización del presente trabajo de grado es basada en el modelo de prototipos en la cual se evidencian distintas fases en su elaboración, así mismo la recolección de datos se hace a partir de mediciones de los sensores, pero en la implementación de este no se realiza la prueba con la población, lo cual determina que es un trabajo netamente cualitativo.

Rojas, J. (2017). *Integración de módulo electrónico en bastón para mejorar la detección de obstáculos en el desplazamiento de las personas ciegas. Monografía. Universidad Nacional de Ingeniería.* Diseño de un módulo que detecta obstáculos aéreos, brindando alertas por medio de vibraciones cuando la persona con discapacidad visual se aproxima a un obstáculo. En cuanto a los resultados obtenidos durante la realización de esta monografía, los autores realizaron encuestas para la recolección de datos de manera cuantitativa, esto con el fin de generar una estadística en los requerimientos para la implementación del sistema trabajado. Se concluye que es pertinente adicionar protecciones para la lluvia y construir un folleto de uso en Braille.

Delgado, A. (2012). *Bastón Blanco para prevenir Obstáculos. Tesis. Instituto Politécnico Nacional, Escuela Superior de Ingeniería Mecánica Y Eléctrica Unidad Zacatenco.* Desarrollo de un prototipo para personas con discapacidad visual por medio de sensores de distancia, ultrasonido e infrarrojo, en cuanto a la metodología implementada en la construcción de esta tesis se recurre a

un paso a paso que evidencia el proceso de elaboración del prototipo, partiendo de la necesidades de la población con la cual se va a trabajar, en consecuencia a esto se recolecta la información de manera supuesta, pues la implementación no se aplica a una población específica, se señala de forma satisfactoria la detección de obstáculos pero se sugiere la implementación de un circuito impreso ya que la implementación se hizo haciendo uso de la protoboard.

Actualmente existe una variedad significativa de trabajos de grado a nivel nacional e internacional en la cual documentan la construcción de un bastón con sensor de ultrasonido, así mismo no dan especificidad acerca de la detección de obstáculos a partir de voces de alerta, sino únicamente a través de tonos monofónicos y vibraciones que aumentan según la distancia censada.

CAPÍTULO II – MARCO TEORICO Y METODOLOGIA

2.1 MARCO TEÓRICO

2.1.2 Arduino.

Es una plataforma de desarrollo basada en una placa electrónica de hardware libre que incorpora un microcontrolador reprogramable y una serie de pines hembra, los que permiten establecer conexiones entre el microcontrolador y los diferentes sensores y actuadores de una manera muy sencilla (principalmente con cables DuPont). Por otro lado, Arduino nos proporciona un software consistente en un entorno de desarrollo (IDE) que implementa el lenguaje de programación de Arduino y el bootloader ejecutado en la placa. La principal característica del software de programación y del lenguaje de programación es su sencillez y facilidad de uso¹.

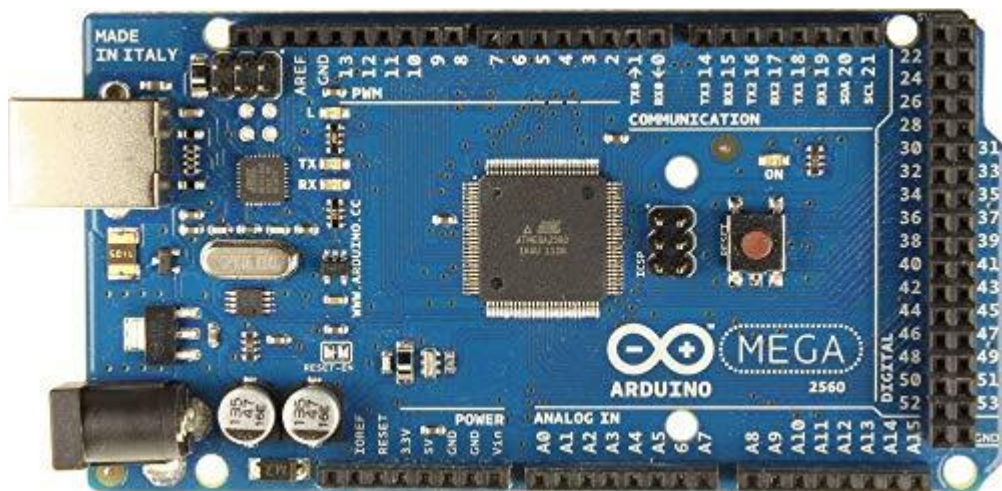


Figura 1. Placa Arduino Mega 2560

¹ Arduino, What is Arduino? <https://www.arduino.cc/en/Guide/Introduction>

2.1.3 Bastón blanco o bastón de hoover.

Una vara ligera y alargada que ayuda a identificar a las personas ciegas y sirve para desplazarse de manera autónoma en los lugares que recorra en su diario vivir, para llegar a dicha autonomía es necesario tener las técnicas pre-bastón y bastón².

2.1.4 Ceguera.

La ceguera también es conocida como amaurosis (del gr. Amauros, obscurecimiento) que quiere decir ausencia de respuesta visual. Se entiende como una pérdida del sentido de la visión lo suficientemente grande como para evitar que una persona realice por si misma cualquier ocupación (trabajar, caminar, etc.)

2.1.4.1 Tipos.

En el imaginario de muchas personas el establecer la palabra ciego corresponde a un sujeto que no ve, pero existen diferentes tipos de ceguera que desmienten este tipo de afirmaciones, la ceguera se clasifica de la siguiente manera:

- Según la agudeza visual:
 - Total: Ausencia de la visión o simple percepción de la luz, bultos o imágenes
 - Parcial: donde se mantienen unas posibilidades mayores como percepción de la luz y contornos, matrices de color, etc. Y sujetos de baja visión, que tienen un resto visual y pueden ver a escasos centímetros. La ceguera parcial puede ser progresiva o estacionaria
- Según el origen:

² Orcam, <https://www.orcam.com/es/blog/conoce-los-colores-de-los-bastones-guia-para-ciegos/>, mayo 31 de 2018

- Congénita o de nacimiento
- Adquirida o adventicia

2.1.5 Discapacidad visual.

La discapacidad visual se produce cuando una deficiencia incide a medida que se convierte en una interferencia a tal punto que las actividades habituales en la vida del individuo no se pueden realizar requiriendo un seguimiento mediante tratamiento por un especialista en cuestiones oftálmicas

2.1.5.1 Niveles de discapacidad visual.

Generalmente se distinguen dos tipos de discapacidad visual: Baja visión y ceguera. Según la OMS (organización mundial de la salud), “*La discapacidad visual moderada y la discapacidad visual grave se reagrupan comúnmente bajo el término «baja visión»; la baja visión y la ceguera representan conjuntamente el total de casos de discapacidad visual*”, aunque muchos especialistas toman diversos criterios para realizar su propia categorización y de formas más específicas o jerárquicas, esta es una forma práctica para identificar fácilmente los problemas visuales de diversos individuos en un contexto específico

2.1.6 Movilidad.

Por movilidad se entiende la capacidad que tiene una persona para desplazarse de un lugar a otro. Cuando la persona aprende a moverse se produce un sentido de independencia y a la vez se logra una integración social y familiar. La persona con limitación visual debe aprender a recibir toda la información que brinda el ambiente a través del oído, el tacto y el olfato como: Identificación y diferenciación de sonidos propios de la

calle, identificar sonidos propios de un área rural como el ruido de los animales solos o agrupados, etc. Sin embargo, para poder llegar a esta independencia se debe tener un proceso de formación que consta de 3 áreas:

2.1.6.1 Área 1.

Adiestramiento de los sentidos, en especial en el sentido de la audición, ya que es importante para recolectar información del entorno por medio de la ubicación de sonidos como puntos de referencia y otras claves sensoriales como lo es la ecolocalización, el sentido de la orientación.

En los otros sentidos como el táctil que permite reconocer elementos a su alrededor y a su vez las características físicas propias de cada objeto; el cinestésico que informa de las sensaciones propioceptivas relacionadas con la posición y movimiento del cuerpo del sujeto, ya en cuanto a el sentido del gusto y el olfato completan la información del entorno recibida por los otros sentidos.

2.1.6.2 Área 2.

Adiestramiento de los sentidos, en especial en el sentido de la audición, ya que es importante para recolectar información del entorno por medio de la ubicación de sonidos como puntos de referencia y otras claves sensoriales como lo es la ecolocalización, el sentido de la orientación.

En los otros sentidos como el táctil que permite reconocer elementos a su alrededor y a su vez las características físicas propias de cada objeto; el cinestésico que informa de las sensaciones propioceptivas relacionadas con la posición y movimiento del cuerpo del

sujeto, ya en cuanto a el sentido del gusto y el olfato completan la información del entorno recibida por los otros sentidos.

El dominio de los conceptos del entorno de interés de la persona previo a las técnicas concretas de movilidad.

2.1.6.3 Área 3.

Adquisición de habilidades de orientación y movilidad y el uso adecuado de los puntos de información, el dominio de las habilidades ya sea guía vidente, manejo de bastón, perro guía, mapas táctiles o cualquier otro tipo apoyo que tenga la persona con discapacidad visual³.

2.1.7 Orientación.

Se define la orientación como un proceso por medio del cual la persona con discapacidad visual utiliza los sentidos restantes para establecer su propia posición en relación con los objetos que le rodean. La orientación reúne un conjunto de habilidades de tipo cognoscitivo y sensorial que le permiten al sujeto relacionarse e interactuar con su entorno físico, de esta forma, la información que se ha captado a través de los canales sensoriales se convierte en una operación de carácter cognitivo capaz de ubicarlo en el espacio donde encuentra.

Existe una complejidad en el procesamiento de información con la cual la persona con ceguera puede captar, procesar y ordenar tal información, dependiendo del canal que

³ Orientación y movilidad (octubre 2013)

use, es decir, oído, tacto, olfato, sentido propioceptivo, cinestésico, equilibrio y memoria espacial. Es por ello que el desarrollo de la habilidad de orientación debe ser un proceso de carácter esencial en el cual se potencien y complementen competencias de movilidad.

Según Rieser, Guth Y Hill (1982) y Hill (1986) el proceso de orientación implica tres categorías:

- ***Conocimiento De Puntos De Referencia***

La persona con discapacidad visual debe tener una representación interna del ambiente, dada en términos de marcas o de mojones, que le permiten retroalimentar la ruta seguida cuando se desplaza. El proceso implica identificar posiciones relativas entre los objetos cuando se traslada en un entorno. En este sentido, los experimentos demuestran que la precisión en la orientación es inversamente proporcional al número de cambios de dirección en una ruta y la distancia recorrida.

- ***Actualización Perceptiva***

La persona con discapacidad visual debe ser capaz de ir actualizando la representación interna del espacio en relación con los objetos, a medida que se desplaza en un ambiente específico, e igualmente identificar las posiciones relativas de los objetos a medida que este ocupa diferentes posiciones.

- ***Manejos conceptuales en relación con dirección y espacio***

Es la utilización de conceptos relativos a la representación espacial, tales como: norte, sur, izquierda, derecha, etc. Estos significados proporcionan a la persona con

discapacidad visual el desarrollo de estrategias fuertes y adecuadas para la representación interna del espacio en el cual se encuentra ubicado.



Figura 2. Componentes de la orientación espacial

2.1.8 Sensores.

Los sensores son aparatos que son capaz de transformar magnitudes físicas o químicas, llamadas variables de instrumentación, en magnitudes eléctricas. Las variables de instrumentación dependen del tipo de sensor y pueden ser, por ejemplo: temperatura, intensidad lumínica, distancia, aceleración, inclinación, desplazamiento, presión, fuerza, torsión, humedad, pH, etc. A diferencia de los transductores, un sensor solo puede ser un dispositivo de entrada, ya que este actuará como un intermediario entre la variable física y el sistema de medida.

Los sensores entregan señales eléctricas a la salida, ya sean de tipo analógico o digital, debido a que este tipo de dominio físico es el más utilizado en los sistemas de medida actuales, es por ello por lo que pueden clasificarse de muchas maneras distintas, siendo las más comunes por el tipo de variable a medir o por el principio de transducción.

2.1.8.1 Clasificación de sensores por el tipo de transducción.

La clasificación de los sensores por tipo de traducción depende del tipo que use en su implementación.

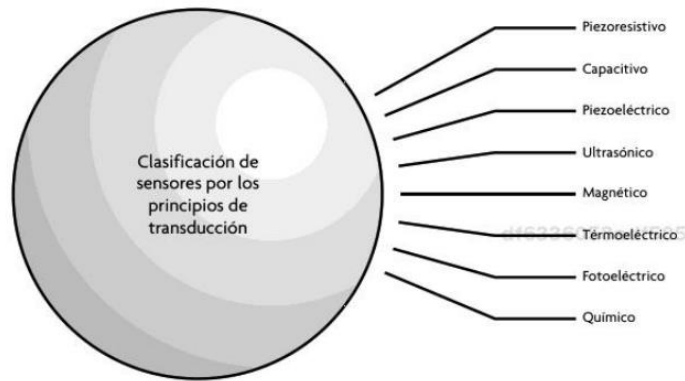


Figura 3. Clasificación de sensores por principio de traducción

2.1.8.2 Clasificación de sensores por el tipo de variable medida.

El principio de los sensores depende de su funcionamiento y del tipo de configuración en que se coloque y como se interpreta la señal de salida de este

13dd00258e6f84c Clasificación de los sensores según la variable física a medir	De posición, velocidad y aceleración
	De nivel y proximidad
	De humedad y temperatura
	De fuerza y deformación
	De flujo y presión
	De color, luz y visión
	De gas y pH
	Biométricos
	De corriente

Figura 4. Clasificación de sensores según la variable medida

2.1.9 Técnicas de bastón.

El bastón puede manejarse con la mano derecha o izquierda indiscriminadamente, de acuerdo como se sienta cómoda la persona. Cuando la persona sostiene el bastón deberá alcanzar por lo menos un metro delante de ella. Para que la persona tenga un buen uso del bastón y lograr su independencia es necesario tener en cuentas ciertas técnicas que este requiere.



Figura 5. Bastón blanco

2.1.9.1 Técnica de Hoover.

El bastón debe llevarse con el brazo un poco doblado, cerca del cuerpo y centrado por la línea media; la mano debe sujetar el bastón con el dedo índice prolongado a lo largo en la parte plana del mango, los dedos restantes sujetando el bastón. No se centra, la persona tiende a caminar torcido.

El bastón debe moverse realizando un semicírculo de derecha a izquierda, con el solo movimiento de la muleca; la punta del bastón debe tocar el piso en los dos extremos del semicírculo y el arco que se hace en el piso deberá ser más o menos del ancho de los hombros, de esta manera se revisa la zona por donde la persona va a caminar y lo protege de los huecos o de tropezar con cualquier obstáculo u objeto que se encuentre en el piso, ya que con el resto del bastón la persona protege sus piernas y cintura.

A medida que la persona camina debe realizar un movimiento intercambiado con el bastón y el pie, es decir, mientras se está explorando con el bastón en el lado izquierdo, se dará el paso con el pie derecho.

Los aspectos que el instructor debe tener en cuenta cuando está realizando un entrenamiento en orientación y movilidad son:

- La forma como la persona toma el bastón
- La forma de ubicar el bastón con respecto al cuerpo
- El movimiento de muñeca que debe hacer la persona para el manejo del bastón
- El ancho del arco al realizar la técnica
- El ritmo del cuerpo al desplazarse con el bastón, es decir, pie izquierdo con movimiento del bastón hacia la derecha y viceversa.
- Conservar siempre un movimiento armónico, es decir, mantener un movimiento natural y elegante, cuidando de no exagerar movimiento o adoptar posturas inadecuadas con el uso del bastón.

2.1.9.2 Técnica de desplazamiento.

Esta técnica permite a la persona con discapacidad visual desplazarse por sitios cerrados como centros comerciales, edificios, oficinas, etc.

El bastón deberá ir colocado en posición diagonal con la punta en el borde que esta entre la pared y el suelo, sin realizar ningún toque, solo deslizando el bastón por el borde antes mencionado, esta técnica también puede combinarse con la técnica Hoover deslizando el bastón por el suelo sin olvidar el ancho del arco y el ritmo al caminar.

2.1.9.3 Técnica de toque.

Permite dar mayor seguridad en el desplazamiento estando en terrenos montañosos o disparejos. Para caminar por zonas rurales, se recomienda utilizar un bastón rígido que permita no solo obtener información del suelo, sino que en determinado momento le pueda servir de apoyo. Generalmente con este bastón se realiza la técnica de toque. Esta técnica consiste en tomar el bastón por el mando en forma de agarre, ubicándolo al frente y el centro del cuerpo en forma paralela, dando dos o tres toques al terreno en forma de picado.

2.1.9.4 Técnica para subir y bajar escaleras.

Permite que la persona con discapacidad visual pueda subir y bajar las escaleras sin ayuda. Para poder hacer esto la persona deberá ubicarse a la derecha de está tomando el bastón con agarre de pinza, la puntera del bastón deberá medir la altura y el ancho del escalón y el bastón deberá estar siempre un escalón adelante, tocado el borde del peldaño; cuando el bastón no percibe más escalones la información dada es que se está llegando a un descanso de la escalera o que ya no hay más peldaños; tanto para bajar como para subir, se utiliza la misma técnica conservando siempre la derecha.

2.1.9.5 Técnica para el cruce de calles.

Permite a la persona con discapacidad visual cruzar calles guardando algunas normas de seguridad. La persona primero debe buscar la esquina teniendo como vista el golpe del viento en la cara; luego dará un giro hacia el lado opuesto a la esquina, tomando como referencia la pared, después de encuadrarse y contar ocho pasos hacia adentro se encuadrará nuevamente y caminará hacia el frente, es decir, hacía el andén; luego debe realizar un semicírculo defensivo y cruzar la calle sin olvidar poner atención a los ruidos del ambiente que le pueden dar información tales como los movimientos de los autos o de

las personas. Al llegar al otro lado de la calle, la persona debe realizar las mismas técnicas de protección, sin olvidar contar los ocho pasos hacia afuera de la calle para poder volver a la esquina y continuar con su recorrido.

2.1.10 Tecnología RFID.

La tecnología RFID denominada *identificación por radiofrecuencia*, es un método que permite el almacenamiento y recuperación de datos haciendo uso de etiquetas o tags en la cuales se encuentra la información. El principio de esta tecnología es similar al del código de barras en el cual se usan señales ópticas para transmitir la señal entre la etiqueta y el lector, a diferencia del RFID⁴, que implementa señales de radiofrecuencia dependiendo el tipo del sistema, las más usada son:

- 125KHz
- 13,56MHz
- 443MHz
- 860MHz
- 960MHz
- 2,45GHz

Teniendo como referencia las señales anteriormente mencionadas, es necesario resaltar los tipos de espectro radio eléctrico que puede presentar una antena y su clasificación.

⁴ Portillo, J. Bermejo, A. Bernardos, A. tecnología de identificación por radiofrecuencia (RFID) aplicaciones para la salud. Fundación Madrid para el conocimiento Velázquez. Madrid 2008

Núm. de la banda	Símbolos (en inglés)	Nombre (en inglés)	Rango de frecuencias	Subdivisión métrica correspondiente	Abreviaturas métricas para las bandas
4	VLF	Very low frequency	3 a 30 kHz	Ondas Miriamétricas	B.Mam
5	LF	Low frequency	30 a 300 kHz	Ondas Kilométricas	B.Km
6	MF	Medium frequency	300 a 3 000 kHz	Ondas Hectométricas	B.hm
7	HF	High frequency	3 a 30 MHz	Ondas Decamétricas	B.dam
8	VHF	Very high frequency	30 a 300 MHz	Ondas métricas	B.m
9	UHF	Ultra high frequency	300 a 3,000 MHz	Ondas decimétricas	B.dm
10	SHF	Super high frequency	3 a 30 GHz	Ondas centimétricas	B.cm
11	EHF	Extremely high frequency	30 a 300 GHz	Ondas milimétricas	B.mm
12			300 a 3,000 GHz	Ondas decimilimétricas	B.dmm

Figura 6. Espectro Radio Eléctrico

Generalmente la tecnología de Radiofrecuencia RFID está compuesta por cuatro elementos:

2.1.10.1 Etiqueta RFID.

Denominada tag o transpondedor se inserta o adhiere a un objeto, animal o persona, porta información sobre el mismo, en este contexto al referirse como objeto, su uso más amplio puede ser un vehículo, una tarjeta, una llave, un paquete, un producto, una planta, etc. Consta de un microchip que almacena los datos y una pequeña antena que habilita la comunicación por radiofrecuencia con el lector

2.1.10.2 Lector.

Se encarga de transmitir la energía suficiente a la etiqueta y leer los datos que se envíen. Consta de un módulo de radiofrecuencia transmisor y receptor, una unidad de

control y una antena. Permite enviar los datos recibidos por la etiqueta a un subsistema de procesamiento de datos.

2.1.10.3 Ordenador, host o controlador.

Recibe la información de uno o varios lectores y se los comunica al sistema de información, capaz de transmitir ordenes al lector.

2.1.10.4 Middleware.

Un sistema ERP de gestión de sistema IT son necesarios para recoger, filtrar y manejar los datos.

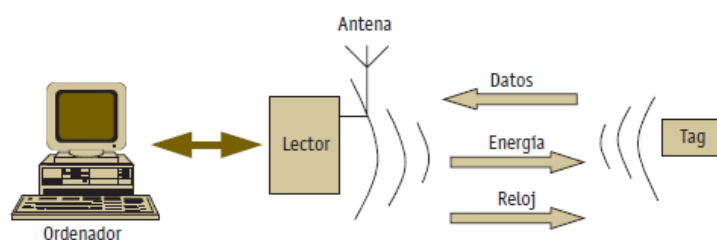


Figura 7. Principio de funcionamiento de un sistema RFID

2.1.11 Tiflotecnología.

Según la RAE el termino Tiflotecnología proviene del griego Tiflo (ciego), que se define como el estudio de la adaptación de procedimientos y técnicas para su utilización por los ciegos⁵.

⁵ RAE. Diccionario de la lengua española. <https://dle.rae.es/?id=Zjao4Pv>

La Tiflotecnología es conocida como el conjunto de técnicas, conocimientos y recursos encaminados a procurar en las personas con discapacidad visual los medios oportunos para el correcto uso de la tecnología, con el fin de favorecer su autonomía personal y plena integración social, laboral y educativa (Sánchez, J, 2017).

2.2 METODOLOGÍA

Para la elaboración del presente trabajo de grado se tomó como base la propuesta “el modelo de prototipos” que está basado en la Metodología Universal de Diseño UDM aplicada dentro del diseño metodológico de la investigación. Este diseño se define a través de 5 fases implementadas de la siguiente manera: Fase 1: escritura de especificaciones, Fase 2: tecnología y herramientas, Fase 3: diseño, Fase 4: simulaciones, Fase 5: Implementación física, Fase 5.1: Integración del sistema y pruebas y, finalmente, la Fase 5.2 Prueba Piloto.

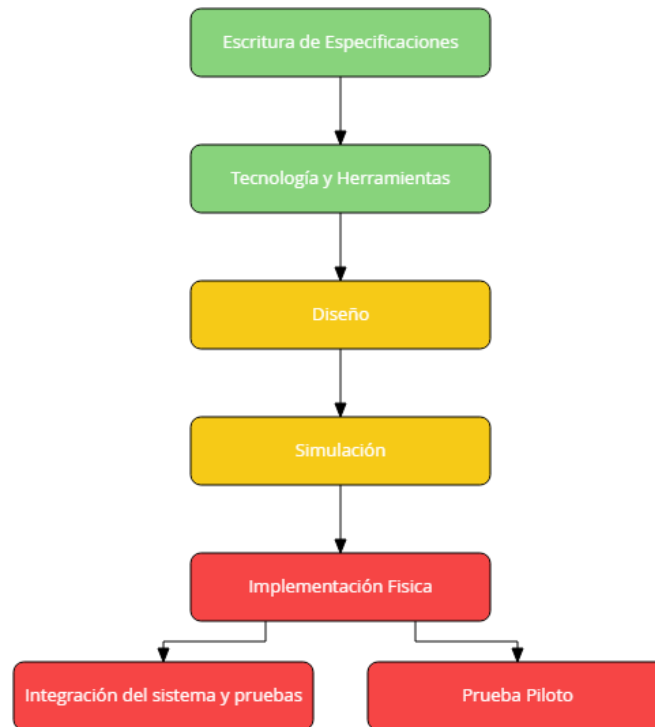


Figura 8. Fases Metodológicas basadas en UDM

El modelo de prototipos es una estructura orientada al diseño de software en ingeniería, por lo cual en la presente investigación es necesario realizar unos ajustes en cuanto a las fases

metodológicas que se llevan a cabo, teniendo en cuenta que la construcción del sistema electrónico en su adaptación se fundamenta específicamente en hardware, por lo cual el apoyo de la UDM es fundamental durante el proceso⁶.

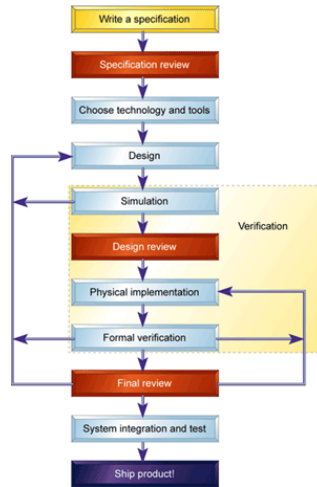


Figura 9. Universal Design Methodology UDM

El Modelo Universal de Diseño es una metodología que se adapta al desarrollo basado en sistemas embebidos con un método de planificación y diseño estructural utilizado esencialmente en la construcción de FPGA, CPDL Y PCB, para el caso de esta adaptación se hace uso de la placa de adquisición de datos Arduino MEGA 2560, que será la parte esencial en la programación de los tags RFID para el reconocimiento de espacios y el cual se podrá reprogramar cada vez que el usuario lo requiera.

⁶ Embedded, Introduction to universal desing methodology, recuperado de: <https://www.embedded.com/electronics-blogs/beginner-s-corner/4024888/The-universal-design-methodology>

2.2.1 FASE 1. ESCRITURA DE ESPECIFICACIONES

Dentro de la escritura de especificaciones, la primera fase da inicio a partir del planteamiento del problema en el cual se ve la necesidad de implementar un dispositivo capaz de reconocer espacios, adaptado al bastón de las personas con discapacidad visual dentro de las instalaciones de la Universidad Pedagógica Nacional sede calle 72, específicamente en la biblioteca central, dado que este lugar es el más concurrido por los estudiantes con esta discapacidad, ya que aquí se encuentran el centro Tiflotecnológico y las cabinas de estudio individual, además se resalta la falta de espacios necesarios para su desplazamiento.

2.2.1.1 Delimitación.

Para la delimitación de la población con la cual se trabajó durante el desarrollo del proyecto de grado, se recurrió al Centro Tiflotecnológico “Hernando Pradilla Cobos” en conjunto con la dirección de la Biblioteca central, quienes sirvieron de mediadores al momento de facilitar la participación de dos estudiantes con discapacidad visual congénita: Daniela Alejandra Mosquera López y Oscar Nicolas Piracun Cely de la Licenciatura en Educación Especial, puesto que tienen las condiciones para apoyar el desarrollo del proyecto, como la discapacidad visual congénita y la ceguera total en donde la persona desde los primeros años requiere de un proceso de adaptación al entorno por medio del bastón para facilitar su orientación y desplazamiento, creando así un mapa mental de los lugares que frecuenta.

Cabe resaltar que la institución cuenta con 19 estudiantes con discapacidad visual y se hace la elección de los dos participantes arriba mencionados por la facilidad e independencia con

la que se desplazan dentro de las instalaciones de la Universidad Pedagógica Nacional. Luego de realizar el proceso de selección se le proporciona la información respecto a su participación, autorizando por medio un consentimiento informado (ver Anexo A) para el proceso de entrevistas “pre-prueba y post-prueba” y “prueba piloto” (ver Anexos del literal B al E).



Figura 10. Estudiantes Participantes

2.2.2 FASE 2. TECNOLOGÍA Y HERRAMIENTAS

El bastón de Hoover o bastón blanco es la herramienta más usada por las personas con discapacidad visual para su movilidad y desplazamiento dentro y fuera de la Universidad Pedagógica Nacional, por esta razón se optó por implementar éste como la parte principal del presente proyecto, por consiguiente, se hace necesario adaptarle un sistema de apoyo que genere independencia y ayude a su calidad de vida, puesto que es una herramienta que usan a diario. Se tomó como referencia un bastón de 1.20 metros de alto, incorporándole en la punta una rodachina con el fin de no afectar el funcionamiento de los dispositivos electrónicos al momento de emplear el toque o doble toque de la técnica de rastreo.



Figura 11. Rodachina Americana para bastón

Para llevar a cabo la elaboración del sistema electrónico que se adaptaría al bastón, se hizo necesaria la indagación de antecedentes a nivel nacional e internacional que evidenciaran el uso de tecnologías y sistemas electrónicos para el reconocimiento de espacios, dando como resultado una multiplicidad de proyectos en los cuales se opta por el uso de sensores ultrasónicos y vibraciones con el fin de detectar obstáculos, además del uso de audios monofónicos.

La placa de adquisición de datos Arduino Mega 2560 junto con su software IDE son de fácil accesibilidad y manejo del lenguaje de programación, lo cual resulta pertinente dentro del desarrollo del sistema electrónico usado en este proyecto, una de las ventajas al usar este Arduino 2560 es la poca cantidad de espacio de almacenamiento que ocupa en el programa, pues solo abarca el 3% de espacio y el 5% en variables globales en comparación con las placas Arduino UNO que ocupa el 25% y el 21% en variables globales y con

respecto al Arduino NANO que ocupa el 26% del almacenamiento de programa y 21% en variables globales de la memoria dinámica.

En cuanto a la parte del reconocimiento de espacios se empleó el módulo RFID-RC522, el cual tiene como finalidad la lectura de los tags a una distancia aproximada de 5cm desde la punta del bastón donde se encuentra ubicado el módulo hacia el piso. La comunicación inalámbrica existente entre el lector y el tag presenta una frecuencia de 13.56MHz, la necesaria para reconocer los archivos de audio guardados y programados en conjunto con el módulo DFPlayer Mini, el cual almacena datos en formato mp3, cuenta con una capacidad de almacenamiento de 32GB en una memoria micro SD, con esto se logra la reproducción de los audios que describen los espacios que contiene la biblioteca de la universidad a través de un auricular.

2.2.3 FASE 3. DISEÑO

En la fase de diseño se lleva a cabo la implementación del dispositivo electrónico adaptado al bastón, el cual se dividió en dos partes: la primera consistió en construir una protección a base de acrílico que permitiera mantener de forma segura el Arduino y el Módulo DFPlayer Mini, los cuales se ubicaron abajo del mango del bastón, así mismo se construyó una segunda cubierta para el lector RC522 ubicado en la punta de este, con el fin de prevenir daños causados por el ambiente o golpes generados durante el desplazamiento de la persona.



Figura 12. Bastón con Protección en Acrílico

La segunda Parte del diseño consistió en realizar la comunicación entre el lector, el Arduino y el Módulo almacenador de audio, necesaria para el reconocimiento, llevando la información almacenada en los Tags que se ubicaron en puntos estratégicos a la entrada de cada sala de la Biblioteca y que se reproduce a través del auricular que el usuario conecta al Plug ubicado a un costado del mango del bastón, Así mismo cuenta con un botón de encendido igualmente ubicado en el otro costado del mango del bastón.

Durante el proceso de reconocimiento de los Tags con el bastón, el circuito cuenta con un sistema de interrupción que se visualiza por medio de tres leds los cuales se encienden o apagan según la ejecución del programa, es decir, cuando el bastón no está en funcionamiento y a la espera de la lectura de un Tag un led de color amarillo se enciende, al momento de realizar la lectura un led de color verde se enciende con el fin de avisar que

el usuario está escuchando la información del lugar donde se encuentra y finalmente un Led rojo que se enciende para indicar que el bastón no está en funcionamiento, ni habilitado para leer un Tag.

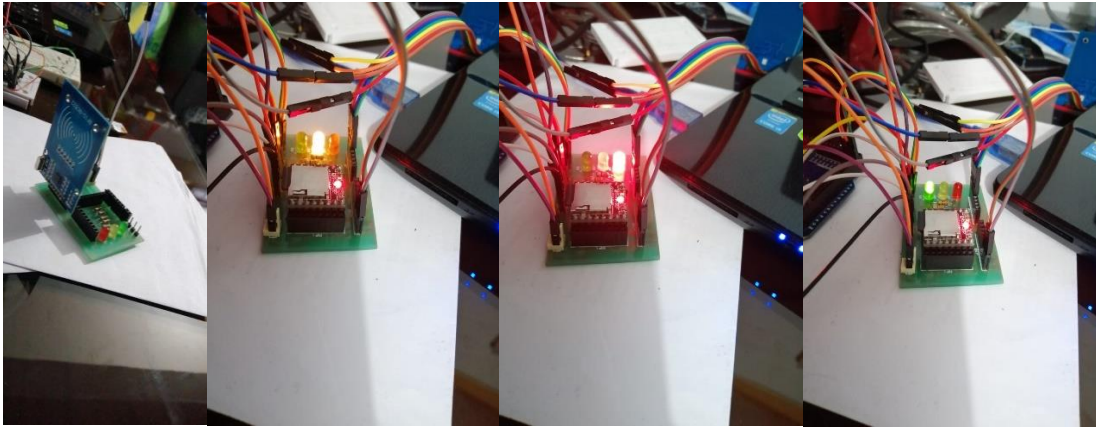
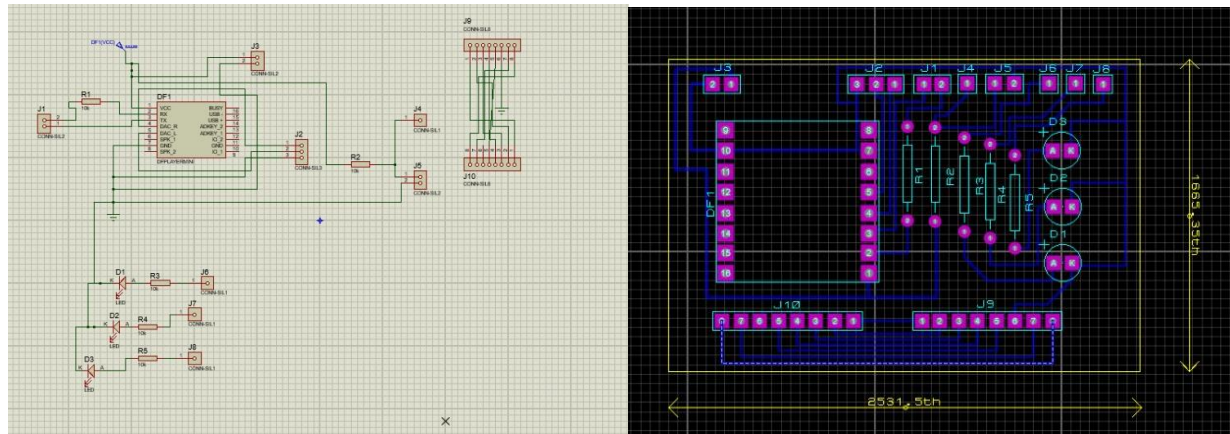


Figura 13. Circuito Integrado Modulo DFPlayer Mini e Indicador de Interrupción

2.2.4 FASE 4. SIMULACIÓN

Para el desarrollo de esta fase se hizo necesario el uso de dos softwares, el primero fue el IDE de Arduino 1.8.9 para la creación en su totalidad de la programación del sistema electrónico y el grabado de los Audios correspondientes a cada TAG, esta herramienta permitió además ofrecer información por medio de su monitor serial al desarrollador cuando se necesitaba saber el ID de cada tag, cuándo se encontraba conectado el módulo DFPlayerMini y evidenciar la interrupción de lectura del sensor.



A)

B)

Figura 14.. A) Esquemático DFPlayer Mini B) Diseño PCB DFPlayer Mini

En cuanto a la elaboración del circuito impreso, en el cual se instaló el módulo reproductor de audio y en el que se apreciaron las interrupciones cuando el bastón se encontraba en funcionamiento, se hizo necesario el uso de Software de simulación Proteus 8.4, con el fin de diseñar un esquemático del circuito total con las conexiones necesarias para su comunicación con la placa Arduino Mega 2560 el PCB del Módulo mencionado, cabe resaltar que la impresión de este diseño se realizó en dos capas con el material Antisolder para proteger los caminos de residuos de soldadura y generar un posible corto, además se tuvo que realizar el diseño del Módulo DFPlayer mini dentro del software ya que éste no lo contiene dentro de sus librerías.

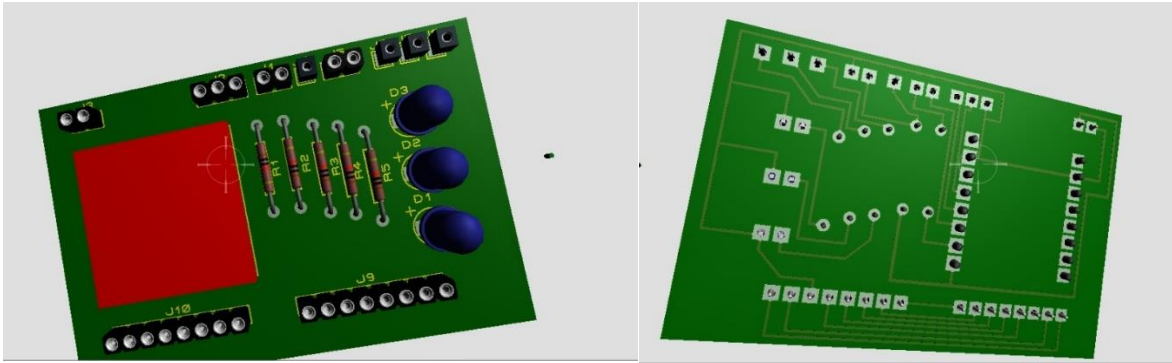


Figura 15. Circuito Impreso Modulo DFPlayer Mini e Interrupciones

2.2.5 FASE 5. IMPLEMENTACIÓN FÍSICA

2.2.5.1 FASE 5.1 INTEGRACIÓN DEL SISTEMA Y PRUEBAS

En esta fase se realiza la adaptación del sistema electrónico al bastón, ubicando el módulo y el Arduino cerca al mango del bastón y el lector RC522 en la punta del bastón; con el fin de obtener buena calidad en los audios que se transmitieron a través del auricular que la persona con discapacidad visual conectaría al plug, se recurrió al uso de cable triestereo, el cual ayuda a eliminar la interferencia que se genere durante la comunicación entre el lector y la placa Arduino, por otro lado para la alimentación del Arduino se recurrió a un banco de carga que genera los 5 voltios necesarios para su funcionamiento, ya que el módulo y el lector funcionan a 5voltios y 3.3voltios, lo suficiente para que su duración sea alrededor de 5 horas en uso continuo.

La distancia para el reconocimiento de los tags y el lector tiene un rango entre los 0 y 5cm, además de ello se implementa una cinta con textura que orienta a la persona con discapacidad visual y lo aproxima al reconocimiento del Tag que brindará la información del lugar donde se encuentra.



Figura 16. Implementación física con adaptación del sistema Electrónico

Teniendo en cuenta la realización de la entrevista pre-prueba (ver anexo c) hecha a los estudiantes participantes, se realizaron pruebas para determinar el uso adecuado del bastón dentro de la biblioteca de la Universidad Pedagógica Nacional y la forma en cómo se debería tomar el bastón, teniendo en cuenta que la parte plana del mango del bastón es una guía para identificar el derecho de este.



Figura 17. Entrevistas Pre-Prueba

2.2.6 FASE 5.2 PRUEBA PILOTO

Esta es la fase final en la elaboración de proyecto de grado, aquí se evidencia la implementación y adaptación del sistema electrónico en el bastón, además se realiza la prueba final con los participantes dentro de las instalaciones de la biblioteca central de Universidad Pedagógica Nacional sede calle 72, durante las pruebas finales se ubicaron tags en cada una de las salas en puntos específicos para su reconocimiento cuando la persona con discapacidad visual acerque el bastón; los audios programados en cada tag no superan el minuto de grabación, esto permite que la persona tenga información detallada del lugar al cual se dirige sin extensión de tiempo.



Figura 18. Tags en Biblioteca

Una vez implementados los tags se realizaron unas recomendaciones a los dos participantes durante su recorrido con el bastón, señalando que encontrarían una textura diferente en el piso la cual serviría como guía para informar la proximidad a la cual se encontraba el Tag, para su reconocimiento. Finalmente se realizó una entrevista Post-prueba

(ver Anexo E), en la que se hicieron evidentes las experiencias y recomendaciones durante el proceso de la prueba piloto.



Figura 19. Prueba Piloto Con Participantes

CAPITULO III - CONCLUSIONES

- La implementación del sistema electrónico en el bastón permitió que las personas con discapacidad visual con quienes se realizaron las pruebas del prototipo identificaran de manera correcta los tags ubicados en las salas que se encuentran al interior de la biblioteca central de la Universidad Pedagógica Nacional, cumpliendo así la intención de generar independencia y autonomía durante su desplazamiento al interior de la institución.
- Los audios generados por la aplicación, relativos a los tags para el reconocimiento de espacios, lograron la identificación de los lugares en donde se encontraban los participantes, pues la información proporcionada se realizó con las voces naturales de los autores del presente trabajo de grado y en una velocidad de audio normal, puesto que en sugerencias dadas en las entrevistas de pre-prueba se recomendó no usar un software que usara una voz genérica.
- La adaptación del sistema electrónico al bastón permitió que el peso de los elementos no afectara la manipulación de éste durante el desplazamiento por las rutas que se sugirieron a los participantes para la lectura y reconocimiento de los lugares donde se realizaron las pruebas piloto correspondientes al uso del prototipo
- Para implementaciones futuras se sugiere diseñar un PCB para el Módulo DFPlayer mini que contenga caminos de mayor diámetro, para que no genere pérdidas de datos durante la comunicación serial entre éste y la placa de adquisición de datos Arduino Mega 2560.
- Se recomendó reducir el tamaño de las cajas protectoras en acrílico para mayor comodidad de uso, además de implementar un sistema que permita subir y bajar el volumen de los audios, con el fin de que la persona con discapacidad visual tenga mayor claridad de la

información, ya que puede estar en zonas al aire libre o ambientes con altos niveles de ruido.

- En diseños posteriores se sugiere la implementación de tags en lugares en donde no sean ignorados por las personas videntes, permitiendo que las personas con discapacidad visual identifiquen el espacio por el cual se movilizan ayudadas por el prototipo.
- Para implementaciones futuras se sugiere hacer un ajuste en el plug de entrada de los auriculares, dado que éste se encuentra adherido al mango del bastón y al ser manipulado de forma continua podría perderse la información del lugar donde se encuentra.

CAPITULO IV – BIBLIOGRAFÍA

- Andrade P. Orientación y Movilidad de personas con discapacidad visual, 459 impactos, INCI Instituto Nacional Para Ciegos. Recuperado de <https://www.inci.gov.co/orientaci%C3%B3n-y-movilidad-de-personas-con-discapacidad-visual>
- Blázquez del toro. M. SISTEMAS DE IDENTIFICACIÓN POR RADIOFRECUENCIA. Recuperado de <http://www.it.uc3m.es/jmb/RFID/rfid.pdf>
- Corona, L, Abarca, G, Mares J. Sensores y actuadores aplicaciones para Arduino. Instituto Politécnico Nacional. Azcapotzalco, México D. F. 2014
- Ingeniería mecafenix. Tipos de sensores y sus características. 2018, recuperado de <http://www.ingmecafenix.com/automatizacion/sensores/>
- Limjoco, C. Thong-Nman, S. Embedded System Development. Recuperado de <https://slideplayer.com/slide/5352217>
- López, O, Sarmiento, L, Sanabria, L, Ibáñez, J, Valencia. La representación espacial en invidentes congénitos con apoyo de un dispositivo mecatrónico. Universidad Pedagógica Nacional. Bogotá 2006.
- Ministerio de la salud y protección social (2016). Análisis de Situación de salud Visual en Colombia. Convenio 519 de 2015.
- Organización Mundial de la Salud. Ceguera y discapacidad visual, 11 de octubre 2017, recuperado de <http://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/blindness-and-visual-impairment>
- Pérez, D. Análisis de objetos como estrategia pedagógica para el desarrollo de competencias de diseño en estudiantes con ceguera congénita como discapacidad visual. Universidad Pedagógica Nacional. Bogotá 2010
- Portillo, J. Bermejo, A. Bernardos, A. tecnología de identificación por radiofrecuencia (RFID) aplicaciones para la salud. Fundación Madrid para el conocimiento Velázquez. Madrid 2008

Sánchez, J. Tiflotecnología. Acción social. Revista de política social y servicios sociales. Abril de 2017.
Revista coeditada por IPS. Instituto de política social y SocialMurcia.

Delgado, A. (2012). Bastón Blanco para prevenir Obstáculos. Tesis. Instituto Politécnico Nacional,
Escuela Superior de Ingeniería Mecánica Y Eléctrica Unidad Zacatenco.

Tolosa,J. (2017). Prototipo de detección de obstáculos para personas con limitación visual. Trabajo
de grado. Universidad Pedagógica Nacional

Rojas. J. (2017). Integración de modulo electrónico en bastón para mejorar la detección de
obstáculos en el desplazamiento de las personas ciegas. Monografía. Universidad Nacional
de Ingeniería.

ANEXO A



Universidad Pedagógica Nacional de Colombia
Facultad de Ciencia y Tecnología
Licenciatura en Electrónica
Trabajo de Grado

Formato de Consentimiento Informado

Apreciado estudiante, reciba un saludo de Paz y Bien

Usted ha sido seleccionado(a) para participar en el proyecto de investigación: **“SISTEMA ELECTRÓNICO PARA LA DETECCIÓN DE ESPACIOS ADAPTADO A UN BASTÓN CONVENCIONAL PARA PERSONAS CON DISCAPACIDAD VISUAL”**, llevado a cabo desde el Programa de la Licenciatura en Electrónica de la Universidad Pedagógica Nacional de Colombia. Tiene como objetivo Desarrollar un sistema electrónico adaptado a un bastón convencional que permita el desplazamiento de personas con discapacidad visual.

Usted decide si desea o no participar en el proyecto; el negarse a participar no va a ocasionarle ningún inconveniente. Su participación consiste en contestar las entrevistas **“Pre- prueba”** y **“Pos-prueba”** la cual será aplicada por estudiantes de último semestre de Lic. En electrónica con el aval de los profesores de dicha universidad, a su vez unas pruebas que se llevaran a cabo en la Biblioteca central de la Universidad Pedagógica Nacional, haciendo uso del bastón de prueba para comprobar su funcionamiento, cabe resaltar que su seguridad e integridad física no se verán afectadas.

Es importante mencionar que su identidad, así como la información que se obtenga durante el proceso de investigación será tratada de forma abierta sin vulnerar su integridad, es decir, esta información la podrá conocer, los investigadores, docentes y toda persona que desee tener acceso al trabajo de grado teniendo en cuenta que este estará en el repositorio de la Universidad Pedagógica Nacional.

Si usted después de haber firmado este documento o incluso durante la investigación desiste de su participación en ésta, se puede retirar en el momento que desee. Los investigadores también podrán solicitarle que se retire de la misma, si lo consideran conveniente.

Por último y teniendo claro los anteriores aspectos usted podrá dar a continuación el consentimiento para que participe en la investigación.

Yo, _____, confirmo que he leído y entendido la información arriba consignada que entendí satisfactoriamente el propósito, los objetivos y el procedimiento que será llevado a cabo, así como me han comunicado que no hay riesgo para mí ni para mi familia y que deseo voluntariamente participar en el proyecto.

Nombre del participante _____

Firma _____

Cédula de ciudadanía _____

Fecha _____

Agradecemos su atención y posible colaboración.

Atentamente, Grupo Investigador.

Cod: _____

Cod: _____

ANEXO B

PREGUNTAS DE ENTREVISTA PRE-PRUEBAS

**UNIVERSIDAD PEDAGOGICA NACIONAL
LICENCIATURA EN ELECTRÓNICA
TRABAJO DE GRADO
SISTEMA ELECTRÓNICO PARA LA DETECCIÓN DE ESPACIOS ADAPTADO
A UN BASTÓN CONVENCIONAL PARA PERSONAS CON DISCAPACIDAD
VISUAL**

1. ¿Qué tipo de herramienta y/o Apoyo utiliza para su movilidad en la vida diaria?
2. ¿Por qué no hace uso de otros apoyos para su movilidad?
3. ¿Por qué considera usted que es más frecuente el uso del Batón?
4. ¿Qué dificultades conlleva el uso del bastón dentro del contexto universitario?
5. ¿Qué opina usted de la implementación de nuevas tecnologías para el uso del bastón?
6. ¿Conoce usted qué tecnologías se están implementando en el uso del bastón? ¿Cuál?
7. ¿Qué adaptación les gustaría, en el ámbito tecnológico, que tuviera el bastón y por qué?
8. ¿Cómo le podría aportar a su vida diaria el uso de estas tecnologías aplicadas al bastón?

ANEXO C

ENTREVISTA PRE-PRUEBAS

Entrevistador 2: Buen día, nos encontramos en la Universidad Pedagógica Nacional sede calle 72, y somos estudiantes de la Licenciatura en Electrónica.

Entrevistador 1: Mi nombre es Juan Felipe Pérez, mi compañero Luisa Eduardo Mendivelso. Nos encontramos con dos estudiantes de la Licenciatura en Educación Especial.

D: Bueno, mi nombre es Daniela Mosquera, estudio Educación especial y me encuentro en octavo semestre, eh... mi discapacidad es visual, congénita.

O: Hola, mi nombre es Oscar Piracun, estoy en noveno semestre de la Licenciatura en Educación Especial y mi discapacidad es congénita.

Entrevistador 1: Dos estudiantes quienes nos apoyaran en las entrevistas pre-pruebas para el proyecto: Sistema electrónico adaptado a un bastón convencional para personas con discapacidad visual.

Entrevistador 1: Primera pregunta, ¿Qué tipo de herramientas y/o apoyo utiliza para su movilidad en la vida diaria?

D: Bueno, la herramienta que utilizo a diario para movilizarme es el bastón guía.

O: Eh... igualmente la herramienta que más frecuento es el bastón.

Entrevistador 1: ¿Por qué no hace uso de otros apoyos para su movilidad?

D: Bueno, en mi caso no hago uso de otros apoyos, por ejemplo, existe el perro guía, pero no lo utilizo porque, bueno, en este momento no lo tengo, así que la herramienta más accesible es el bastón.

O: Eh, bueno una de las razones es la economía, los temas económicos, dos, tal vez fue la herramienta que tuve más próxima en mi desarrollo como persona con discapacidad visual y tres,

la infraestructura de la ciudad no está preparada para hacer uso tal vez de otras tecnologías o de otros aplicativos.

Entrevistador 1: ¿Por qué consideran que es más frecuente el uso del bastón?

D: Precisamente porque es, o sea, así tal cual como decía Oscar, es la herramienta más cercana que tenemos a nuestro uso cotidiano, y es a la cual podemos acceder con más facilidad.

O: Tal vez por desconocimiento, digamos que pueda que existan otros elementos, pero, es lo más convencional, lo que la gente ya está acostumbrada a ver y pues lo que a ti te han enseñado quizá, tal vez si te enseñaran o te dieran otro tipo de herramientas a conocer pues tu tendrías la posibilidad de elegir, pero simplemente el bastón fue la primera herramienta que pusieron en tu mano, entonces pues, tal vez por eso.

Entrevistador 1: ¿Qué dificultades conlleva el uso del bastón dentro del contexto universitario?

D: Yo pienso que la mayor dificultad que se puede percibir es en cuanto a... la parte de, bueno movilizarse uno por la universidad, es decir, hay muchos lugares donde pues ya sabemos dónde funcionan las chazas, y todo, pues, está bien, pero muchas veces no tenemos tan presente que vamos caminando y de pronto debemos hacer una maniobra o un desvío pues para no tropezar con la chaza, entonces eso de alguna forma entorpece un poquito el recorrido porque tú te haces un mapa mental y de pronto lo tienes que cambiar, entonces es un poco... un poco difícil, otra cosa, de pronto las “bicis” que dejan parqueadas junto a las rampas, o que uno puede tropezar con ellos, entonces eso también es un poco difícil para nosotros en cuanto a la movilidad.

O: Eh, bueno, una de las primeras dificultades, es la infraestructura a nivel arquitectónico, eh... con el tema de reconocimiento de desniveles, de los huecos de pronto, de los obstáculos mal ubicados, dos, la falta de cultura de la gente que todavía digamos, no tiene re-significancia en que el bastón no es algo que nosotros lo queramos usar por deporte o porque nos identifique tal vez, sino que es digamos el mecanismo de defensa, lo podría, yo lo podría definir así. Y tres, de pronto... la ubicación de los lugares y las barreras que el mismo contexto nos pone tal y como lo decía mi compañera, como las chazas mal puestas, las bicicletas, la gente sentada en el pasillo, y pues hay veces les molesta que uno arquee el bastón y no es que tú quieras arquear el bastón por... por jugar o por quererlo hacer, sino que es la manera de medir que está a tu lado y de qué

manera puedes caminar seguro, y pues si no hay seguridad pues, eh... hay posibilidad para hacer ciertas cosas y desplazarse pues autónomamente por el contexto universitario.

Entrevistador 1: ¿Qué opinión tiene de la implementación de nuevas tecnologías para el uso de este bastón?

D: Me parece bastante funcional porque es un apoyo precisamente y desde mi perspectiva siento que esto podría ayudar a minimizar un poco lo que se mencionaba en la pregunta anterior, es decir esas barreras que sentimos en cuanto a la movilidad podrían verse un poco más... bueno pueden estar ahí, pero esto puede ser un apoyo para nosotros sentirnos más seguros en el ambiente, de movernos con más tranquilidad que eso es lo que se busca.

O: Generaría más... empoderamiento y autonomía y les daría más seguridad a personas que tal vez no han tenido el mismo desarrollo que nosotros, sino que por el contrario, eh... en la discapacidad se manejan como dos... dos tipos, que es la discapacidad adquirida y la discapacidad congénita, entonces si una persona, de pronto un adulto ciego, vio cierta cantidad de tiempo y se quedó ciego pues herramientas como estas le ayudarían un poco a superar su duelo tal vez haberse quedado ciego y dos pues a saber que la vida continua y que si a través de aparatos como adaptar el bastón a nuevas tecnologías le podría hacer más llevadera su tránsito de vida.

Entrevistador 1: ¿Conocen ustedes tecnologías que se estén implementando en el uso del bastón? Y si es así ¿Cuáles conocen?

D: Bueno, yo realmente no conozco tecnologías como tal que puedan apoyar el uso del bastón.

O: Bueno, yo tengo conocimiento que en los Estados Unidos hay bastones con sensores que te van, digamos que van vibrando si tu bajas un andén, cosas así, pero pues obviamente es allá, ¿no? Conozco también para baja visión, eh... para las personas que usan bastón que son de baja visión, conozco los bastones que llevan el color, entonces van... les van dando como luz a eso para, pues para contrastar y eso, son tecnologías que yo he visto desde documentales y cosas así. Pero pues acá, acá en Colombia que yo conozca... No.

Entrevistador 1: ¿Qué adaptación les gustaría, en el ámbito tecnológico, que tuviera el bastón y por qué?

D: Bueno, eh... la adaptación, así como utilizar sistemas de audio, pues como ustedes lo plantan en el proyecto, realmente sabemos que la información que se nos suministra por medio auditivo es bastante funcional porque pues básicamente la gran mayoría nos llega de esta forma entonces, es eso.

O: Sería muy interesante, las persona con discapacidad visual, eh... son muy sensoperceptuales ¿no? Entonces aparte del audio, pues canalizan otro tipo de... de cosas como son, otro tipo sitios como lo táctil, entonces si sería muy interesante como que tu vayas por cierto lugar y el bastón te vibrara de pronto al subir y bajar un andén, o de pronto detectara los charcos, digamos que chistosamente a veces esa es una de las cosas que el bastón por más de que sea muy funcional no te puede avisar cuando tu menos piensas ya estás en el charco, entonces pues de pronto eso.

Entrevistador 1: ¿Y cómo podrían aportar estas herramientas en la calidad de vida de ustedes dos?

D: Pues, yo pienso que podrían aportar de manera significativa, porque aparte de ser un apoyo digamos para la movilidad de nosotros, permite que también tengamos mayor interacción con el entorno, es decir, claramente hay cosas que uno puede conocer, tú vas caminando por la calle y de pronto si uno frecuenta un espacio de manera diaria pues más o menos sabe que está ubicado, eh... a cierta distancia o bueno, con que se puede uno encontrar, pero creo que de esta manera nos acercaríamos mucho más a todo lo sensorial que nos ofrece pues el espacio.

O: Pues de acuerdo con la compañera, y siento que aportaría significativamente en nuestra autonomía en cuanto que a veces depender de la otra persona es difícil y digamos que es un poco frustrante en el tema de... cruzar una calle ¿sí? Chévere que el bastón tenga un detector que le diga a uno el semáforo cambio, cosas de pronto tan insignificantes como que para la persona vidente es verde, rojo o amarillo y pues para nosotros, digamos si no tienes a alguien que tú le digas: ¡oye! Disculpa ¿ya se puede cruzar? O hay veces la gente pues pasa muy desapercibida o simplemente no lo quiere hacer, entonces digamos en casos como esos a veces tú dices, si muy adaptado muy chévere el bastón, pero... porque si tal vez si tuviera eso... o sea eso nos haría un poco más participes y menos inseguros de andar por la ciudad pienso yo que eso nos daría una calidad de vida mayor.

Entrevistador 1: Agradecemos su tiempo y disponibilidad brindados en la realización de esta entrevista.

Entrevistador 2: El paso a seguir es la realización de las pruebas, las cuales se van a hacer en la Universidad Pedagógica Nacional, en la biblioteca central de esta misma.

ANEXO D

PREGUNTAS DE ENTREVISTA POS-PRUEBAS

**UNIVERSIDAD PEDAGOGICA NACIONAL
LICENCIATURA EN ELECTRÓNICA
TRABAJO DE GRADO
SISTEMA ELECTRÓNICO PARA LA DETECCIÓN DE ESPACIOS ADAPTADO
A UN BASTÓN CONVENCIONAL PARA PERSONAS CON DISCAPACIDAD
VISUAL**

1. ¿Cómo describiría la experiencia con la adaptación del sistema electrónico en el bastón?
2. ¿Qué ventajas puede evidenciar con la adaptación del sistema electrónico en el bastón?
¿Por qué?
3. ¿Qué desventajas puede evidenciar con la adaptación del sistema electrónico en el bastón?, ¿Por qué?
4. ¿Qué cambios sugiere a la adaptación del sistema electrónico en el bastón? ¿Por qué?
5. ¿En qué otro contexto cree que se pueda implementar?
6. ¿Cree que el uso de la adaptación del sistema electrónico en el bastón sea viable en su cotidianidad?
7. ¿Considera que los tags usados para describir los espacios se encuentran en lugares de fácil acceso?
8. ¿Considera que los audios que describen los lugares son claros al momento de desplazarse de un lugar a otro?
9. Teniendo en cuenta que esta propuesta va dirigida a personas con discapacidad visual congénita y ceguera total ¿Considera usted que esta adaptación, a futuro podría ser útil para personas con baja visión y discapacidad visual adquirida?
10. ¿Recomendaría el uso de este bastón a personas nuevas en la Universidad con discapacidad visual? ¿Por qué?

ANEXO E

ENTREVISTA POS-PRUEBAS

Entrevistador 1: Buen día, nos encontramos en la Universidad Pedagógica Nacional sede 72 y vamos a realizar la entrevista post-prueba del trabajo de grado.

Entrevistador 2: Pregunta número uno, ¿Cómo describiría la experiencia con la adaptación del sistema electrónico en el bastón?

D: Bueno fue una experiencia muy chévere, fue algo muy novedoso y realmente fue, o sea lo mejor fue como ir encontrando los tags, o sea sentir las texturas, como fijarse uno en esos detalles de caminar más despacio para poderse ubicar, fue una sensación chévere.

O: Yo le aportaría a lo que dice mi compañera, que la experiencia fue significativa en cuanto a que apostarle a que las barreras se disminuyan, en este caso en cuanto a accesibilidad, me parece que la experiencia fue novedosa, pero sobre todo fue accesible.

Entrevistador 2: ¿Qué ventajas pueden evidenciar con la adaptación del sistema electrónico en el bastón? y ¿Por qué?

D: Pues, una de las ventajas principales sería como que hay, pues una, digamos la información se presenta en audio, entonces pues es algo novedoso también, de que uno diga un bastón lo tiene y está al alcance de nosotros, pues es una ventaja también.

O: Eh, la claridad del audio, el volumen de la voz a la hora de dar las instrucciones, las pausas al momento de dar las instrucciones, y lo que dice mi compañera, tener un bastón convencional adaptado y accesible para que sucedan estas cosas, pues es una gran ventaja la verdad, aparte digamos que una de las ventajas más grandes es el reconocimiento y la ubicación en el espacio.

Entrevistador 2: ¿Qué desventajas puede evidenciar con la adaptación del sistema electrónico en el bastón?, ¿Por qué?

D: Pues yo creería, que de pronto una de las desventajas puede ser como que, si estamos en un espacio quizá más grande que la biblioteca, tal vez, o sea se necesitaría emplear muchas más tarjetas y como que los tags, de pronto el acceder al... a que sea la información con audio y todo este cuento, si hablamos de un lugar de pronto más grande, la adaptación previa, pues creo que sí, o sea llevaría un poquito más de tiempo, si fuera yo, es decir, de pronto, uno fuera un centro comercial o cosas así que ya son más... son unos sitios más grandes, creo que eso sería.

O: Ehh, digamos la fijación de los tags, en cuento a los lugares, porque si bien es cierto realizando las pruebas, ustedes nos indicaron muy bien el lugar, pues la idea es que esto genere autonomía, entonces el tema de la ubicación, si uno viene muy rápido como a veces es mi caso, que digamos por el reconocimiento del espacio ya camino muy rápido, pues voy a pasar tan desapercibido que no voy a hacer uso de la herramienta, entonces yo diría que esa es una de las desventajas y otra es de pronto agregar un poco más de volumen en la voz, no gritar, pero si el volumen de la voz, porque digamos hoy la biblioteca eh, no está concurrida ni con ruido por la situación ahorita de la universidad, pero yo me imagino usando el bastón en un día donde haya muchísima gente, en donde como ustedes saben no es, no es novedoso que los chicos se atreviesen, entonces si ellos no se fijan pueden estar pisando el tag y a nosotros nos va a dar lo mismo porque eso nos va a estorbar, ellos nos van a estorbar y no nos van a permitir ubicar el tag, el exceso de ruido también pues ustedes saben que la biblioteca esta concurrida, y a pesar de que es una biblioteca pues la gente no hace silencio.

Entrevistador 2: ¿Qué cambios sugieren a la adaptación del sistema electrónico en el bastón? y ¿Por qué?

D: Pues yo creería que, de pronto como reforzar la cuestión, como claro, eso ya son como cositas que se van con el tiempo corrigiendo, entonces como que la entrada que tengas los audífonos sea más, digamos resistente, es decir, eh si uno, a mí me paso particularmente que de pronto no rastreaba el bastón pues de manera correcta porque sentía que los audífonos se iban a desconectar, iba a perder información, entonces eso es importante porque de alguna forma si genera como esa distracción, aunque repito, sé que son cosas que se van adecuando con el tiempo y con el uso de hoy nos dimos cuenta.

O: eh bueno, una de las, de los cambios que yo sugeriría era tratar de guardar los cables, digamos que para una persona ya adulta, pues digamos que ya es de respetar el cable, pero si yo porque,

yo bueno después se los diré si hay una pregunta de recomendación, pero, eh a mi este proyecto no me gustaría que se quedara solamente en lo que ustedes hicieron, sino sería muy novedoso para enseñar el reconocimiento del espacio a un niño en un colegio, entonces los chicos son muy curiosos y ellos van a empezar a mirar porque tienen los cables digamos, yo que ya soy grande, de todas maneras, yo descubrí y vi que había algo adentro y yo dije “quiero saber que tiene adentro” ¿sí? Contando que pues si yo le muevo algún cable pues se puede desconectar algo y la información se puede perder, digamos que el anchor de la caja está bien, de pronto eh... el peso de la caja, la caja un poco más delgada en la parte de abajo, ¿sí? Para que, yo sé que de lo largo no lo pueden cortar porque así es el tamaño de la caja, pero tal vez en dimensión de pronto si y la ubicación de los manos libres lo que dice Dani, de pronto no, tal vez no causarle inseguridad, sino que estar muy seguros que sirva para todo tipo de audífonos y pues que los dos auriculares se escuchen, obviamente pues yo voy a tener igual el ruido del entorno y pues me voy a tener que ajustar a la información que me esté dando el auricular y la última sería el volumen o que le aumenten a la voz, o que haya algo que le suba y le baje el volumen a la información ¿Por qué? Porque lo que yo les digo, ese es un lugar cerrado y hoy no estaba concurrido, pero, cuando esta concurrido y hay mucha gente, pues para nosotros hay otros canales perceptuales pero el canal que más utilizamos es el auditivo entonces por lo tanto esa información nos tiene que quedar como quedo hoy: ¡Clara!

Entrevistador 2: ¿En qué otro contexto cree que se pueda implementar?

D: Bueno, yo pensaría que se podría implementar eh, de pronto claro en otras universidades, en aeropuertos, ya lugares, incluso hasta en centros comerciales ¿Por qué no? A largo plazo.

O: Bueno es evidente que este bastón solo podría ser usado en lugares cerrados, ¿sí? Por tanto, sería muy viables en un colegio, en aulas de Tiflología de los colegios, de las otras universidades, en auditorios, eh... como decía Daniela en centros comerciales. En lugares muy cerrados o por lo menos no de tanto tránsito como es decir la calle ¿sí? A mí me encantaría decirles que la calle, pero pues obviamente por la accesibilidad del bastón, pues si a veces nos roban los bastones normales que no les sirven para nada, imagínese que vean un bastón que habla, pues para ellos va ser igual novedoso entonces, en todo lugar cerrado, bien aplicado yo digo que se puede utilizar.

Entrevistador 2: ¿Creen que el uso de la adaptación del sistema electrónico en el bastón sea viable en su cotidianidad?

D: Si, precisamente me recojo en la anterior pregunta, porque si es viable pero entonces claramente en lugares cerrados.

O: Es viable totalmente, en cuanto a que, si yo llego nuevo a un trabajo, a un lugar como la biblioteca y me presentan esto para yo reconocer el espacio, yo no necesitaría preguntar, sino que me ubicaría perfectamente y reconocería el espacio.

Entrevistador 2: ¿Consideran que los tags usados para describir los espacios se encuentran en lugares de fácil acceso?

D: Si, son muy fácil de encontrarlos, porque precisamente se ubican justo frente al lugar del que necesita, del que estamos escuchando la información. Si.

O: Si son accesibles.

Entrevistador 2: ¿Consideran que los audios que describen los lugares son claros al momento de desplazarse de un lugar a otro?

D: Si, hay claridad en los audios porque hay especificaciones realmente muy concisas eh.. de lo que, a donde vamos, que vamos a encontrar en ese lugar, como la información del numero de la oficina, que se hace allí, incluso los horarios de atención también están ahí.

O: A mí en ese sentido me llamo mucho la atención que no usaron la voz robotizada, o sea si ya nosotros como personas con discapacidad visual tenemos suficiente con escuchar estos aparatos, con el talkback, con el jaws, que son software pues que tienen las voces robotizadas, es muy chévere escuchar una voz humana, porque es como escuchar a otra persona diciéndole: mire, al frente queda la sala de lectura, en diagonal queda la sala de "tal", derecho queda el centro Tiflotecnológico, al lado derecho queda la sala de tesis, al frente queda multimedia, ¿sí? O sea escuchar la voz humana de otro hace más eh... digamos tranquilo el camino, más claro el recorrido y más eficaz el reconocimiento del espacio porque ya la voz robotizada pues, uno es muy rápida o muy lenta y a veces es también aburridora, entonces escuchar una voz humana y sobre todo diferente, ¿sí? Porque no siempre es la misma voz, digamos al principio uno escucha una tonalidad muy, muy seria de lo que va a pasar, y ya después que uno va como en la mitad del camino y ya oye otra voz que le dice a usted: bueno, el horario de atención va a ser este, pasa esto

y esto, entonces algo chévere que a mí me gusto fue que o usaran la voz robotizada como todo en lo que a veces nos presentan.

Entrevistador 2: Teniendo en cuenta que esta propuesta va dirigida a personas con discapacidad visual congénita y ceguera total ¿Considera usted que esta adaptación, a futuro podría ser útil para personas con baja visión y discapacidad visual adquirida?

D: Si, por supuesto, sería de gran utilidad también para ellos.

O: Sería útil para la persona con discapacidad visual adquirida ¿Por qué? Porque pues hombre, se tiene que ubicar en un espacio y evidentemente se acuerda de lo que vio, pero ya ese canal visual que usaba tanto no lo tiene y lo tiene que reconocer ahora por lo auditivo, entonces le ayudaría mucho. Para una persona con baja visión no es tan favorable, porque no tiene digamos luces o contrastes de color ¿sí? Entonces digamos que la persona con baja visión que ya este casi que ciega total, tal vez, pero es más viable para una persona con discapacidad visual adquirida que para una persona con baja visón, porque pues ustedes saben que no todas las personas con baja visión utilizan bastón y los utilizan es de noche cuando pues el queratocono o los bastoncillos no están funcionando correctamente en los ojos.

Entrevistador 2: Finalmente ¿Recomendarían el uso de este bastón a personas nuevas en la Universidad con discapacidad visual? Y ¿Por qué?

D: Si yo recomendaría el uso del bastón a las, digamos a los estudiantes que ingresen y que tengan discapacidad visual porque es una manera de pues, también, es una ventaja ¿no? Ellos podrían guiarse más fácil teniendo pues esa información, obviamente el hecho de ir escuchando a diario si se encuentra en la biblioteca y hacen el ejercicio les da también una noción de grabárselo porque lo están escuchando entonces en la memoria queda más fácil, es un ejercicio bien interesante.

O: Yo lo recomendaría por dos cosas, desde mi experiencia personal y profesional, siento que cuando llegamos a la universidad, llegar a un contexto mucho más grande y mayor que el colegio, entonces la mayoría de nosotros venimos muy protegidos por parte de muchas cosas ¿sí? Venimos con muchas inseguridades entonces tú ves al compañerito de primer semestre que no se quiere soltar de gancho de la persona vidente porque son experiencias que ya desde mi trabajo y desde lo personal se evidencia, entonces es muy interesante que yo le diga; Veá, este es el lugar

donde viene que es el centro Tiflotecnológico, pero el centro Tiflotecnológico hace parte de la biblioteca, conozca la biblioteca porque usted acá va tener que pedir prestados libros, si quiere hacer la monitoria pues tiene que manejar muchas cosas, ¿sí? Entonces por eso lo recomendaría y la otra pues les daría mayor autonomía e independencia y pues los compañeros no sentirían que todo toca llevarlo, toca traerlo, a pesar de que no lo digan a veces como que “lléveme” ”acompañeme” y pues uno muchas veces uno también quiere estar solo, entonces pues digamos que eso le daría mayor seguridad y mayor autonomía, desde que entra a la universidad, no como nos pasó a nosotros que con el tiempo y con estrellones, y con apropiada de la universidad, o porque simplemente tuvimos compañeros que no decían, desafortunadamente no lo quiero llevar a ninguna parte pues de malas, porque pues esa es la realidad del contexto universitario, acá ya todo el mundo ve por lo de cada uno, entonces esos les daría mayor autonomía a los chicos nuevos.

Entrevistador 1: Les agradecemos a Oscar y Daniela por la participación en la ejecución de este proyecto.

ANEXO F

GRABACIONES TAGS

TAG 1: Bienvenido a la Biblioteca Central de la Universidad Pedagógica Nacional, sede calle 72.

TAG 2: Ingreso a la biblioteca: Girando al costado derecho encontrará la sala de lectura, si gira al costado izquierdo encontrará la entrada hacia la Hemeroteca y sala individual de estudio. Frente a usted podrá encontrar la recepción para entrega y préstamo de libros.

TAG 3: A104 Sala de lectura: Al interior de esta sala encontrará las salas de la A101 a la A106. Recuerde que, para el ingreso a cada sala mencionada, deberá dejar su maleta en los casilleros ubicados en la entrada de la biblioteca.

TAG 4: A101 Sala de Multimedia e Internet: Atención de lunes a viernes 7:00am a 7:45pm, sábados de 8:00am a 12:45pm, miércoles entre 11:00am y 12:45pm no hay servicio por mantenimiento.

TAG 5: A101 Sala de tesis: En este espacio podrá hacer consultas de trabajo de grado de manera física y digital.

TAG 6: A103 Centro Tiflotecnológico Hernando Pradilla Cobos: Atención, lunes a viernes 8:00am a 7:00pm, sábados de 8:00am a 1:00pm. En este espacio podrá encontrar equipos Tiflotecnológicos para estudiantes con discapacidad visual, tales como lector de audiolibros,

maquina Perkins, impresoras braille, telelupa, Pac Mate, escáner All Reader y elementos de uso diario como prestamos de bastón, regletas y ábacos.

TAG 7: A106 Sala de referencia: Podrá hacer consulta de trabajos de grado de forma física.

TAG 8: A105 Sala de consulta: aquí podrá realizar consulta de libros disponibles para solicitar a domicilio o en sala, además podrá solicitar trabajos de grado a través del repositorio.

TAG 9: Salida biblioteca central: Al costado derecho encontrará las escaleras para los pisos 2 y 3 del edificio A, de frente encontrará las escaleras y la rampa del edificio.