

**GURÚ, SISTEMAS DE ORIENTACIÓN Y GUÍA PARA ESTUDIANTES INVIDENTES  
DE LA UNIVERSIDAD DE NARIÑO**

**CAMILO ALEJANDRO GONZALEZ CERÓN  
JUAN CARLOS GORDON PAREDES**

**Grupo de investigación: ARTEFACTO**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO  
FACULTAD DE ARTES  
DISEÑO INDUSTRIAL  
SAN JUAN DE PASTO  
2018**

**GURÚ, SISTEMAS DE ORIENTACIÓN Y GUÍA PARA ESTUDIANTES INVIDENTES  
DE LA UNIVERSIDAD DE NARIÑO**

**CAMILO ALEJANDRO GONZALEZ CERÓN  
JUAN CARLOS GORDÓN PAREDES**

**Grupo de investigación: ARTEFACTO**

**PROYECTO DE PASANTÍA COMO REQUISITO  
PARA OBTAR EL TITULO DE:**

**DISEÑADOR INDUSTRIAL**

**ASESOR:  
MG. HAROLD ANDRES BONILLA**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO  
FACULTAD DE ARTES  
DISEÑO INDUSTRIAL  
SAN JUAN DE PASTO**

**2018**

“Las ideas y conclusiones aportadas en el siguiente trabajo de grado, son responsabilidad exclusiva de los autores.”

Artículo 1 de acuerdo No. 324 de Octubre 11 de 1966. Emanada por el honorable consejo directivo de la Universidad de Nariño.

**Nota de aceptación**

-  
-  
-  
-  
-

**Asesor Pasantía**

-

**Jurado**

-

**Jurado**

-

San Juan de Pasto, 30 de abril de 2018

## **Agradecimientos**

El presente trabajo de investigación fue realizado bajo la supervisión del Mag. Harold Andrés Bonilla a quien le agradecemos por ser pilar fundamental para la realización de este estudio, agradecer por el conocimiento brindado, su paciencia, tiempo y dedicación para que este proyecto fuese posible además gracias por ser un promotor en proyectos que buscan mejorar la calidad de vida de las personas.

Agradecemos al PhD. Carlos Córdoba Cely por habernos permitido realizar este proyecto dentro del grupo de investigación Artefacto.

Agradecemos al PhD. Edgar Unigarro de igual forma al Est. Martín Patiño ingenieros electrónicos por su colaboración en hacer realidad esta propuesta.

Y agradecemos de una y otra forma a las personas que contribuyeron en la realización de este proyecto.

Camilo Alejandro Gonzalez Ceron & Juan Carlos Gordon paredes

## **Dedicatoria**

A Dios, por guiarme en el camino y traerme hasta aquí con salud para lograr mis objetivos.

A mis padres por ser el pilar fundamental en todo lo que soy, en toda mi educación, tanto académica, como de la vida, por su incondicional apoyo tanto en los buenos momentos como en los más difíciles a través del tiempo.

A mis hermanos y familiares que gracias a sus motivaciones y consejos nunca desistí e insistí para culminar este proyecto.

Juan Carlos Gordon Paredes

Con este trabajo le doy la más grata distinción a mis padres, por todo su esfuerzo, paciencia y dedicación incondicional gracias por todo lo que me han enseñado y por hacerme un mejor hijo, una mejor persona y un mejor profesional.

Camilo Alejandro Gonzalez Ceron

## Resumen

Gurú es un proyecto que nace a partir de la exclusión que viven estudiantes con discapacidad visual de la Universidad de Nariño, institución de educación superior más importante del sur de Colombia. La Universidad a través del tiempo ha experimentado cambios locativos en su campus universitario ocasionando más dificultades que soluciones a la población académica con limitaciones visuales propiciando dependencia de tutores que les brindan acompañamiento para su movilidad; para poder suplir estas necesidades existen diferentes alternativas como los dispositivos de localización, elementos de alto costo que se vuelven inasequibles a este grupo específico de la universidad pública, debido a sus características socio económicas.

El objetivo de Gurú es favorecer procesos de integración e inclusión a la comunidad universitaria, para fortalecer su bienestar durante el tiempo de permanencia dentro del campus universitario. Aunado a lo anterior el proyecto basa su desarrollo con herramientas de fabricación digital que permiten manufacturar Gurú a bajo costo. Desde el campo del diseño industrial y aplicando la metodología “Diseño centrado en las personas” y el mismo “design Thinking” se logra relacionar un papel directo con el grupo de stakeholders, donde se planteó una alternativa que permita guiarse y movilizarse de manera autónoma, además de robustecer la inclusión en la comunidad universitaria. Se tuvieron en cuenta parámetros como movilidad, autonomía y seguridad, términos descubiertos a través de la aplicación de herramientas brindadas por las metodologías, también las diferentes opiniones de expertos y personas involucradas en el problema. Se desarrollaron jornadas de co-diseño donde se enfocó la información para generar ideas y crear conceptos llegando así a un sistema que facilite la movilidad de los estudiantes; siguiendo los pasos de la metodología se escaló una idea de un prototipo físico impreso en 3D esto con el fin de representar características de los conceptos para validar el aspecto, dimensiones, resistencia y ensambles, con el cual los usuarios interactuaron y propusieron mejoras al sistema planteado; este prototipo se enlazo con una prueba piloto dentro del campus universitario teniendo en cuenta los puntos estratégicos de los sitios mayormente frecuentados. De esta forma, se evidencio las ventajas y dificultades que brindaba el sistema. Es así como después de un periodo de prototipado, testeó y mejoras se desarrolló Gurú, un sistema que ayuda a los estudiantes con discapacidad visual invidentes a ser autónomos al momento de desplazarse dentro del campus universitario.

## Abstrac

Guru is a project born from the exclusion of students with visual disabilities from the University of Nariño, the most important institution of higher education in southern Colombia. The University over time has undergone changes locative in its university campus causing more difficulties than solutions to the academic population with visual limitations favoring dependency of tutors that the bridges accompaniment for their mobility; to meet these needs there are different alterations such as localization devices, high-cost items that become unavailable to this specific public of the public university, due to their socio-economic characteristics.

The objective of Guru favors processes of integration and inclusion to the university community, to strengthen their well-being during the time of permanence within the university campus. In addition to the above, the project bases its development with digital manufacturing tools that Guru can manufacture at low costs. From the one of the Industrial Design and applying Methodologies of like "design centered in the human being" and the same "the thought of design" It is possible to relate direct paper with the Group of interested parties, Where it was proposed An alternative That allows to be guided and mobilized of Autonomous Way: In addition to strengthening the inclusion in the university community. The parameters of mobility, autonomy and safety were taken into account, the terms discovered through the application of tools provided by the methodologies, as well as the different opinions of experts and people involved in the problem. The days of collaborative design were developed where the information was focused to generate ideas and to create concepts to arrive at a system that facilitates the mobility of the students; following The Steps of the Methodology was scaled An idea of the physical prototype Printed in 3D this in order to represent Characteristics of the Concepts to validate the aspect m, Dimensions, Resistance and Assemblies, With which Users interacted and proposed Improvements to System proposed this prototype is linked to a pilot in the university center taking into account the strategic points of the most frequented sites. Of this form, it was evident the Advantages and Difficulties that the System provided, it is like after a period of prototyping, testing and Improvements development Guru, the System that Helps Students with disabilities visually blind an Autonomous Being at the time of move within the university campus.

## Contenido

|   |    |
|---|----|
| Agradecimientos                         | 5  |
| Dedicatoria                             | 6  |
| Glosario                                | 13 |
| Introducción                            | 14 |
| Antecedentes                            | 16 |
| Proyecto                                | 17 |
| Marco General                           | 17 |
| Justificación                           | 17 |
| Objetivos                               | 23 |
| Enfoque metodológico                    | 24 |
| Cronograma de actividades               | 25 |
| Informe de actividades                  | 26 |
| Actividad Uno 1 (fase de inspiración)   | 26 |
| Actividad dos 2 (fase de ideación)      | 30 |
| Actividad tres 3 (fase de prototipado)  | 34 |
| Actividad cuatro 4 (fase de producción) | 40 |
| Actividad cinco 5 (fase de testeo)      | 54 |
| Conclusiones                            | 57 |
| Recomendaciones                         | 58 |
| Bibliografía                            | 59 |
| Anexos                                  | 60 |

**Lista de figuras**

|   |    |
|---|----|
| Figura 1. Conceptos                               | 20 |
| Figura 2. Matriz comparativa                      | 20 |
| Figura 3. Sistemas de ayuda similares             | 21 |
| Figura 4. Resultado de creación                   | 22 |
| Figura 5. Resultado fase desarrollo               | 23 |
| Figura 6. Stakeholders                            | 27 |
| Figura 7. Recolección de información              | 28 |
| Figura 8. Recolección de información a un experto | 28 |
| Figura 9. Resultado de la actividad               | 29 |
| Figura 10. Entrevista a expertos                  | 30 |
| Figura 11. Generación de ideas y conceptos        | 31 |
| Figura 12. Puntos estratégicos.                   | 32 |
| Figura 13. Bastón referente                       | 33 |
| Figura 14. Resultado de la actividad              | 33 |
| Figura 15. Fase prototipado                       | 35 |
| Figura 16. Prototipo beta                         | 36 |
| Figura 17. Bocetos bastón                         | 36 |
| Figura 18. Boceto prototipo 1                     | 37 |
| Figura 19. Boceto prototipo 2                     | 37 |
| Figura 20. Boceto prototipo 3 y medidas           | 38 |
| Figura 21. Tarjeta arduino uno y protoboard       | 38 |
| Figura 22. Tarjeta arduino nano y transistores    | 39 |
| Figura 23. Puerto de programación                 | 39 |
| Figura 24. Modelado bastón                        | 40 |
| Figura 25. Modelado puntos de control             | 41 |
| Figura 26. Modelado final                         | 41 |
| Figura 27. Modelado estación fija                 | 42 |
| Figura 28. Modelado cargador pila                 | 42 |
| Figura 29 Render bastón                           | 43 |

|   |    |
|---|----|
| Figura 30 Render estación fija (puntos estratégicos)                | 43 |
| Figura 31 Render cargador para pila                                 | 44 |
| Figura 32. Pantallazo parámetros impresión 3D                       | 44 |
| Figura 33. Impresión 3D   | 45 |
| Figura 34. Impresión 3D bastón                                      | 45 |
| Figura 35. Impresión bastón 3D final                                | 46 |
| Figura 36 Diagrama electrónico Bastón                               | 46 |
| Figura 37. Diagrama electrónico estación fija (puntos estratégicos) | 48 |
| Figura 38. 1 tarjeta arduino nano                                   | 49 |
| Figura 39. 1 tarjeta arduino Uno                                    | 50 |
| Figura 40. Sheld Mp3  | 50 |
| Figura 41. 1 sensor de distancia SHARP                              | 51 |
| Figura 42. 1 motor vibrador   | 51 |
| Figura 43. 1 transmisor y Receptor RF                               | 52 |
| Figura 44. 2 fuentes de alimentación 5v                             | 52 |
| Figura 45. 1 pulsador   | 53 |
| Figura 46. 1 parlante de 3ohm                                       | 53 |
| Figura 47. Resultado matriz comparativa adjetivos                   | 55 |

## **Anexos**

|  |    |
|--|----|
| Anexo 1. Contexto para validación                      | 60 |
| Anexo 2. Matriz de adjetivos                           | 61 |
| Anexo 3. Programación tarjeta arduino nano             | 62 |
| Anexo 4. Programación transmisor Bastón                | 63 |
| Anexo 5. Programación tarjeta arduino uno y mp3 shield | 67 |

## Glosario

### **Arduino**

Es una plataforma de hardware libre, basada en una placa con un microcontrolador y un entorno de desarrollo, diseñada para facilitar el uso de la electrónica en proyectos multidisciplinarios.

### **Fab-Lab**

Es un taller de fabricación digital de uso personal, es decir, un espacio de producción de objetos físicos a escala personal o local que agrupa máquinas controladas por ordenadores. Su particularidad reside en su tamaño y en su fuerte vinculación con la sociedad más que con la industria.

### **Moovit**

Es una aplicación para gestionar los desplazamientos de transporte público que incluye funciones de accesibilidad destinadas a ayudar a los usuarios invidentes a viajar en transporte de una manera más sencilla. Además, permite vincular cuentas de Facebook y Google.

### **DHC (Diseño centrado en los humanos)**

Es una metodología de diseño que tiene por objeto la creación de productos que resuelvan necesidades concretas de sus usuarios finales, consiguiendo la mayor satisfacción y mejor experiencia de uso posible con el mínimo esfuerzo de su parte.

### **Design thinking**

Pensamiento de diseño que permite identificar y resolver problemas de forma creativa.

### **Stakeholders**

Todas aquellas personas u organizaciones afectadas por una problemática.

### **Open design**

Es el desarrollo de productos físicos, máquinas y sistemas mediante el uso de información del diseño compartida públicamente.

## Introducción

Centrarse en investigaciones de diseño que involucren a diferentes disciplinas y que tengan un beneficio mutuo entre distintos actores, que aquejan cierta necesidad, hace indispensable un trabajo interdisciplinar que tenga en cuenta la participación directa de las diferentes comunidades perjudicadas; en este caso la comunidad estudiantil en condición de discapacidad, más específicamente los estudiantes invidentes de la Universidad de Nariño. La problemática que aparece por los diferentes cambios que atraviesa la institución académica como lo son, alteración de espacios dentro del campus universitario, lo que genera una desorientación dentro de la misma, la indolencia por parte de la comunidad universitaria hace pensar que estudiantes en condición de discapacidad visual, no tienen autonomía, por lo cual se generan inicios de discriminación estudiantil, ya que es un factor importante de la investigación, podría mencionarse otra consecuencia que fue la limitación de ayudas por parte de los entes encargados de propender por el bienestar de estos estudiantes, ocasionando exclusión y deserción estudiantil.

Desde el grupo de investigación grupo **ARTEFACTO**, surgió el interés sobre los procesos de inclusión social y como el diseño se articulaba a las necesidades y acciones de integración estudiantil de las personas en condición de discapacidad de la universidad de Nariño.

Partiendo de conceptos de integración, se plantea como hipótesis implementar un sistema de bajo costo que genere movilidad, autonomía y asequibilidad en los estudiantes con discapacidad visual, ya que la inclusión es un eje de vital importancia dentro de los proyectos académicos, la universidad tiene un área de desarrollo humano, el sistema de bienestar universitario ha implementado procesos de inclusión para estudiantes con discapacidad (cognitiva, física, múltiple y sensorial), con proyección a nivel regional, educando y concientizando a la comunidad universitaria para que asuman un sentir, pensar y actuar a favor de la inclusión para la diversidad. Estos procesos están enfocados a fortalecer: una cultura inclusiva; la accesibilidad del ambiente universitario; brindar un apoyo académico, socioeconómico, familiar y psicológico creando vínculos sociales y nuevas formas de relacionarse, en el cual el objetivo principal es mejorar la movilidad, entorno social y autonomía de los estudiantes en condición de discapacidad a través del diseño y desarrollo de un sistema que permita utilizar una serie de herramientas que ayuden a identificar los medios apropiados para lograrlo. Es a partir que de

estas consideraciones el estudio de un sistema diseñado para sustituir las limitaciones o falencias humanas resulta de un proceso que tiene en cuenta las particularidades de diseño centrado en las personas.

## **Antecedentes**

### **Grupo de investigación Artefacto**

Camilo Alejandro González Cerón, Juan Carlos Gordon Paredes.

“El grupo de Investigación ARTEFACTO, es un grupo reconocido por Colciencias que nace en julio del año 2005 y se encuentra formalmente adscrito al Departamento de Diseño de la Universidad de Nariño” (Córdoba & Bonilla , 2015)

Entre sus objetivos de trabajo se encuentran los siguientes aspectos investigativos:

1. Implementar el Pensamiento de Diseño (Design Thinking) en proyectos de sociales de emprendimiento y gestión de recursos a través del trabajo con la comunidad.
2. Estudiar la interacción entre usuario y artefacto a través de las tres dimensiones que componen la Experiencia de Usuario (Ux): (a) Dimensión Estética, (b) Dimensión Significativa y (c) Dimensión Afectiva, dentro de un ambiente de investigación Living Lab.
3. Experimentar con nuevos procesos tecnológicos de manufactura y fabricación para el desarrollo de productos basados en la experimentación y el prototipado.

### **Misión**

Abrir estudios de postgrado en el área del diseño para los profesioales de la región que trabajen sobre éste tema, Identificar las bondades de las nuevas tecnologías en el trabajo teórico y práctico del diseño, Publicitar a nivel nacional las bondades de las características fisicoquímicas y técnicas de las fibras regionales, como posible materia prima de productos de consumo. (Córdoba & Bonilla , 2015)

### **Visión**

1. nuestro reto a cinco años, es poder certificar el grupo, mediante la presentación de productos, como artículos científicos, tesis, y formular propuestas de postgrado en el área. 2. Consolidar el grupo para que tenga relevancia nacional e internacional, en el tema de investigación en i) Diseño e Innovación social, ii) Diseño y procesos de validación, iii) Diseño y apropiación de las TICs. 3. Aspira que los integrantes del grupo puedan aspirar a estudios de doctorado en el área. (Córdoba & Bonilla , 2015)

## Proyecto

### Marco General

**Título.** Gurú, sistemas de orientación y guía para estudiantes invidentes de la Universidad de Nariño.

**Alcance y delimitaciones.** Se buscó integrar el grupo de investigación **ARTEFACTO** ya que basa sus líneas investigativas son diseño e innovación social, diseño y apropiación de las TICS, diseño y procesos de validación con el fin de apoyar, investigar, experimentar y proyectar un dispositivo como herramienta para la orientación y guía de estudiantes en condición de discapacidad de la Universidad de Nariño, planteando posibilidades en procesos de Diseño con insumos de bajo coste.

**Universo.** Uno de los grupos que se tomaron en primera instancia para el desarrollo del proyecto fue la comunidad de discapacitados de la Universidad de Nariño, se identificó que el grupo más específico al cual se quería impactar, para este caso es el grupo de estudiantes en condición de discapacidad visual de la Universidad de Nariño-Pasto sede Torobajo.

**Espacio.** El proyecto se realizó dentro de las instalaciones de la Universidad de Nariño, Facultad de Artes, grupo de investigación **ARTEFACTO**, teniendo como aliado estratégico al laboratorio de fabricación digital **Fab-Lab Udenar**.

**Tiempo.** Periodo de seis (6) meses, tiempo completo a partir de la fecha de iniciación.

### Justificación

Proponer un sistema, resultado de la investigación de la disciplina del diseño, donde el factor determinante es fortalecer procesos de integración e inclusión a la comunidad universitaria y propender por el bienestar de los estudiantes invidentes durante el tiempo de permanencia dentro del campus universitario, un condicionante importante bajo el cual se trabajó en el uso de la fabricación digital como insumo tecnológico y productivo a través del modelado e impresión 3d, la programación electrónica con recursos de bajo costo como tarjetas arduino, entre otros, esto

con el fin de que sea un sistema replicable en cualquier parte del mundo mediante archivos open source; El diseño se ha convertido en una disciplina de vital importancia, como lo dice Buchanan “No hay área de la vida contemporánea donde el plan, proyecto o hipótesis de trabajo la cual constituye la “intención” en la operación intencional no sea un factor significativo en la formación de la experiencia humana” (wicked problems in design thinking, 1992, pág. 8). Se observó que la descripción que complementa una base de igualdad de condiciones con el resto de la comunidad, demográficamente ha sido abordada con exclusividad por disciplinas clásicas tales como, medicina, rehabilitación y psicología, las cuales han compartido la perspectiva médica de ver a la persona con discapacidad, centrándose netamente en sus deficiencias; tratándose de igualdad no solamente a todo termino como sexo, raza, religión; sino también a la igualdad absoluta de condiciones y circunstancias, en las cuales es necesario la aplicación de los sentidos, se observó en las etapas de investigación y prototipado que las personas en condición de discapacidad visual desarrollan la percepción de algunos sentidos más que otros por lo cual “la sensación es la principal fuente de las ideas. Los sentidos transmiten a la mente distintas percepciones, según el modo en que los objetos les afectan (colores, olores, movimiento, figuras etc.) produciendo en la mente las ideas correspondientes” (Locke, 2010). Esto permite una apreciación de las experiencias que posibilitan tener una percepción de los estímulos sensoriales que interpreta el cerebro, además de la capacidad para recordar y la autonomía para decidir y ordenar el comportamiento.

Dentro de este tipo de sensibilidades, se observa que la persona invidente es preparada mediante métodos de reconocimiento como lo es la estereognosis, que consiste en identificar varios objetos a través de la palpación sin control visual, por lo que “las nuevas tecnologías produjeron una artificialización del cuerpo humano donde, lo artificial y lo natural se entremezclan continuamente. La continuidad entre lo natural y lo artificial trae como aparejado la creación de nuevos artefactos para suplir falencias de nuestro cuerpo” (Maldonado, 1998).

Como bien se sabe, las personas en condición de discapacidad invidentes, se encuentran en un estado de vulnerabilidad ya que al no poder orientarse y guiarse por sí solas corren el riesgo de sufrir algún tipo de percance, como lo dice Garzón, Manager de MOOVIT para Latinoamérica “una de las necesidades más importantes de los discapacitados, es no depender de alguien y, por lo general, estas personas corren un alto riesgo de tomar las rutas equivocadas o recibir información errónea” (Garzón, 2016)

Por otra parte los dispositivos tecnológicos existentes en los mercados son de alto costo y algunos ni siquiera llegan a Colombia, para algunas personas en condición de discapacidad no cuentan con los recursos suficientes para poder adquirir algún dispositivo que le ayude con su discapacidad afecta su calidad de vida, ellos se ven en la necesidad de adoptar un elemento que ya es utilizado por varias personas en el mundo, el bastón, un elemento hecho de aluminio o fibras plásticas, este les ayuda a identificar sobre que superficie se encuentra, guía sus pasos y provee información de algún obstáculo a su alrededor, “la sensibilidad más elaborada; reconoce la posición de las partes del cuerpo, la forma y peso de los objetos localizando el sitio preciso de las cosas, es por tanto que estas personas tiene una sensibilidad tipo epicrítica, discriminativa o neosensibilidad” (Vargas, Ibañez, Rodríguez, & Vallejos, 2006, pág. 47). Se entiende por sensibilidad tipo epicrítica, que permite apreciar el estímulo de poca intensidad, responsable de la capacidad de reconocer formas y tamaños.

La etnografía, permitió el análisis de los comportamientos y prácticas que la comunidad universitaria tiene hacia personas en condición de discapacidad (invidentes) esto influye a que no se logren ubicar ni orientar dentro del campus universitario, además se evidencia un grado discriminación por parte de la comunidad universitaria, ya que no acepta las condiciones de discapacidad en que se encuentran algunos estudiantes y algunas veces erróneamente piensan que son inútiles y les ofrecen ayuda cuando ellos verdaderamente no la necesitan, esto se debe a que algunas personas tienen baja visión, reconocen sombras, reconocen rostros incluso pueden observar su entorno y sus obstáculos, pero la comunidad universitaria no diferencia a una persona con baja visión de una persona con pérdida total de visión, lo cual fomenta una discriminación hacia estas personas, Según Mayo (2016), “debería existir un bastón de color diferente para darles una identidad y que formen parte de un grupo de pertenencia, las personas con baja visión usarían un bastón de color diferente” lo cual proporciona una identidad visual para fomentar cultura y respeto para estas personas generando así inclusión social.

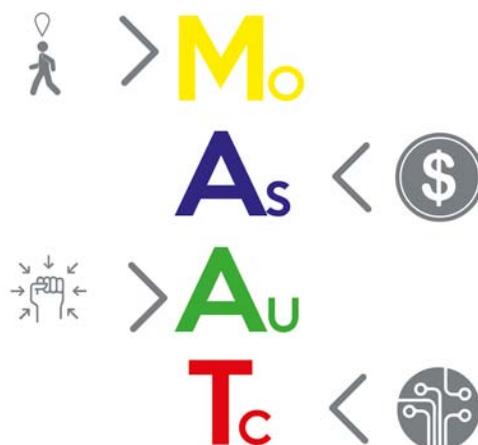


Figura 1. Conceptos

Después de analizar los conceptos que reúne los objetivos formulados, se realiza una matriz.

En la figura 2, se puede observar el resultado del cruce de conceptos de sistemas tradicionales y un sistema planteado desde el diseño centrado en las personas (DCH).

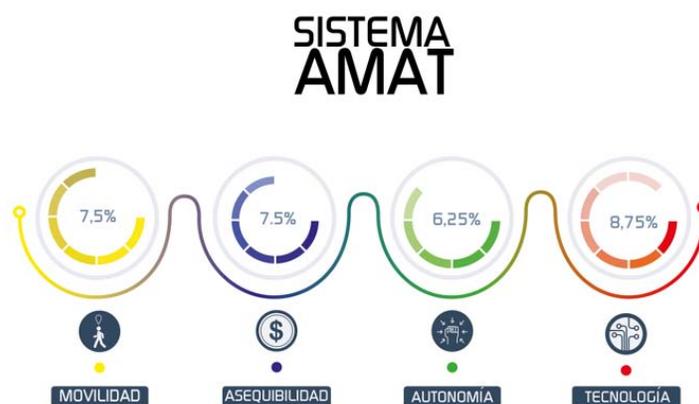


Figura 2. Matriz comparativa.

El resultado de esta matriz, permite algunas observaciones, la primera de ellas es que con los sistemas tradicionales la movilidad está sujeta a la capacidad de percepción sensorial de obstáculos que encuentran en su camino, una investigación y análisis previo permitió evidenciar que los obstáculos de mayor dificultad para percibir, son los que están a una altura a nivel de las caderas y la cabeza, por el contrario, el sistema Gurú, mejora la movilidad y la capacidad de

percepción de obstáculos, mediante el uso de sensores de distancia a una altura a nivel de la cadera y cabeza; sin embargo, la capacidad de recepción sensorial brinda información sobre texturas en el suelo, por lo cual se validó que el uso de un sensor en el deslizador o punta del bastón es nulo ya que al generar alguna alerta a nivel del suelo desorienta al usuario.

La segunda observación destacada, está asociada entre autonomía y seguridad, en sistemas tradicionales el tutor o responsable a cargo del estudiante invidente acompaña a este en sus recorridos diarios dándole indicaciones sobre la ubicación y recorridos de los sitios de mayor frecuencia y brindando información acerca de lo que se encuentra a su alrededor, el sistema propuesto desde diseño centrado en las personas mejora estos requerimientos por medio de módulos de voz que le permiten al usuario ubicar de manera más fácil los sitios en que se encuentra, teniendo así autonomía al momento de decidir encaminarse algún sitio en específico y tener la certeza que el camino por el que se moviliza es el correcto.

La tercera observación notoria, tiene que ver con el uso de componentes electrónicos, durante la fase de investigación se encontraron referentes asociados a proyectos para personas en condición de discapacidad, donde se evidenció el uso de componentes electrónicos para la detección de obstáculos, pero ya que la mayoría de proyectos, son de trabajos de grado en ingeniería electrónica, estos tienen como único enfoque mostrar resultados tecnológicos y no abordan las problemáticas desde una perspectiva centrada en el humano.

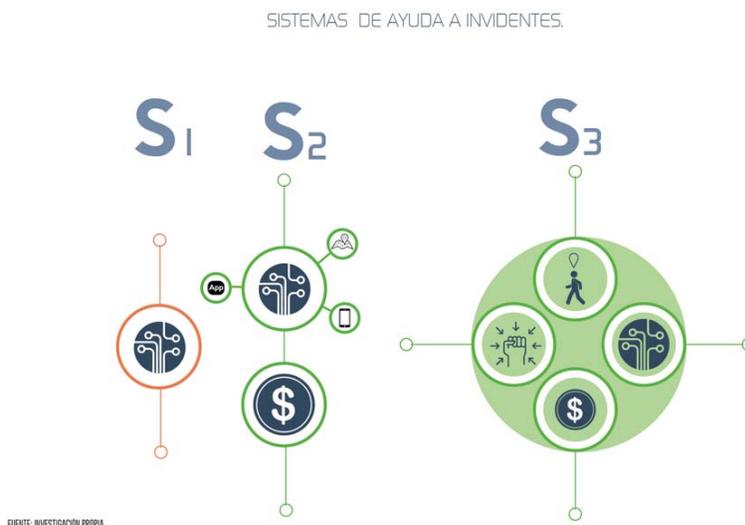


Figura 3. Sistemas de ayuda similares

En la figura 3, se realiza una comparación respecto a sistemas de movilidad similares los cuales se hacen énfasis a generar autonomía y movilidad (s1), o sistemas que generan movilidad y seguridad (s2), Gurú hace uso de componentes electrónicos con el fin de mejorar algunas necesidades de estas personas, esto debido a que últimamente la tecnología se involucra en el diario vivir de las personas, por lo que las personas invidentes no están ajenas a la utilidad de estas tecnologías; existen aplicaciones y dispositivos que generan un complemento en las oportunidades del diseño.

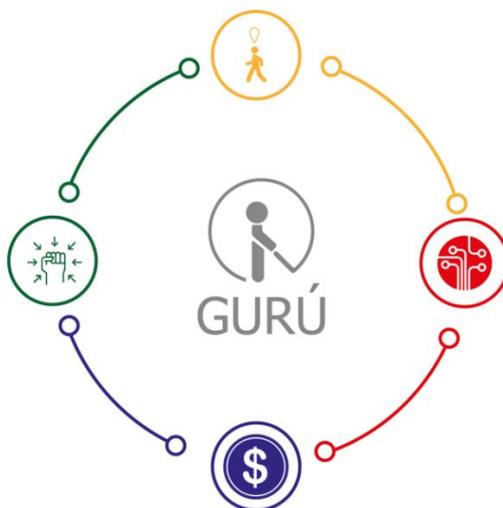
Es por eso que se crea un sistema que reúne todos los conceptos dentro del diseño centrado en las personas y no como un sistema ambiguo; este sistema es un producto creado por y para el usuario, por medio de talleres de co-diseño, se crea un prototipo (beta), el cual agrupó todos los conceptos encontrados durante las fases de investigación, como se describe a continuación:



*Figura 4. Resultado de creación*

Después de un largo tiempo de trabajo y haber analizado el objeto de estudio, mediante 6 talleres de co- diseño se interpretaron los 4 conceptos producto del sistema centrado en las

personas, teniendo en cuenta conceptos, propuesta funcional y propuesta formal que finalmente derivo en el inicio de la creación de un prototipo (beta).



*Figura 5. Resultado fase desarrollo*

A medida que avance el diseño la ciencia y tecnología Gurú, permitirá una serie de mejoras donde se reestructurará su forma de empleo y sus componentes, dando pie a una nueva innovación que ayude a las personas invidentes, se podría decir que el día de mañana Gurú, sea un dispositivo integrado a los accesorios de la vida diaria como por ejemplo anillos, gafas, aretes, relojes, correas, maletas etc. donde el uso del bastón sea suprimido y por qué no que Gurú incorpore parte del cuerpo humano.

## **Objetivos**

**General.** Mejorar la calidad de vida de los estudiantes en condición de discapacidad visual a través del diseño y desarrollo de un sistema de orientación y guía dentro de la Universidad de Nariño.

**Específicos.**

- Facilitar la movilidad de personas invidentes por medio del diseño e implementación de un sistema que les permita identificar de manera ágil los diferentes obstáculos y lugares en los cuales se encuentran, adaptado sistemas de ubicación de bajo coste en lugares estratégicos dentro del campus universitario de la Universidad de Nariño.
- Integrar herramientas tecnológicas de bajo coste en el desarrollo y fabricación de un sistema que alerte y guíe a los estudiantes con discapacidad visual de la Universidad de Nariño.
- Fortalecer la cultura general de respeto y cuidado a las personas con funcionalidad diversa (invidentes) de la Universidad de Nariño, por medio del diseño social, el cual fomenta la integración de estas personas a nuestra comunidad universitaria.

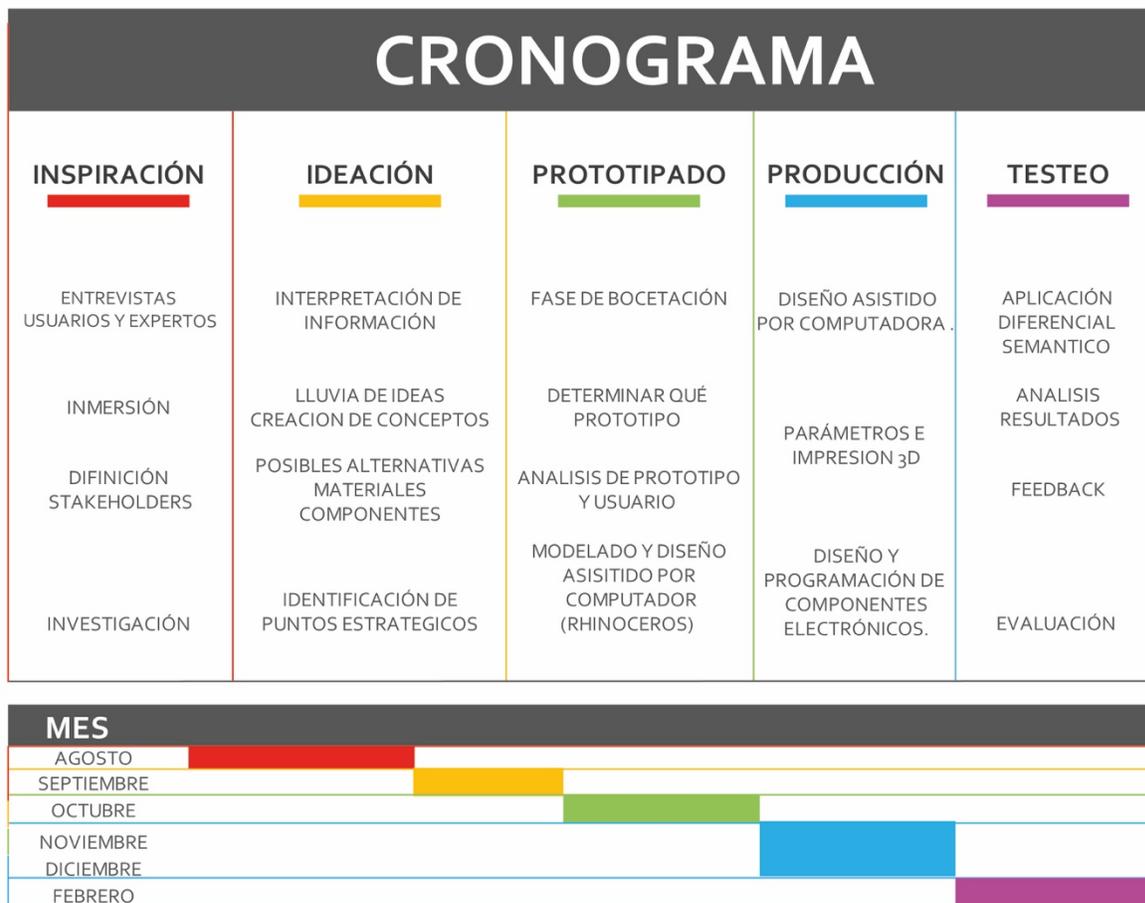
### **Enfoque metodológico**

El estudio del caso, se abordó desde el grupo de investigación **ARTEFACTO** que basa su trabajo sobre líneas de investigación como el diseño y la innovación social, diseño y apropiación TICs, diseño y procesos de validación, aplicando las diferentes herramientas brindadas por las metodologías “human centered design” y “design thinking”, en primera instancia se empatizó con los usuarios, por medio de preguntas específicas, se accedió a motivaciones e información más profunda que sustentan el comportamiento humano, además estableciendo el grupo de stakeholders para reunir criterios desde las diferentes disciplinas como lo fueron Diseño, Psicología, Ingeniería electrónica, tiflogía y así corroborar la información recolectada.

Posteriormente a este paso, se inicia con la fase de ideación en la cual toda la información recolectada se puso a disposición de los usuarios para descubrir las ideas y conceptos más relevantes teniendo en cuenta las necesidades y requerimientos encontrados. También se hizo tangible una idea, esto con el fin de observar y analizar la interacción entre el usuario y el prototipo realizado; asimismo una prueba piloto, identificando por medio de un estudio previo los sitios de mayor frecuencia lo que permitió una retroalimentación para posteriores mejoras.

## Cronograma de actividades

Cuadro 1. Cronograma de actividades



## **Informe de actividades**

### **Actividad Uno 1 (fase de inspiración)**

**Especificaciones generales.** Empatía, definición de stakeholders y entrevistas.

**Tiempo de desarrollo.** Dos (2) meses.

#### **Objetivo**

Generar empatía con los usuarios para así acceder a motivaciones e información más profunda que implica la conducta humana, además identificar el grupo de stakeholders con el fin de generar un mayor impacto teniendo en cuenta a los diferentes actores implicados en la problemática.

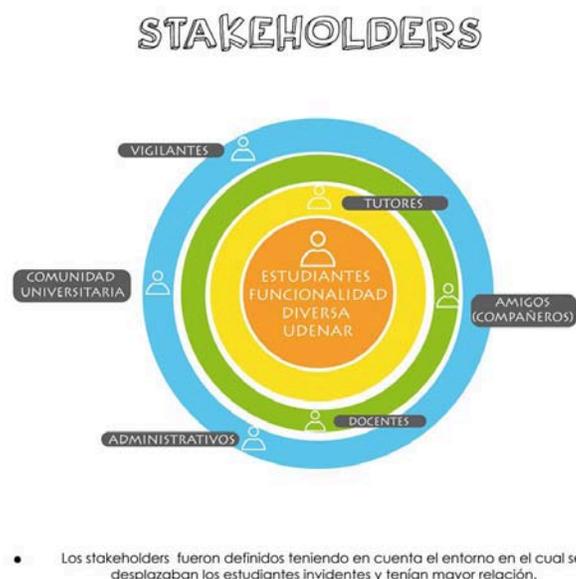
#### **Desarrollo de actividad**

**Identificación grupo stakeholders.**

**Recolección de información a usuarios (entrevistas).**

**Recolección de información a expertos (entrevistas).**

**Identificación grupo stakeholders.** Se identificó el grupo de stakeholders con el fin de observar a los diferentes actores implicados en la problemática y tener mayores criterios desde los diferentes puntos de vista al momento de buscar información con profesionales.



*Figura 6. Stakeholders*

**Recolección de información.** El objetivo de realizar la entrevista es conocer experiencias, necesidades, deseos de los usuarios a los cuales se va a impactar, se creó un banco de preguntas y se tuvieron en cuenta una serie de tips, basados en las herramientas de la metodología (Diseño centrado en las Personas) DCH, dónde el lenguaje corporal, el contacto visual, las expresiones faciales pueden ayudar a comprender e involucrarse directamente con el usuario, además de desentrañas las motivaciones que sustentan el comportamiento humano.



*Figura 7. Recolección de información*

Fotografía tomada por Camilo González, Pasto Nariño, 2017

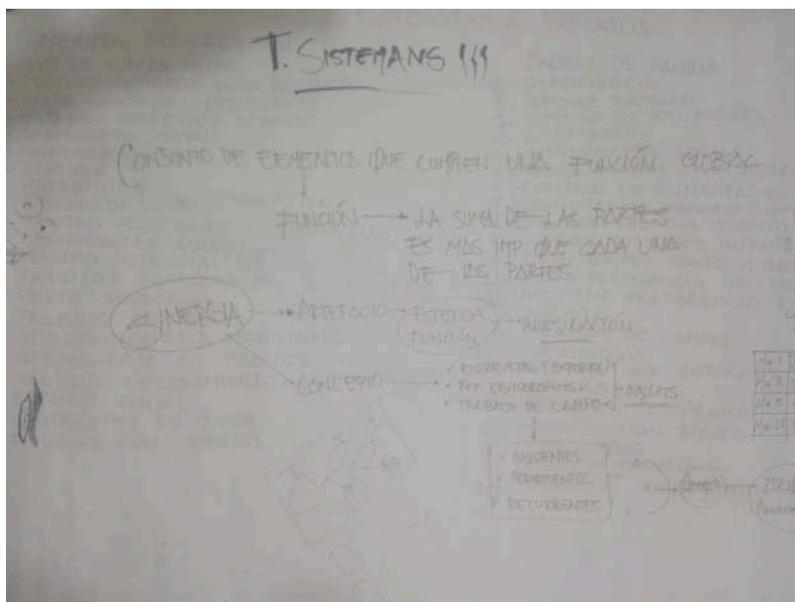


*Figura 8. Recolección de información a un experto*

Fotografía tomada por Juan Gordon, Pasto Nariño, 2018

**Entrevista a expertos.** Al tener diferentes criterios desde las disciplinas involucradas directamente con el usuario como lo son diseño, tiflogología, psicología, ingeniería permite recolectar información esencial sobre temas específicos asimismo permite recolectar tips clave dentro del contexto y las diferentes innovaciones que se están llevando a cabo.

**Resultado de la actividad.** Como resultado de esta fase investigativa y de recolección de información se obtuvieron aportes fundamentales por parte de la comunidad de estudiantes en condición de discapacidad visual, profesionales, docentes, Bienestar Universitario, los cuales brindaron y permitieron el acceso a la información dentro del contexto de inclusivo, académico y social de la Universidad de Nariño, temas esenciales para las posteriores fases de la metodología.



*Figura 9. Resultado de la actividad*

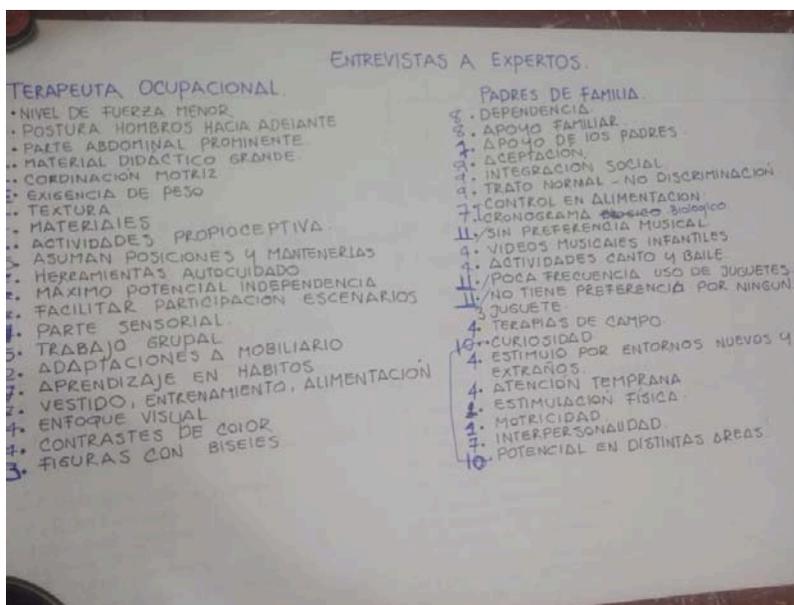


Figura 10. Entrevista a expertos

## Actividad dos 2 (fase de ideación)

**Especificaciones generales.** Generación de ideas, creación de conceptos, trabajo colaborativo

**Tiempo de desarrollo.** Un (1) mes.

**Objetivo.** Teniendo en cuenta la información recolectada en la fase de inspiración, jornadas de diseño colaborativo en conjunto con los estudiantes en condición de discapacidad visual, con el fin de crear, explorar, aportar y dialogar sobre las diferentes alternativas que podrían mejorar su orientación y guía dentro de la Universidad de Nariño.

Desarrollo de actividad

Jornadas de Diseño colaborativo.

Generación de ideas y conceptos.

Identificación de puntos estratégicos.

Posibles alternativas a implementar

**Jornadas de Diseño colaborativo.** Se realizaron 6 talleres de diseño colaborativo en conjunto con los estudiantes en condición de discapacidad visual, donde el principal insumo fue la información recolectada en la fase de inspiración, esto con el fin de encaminar la información hacia posibles soluciones para implementar.

**Generación de ideas y conceptos.** Se re organizó dicha información y se exploraron términos que agrupasen los diferentes aportes y tener una estructura de términos más clara para abordar la problemática de manera más fácil.

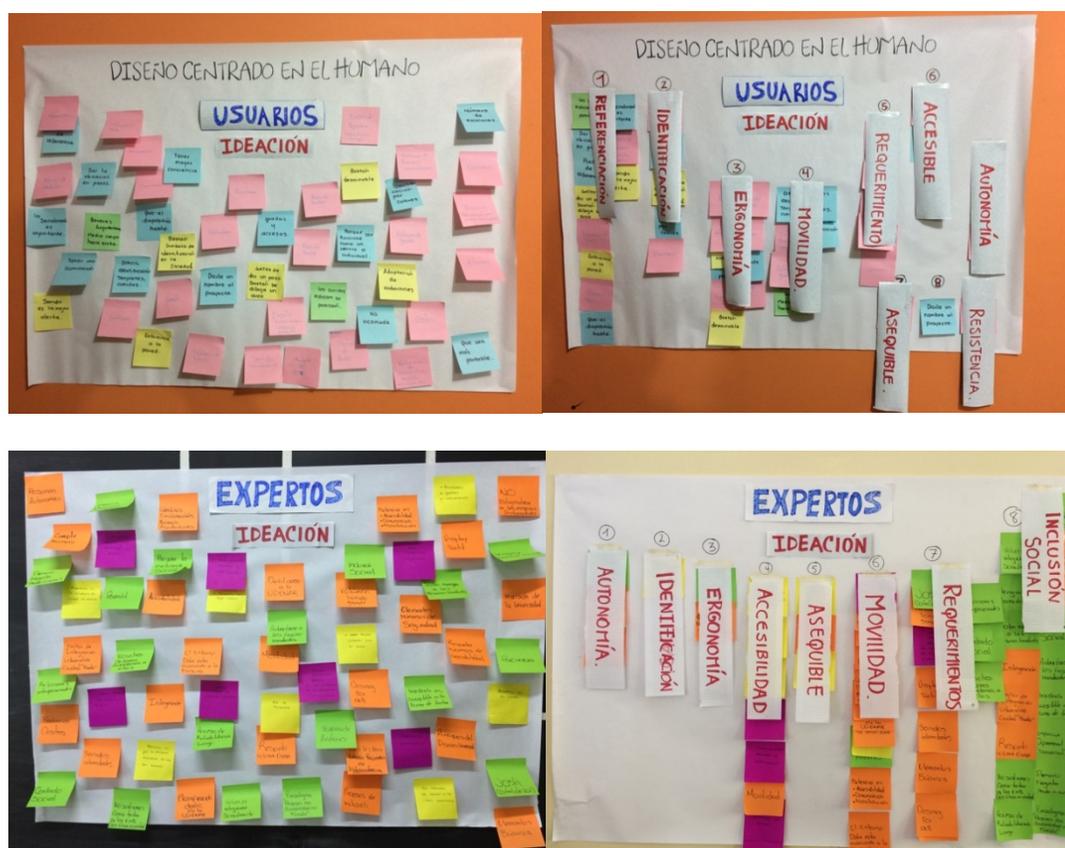


Figura 11. Generación de ideas y conceptos

**Identificación de puntos estratégicos.** Con base en planos de la Universidad de Nariño se identificaron las rutas de los estudiantes en condición de discapacidad visual, se realizaron recorridos con estos estudiantes para determinar las zonas de mayores obstáculos, asimismo un

sobrevuelo con un dron, permitió observar las zonas de mayor afluencia de estudiantes además de determinar los posibles puntos estratégicos dentro de la Universidad de Nariño.



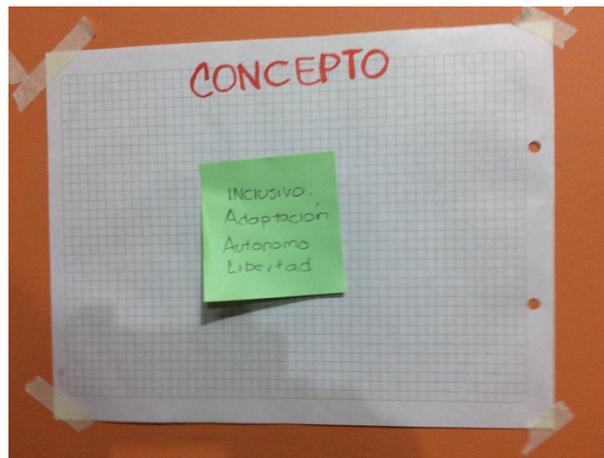
Figura 12. Puntos estratégicos.

**Posibles alternativas materiales y componentes a implementar.** Se buscaron y decantaron las posibles alternativas, materiales y componentes existentes para implementar, además los posibles procesos para su manufactura.



*Figura 13. Bastón referente*

**Resultado de la actividad.** Se obtuvieron 4 conceptos que englobaron la problemática, además una serie de requerimientos de diseño (brief).



*Figura 14. Resultado de la actividad*

## **Requerimientos de diseño**

### **Bastón**

- Dispositivo experimental y funcional.
- Open design para posteriores mejoras y replicas.

- Herramientas de fabricación digital, impresión 3D
- Estructura del mango resistente impresa con tecnología 3D.
- Mecanismos de cierre.
- Uso de componentes electrónicos.
- Fuente de alimentación energética.
- Facilidad de mantenimiento.
- Bajos costos de Producción.
- Superficies con texturas.
- Imagen corporativa.

### **Puntos estratégicos**

- Dispositivo experimental y funcional.
- Open design para posteriores mejoras y replicas.
- Herramientas de fabricación digital, impresión 3D.
- Experiencia de usuario.
- Uso de componentes electrónicos.
- Mecanismos de sujeción.
- Fuente de alimentación energética.
- Bajos costes de producción.
- Imagen corporativa.

### **Actividad tres 3 (fase de prototipado)**

**Especificaciones generales.** Prototipado de ideas, análisis prototipo y usuario.

**Tiempo de desarrollo.** Un (1) mes.

### **Objetivo.**

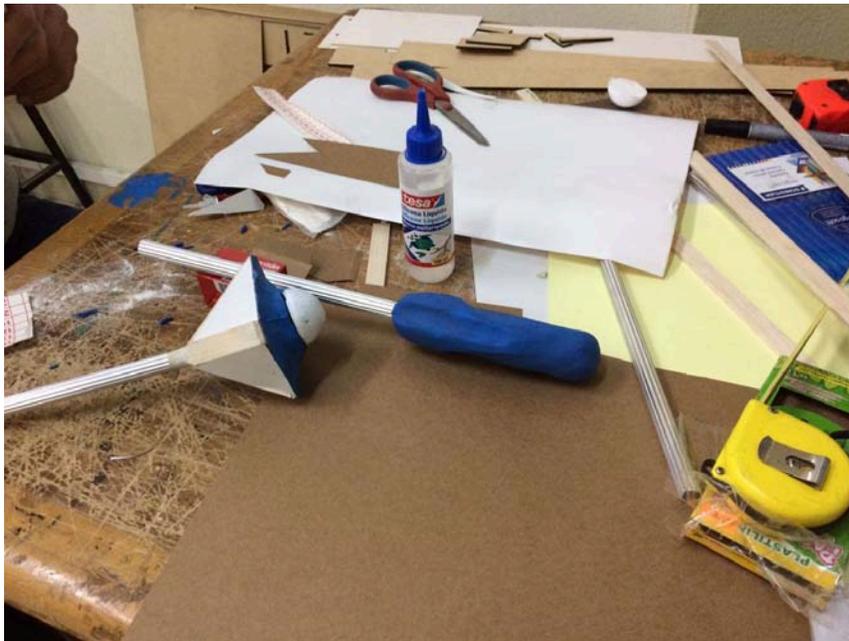
Se hizo tangible una idea y se realizó un análisis ente la interacción prototipo y usuario, esto con el fin de obtener un feedback y plantear mejoras al sistema propuesto.

## Desarrollo de actividad

### Jornada de rápido prototipado

#### Proceso de Bocetación

**Jornada de rápido prototipado.** Durante esta jornada se realizó un prototipo con elementos como plastilina, vinilos, alambres, cartón, icopor para aprender y obtener una retroalimentación de los conceptos generados en la fase de ideación.

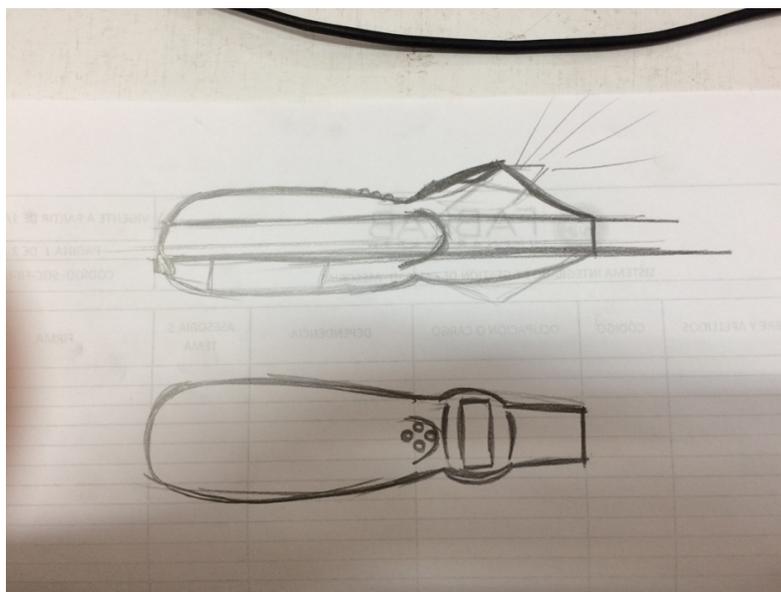


*Figura 15. Fase prototipado*



*Figura 16. Prototipo beta*

**Proceso de Bocetación.** Se realizaron bocetos rápidos para plasmar las ideas y la exploración formal estética.



*Figura 17. Bocetos bastón*

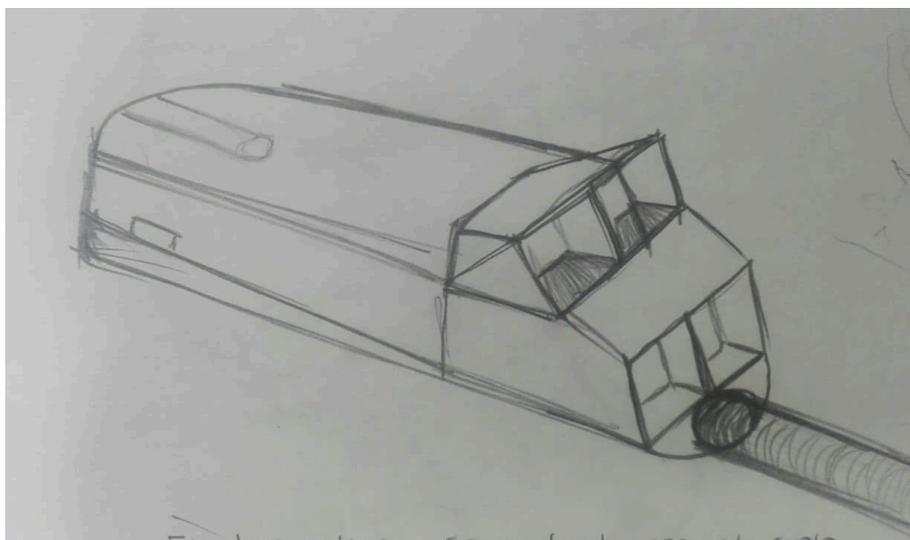


Figura 18. Boceto prototipo 1

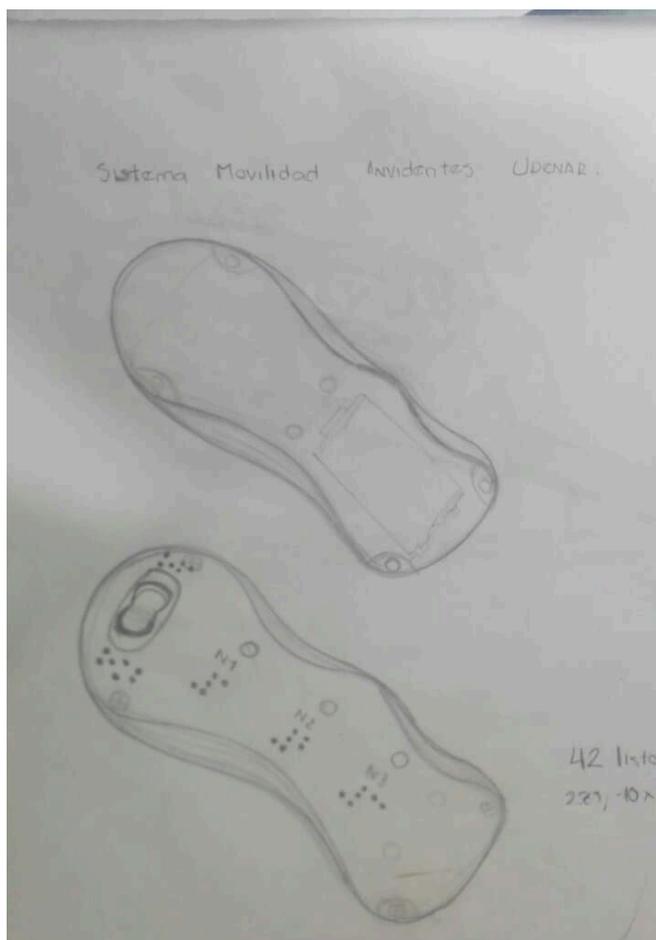
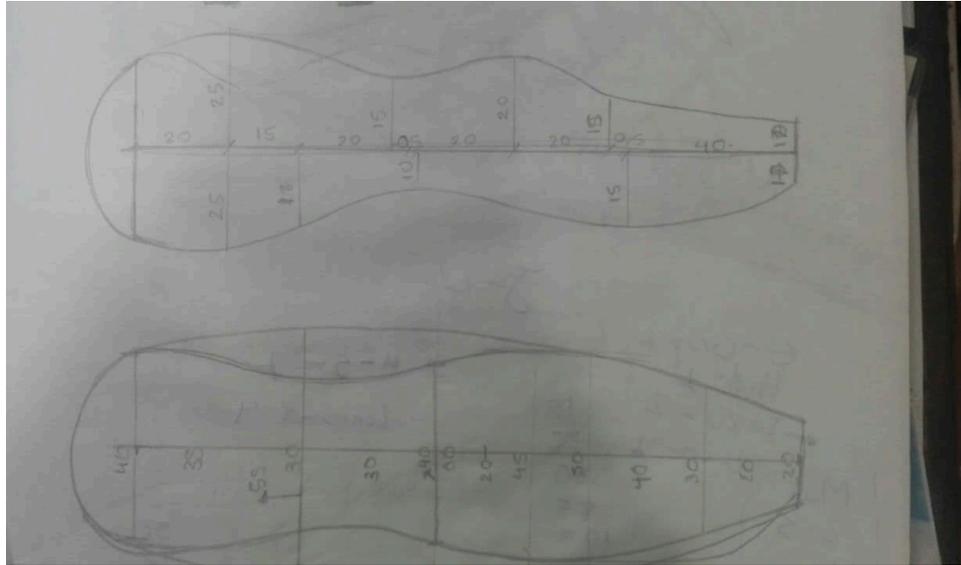
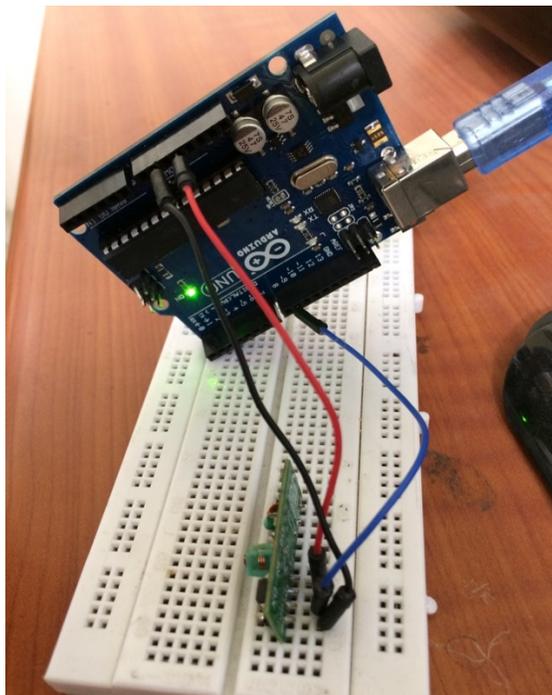


Figura 19. Boceto prototipo 2

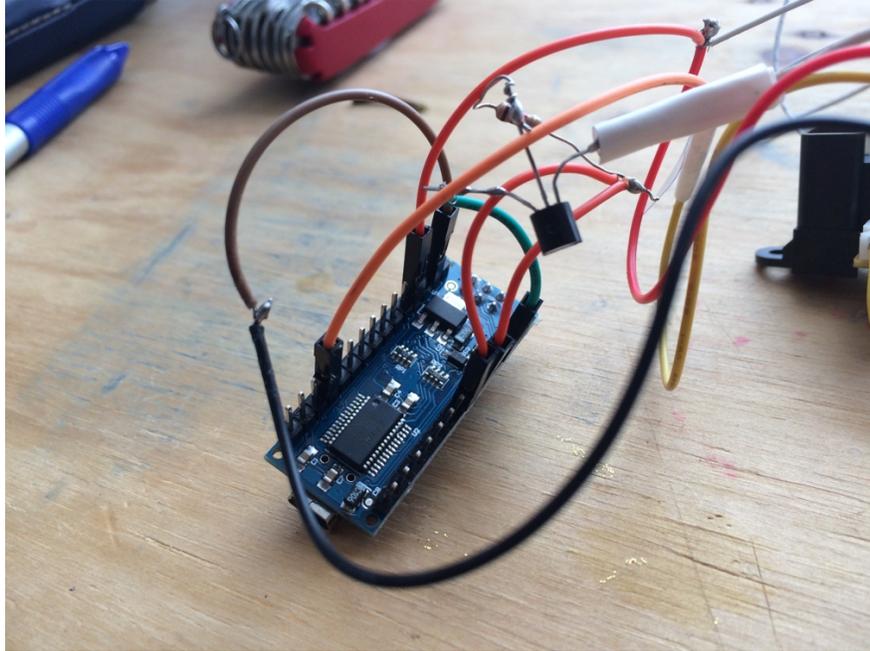


*Figura 20. Boceto prototipo 3 y medidas*

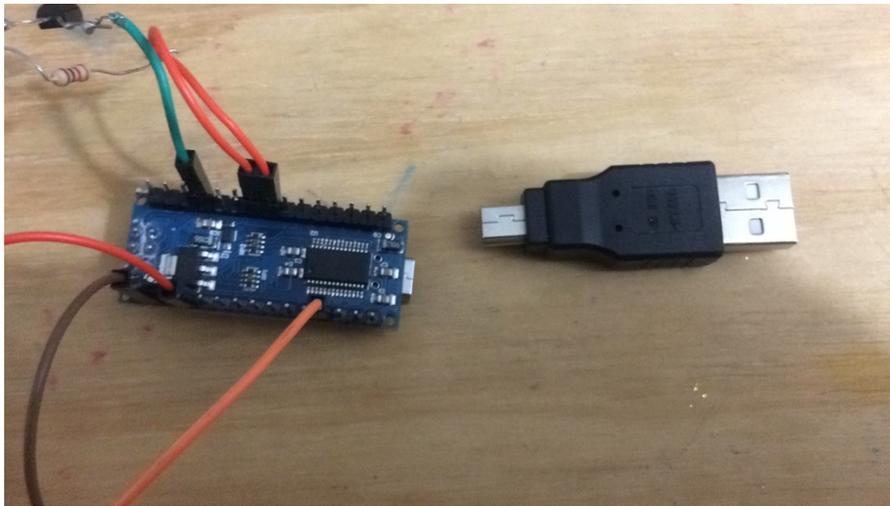
**Resultados de la actividad.** Se obtuvieron una serie de prototipos, los cuales se pusieron a disposición de los usuarios, esto con el fin de obtener un feedback y realizar posteriores mejoras, asimismo de realizo un prototipo funcional con los respectivos sensores, vibradores y módulos



*Figura 21. Tarjeta arduino uno y protoboard*



*Figura 22. Tarjeta arduino nano y transistores*



*Figura 23. Puerto de programación*

#### Actividad cuatro 4 (fase de producción)

**Especificaciones generales.** Producción

**Tiempo de desarrollo.** Un (1) mes.

#### Objetivo.

Materializar el sistema propuesto con las diferentes herramientas de fabricación digital y componentes tecnológicos.

Desarrollo de actividad.

Diseño asistido por computadora, modelado 3D Software CAD (Rhinceros)

Parámetros e impresión 3D

Diseño y programación de componentes electrónicos

**Diseño asistido por computadora, modelado 3D Software CAD (Rhinceros).** Mediante el software de modelado en 3D como lo es Rhinceros, se desarrolló el modelo mutimedial donde las medidas antropométricas y ergonómicas fueron fundamentales.

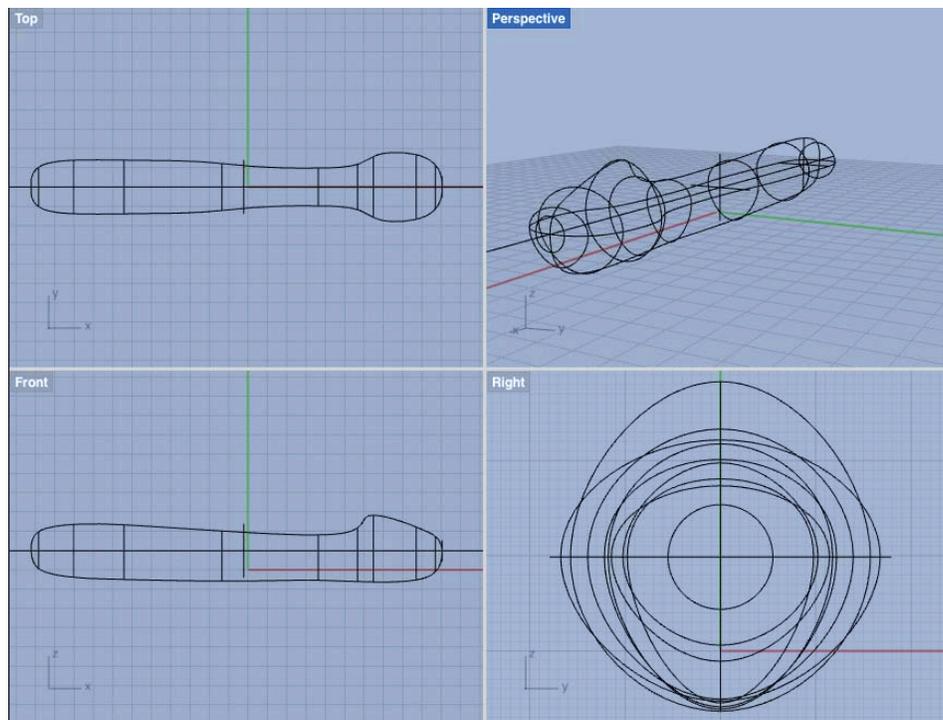


Figura 24. Modelado bastón

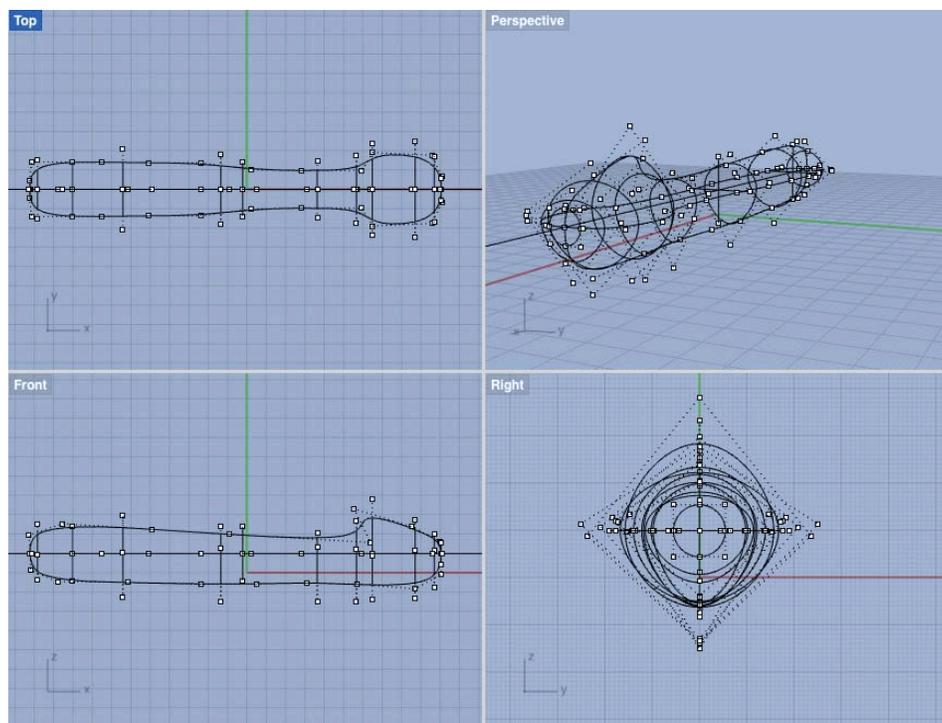


Figura 25. Modelado puntos de control

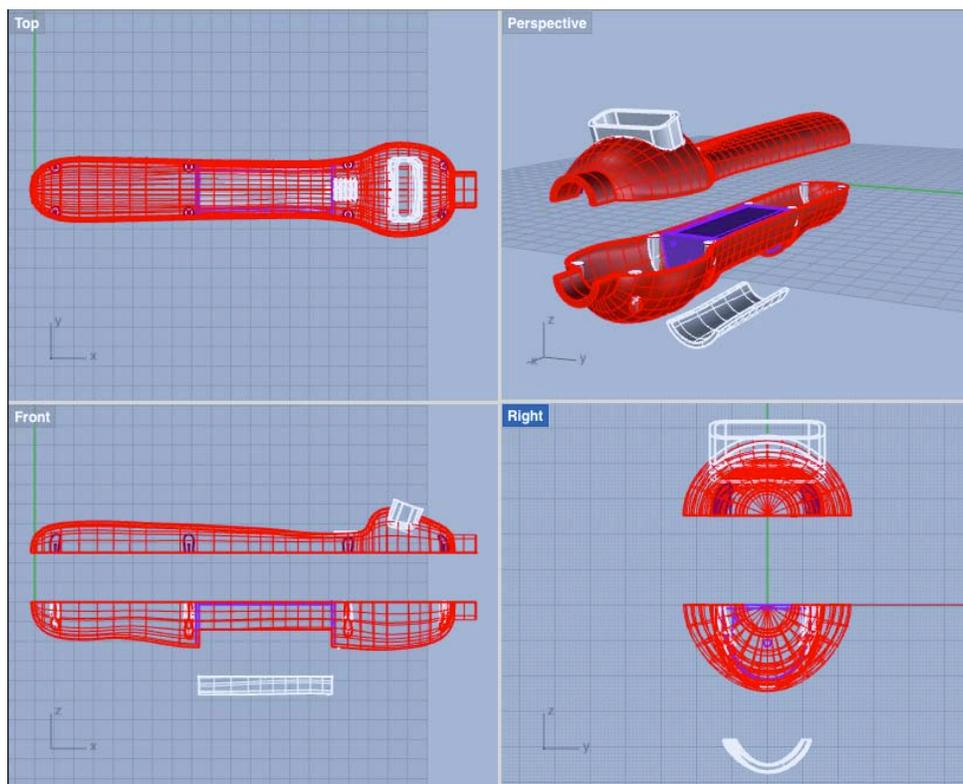
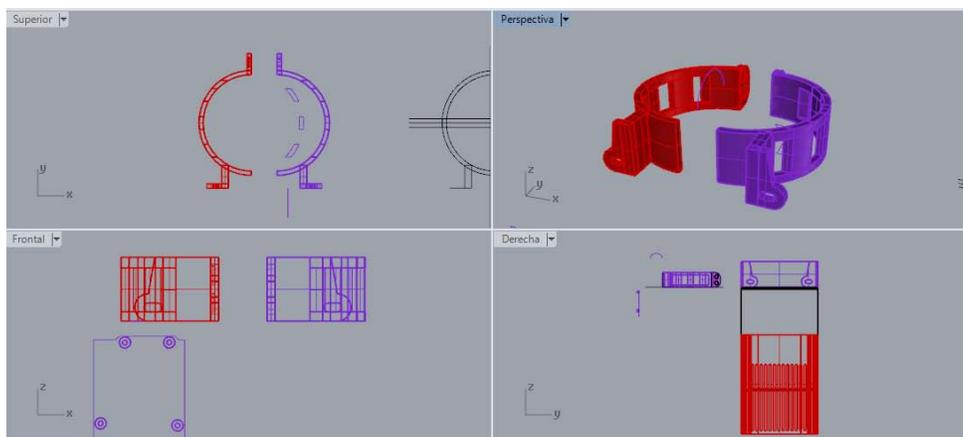
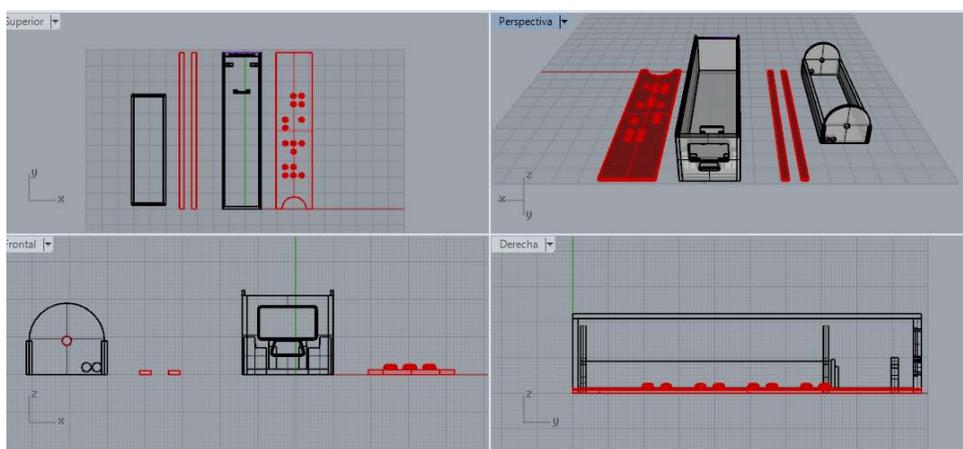


Figura 26. Modelado final



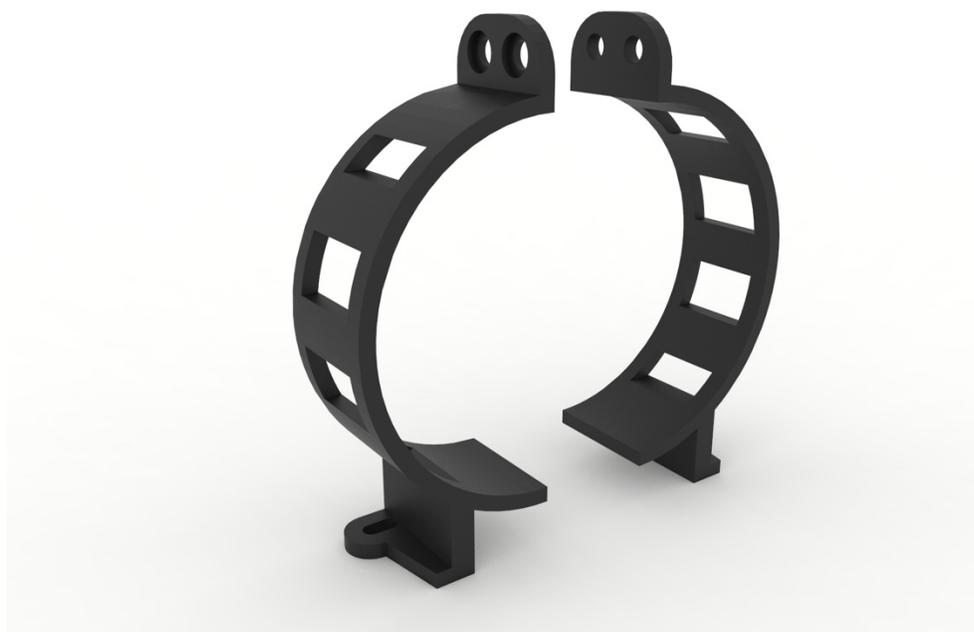
*Figura 27. Modelado estación fija*



*Figura 28. Modelado cargador pila*



*Figura 29 Render bastón*



*Figura 30 Render estación fija (puntos estratégicos).*

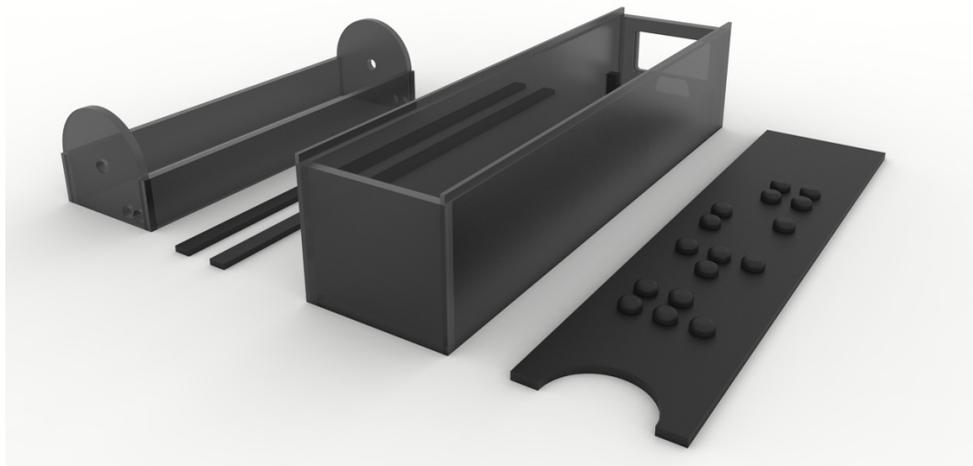


Figura 31 Render cargador para pila.

**Parámetros e impresión 3D.** Con la ayuda del laboratorio de fabricación digital **Fab Lab Udenar**, se realizaron pruebas de impresión 3D teniendo en cuenta los modelos realizados en Rhinoceros, una vez generado un archivo STL se procede a utilizar un software para generar un G-code el cual contiene parámetros de impresión como temperatura de extrusor, temperatura de cama, relleno de objeto, soportes, material de adhesión, flujo.

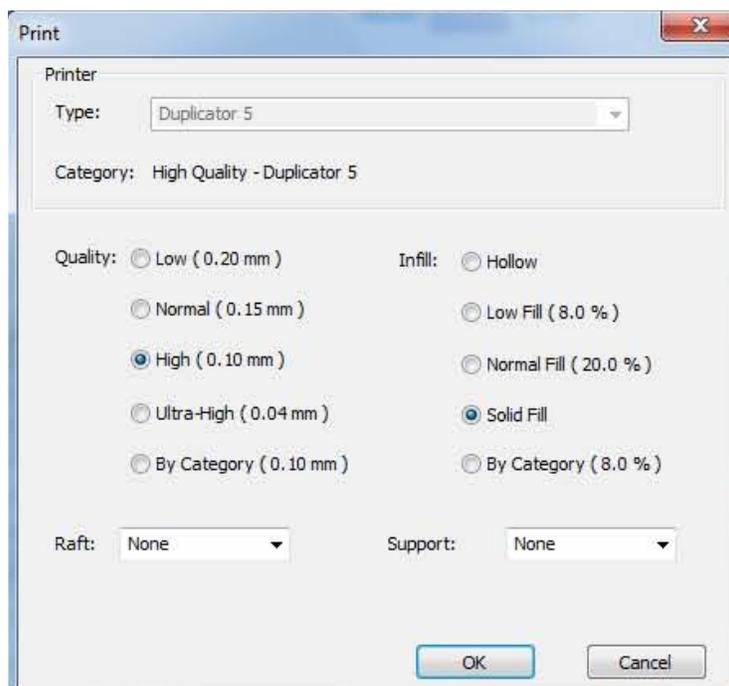
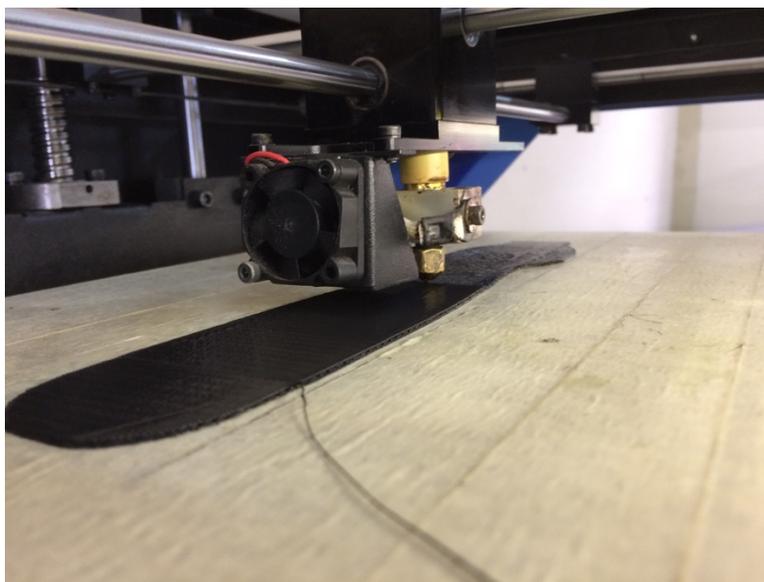
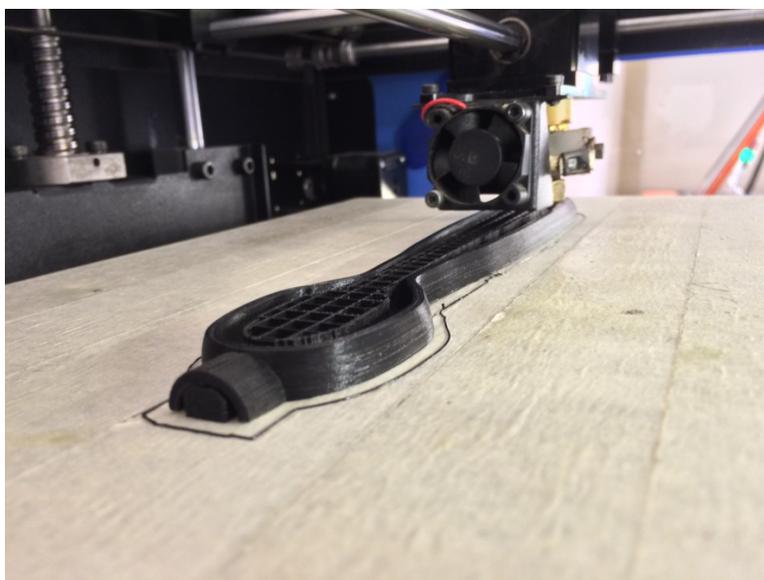


Figura 32. Pantallazo parámetros impresión 3D



*Figura 33. Impresión 3D*



*Figura 34. Impresión 3D bastón*



Figura 35. Impresión bastón 3D final

Diseño y programación de componentes electrónicos. Para el desarrollo de este sistema de tuvieron en cuenta el uso de varios componentes que se podían adaptar, dispositivos de orientación GPS, sensores infrarrojos, sensores bluetooth; mediante una serie de testeos se pudo orientar el sistema hacia una tecnología de fácil acceso y que permitir dar una solución alternativa.

*Dispositivo Portátil (Bastón).*

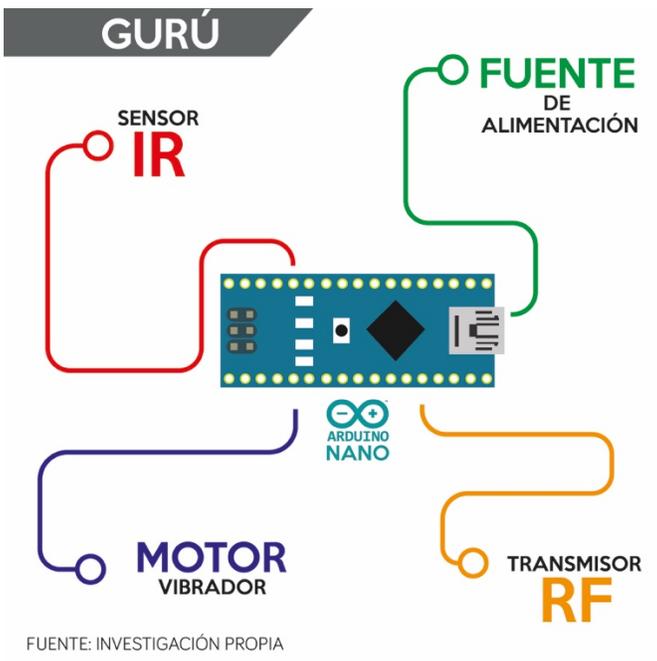


Figura 36 Diagrama electrónico Bastón.

*Listado de componentes usados para dispositivo portátil (bastón).*

Tarjeta arduino nano.

Sensor de distancia SHARP.

Motor vibrador.

Transmisor RF.

Fuente de alimentación 5v.

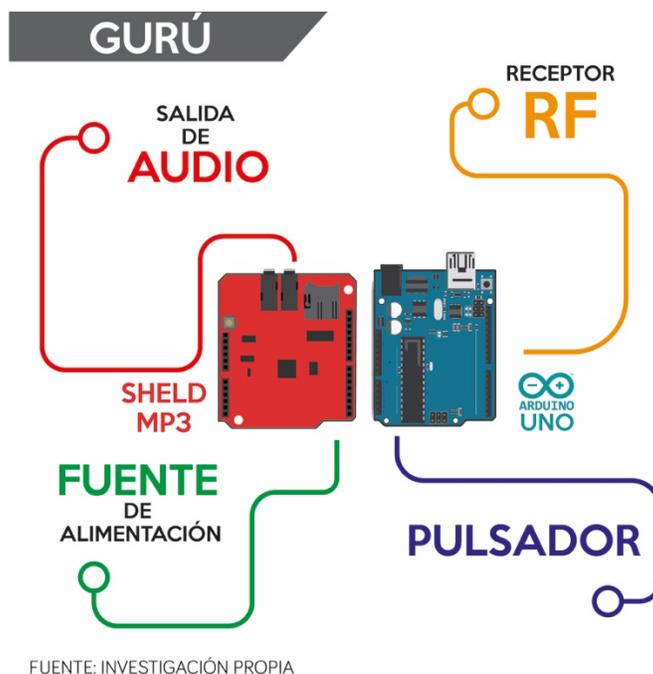
*Tarjeta arduino nano.* La board Arduino Nano V3.0 es un módulo diseñado para el desarrollo práctico y eficaz de circuitos electrónicos.

*Sensor de distancia SHARP.* Es un dispositivo de medición de distancia que se basa en un sistema de emisión/recepción de radiación lumínica en el espectro de los infrarrojos (menor que las ondas de radio y mayor que la luz). Este permite varias las distancias de identificación de objetos en un rango de 20 cm mínimo a 300cm máximo. Esta configuración puede aplicar a cada una de las especificaciones que tenga cada usuario.

*Transmisor RF.* Es un dispositivo electrónico que mediante una antena irradia ondas electromagnéticas que contienen (o pueden contener) información, como ocurre en el caso de las señales de radio, televisión, telefonía móvil o cualquier otro tipo de radiocomunicación

*Motor vibrador:* Este pequeño motor es muy empleado en dispositivos como celulares y tablets para darle la opción de vibrar al dispositivo, por ser pequeño y de bajo consumo de corriente es ideal para esta función.

*Dispositivo estación fija (puntos estratégicos)*



*Figura 37. Diagrama electrónico estación fija (puntos estratégicos).*

*Listado de componentes usados.*

Tarjeta arduino uno.

Tarjeta sheld Mp3.

Pulsador.

Receptor RF.

Fuente de alimentación 5v.

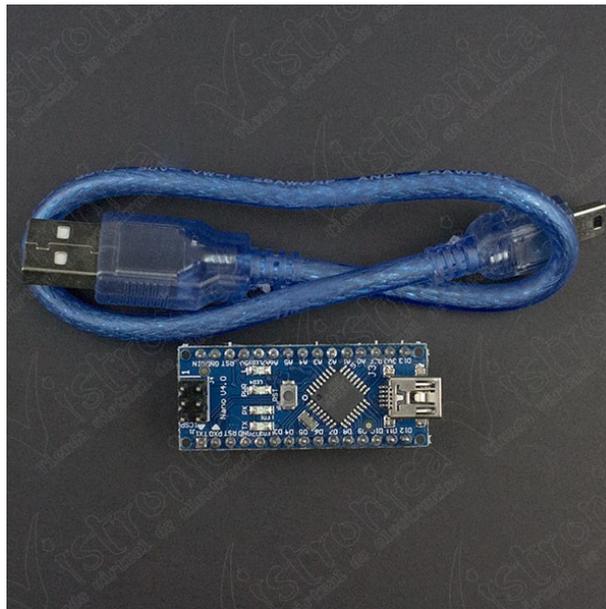
*Tarjeta arduino uno.* Su Entorno de programación es simple y directo. Es muy fácil duplicarlas. Y además es legal, al ser open – source hardware, bajo licencia Creative Commons se puedes reunir los componentes y crear una propia placa. Es flexible ya que permite añadirle shields (módulos) en función del uso que se le vaya a requerir (conexión a Internet, control de motores, etc.) Este dispositivo se acopla al shled mp3.

*Mp3 player shield.* El MP3 Shield es un decodificador MP3 impresionante con las capacidades de almacenamiento de archivos de música en una tarjeta microSD, lo que te da la capacidad para agregar música o efectos de sonido a cualquier proyecto.

*Receptor RF.* RF es un dispositivo capaz de aceptar y modular una señal de radio frecuencia, con el fin de obtener la información contenida en ella. También se los puede clasificar según el rango de frecuencia en el que deberán trabajar.

**Resultados de actividad.** Después de probar distintos componentes electrónicos se llegó al término de que el sistema esté conformado por:

1 tarjeta arduino nano.



*Figura 38. 1 tarjeta arduino nano*

1 tarjeta arduino sheld Mp3



*Figura 39. 1 tarjeta arduino Uno*



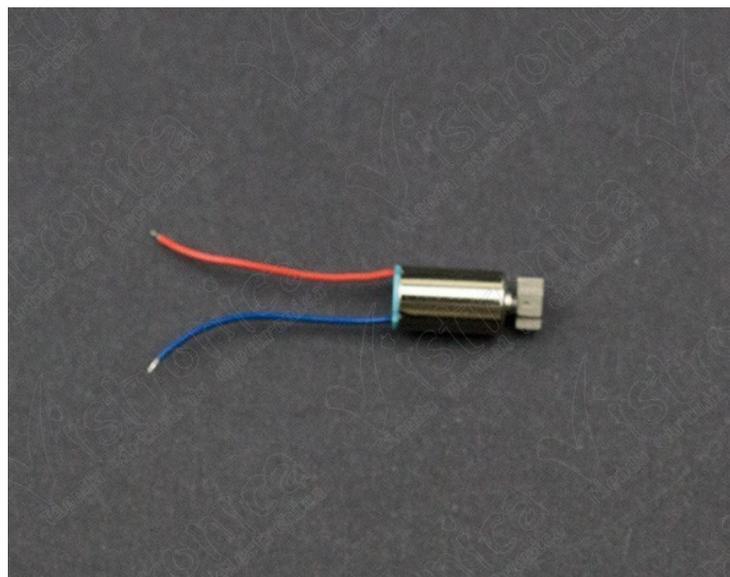
*Figura 40. Shield Mp3*

1 sensor de distancia SHARP.



*Figura 41. 1 sensor de distancia SHARP*

1 motor vibrador.



*Figura 42. 1 motor vibrador*

1 transmisor y Receptor RF.



*Figura 43. 1 transmisor y Receptor RF*

2 fuentes de alimentación 5v.



*Figura 44. 2 fuentes de alimentación 5v*

1 pulsador.



*Figura 45. 1 pulsador*

1 parlante de 3ohm.



*Figura 46. 1 parlante de 3ohm*

**Actividad cinco 5 (fase de testeo)**

**Especificaciones generales:** Encuesta y análisis

**Tiempo de desarrollo:** Un (1) mes.

**Objetivo.**

Representar gráficamente las diferentes relaciones asociadas a una palabra en diferentes usuarios.

Desarrollo de actividad.

Aplicación de Diferencial Semántico.

Análisis de los resultados obtenidos.

*Aplicación de diferencial semántico.* Se realizó una contextualización del proyecto a dos (2) expertos, dos (2) usuarios dejando como resultado una matriz comparativa de adjetivos bipolares u opuestos con el fin de identificar la mejor propuesta o idea planteada

*Análisis de los resultados obtenidos.* Comprender las diferentes características que convergen en el dispositivo construido para así comprender toda su complejidad y su impacto dentro de la comunidad de estudiantes en condición de discapacidad visual de la Universidad de Nariño.

## Resultados de la actividad.

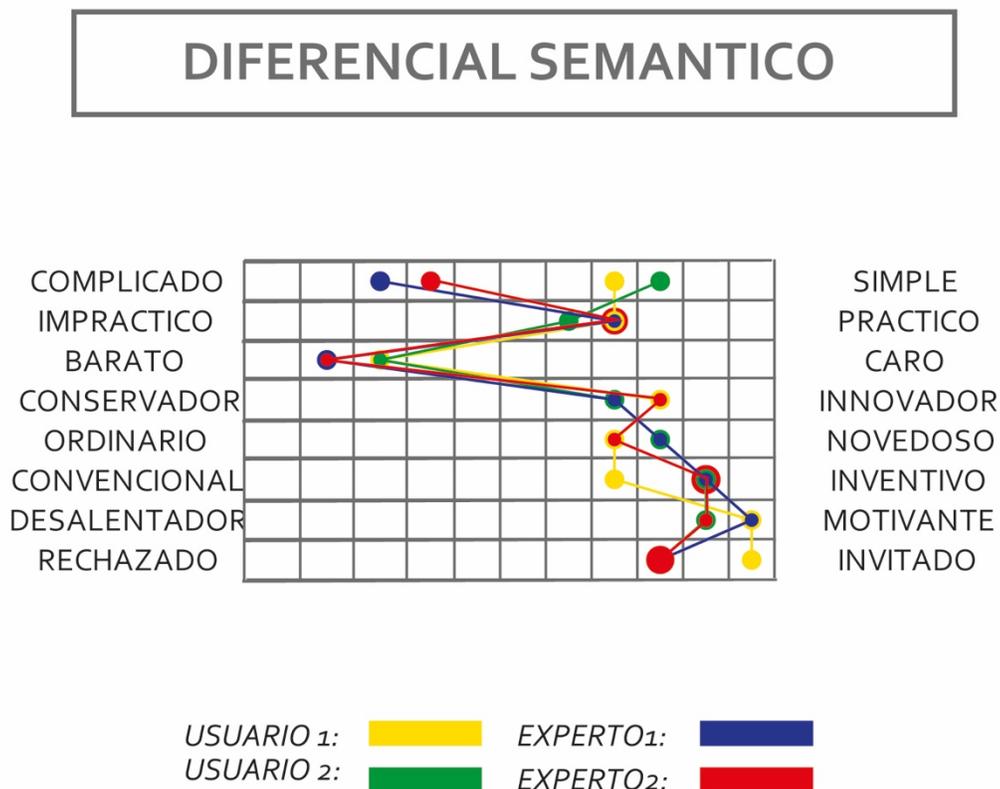


Figura 47. Resultado matriz comparativa adjetivos

*Análisis diferencial semántico.* La interpretación de cada uno de los adjetivos evaluados se los realizó respecto a usuarios participantes en el proceso y expertos en el tema, así como también con la mirada del investigador.

- Se tiene un sistema equilibrado en materia de manejo y entendimiento por parte del usuario, gurú es un sistema de ayuda que puede tener una serie de mejoras en cuestión de experiencia de usuario, uso de nuevas y mejores tecnologías para mejorar la solución de la problemática.
- Los costes de producción hacen que el sistema propuesto sea accesible para los usuarios.

- Brindar soluciones alternativas usando dispositivos electrónicos y además ser parte de plataformas abiertas como arduino, open source, y open design, hacen que el sistema esté dentro de un marco de fácil accesibilidad.
- Los sistemas de orientación y guía que brinda el mercado son básicos y comunes además no ofrecen una solución precisa para la problemática, la aplicación de metodologías centradas en el humano permitieron tener un enfoque más social y preciso en las verdaderas necesidades del usuario.

## **Conclusiones**

La investigación desde la disciplina de diseño aborda las problemáticas con una perspectiva más humana, accediendo a las emociones y sentimientos de los usuarios, además los métodos de trabajo interdisciplinar son un factor importante para generar ideas innovadoras que conlleven a un mejor futuro, los diferentes criterios obtenidos por expertos posibilitan la identificación de las verdaderas necesidades de los usuarios, de igual forma el uso de herramientas de fabricación digital que estén a la vanguardia permite realizar prototipos de manera más rápida para aproximarnos al producto final y poder ser aplicadas en todo tipo de situaciones de la vida diaria, y así convertir la utopía en algo real.

### **Recomendaciones**

- Se recomienda a las futuras generaciones del programa de Diseño Industrial trabajar multidisciplinariamente con los diferentes programas que cuenta la Universidad de Nariño, son en esos equipos de trabajo donde se generan las ideas más innovadoras, además de aprender a trabajar en equipo y conocer los diferentes puntos de vista desde otras perspectivas.
- Se recomienda a los futuros diseñadores enfocar sus proyectos en aportar en mejorar la calidad de vida de las personas con funcionalidades diversas, fortaleciendo un sentir y actuar en favor de estas comunidades, ya que hay mucho campo donde el diseño puede intervenir.
- Se recomienda realizar una validación y una evaluación exhaustiva de los artefactos que se realizan con el usuario, con la escala y materiales reales, así se comprueba el funcionamiento óptimo de los artefactos.
- Se recomienda a los futuros diseñadores investigar y argumentar la problemática con estudios pertinentes, de esto depende el resultado exitoso del proyecto.

## Bibliografía

- Buchanan, R. (1992). *wicked problems in design thinking*. Design issues vol.8 (2).
- Córdoba, C., & Bonilla, H. (2015). *Grupo de Investigación Artefacto*. Obtenido de <http://artefacto.udenar.edu.co/objetivos/>
- Garzón, F. (03 de 05 de 2016). *Moovit, el lazarillo tecnológico que guía a las personas ciegas*. Recuperado el 15 de 02 de 2017, de El Tiempo: <http://www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-16580605>
- Locke, J. (28 de 06 de 2010). *John locke Empirismo (II).(I)*. Recuperado el 15 de 03 de 2017, de Mycroftblog: <http://mycroftblog.blogspot.com.co/2010/06/john-locke-empirismo-ii.html>
- Maldonado, T. (1998). *Cuerpo Humano y conocimiento digital*. En T. Maldonado, *Crítica de la razón Informática*. Barcelona: Paidós Ibérica.
- Mayo, P. (27 de 09 de 2016). *Elentreríos, Edición Regional*. Recuperado el 20 de 02 de 2017, de Bastón verde esperanza: <http://www.elentrerios.com/andrea-cattani/bastan-verde-esperanza.htm>
- Vargas, L., Ibañez, J., Rodríguez, B., & Vallejos, G. (2006). *Representación espacial en invidentes congénitos*. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional.

## **Anexos**

### *Anexo 1. Contexto para validación*

Gurú es un sistema de orientación y guía para estudiantes invidentes de la Universidad de Nariño, una alternativa de diseño que permite al usuario ubicar dependencias sin la ayuda de los tutores o amigos, mediante la identificación de puntos estratégicos dentro del campus universitario, además permite percibir los obstáculos arquitectónicos que se encuentran alrededor de su camino mediante el uso de sensores de distancia a la altura de cadera y cabeza. En el mercado existen dispositivos para suplir estas falencias, los cuales tienen un elevado costo; el sistema propuesto reduce costes en un 60%. El uso de componentes electrónicos como tarjetas arduino, sensores de distancia, módulos RF y herramientas de fabricación digital, permite a Gurú estar a la vanguardia tecnológica.

Anexo 2. Matriz de adjetivos

## DIFERENCIAL SEMANTICO

|              |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |           |
|--------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-----------|
| COMPLICADO   | <input type="checkbox"/> | SIMPLE    |
| IMPRACTICO   | <input type="checkbox"/> | PRACTICO  |
| BARATO       | <input type="checkbox"/> | CARO      |
| CONSERVADOR  | <input type="checkbox"/> | INNOVADOR |
| ORDINARIO    | <input type="checkbox"/> | NOVEDOSO  |
| CONVENCIONAL | <input type="checkbox"/> | INVENTIVO |
| DESALENTADOR | <input type="checkbox"/> | MOTIVANTE |
| RECHAZADO    | <input type="checkbox"/> | INVITADO  |

USUARIO 1: 
 EXPERTO1:   
 USUARIO 2: 
 EXPERTO2:

*Anexo 3. Programación tarjeta arduino nano*

```

void setup() {
  Serial.begin(9600); //Puerto comunicaciones computador
  pinMode(11, OUTPUT);
  startTransducer();
}

//trabajar aquí
void loop() {
  int s1 = distancia(A0,58,100); //pin conexión, limite1, limite2, límites entre 0 y 30

  Serial.print("SensorA ");
  Serial.print(s1);
  //Serial.println("  SensorB ");

  switch (s1) {
    case 1:
      vibrar(2, 5, 800, 1); //conexión 1,conexion 2, tiempo, repetición
      break;
    case 2:
      vibrar(2, 5, 400, 1); //conexión 1,conexion 2, tiempo, repetición
      break;
  }
}

//Generar señal de 40KHz ultrasonido
void startTransducer()
{
  TCCR2A = _BV(COM2A0) | _BV(WGM21) | _BV(WGM20);
  TCCR2B = _BV(WGM22) | _BV(CS20);
  OCR2A = B11000111; // 199, so timer2 counts from 0 to 199 (200 cycles at 16 MHz)
}

```

```
//Notificación motores pin del motor, tiempo en ms, número de veces
void vibrar(int pin1, int pin, long tiempo, int veces) {
```

```
int i = 0;
while (i < veces) {
digitalWrite(pin, HIGH);
digitalWrite(pin1, HIGH);
delay(tiempo);
digitalWrite(pin, LOW);
digitalWrite(pin1, LOW);
delay(tiempo / 2);
i++;
}
}
```

```
// Lee el valor del sensor conectado al pin, retorna su distancia
int distancia(int pin,int l1,int l2) {
int sensor = analogRead(pin);
float volt = sensor * (5.0 / 10.23); // conversion a Voltaje
Serial.print(" Dato: ");
Serial.println(volt);
int dist = 0; //dist [0,1,2] representa [sin obstaculo, cuidado, alerta]
if (volt > l1)dist = 1;
if (volt > l2)dist = 2;
return dist;
}
```

*Anexo 4. Programación transmisor Bastón*

```
#include <VirtualWire.h>
char *controller;
```

```
int retardo = 500;
void setup() {
// Setup IR

Serial.begin(9600); //Puerto comunicaciones computador
pinMode(11, OUTPUT);
startTransducer();

// Setup RF

pinMode(13,OUTPUT);
vw_set_ptt_inverted(true); //
vw_set_tx_pin(6);
vw_setup(2000); // velocidad de datos Kbps
}

void loop(){
// Programa IR

int s1 = distancia(A0,120,150); //pin conexión, limite1, limite2, límites entre 0 y 30

//Serial.print("SensorA ");
//Serial.print(s1);
//Serial.println("  SensorB ");

switch (s1) {
case 1:
vibrar(2, 5, 800, 1); //conexión 1,conexion 2, tiempo, repetición
break;
case 2:
vibrar(2, 5, 400, 1); //conexión 1,conexion 2, tiempo, repetición
```

```

    break;
}
delay(50);

// Programa RF

controller="1" ;
vw_send((uint8_t *)controller, strlen(controller));
vw_wait_tx();
digitalWrite(13,1);
delay(retardo);
controller="0" ;
vw_send((uint8_t *)controller, strlen(controller));
vw_wait_tx();
digitalWrite(13,0);
delay(retardo);

}

// FUNCIONES IR

//Generar seÑal de 40KHz ultrasonido
void startTransducer()
{
  TCCR2A = _BV(COM2A0) | _BV(WGM21) | _BV(WGM20);
  TCCR2B = _BV(WGM22) | _BV(CS20);
  OCR2A = B11000111; // 199, so timer2 counts from 0 to 199 (200 cycles at 16 MHz)
}

//Notificación motores pin del motor, tiempo en ms, número de veces
void vibrar(int pin1, int pin, long tiempo, int veces) {

```

```
int i = 0;
while (i < veces) {
    digitalWrite(pin, HIGH);
    digitalWrite(pin1, HIGH);
    delay(tiempo);
    digitalWrite(pin, LOW);
    digitalWrite(pin1, LOW);
    delay(tiempo / 2);
    i++;
}
}

// Lee el valor del sensor conectado al pin, retorna su distancia
int distancia(int pin,int l1,int l2) {
    int sensor = analogRead(pin);
    float volt = sensor * (5.0 / 10.23); // conversion a Voltaje
    Serial.print(" Dato: ");
    Serial.println(volt);
    int dist = 0; //dist [0,1,2] representa [sin obstaculo, cuidado, alerta]
    if (volt > l1)dist = 1;
    if (volt > l2)dist = 2;
    return dist;
}
```

*Anexo 5. Programación tarjeta arduino uno y mp3 shield*

```

#include <VirtualWire.h> // Librería RF

#include <SPI.h> // SPI library
#include <SdFat.h> // SDFat Library
#include <SdFatUtil.h> // SDFat Util Library
#include <SFEMP3Shield.h> // Mp3 Shield Library

SdFat sd; // Create object to handle SD functions

SFEMP3Shield MP3player; // Create Mp3 library object
const uint8_t volume = 40; // MP3 Player volume 0=max, 255=lowest (off)
const uint16_t monoMode = 1; // Mono setting 0=off, 3=max

int stopPin = A5; // This pin triggers a track stop.
int lastTrigger = 0; // This variable keeps track of which tune is playing

void setup()
{
  //Setup RF
  vw_set_ptt_inverted(true); //
  vw_set_rx_pin(5);
  vw_setup(2000); // velocidad de datos Kbps
  pinMode(10, OUTPUT);
  vw_rx_start();

  //Setup MP3
  // pinMode(buttonPin, INPUT_PULLUP);
  pinMode(stopPin, INPUT_PULLUP);

```

```

initSD(); // Initialize the SD card
initMP3Player(); // Initialize the MP3 Shield
}

void loop()
{
  //PROGRAMACTI" N RF
  uint8_t buf[VW_MAX_MESSAGE_LEN];
  uint8_t buflen = VW_MAX_MESSAGE_LEN;

  if (vw_get_message(buf, &buflen))
  {
    if(buf[0]=='1')
    {
      if (MP3player.isPlaying())
      MP3player.stopTrack();
      uint8_t result = MP3player.playTrack(1);
      digitalWrite(10,HIGH);
    }
    else if(buf[0]!='1'){digitalWrite(10,LOW);}
    else{digitalWrite(10,LOW);}
  }

  // PROGRAMACTI" N MP3

}

// initSD() initializes the SD card and checks for an error.
void initSD()
{
  //Initialize the SdCard.

```

```
if(!sd.begin(SD_SEL, SPI_HALF_SPEED))
  sd.initErrorHalt();
if(!sd.chdir("/"))
  sd.errorHalt("sd.chdir");
}
void initMP3Player()
{
  uint8_t result = MP3player.begin(); // init the mp3 player shield
  if(result != 0) // check result, see readme for error codes.
  {
    // Error checking can go here!
  }
  MP3player.setVolume(volume, volume);
  MP3player.setMonoMode(monoMode);
}
```