



# UNIVERSIDAD ESPECIALIZADA DE LAS AMERICAS

Facultad de Biociencias y Salud Pública  
Escuela de Biociencias

Trabajo de Grado para optar por el Título de Licenciado en  
Ingeniería Biomédica

TESIS

Prototipo para el mejoramiento de la Lectura en personas con Discapacidad  
Visual y Física (Sistema Lupas).

Presentado Por:

De León Ureña, Gabar Yuseth 8-851-995

Asesor:

Ing. Ferneliz A. Díaz

Panamá, 2018

## **DEDICATORIA**

A Dios por haberme permitido llegar tan lejos, a lograr día a día con sacrificio y desvelo una meta más para mi vida profesional y a la vez por darme salud para lograr cada uno de mis sueños.

A mis padres Emilio Alfonso De León y Milva Niles Ureña le doy gracias por ser uno de los pilares en mi vida profesional, Dios sabe lo mucho que los quiero, este Título se lo dedico a ustedes, por aportar día a día sacrificio para lograr cumplir mis sueños.

Solo queda decirles a mis amigos, familiares y profesores que hicieron un hermoso trabajo para lograr hoy en día ser un Profesional de la Salud, gracias. Si algo he aprendido es que nadie puede quitarte lo aprendido y mucho menos la satisfacción con la llegada de cada logro obtenido.

Gabar De León.

## **AGRADECIMIENTO**

Primeramente, le doy gracias a Dios, padres, familiares y amigos por ser unos de los pilares fundamentales en mi vida, a pesar de luchas, sacrificio y desvelo hoy puedo agradecerlos, a mis profesores que han hecho de mi un profesional de la Salud por qué no agradecerle por sus esfuerzos y desempeños que pusieron en el desarrollo de mi vida Profesional.

Todo en la vida es como un libro y uno como un escritor, hoy con anhelo, perseverancia y satisfacción puedo decir que ya escribí mi libro y seguiré escribiendo para lograr el libro más deseado mis sueños, gracias a todos por aportar un granito en mi vida profesional.

Gabar De León.

## INDICE

**RESUMEN**

**ABSTRACT**

**INTRODUCCIÓN**

Página

### **CAPÍTULO I: ASPECTOS GENERALES DE LA INVESTIGACIÓN**

1.1 Identificación y Planteamiento del Problema	1
1.1.1 Problema de Investigación	4
1.2 Justificación	5
1.3 Objetivos	7
1.3.1 Objetivo General	7
1.3.2 Objetivos Específicos	7
1.4 Tipo de Estudio	7

### **CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO**

2.1 Discapacidad	9
2.1.1 Discapacidad Visual	9
2.1.2 Causas y Enfermedades	11
2.1.2.1 Clasificación según el grado de Discapacidad Visual	12
2.1.2.2 Dificultades y Barreras de las personas con Discapacidad Visual	12
2.2 Tecnología de Apoyo	13
2.2.1 Lupa Televisión	14
2.3 Concepto Principal	14

2.3.1 Baja Visión	14
2.3.1.1 Condiciones de las Personas con Baja Visión	14
2.3.1.2 Percepción Visual	15
2.4 Plataforma de Hardware Libre (Arduino®)	16
2.4.1 Arduino Mega 2560	16
2.5 Selección de Componente Electrónicos	17
2.5.1 Bomba de Succión Parker	17
2.5.1.1 Pedal	17
2.5.1.2 Joystick	17
2.5.1.3 Motor 12VDC	17
2.5.1.4 Interruptor de Dos Posiciones	18
2.5.1.5 Accesorio	18
2.5.1.6 Lupa	18
2.5.1.7 Lámpara	19

### **CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO**

3.1 Fase 1: Entrevista a los Especialista	21
3.1.1 Escenario	21
3.1.2 Población	21
3.1.3 Participantes	22
3.1.4 Tipo de Muestra	22
3.1.5 Descripción de las Variables a Evaluar	22
3.1.6 Descripción de los Instrumentos y/o Técnicas de recolección de Datos	23
3.1.6.1 Encuesta con Preguntas Abiertas	23
3.1.7 Procedimiento	25

3.2 Fase 2: Desarrollo del Proyecto	26
3.2.1 Escenario	26
3.2.2 Instrumentos Utilizados para el Desarrollo del Prototipo	26
3.2.2.1 Software	26
3.2.2.2 Hardware	26
3.3 Diseño del Prototipo	27
3.3.1 Módulo de Control	27
3.3.2 Módulo de Trabajo	28
3.4 Lógica de Proceso	28
3.4.1 Diagrama Bloque	28
3.5 Desarrollo de las Pruebas del Prototipo	29
3.5.1 Pruebas de Ensayo y Error	29
3.5.2 Pruebas Funcionales o de Aceptación	30

## **CAPÍTULO IV: ANÁLISIS DE RESULTADO**

4.1 Problemas asociado al uso del Prototipo Digitales	32
4.2 Disponibilidad de Tecnología de Apoyo presente en Panamá	33
4.3 Visualización de la Lectura	35
4.3.1 Amplificación Angular de la Imagen	36
4.3.2 Descripción del Dispositivo	39
4.4 Niveles de Pruebas	43
4.4.1 Prueba de Campo	43
4.4.2 Prueba de Joystick	44
4.4.3 Prueba de Funcionabilidad o de Aceptación	44
4.4.4 Nivel de Aceptación	46

4.4.5 Bajo Costo	48
CONCLUSIONES	49
LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN	50
RECOMENDACIONES DE LA INVESTIGACIÓN	51
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	52
ANEXO	58
ÍNDICE DE CUADRO	65
ÍNDICE DE ILUSTRACIÓN	66
ÍNDICE DE GRÁFICAS	67

## RESUMEN

### **Prototipo para el mejoramiento de la Lectura en personas con Discapacidad Visual y Física**

El objetivo de esta investigación se basa en diseñar un prototipo electrónico de bajo costo, que permita el uso de la lupa para la lectura de personas que padecen discapacidad visual con problemas de discapacidad física en las extremidades superiores, el cual está dirigido a personas con discapacidad visual y física.

Para desarrollar este proyecto, el prototipo fue diseñado de modo que pueda facilitar la lectura y ayudar a las personas con estos padecimientos a ser independientes, tomando en cuenta el uso de pedal para facilitar la succión del papel y a través del joystick para el movimiento de la lupa en coordenada.

El principal objetivo de este proyecto es la satisfacción de las personas con discapacidad visual y física, para ser independiente y ser acogido por la sociedad y eliminar la discriminación, logrando la aceptación del prototipo.

**Palabras Claves:** Discapacidad Visual, Discapacidad Física, Tecnología de Apoyo, Arduino®, Lupa, Bomba de Succión, Motor Paso a Paso.

## **ABSTRACT**

### **Prototype for the improvement of reading in people with Visual and Physical Disability**

The objective of this research is based on the creation of a prototype. The use of the magnifying glass for the reading of people suffering from visual disability with physical disability problems in the upper extremities, which is aimed at people with visual and physical disabilities.

To develop this project, the prototype was designed to be able to read and help people with these problems. magnifying glass in coordinate.

The main objective of this project is the satisfaction of people with visual and physical disabilities, to be independent and to be welcomed by society and eliminate discrimination, achieving acceptance of the prototype.

**Key Words:** Visual Disability, Physical Disability, Support Technology, Arduino®, Magnifying Glass, Suction Pump, Stepper Motor.

## INTRODUCCIÓN

Actualmente existen personas que padecen de algún tipo de discapacidad que utilizan las tecnologías digitales para ayudarse en su diario vivir. Sin embargo, es necesario que se adapten estas tecnologías a sus requerimientos físicos, ayudando a mitigar los efectos de su discapacidad y a la vez permitiendo su inclusión a las mismas.

En Panamá las personas que utilizan las tecnologías de apoyo con discapacidad visual poseen muchas desventajas, pues carecen de un sistema portátil, de bajo costo, que brinde un acceso a las tecnologías digitales.

En esta investigación nos centraremos en desarrollar una solución tecnológica a través de un prototipo accesible para las personas con discapacidad visual. Ya que los avances en materia de recursos tecnológicos para esta población favorecen el acceso a la educación, formación, empleo y a actividades cotidianas de la vida diaria, mejorando su autonomía personal.

En el primer capítulo de esta investigación se realiza el planteamiento de la problemática que presentan las personas con discapacidad visual y física en la actualidad.

En el segundo capítulo veremos el contexto o marco teórico que permite al lector comprender las áreas de esta investigación, sabiendo que es un tema sumamente amplio y lo cual trata que la información llegue al lector.

En el tercer capítulo se expone la metodología utilizada métodos como la observación y la realización de encuestas de preguntas abiertas para la recolección de datos y para el desarrollo o confección del prototipo.

En el capítulo cuarto se hará referencia al análisis de los resultados obtenidos durante el proceso de investigación, a través de tablas y grafica para facilitar un resultado confiable y validado.

# **CAPÍTULO I**

## **CAPÍTULO I: ASPECTOS GENERALES DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.1 Identificación y Planteamiento del Problema**

En la antigüedad, las personas que nacían o desarrollaban una discapacidad o malformación eran expulsados de las ciudades, exterminados o abandonados en desiertos y bosques; ya que eran incapaces de sobrevivir a las exigencias sociales, pues no existía las condiciones adecuadas para el desarrollo de esta población (Iberomericana, s.f.)

Según estadísticas mundiales del año 2014 presentadas por la Organización Mundial de la Salud, indicó que aproximadamente 285 millones de personas presentan discapacidad visual, de las cuales 39 millones son ciegas y 246 millones tienen baja visión. Este estudio, reflejó que la discapacidad visual se presenta en países de bajos recursos (OMS O. M., 2014).

En Panamá, según el censo del 2010 realizado por el Instituto Nacional de Estadística y Censo, la población fue de 3,405, 813 habitantes aproximadamente. De esta cifra, 97,165 de las personas presentan algún tipo de discapacidad, lo cual representa el 2.9% total de la población. Dentro de esta población discapacitada, se encuentra que 21,377 personas padecen de ceguera, representando el 22% de la población con discapacidad. (SIEGPA, Contraloría General de la República de Panamá, 2017). Y en el ámbito laboral, se reportan inmersas unas 6,787 personas con discapacidad visual (SIEGPA, Contraloría General de la República de Panamá, 2017).

La discapacidad física es la que tiene la prevalencia más alta (5.4%), seguida de la visual (5.3%) y de la intelectual (2.7%). Los grupos de edades con mayor prevalencia de discapacidad son los de 60 años y más, donde los problemas degenerativos son frecuentes. Las enfermedades del envejecimiento

son las que se presentan con mayor frecuencia; el 35.2% de las discapacidades son visuales y el 26.6% físicas (SENADIS, 2015).

Los avances tecnológicos, han permitido a las personas con dependencia o discapacidad una mayor autonomía. Esas tecnologías les proporcionan a estas personas una mayor accesibilidad, aumentan o mejoran su adaptación al entorno afectivo, social, laboral y cultural (Ricardo, 2014).

El objetivo principal de las tecnologías de apoyo es disminuir las barreras a las que se enfrentan las personas con discapacidad visual, como el comprender la lectura y utilizar la escritura convencional, que se presentan en los diversos entornos. Sin embargo, a mediados del siglo XIX para atender las limitantes de esta población se desarrolló un sistema de lectura y escritura táctil para personas invidentes, conocido como el sistema Braille. Este sistema se convirtió en el único medio que le permite al discapacitado visual comunicarse de manera escrita (Ricardo, 2014).

Actualmente, no se ha desarrollado un dispositivo de bajo costo en el territorio nacional, que permita el uso de la lupa para desarrollos tecnológicos existentes, como lo es un teléfono celular, tableta o computadora; además, de permitir la digitalización de textos; y que a la vez no ocasione o provoque daños a la salud a largo plazo (León, 2018).

En el desarrollo del proyecto, se plantea el diseño de un prototipo para personas con discapacidad tanto visual como física con problemas en las extremidades superiores, en donde se interrelacione las tecnologías actuales con el sistema de Lupas. Al mismo tiempo, pueda disminuir las barreras y permitir el transporte de manera práctica de este dispositivo. Dando como resultado, una herramienta de accesibilidad para el desarrollo personal del discapacitado (León, 2018).

Estos avances tecnológicos, han permitido que algunas poblaciones con discapacidades adopten técnicas pioneras para el acceso a conocimiento impreso o auditivo, aumento las capacidades para el desarrollo profesional de estos individuos. Sin embargo, los altos costos o la poca accesibilidad de estas tecnologías representan barreras, las cuales impiden la independencia económica y afectiva de estas poblaciones. Una de las principales barreras para su integración social, es la baja inserción laboral. Puesto que, el empleo es una vía fundamental para lograr la autonomía personal (Carlos Pereda, 2003).

De acuerdo con el Proyecto Ágora Panamá en conjunto con la Fundación Once para América Latina –FOAL- de España y la Secretaria Nacional de Discapacidad –SENADIS- con la participación del Ministerio de Trabajo y Desarrollo Laboral, busca mejorar la empleabilidad y productividad de la población ciega o con baja visión, a través de la formación para el trabajo, el emprendimiento y la promoción laboral (PANAMA, 1999).

Las personas con baja visión, aunque no son técnicamente ciegas, sufren una discapacidad visual grave que no se puede corregir ni óptica ni médicamente. Según la definición de la Organización Mundial de la Salud, incluso después de la mejor corrección posible, estos individuos tienen una agudeza visual entre 3/60 (el umbral de ceguera) y 6/18, con un campo visual de 20 grados o menos en el mejor ojo (OMS O. M., 2014).

La visión residual se puede mejorar con altos niveles de aumento; hay disponible una gran cantidad de herramientas de asistencia, que incluyen aplicaciones para teléfonos inteligentes, lupas manuales y sistemas de mesa más grandes. Para ver la distancia, la herramienta más confiable son los anteojos con un pequeño telescopio montado en una de las lentes. Otras soluciones usualmente se dividen en dos categorías: gafas de realidad virtual modificadas,

que son voluminosas y no completamente aptas para el propósito, y gafas inteligentes (incluido un modelo basado en Google Glass) que leen texto, realizan reconocimiento de objetos y se comunican audiblemente, pero en realidad no mejora la visión residual (J. Narain, 2017).

De acuerdo con Alves, para que la asistencia tecnológica funcione adecuadamente se debe tener en cuenta que el equipo asistido este en buenas condiciones y funcione debidamente. La misma debe ser un equipo fácil de manejar, que lo puedan costear y sea confiable para que su propósito a la persona sea efectivo. Por tal razón, la asistencia tecnológica es importante para la educación, el trabajo y la independencia del individuo. La tecnología permite a las personas con condiciones visuales superar la mayor parte de las dificultades en la vida diaria, le ofrece independencia y acceso a la comunicación, al igual que sus pares con visión normal (Alves et al, 2009).

### **1.1.1 Problema de Investigación**

Las personas con discapacidad visual y con problemas de discapacidad física en las extremidades superiores no pueden utilizar equipos computarizados, como teléfonos celulares o computadoras, a menos de que se le incorporen un dispositivo externo para atender tal necesidad, que generalmente es de alto costo. Para que las personas con discapacidad visual puedan utilizar estas tecnologías como medio de información, es necesario que utilicen sistema de reconocimiento de lectura para que sea más accesible para ellos. Este sistema limita su uso a ambientes que exigen silencio. Estos equipos y los softwares de igual forma son costos para esta población. Al ser de tan altos los costos estos sistemas, son pocas las personas que pueden adquirirlos.

Por lo que nos planteamos si: ¿Es posible crear un dispositivo que permita a las personas con Discapacidad en las extremidades superiores ayudarlas a leer y mejorar a través de lupas su campo visual?; ¿y que sea ligero, y de bajo costo?.

## **1.2 Justificación**

Una de las principales razones de esta investigación es la aplicación y uso de las tecnologías actuales para el apoyo a las personas con discapacidad visual. Debido a que existe la necesidad de adaptar un sistema de Lupas para el uso de la lectura para persona con discapacidad Visual e implementar nuevas Tecnología. Esta adaptación permitirá la inclusión o inserción de las personas con discapacidad visual al ámbito afectivo, social, laboral, y educativo. A su vez esto beneficiara la autonomía personal, brindando una mejora en la interrelación con el entorno y la inclusión en la sociedad.

Actualmente en la sociedad, estas tecnologías aplicadas para personas con discapacidad visual con problemas de discapacidad físicas supondrán el desarrollo profesional del discapacitado. Sin embargo, las personas con dicho tipo discapacidad presentan altas tasas de desempleo o de inactividad económica, manteniéndolos en un riesgo social. Reducir este fenómeno es clave para eliminar la pobreza que afecta a estos discapacitados y, al mismo tiempo impulsará su economía.

Una de las experiencias más gratificante es compartir con personas con discapacidad, lo cual me lleva a desarrollar un prototipo que le garantice una mejora en su vida diaria y a ser más independiente. Cabe destacar que las personas con discapacidad visual son iguales a otras personas, pero esas limitaciones no pueden ser un obstáculo para su desarrollo profesional.

Según estadísticamente en Panamá la mayor parte vulnerable son las personas con discapacidad visual, por lo cual me preocupa la salud y el bienestar de la población en buscar una medida o implementar un sistema que pueda mejorar su estado físico, emocional y de vida.

La discapacidad tanto física y visual es un tema de todo, este tipo de discapacidad afecta de una manera muy sensible el estado psicológico de la persona, por lo cual merece la atención de la población en materia, en incentivar y motivar a la participación ciudadana en fundaciones, charlas, seminarios entre otro.

El deber del ser humano es educarse y actualizarse en tema de discapacidad visual y física que es unos de los problemas que afecta a la población panameña, unos de los más interesados en saber, comprender la situación que afecta a la sociedad en tema de discapacidad visual son los Oftalmólogo, Optómetras y Cirujanos. Estos especialistas se dedican al cuidado visual del ser humano y mejorarle la calidad de vida del individuo.

Sabiendo la problemática que radica a nivel mundial y nacional los diferentes tipos discapacidad tanto física y visual afecta de gran manera a la población vulnerable ya que sufren de baja autoestima, falta de independencia, son aislados y no reciben un trato adecuado por la sociedad. Las personas con estos tipos de discapacidad sufren afecciones psicológicas, emocional y de auto aceptación de sí mismo y de la sociedad, lo cual busco a través del sistema de lupa mejorar la calidad de vida de la persona.

Tomando en Cuentas los posibles resultados en base al problema es la aceptación de sí mismo, autoestima elevado, ser independiente la hora de la lectura, mejoría en su calidad de vida, una visión prolongada de la lectura a través de las lupas.

Los resultados de la investigación y la recolección de datos, trae gran impacto en el futuro de nuevas tecnologías de vanguardia para la persona con discapacidad, como técnicas asistidas e ingeniera de rehabilitación para el futuro de la sociedad y de las personas con esta discapacidad. Finalizando existen técnicas asistida que mejora y ayuda a las personas con este tipo de discapacidad como lentes, bastón o sensores y la parte de la domótica favoreciendo una calidad de vida.

### **1.3 Objetivos**

#### **1.3.1 Objetivo General**

Implementar un sistema de lupas para mejorar la lectura, que le permita a la persona con discapacidad física en las extremidades superior realizar una lectura continua a un bajo costo.

#### **1.3.2 Objetivos Específicos**

- Desarrollar un dispositivo a bajo costo que le permita a las personas con discapacidad visual con problemas de discapacidad física en las extremidades superiores ser independientes.
- Distinguir los problemas de discapacidad física en las personas con discapacidad visual.
- Probar el desempeño del prototipo.

### **1.4 Tipo de Estudio**

El estudio se enmarcó en una investigación de carácter descriptivo / comparativa, no experimental con un enfoque cualitativo. El diseño de la

investigación es de tipo campo, no experimental, ya que se realiza dentro del campo de aplicación de la ingeniería en biomédica y el mismo no manipuló variables. En este estudio se describe el diseño y el desarrollo de un dispositivo con tecnologías aplicadas a una población en específico.

Dentro de la investigación tipo campo, se encuentra la modalidad de proyecto factible, la cual es aplicada en el desarrollo de este estudio. En base a lo anterior, esta investigación está enmarcada en un proyecto factible, debido a que se desea plantear una solución a la problemática que presenta la población con discapacidad visual en su desarrollo y la utilización de las tecnologías digitales, mejorando su método de lectura.

## **CAPÍTULO II**

## **CAPÍTULO II: MARCO TEORICO**

### **2.1 Discapacidad**

Las características y funciones del cuerpo humano están totalmente relacionadas y se comportan como un conjunto; si un órgano o sistema posee un trastorno de seguro que afectará a muchos otros sistemas, aunque sean de distinta función (Khan Academy, 2018). Pues el cuerpo humano requiere de todos sus componentes para un buen funcionamiento; si faltara algún órgano o sistema se puede originar una restricción o impedimento, ocasionando la dificultad del individuo para poder realizar una tarea o actividad básica. Esta imposibilidad de realizar alguna actividad se considera como una discapacidad (Khan Academy, 2018).

La Organización Mundial de la Salud (OMS O. M., 2017), proporciona una definición para el termino de discapacidad, la cual incluye muchas limitaciones o impedimentos de las personas sobre muchas actividades diarias, pues las personas poseen carencias en las funciones o características corporales y al ser privado de una o varias funciones, ya sean de tipo anatómico, sensorial o motora, le impediría poder realizar normal o cotidianamente actividades.

Existen diferentes clasificaciones de acuerdo con el criterio que se utilice para definir discapacidad (OMS O. M., Discapacidades, 2017). Esta investigación, se centrará en una de las discapacidades sensorial o motora, la discapacidad visual y física, la cual pertenece a esta categoría (León, 2018).

#### **2.1.1 Discapacidad Visual**

La visión está comprendida por el globo ocular y una compleja red de estructuras musculares, glandulares, neuronales y las conexiones entre ellas. Es

importante señalar que la pérdida de la visión puede variar dependiendo de su causa u origen, desde la baja visión hasta la ceguera (Ricaldoni, 2015).

La discapacidad visual se define como la deficiencia en la estructura o funcionamiento de los órganos visuales, puede ser por falta o por la disminución de la capacidad para ver adecuadamente, debido a un problema que afecta al sistema visual o a la pérdida del campo visual; el cual puede ser ocasionado por patologías congénitas, accidentes de cualquier tipo o provocados por virus de diferentes orígenes, causando una limitación que interfiere con el aprendizaje normal a través de la visión (OMS O. M., 2014).

Dentro de la discapacidad visual, encontramos a las personas con baja visión. La ceguera es considerada por la Organización Mundial de la Salud, como la segunda discapacidad más inhabilitante, pues la pérdida de la visión es la más traumática para el desarrollo de las personas dentro de la sociedad (OMS O. M., 2014).

### **2.1.2 Causas y Enfermedades**

Dentro de las causas que pueden ocasionar u originar la discapacidad visual podemos encontrar las causas genéticas, congénitas y las adquiridas (Valdez, s.f.).

Las causas genéticas son las que se transmiten de los padres hacia los hijos y está pasará de generación en generación. En las causas congénitas, se refiere a las características con los que nace un individuo; no sólo dependen de los factores hereditarios, sino que son adquiridos durante la gestación o el parto. Dentro de las causas adquiridas se refiere a todas las que son provocadas por algún accidente o enfermedad que ocurren después del nacimiento y pueden suceder a cualquier edad, como lo son accidentes de tránsito, lesiones por

contacto con productos químicos y fuegos artificiales. Enfermedades como las cataratas, la retinopatía diabética y el glaucoma; son causantes de ceguera en los adultos mayores (Valdez, s.f.)

### **2.1.2.1 Clasificación según el grado de discapacidad visual**

Dependiendo del grado en que está afectado el sentido de la visión se puede ver disminuido la capacidad para ver; existen muchas clasificaciones de acuerdo con diversos autores, esto es debido a una gran variedad de criterios que utilizan. Según la Dra. Natalie Carter Barraga (Barraga N. C., 1992) se clasifica en discapacidad visual moderada, discapacidad visual severa y discapacidad visual profunda.

La discapacidad visual moderada, se caracteriza por la posibilidad de realizar tareas visuales con el empleo de ayudas e iluminación adecuada. En la discapacidad visual severa, se caracteriza por la posibilidad de realizar tareas visuales con inexactitudes, requiriendo adecuación del tiempo, de ayudas y modificaciones. Y en la discapacidad visual profunda, se caracteriza por la dificultad para realizar tareas visuales gruesas, la imposibilidad de hacer tareas que requieren visión de detalle (Barraga N. C., 1992).

### **2.1.2.2 Dificultades y Barreras de las Persona con Discapacidad Visual**

Las principales dificultades en las que se enfrentan las personas con discapacidad visual están relacionadas con la movilidad y el acceso a la información. Las limitaciones que tiene esta población con discapacidad visual se pueden clasificar en movilidad, acceso a la información, poca señalización adecuada y la integración laboral, social y educativa (Valdez, s.f.)

La integración laboral, social y educativa para las personas con discapacidad visual, es difícil debido a que no existe una consciencia para adecuar las necesidades en los espacios públicos y laborales, para que permitan una mayor participación de las personas con discapacidad visual. Cabe señalar, que la educación en las escuelas debe ser adaptada para las personas con discapacidad visual, pues deben recibir una preparación integral que les permita desenvolverse a lo largo de su vida (Valdez, s.f.).

## **2.2 Tecnologías de Apoyo**

Actualmente existen formas o mecanismos que permiten a las personas con discapacidad visual poder desarrollarse o desenvolverse en la sociedad de manera autónoma, estos mecanismos se consideran como productos de apoyo (AENOR, 2007).

La Norma Española UNE EN ISO 9999 (AENOR, 2007) está enfocada específicamente para las personas con discapacidad, esta norma define y clasifica a los productos de apoyo para las personas con discapacidad; un producto de apoyo se define como “cualquier producto, instrumento, equipo o sistema técnico usado por una persona con discapacidad, fabricado especialmente o disponible en el mercado, para prevenir, compensar, mitigar o neutralizar la deficiencia, discapacidad o minusvalía.”

Las tecnologías de apoyo según el diseño y la funcionalidad permiten o contribuyen a que la discapacidad que padece una persona no le impida realizar actividades y le permitirá su integración social, al disminuir los efectos de su discapacidad para que pueda llevar a cabo una vida lo más normal que sea posible (AENOR, 2007).

## **2.2.1 Lupa Televisión**

También llamado circuito cerrado de televisión (CCTV), constan de una cámara de vídeo que transmite una imagen en tiempo real a un monitor, es un sistema de lectura muy apropiado para aquellos casos en los que la visión es muy reducida y se requiera muchos aumentos o el uso de las ayudas convencionales no resulta adecuado para las necesidades requeridas, también cuando el rehabilitando necesita leer durante periodos largos y el tiempo de resistencia con otros sistemas ópticos no es suficiente para desempeñar su trabajo o estudios. La lupa TV se diferencia de un circuito normal de televisión en que la iluminación tiene que ser lo más estable e igual posible en todas las partes que la cámara pueda enfocar. (Tecnología y Discapacidad Visual., 2004)

## **2.3 Concepto Principal**

### **2.3.1 Baja Visión**

En 1972, la Organización Mundial de la Salud (OMS) elaboró una clasificación de las deficiencias visuales. En ella, la denominación baja visión comprende una agudeza máxima inferior a 0,3 y mínima superior a 0,05; mientras que el término ceguera abarca desde 0.05 hasta la no percepción de la luz o una restricción del campo visual inferior a  $10^{\circ}$  alrededor del punto de fijación. (OMS, 1972)

#### **2.3.1.1 Condiciones de las personas con Baja Visión**

a. Agudeza visual igual o inferior a 0,1 (1/10 de la escala de Wecker) obtenida con la mejor corrección óptica posible

b. Campo visual disminuido a 10 grados o menos.

Merhr y Freid (1992) definen la Baja Visión como "La agudeza central reducida o la pérdida del campo visual, que, incluso con la mejor corrección óptica proporcionada con lentes convencionales". (Freid, 1992)

Generalmente los niños con baja visión pueden utilizarla para las actividades escolares incluso para la lectura visual, aunque algunos puedan utilizar también materiales táctiles o el Braille.

### **2.3.1.2 Percepción Visual**

La percepción visual es la facultad de reconocer y discriminar los estímulos visuales y de interpretarlos asociándolos con experiencias anteriores. La percepción visual no es solo la facultad de ver, ya que la interpretación de los estímulos visuales ocurre en el cerebro y no en los ojos. (Frostig, 1994)

La Doctora Barraga la define como "La capacidad para interpretar lo que se ve, es decir, comprender e interpretar con sentido toda la información que se recibe por el sentido visual" (p.78). Por lo tanto, la percepción permite dar sentido a la información que nos llega a través del órgano visual pero además está basada en aspectos objetivos, subjetivos y cognitivos. (Barraga N. , 1997)

Esta afirmación se refiere a que por una parte está el órgano de la visión (el ojo) y por otra la compleja red de conexiones neurológicas hasta llegar al cerebro donde se interpreta (Barraga N. , 1997).

## **2.4 Plataforma de Hardware Libre (Arduino®)**

Arduino® es una plataforma electrónica de hardware libre y de código abierto, en la cual el hardware y el software son fáciles de usar. El lenguaje de programación que utiliza Arduino® está basado en un entorno de desarrollo integrado (IDE), librerías y se utiliza para la creación de prototipos autónomos. (2017)

Esta plataforma suele ser muy versátil, pues la placa de Arduino® se pueden ensamblar a mano o comprarlas preensambladas; el software es libre se puede descargar gratuitamente. Además, las placas de Arduino® poseen muchas ventajas son relativamente de bajo costo comparada con otras plataformas comerciales, el software de Arduino® está publicado como herramientas de código abierto, al igual que la placa y sus módulos, lo que permite su extensión para ser mejorado. (Arduino, 2017)

Arduino® es una plataforma electrónica es capaz de recibir información mediante sus pines de entrada y de enviar señales para el control de elementos externos como motores, luces y otros tipos de dispositivos electrónicos. Actualmente existen distintos tipos de placas de Arduino®, dependiendo de las necesidades o de la aplicación. En esta investigación se utilizó la placa de Arduino® Mega 2560. (Herrador, 2009)

### **2.4.1 Arduino Mega 2560**

La placa de Arduino MEGA 2560, se utiliza para proyectos complejos. Esta placa posee cincuenta y cuatro (54) pines de entradas y salidas digitales, dieciséis (16) entradas analógicas, proporcionando más espacio y oportunidades a los

proyectos. (Arduino Mega, 2017).

## **2.5 Selección de Componentes Electrónicos.**

### **2.5.1 Bomba de Succión Parker**

Este tipo de bomba de succión o bomba al vacío se utiliza para extraer cualquier fluido de un medio a otro, por lo tanto, el uso de la bomba de succión en mi prototipo es tomar las páginas de un libro a través del controlador de velocidad de succión. Este tipo de bomba de succión maneja una Presión 120kpa, vacío 70kpa y una tensión de 6v, 123v, 24v (Parker, 2015)

#### **2.5.1.1 Pedal**

Este dispositivo tiene la funcionalidad de darle soporte y firmeza al joystick y a otros dispositivos electrónicos al momento de uso que la persona con discapacidad física le puedan dar (León, 2018).

#### **2.5.1.2 Joystick**

Palanca de control que permite desplazar manualmente, y con gran rapidez, el cursor en una pantalla de computadora o videojuego; se usa especialmente en programas informáticos de juego (Arduino, 2017).

#### **2.5.1.3 Motor de 12 VDC**

El motor de corriente continua (denominado también motor de corriente directa, motor CC o motor DC) es una máquina que convierte energía eléctrica en mecánica, provocando un movimiento rotatorio, gracias a la acción de un campo magnético.

Un motor de corriente continua se compone principalmente de dos partes. El estator da soporte mecánico al aparato y contiene los polos de la máquina, que pueden ser o bien devanados de hilo de cobre sobre un núcleo de hierro, o imanes permanentes. El rotor es generalmente de forma cilíndrica, también devanado y con núcleo, alimentado con corriente directa a través de delgas (escobillas), que están en contacto alternante con escobillas fijas (también llamadas carbones).

El principal inconveniente de estas máquinas es el mantenimiento, muy costoso y laborioso, debido principalmente al desgaste que sufren las escobillas o carbones al entrar en contacto con las delgas (Rao, 2016, March)

#### **2.5.1.4 Interruptor de dos posiciones**

Es un dispositivo que permite desviar o interrumpir el curso de una corriente eléctrica. Los interruptores están diseñados para soportar una corriente máxima, que se mide en amperios. También se diseñan para soportar una determinada tensión máxima, que se mide en voltios.

#### **2.5.1.5 Accesorio**

El uso de los accesorios nos permite darle al prototipo una estética adecuada para favorecer al cliente su uso. Entre los accesorios tenemos:

#### **2.5.1.6 Lupas**

La lupa simple, o amplificador de vidrio, está constituida por una única lente convergente. Como el nombre implica, este dispositivo aumenta el tamaño aparente de un objeto.

El tamaño de la imagen que se forma en la retina depende del ángulo  $\Theta$  subtendido por el objeto en el ojo. Conforme el objeto se acerca al ojo,  $\Theta$  aumenta y se observa una imagen más grande. Sin embargo, un ojo normal promedio no puede enfocar un objeto que esté más cerca de aproximadamente 25 cm, el punto proximal (Serwey, 2009).

Una lente óptica es cualquier entidad capaz de desviar los rayos de luz. Las lentes son objetos transparentes (normalmente de vidrio), limitados por dos superficies, de las que al menos una es curva (Serwey, 2009).

Los primeros anteojos se llamaban “lentejas de vidrios” debido a que la forma biconvexa de sus lentes se parecía a la forma de una lenteja. Los primeros lentes para la hipermetropía y la presbicia aparecieron cerca del año 1280; los anteojos cóncavos para la corrección de la miopía no se descubrieron sino hasta más de 100 años después (Serwey, 2009).

### **2.5.1.7 Lámpara**

Las lámparas son dispositivos que transforman una energía eléctrica o química en energía lumínica. Desde un punto de vista más técnico, se distingue entre dos objetos: la lámpara es el dispositivo que produce la luz, mientras que la luminaria es el aparato que le sirve de soporte.

# **CAPÍTULO III**

## **CAPÍTULO III: MARCO METODOLOGICO**

### **3.1 Fase I: Entrevistas a los especialistas**

Esta fase de la investigación está destinada a la búsqueda de información sobre la problemática que sufren las personas con discapacidad visual con problemas de discapacidad física en las extremidades superiores en Panamá. Para lograr el acceso a esta información se realizaron entrevistas a especialistas y personas que presentan dichas discapacidades.

#### **3.1.1 Escenario**

El escenario de la primera fase fue en la Universidad Especializada de las Américas a cargo del área de Optometría el Dr. Carlos el cual se realizaron entrevistas sobre la problemática de las personas con discapacidad visual como la agudeza visual.

El escenario de la segunda fase fue en la Fundación Luz Del Ciego. Allí se realizaron entrevistas a especialistas que tratan a personas con discapacidad visual. Además, se les pregunto sobre el uso y la presencia de las tecnologías de apoyo dentro del territorio nacional.

#### **3.1.2 Población**

Esta investigación cuenta con una población donde tiene la participación de Especialista en discapacidad visual y discapacidad física con problema en las extremidades superiores y personas con tal discapacidad.

### 3.1.3 Participantes

Los participantes de la entrevista fueron: un especialista en discapacidad visual, especialista en discapacidad física con problemas en las extremidades superiores.

### 3.1.4 Tipo de muestra

El tipo de muestreo utilizado para realizar las entrevistas fue: no probabilístico, por conveniencia, debido a que los especialistas seleccionados tienen un mayor contacto con la discapacidad, poseen más experiencia y conocimiento sobre los temas a tratar. Cabe señalar que se obtuvo una buena disposición para participar por parte de los especialistas

### 3.1.5 Descripción de las Variables a evaluar

Al desarrollar esta fase de la investigación se utilizaron las siguientes variables (Ver Cuadro N° 1,2,3).

**Cuadro N° 1:** Fase de Entrevistas, Variables a medir.

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional
1. Uso de la lupa	La lupa simple, o amplificador de vidrio, está constituida por una única lente convergente. Como el nombre implica, este dispositivo aumenta el tamaño aparente de un objeto.	Se realizó una búsqueda de información a través de revisiones bibliográficas y entrevistas.

Fuente: Elaborado por: (Estudiante Graduando Ing. Biomedica/ Gabar De León, 2018)

**Cuadro N° 2:** Fase de Entrevistas, Variables a medir

<b>Variable</b>	<b>Definición Conceptual</b>	<b>Definición Operacional</b>
2.Técnica Asistida	Es un instrumento diseñado para el uso de una persona con discapacidad.	Se realizó una búsqueda de información a través de revisiones bibliográficas y entrevistas.

Fuente: Elaborado por: (Estudiante Graduando Ing. Biomedica/ Gabar De León, 2018)

**Cuadro N° 3:** Fase de Entrevistas, Variables a medir

<b>Variable</b>	<b>Definición Conceptual</b>	<b>Definición Operacional</b>
3. Joystick	Palanca de control que permite desplazar manualmente, y con gran rapidez, el cursor en una pantalla de computadora o video.	Se realizó una búsqueda de información a través de revisiones bibliográficas y entrevistas.

Fuente: Elaborado por: (Estudiante Graduando Ing. Biomedica/ Gabar De León, 2018)

### **3.1.6 Descripción de los instrumentos y/o técnicas de recolección de datos**

Es importante resaltar que para complementar la búsqueda de información se realizaron revisiones teóricas, como consulta de fuentes hemerográficas, bibliográficas y digitales.

#### **3.1.6.1 Encuesta, con preguntas abiertas**

La encuesta, se utilizó como método de recolección de información, el cual fue estructurado con temas a encuestar al entrevistado, para conocer un poco sobre la problemática a tratar (ver ilustración N° 1).

## Ilustración N° 1: Encueta

UNIVERSIDAD ESPECIALIZADA DE LAS AMERICAS  
FACULTAD DE BIOCENCIAS Y SALUD PÚBLICA  
INGENIERIA EN BIOMEDICA  
ENCUESTA

### DATOS INFORMATIVOS:

1. Género:  Masculino                      2. Edad:   
 Femenina

**ORIENTACIONES: El presente instrumento tiene como finalidad conocer la viabilidad para la creación de un prototipo para persona con discapacidad visual con problemas de discapacidad física en las extremidades superiores. Por favor sírvase marcar con un gancho en el ítem, que usted considere adecuado.**

1. ¿Conoces el término de Discapacidad Visual o Discapacidad Física?

Sí                       No

2. ¿Conoce el término de Discapacidad?

Sí                       No

3. ¿Tienes algún familiar que presente alguno de estos tipos de Discapacidad

Sí                       No  Explique\_\_\_\_\_.

4. ¿Qué rango de edad presenta el familiar con este tipo de Discapacidades?

Rango: 20-35       Rango: 36-45       Rango: 46 en adelante

5. ¿Conoce algún tipo de tecnología que ayude a estas personas con Discapacidades?

Sí                       No

6. ¿Estaría de acuerdo con la ayuda de un prototipo para las personas con discapacidad Visual con problemas de Discapacidad Física en las Extremidades Superiores a leer a través de una lupa?

Sí                       No

Consentimiento del Encuestado

Encargado de la Encuesta

\_\_\_\_\_.

\_\_\_\_\_.

Fuente: Elaborado por: (Estudiante Graduando Ing. Biomedica/ Gabar De León, 2018)

Esta Técnica de recolección de información se basó en la técnica Delphi es una técnica de comunicación estructurada, desarrollada como un método sistemático e interactivo de predicción, que se basa en un panel de expertos.

### **3.1.7 Procedimiento**

Se realizó una revisión bibliográfica sobre las tecnologías de Apoyo como técnicas asistidas para las personas con discapacidad visual con problema de discapacidad física en las extremidades superiores, luego se seleccionaron los especialistas en el tema y se solicitaron entrevista con los mismos. Se entrevistó especialista de la Asociación Luz y vida ubicado en Paraíso a un costado de la Escuela Omar Torrijos Herrera, quien es personal idóneo para trabajar con persona de la tercera edad que presenta este tipo de discapacidad.

En la segunda etapa de la entrevista, las mismas se realizaron en la Fundación Luz del Ciego, lugar donde se encontraban especialistas en los temas a tratar, dando como resultado sus opiniones de las tecnologías disponibles para las personas con discapacidad visual y discapacidad física.

En la tercera etapa de la encuesta, se tomó al azar parte de una población en el Parque Feullet de La Chorrera y se le hizo una serie de pregunta al encuestado sobre la problemática que afecta a las personas con discapacidad visual y discapacidad física con problemas en las extremidades superiores; tomando en cuenta mejorar su estilo de vida a través de este prototipo como una opción de Técnica Asistida.

## **3.2 Fase II: Desarrollo del Proyecto**

Dentro del marco de las técnicas utilizada para la recolección de información y gracias a los resultados obtenidos, se establecieron los elementos necesarios para realizar el diseño y desarrollo de un prototipo para cumplir con el objetivo de esta investigación.

### **3.2.1 Escenario**

El desarrollo del prototipo se realizó dentro del Laboratorio de Biomédica de la Universidad Especializada de las Américas, donde contaba con herramientas e instrumental necesario para poder desarrollar de manera eficiente este prototipo.

### **3.2.2 Instrumentos utilizados para el desarrollo del prototipo**

Las herramientas utilizadas para el desarrollo del prototipo se describen a continuación:

#### **3.2.2.1 Software**

El software de Arduino con la versión 1.6.5; fue empleado para realizar las programaciones adecuadas del proyecto. SkechUp fue utilizado para realizar los diseños o diagramas esquemáticos e ilustrativos del prototipo.

#### **3.2.2.2 Hardware**

El hardware empleado para este desarrollo fue el Arduino Mega 2560. Unos de los principales motivos por la cual fue escogida la plataforma de Arduino, es porque permite una buena vinculación entre diferentes dispositivos

### 3.3 Diseño del prototipo

Este prototipo fue diseñado con el fin de beneficiar a las personas con discapacidad y en base a eso se diseñó a través de diferentes módulos (ver ilustración N° 2).

**Ilustración N° 2: Módulos de Dispositivos**



*Fuente: Elaborado por (Estudiante Graduando Ing. Biomedica/ Gabar De León, 2018)*

Para determinar las funciones que debe realizar el dispositivo se hizo un análisis del procedimiento que normalmente realiza una persona para leer un texto (ver ilustración N° 1). Con base en lo anterior las funciones del dispositivo son las siguientes:

- Sostener el libro
- Sujetar la hoja
- Soltar la hoja
- Transportar la hoja.

#### 3.3.1 Módulo de Control

Se encarga de controlar ciertos parámetros como sujeción de la hoja, dirección de la hoja, posición del libro, pisado previo de la hoja, y acondicionamiento al pesor del libro.

### 3.3.2 Módulo de Trabajo

Corresponde al subsistema encargado de transportar las hojas. Se diseña el módulo de trabajo, para lo cual se realiza una síntesis tipo con el fin de determinar cuál es el sistema mecánico más apropiada: engranajes, leva-seguidor o eslabones.

**Tabla N° 1. Evaluación de las alternativas.**

TIPO DE MECANISMO	ECONOMIA	MANTENIMIENTO	ESPACIAL	FUNCIONES
Engranajes	Alto Costo	Personal Capacitado desarme y ensamble	Maquina con Volumen pequeño	Su bloque constitutivo físico y su geometría no permiten sujetar ni trasladar la hoja del libro.
Leva-seguidor	Alto Costo	Fácil de desarmar y ensamblar	Seguidor y resorte de retorno muy extenso.	Se requiere de dos sistemas de leva y seguidor para sujetar y trasladar la hoja.
Eslabones	Bajo Costo	Fácil desarme, ensamble y engrase	Eslabonamiento grande	Su bloque constitutivo físico y sus diferentes configuraciones geométricas permiten sujetar y trasladar la hoja del libro.

*Fuente: Elaborado por (Estudiante Graduando Ing. Biomedica/ Gabar De León, 2018)*

## 3.4 Lógica del Proceso

### 3.4.1 Diagrama Bloque

En el siguiente diagrama de bloque (ver ilustración N° 3) se desarrolla un proceso en distribución y estructura de la programación desarrollada.

### Ilustración N° 3: Lógica de Proceso



Fuente: Elaborado por (Estudiante Graduando Ing. Biomedica/ Gabar De León, 2018)

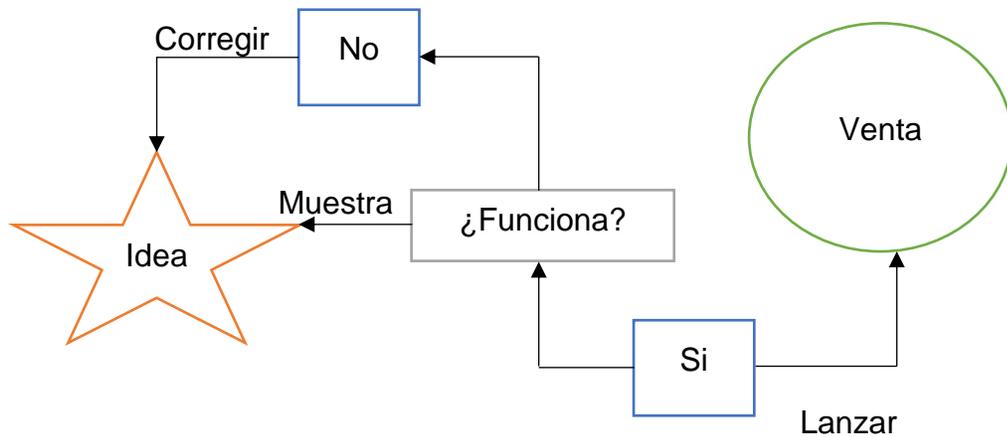
## 3.5 Desarrollo de las Pruebas del Prototipo

Este desarrollo de la prueba se le aplica al prototipo para verificar su funcionalidad y a la vez obtener dicha información para encontrar posibles errores en una situación determinada.

### 3.5.1 Pruebas de Ensayo y Error

Consiste en probar una alternativa y verificar su funcionamiento. Si es así, se tiene una solución. En caso contrario que el resultado sea erróneo se intenta buscar una alternativa diferente en el proceso (Ver ilustración N°4).

#### Ilustración N° 4: *Ensayo y Error*



Elaborado por: (Estudiante Graduando Ing. Biomedica/ Gabar De León, 2018)

### 3.5.2 Pruebas Funcionales o de Aceptación

En este tipo de pruebas el desarrollo del prototipo proporciona a un usuario la información necesaria para su verificación, con el fin de detectar las fallas en los requerimientos funcionales y en la implementación del prototipo. Además, se puede conocer la facilidad de uso y de aprendizaje, su eficiencia, manejo de errores y el grado de satisfacción del usuario.

Se seleccionó al azar personas con diferentes tipos de discapacidad y se le solicitó que evaluaran según su criterio si el dispositivo cumple o no con los requerimientos funcionales, si posee una facilidad de uso y de aprendizaje y el grado de satisfacción por parte de ellos.

# **CAPÍTULO IV**

## **CAPÍTULO IV: ANÁLISIS DE RESULTADOS**

### **4.1 Problemas asociados al uso de los prototipos digitales**

Según la información recopilada por los entrevistados que fueron especialistas en el área de Discapacidad Física y Discapacidad Visual (ver Anexo E – Entrevistas) se obtuvo que en relación a las personas que utilizan sistemas digitales para obtener información a través de la lectura, existe una problemática que llega a afectar a su salud a esta población con el pasar del tiempo, ya que se llega a olvidar el uso de los libros tradicionales y se emplea a su vida diaria el uso de la tecnología. Cabe destacar que con el pasar de los tiempos la persona con discapacidad visual con problemas de discapacidad física en las extremidades superior le cuesta al momento de leer un libro digital ya que pueden sufrir algunos padecimientos en su vida diaria. Algunos padecimientos pueden ser dolor en las articulaciones de los pies, dedo en garra, hinchazón de las articulaciones de los pies e inflamación aguda. El padecimiento más frecuente en la población es dedo en garra con un 20%; la deformidad del dedo en garra presenta ciertas características típicas de las articulaciones implicada de acuerdo con el grado de evolución en que se presente (Garcia, 2008).

Por otra parte, en la información recopilada se expresó que las personas con un tipo de discapacidad tanto visual como física se le dificulta adquirir un sistema de información para la lectura ya sea digital o físico por presentar algún tipo de movilidad reducida en su cuerpo, por eso es sumamente importante incorporar en centro de estudio el sistema de lupas para la lectura no solo para persona con discapacidad visual sino que para persona con discapacidad física con problemas de movilidad reducida o en otro caso problemas en sus extremidades superior que es el caso de objeto de estudio (Garcia, 2008)

## 4.2 Disponibilidad de Tecnología de apoyo presente en Panamá

Dentro las tecnologías de apoyo o materiales de alta tecnología que se han desarrollado actualmente para las personas con discapacidad visual; se podrían clasificar en familias como: instrumentos de lectura y de acceso a la información; dentro de esta última categoría podemos encontrar impresoras Braille, sintetizadores de voz, anotadores electrónicos, equipos portátiles adaptados, magnificadores y revisores de pantalla, reproductores / grabadores digitales (Daisy), telefonía móvil, entre otros. (Andalucía, 2009).

Cabe señalar, que el uso de estas tecnologías por parte de una persona con discapacidad visual con problemas de discapacidad física en las extremidades superiores está limitado por su situación económica lo que conlleva a dificultar adquirir algunas tecnologías de apoyo, entre otros factores. Las tecnologías de apoyo más utilizadas en Panamá son:

- Ampliadores de pantalla: permiten que las personas con baja visión ver algunos elementos en el monitor del PC, el poder distinguir detalles pequeños en el mismo, como el texto; depende del grado de afección de la persona. Estos programas permiten aumentar el tamaño de las imágenes y caracteres visualizados en el monitor desde 2 hasta 50 veces su tamaño original. A modo de ejemplo se hace referencia de algunos magnificadores de pantalla como Magic, ZoomText Xtra y Supernova (Andalucía, 2009).
- Lectores de pantalla: son programas que sirven de intermediario entre el PC y el usuario de la computadora. El usuario recibe una descripción en voz sintética los componentes que se encuentran dentro de la pantalla del computador. Este programa permite a una persona ciega manejar de manera independiente y sin muchos obstáculos, sistemas operativos y sus

aplicaciones. El software más conocido es el JAWS for Windows, sin embargo, existen otros softwares como Open Book, NVDA y Lectura de Textos (Andalucía, 2009).

- Maquinas Perkins: Es una máquina de escribir mecánica empleada para escribir en el sistema braille para personas ciegas. La misma constituye una herramienta fundamental para personas con discapacidad visual de cualquier nivel (Andalucía, 2009)
- Telefonía Móvil: Los modernos teléfonos celulares comúnmente llamados “Smartphone”, han revolucionado sus aplicaciones, ya que incorporan funciones de accesibilidad para personas con discapacidad visual. Además, existe una amplia gama de fabricantes de esta tecnología (Andalucía, 2009).

Estas tecnologías de apoyo son necesarias para mejorar la productividad e independencia de las personas que tienen algún tipo de discapacidad visual o física, Además como criterio de desarrollo se debe de reducir los costos de fabricación, para que sean más accesibles económicamente a este tipo de población. Debido a que las personas con discapacidad visual y física con problemas en las extremidades superiores se le dificultan adquirir algunas técnicas de apoyo para facilitar su lectura y que sea accesible y a bajo costo, al no poder adquirir este producto, tienen la necesidad de recurrir a entidades u organizaciones que apoyan a las personas con discapacidad (Andalucía, 2009).

En la actualidad existen tecnologías de apoyo que ayudan a mitigar los problemas que presentan las personas con discapacidad visual con problemas en las extremidades superiores, tomando en consideración lo que representa un bajo costo se ha desarrollado este prototipo con un costo de \$ 196.23 balboas, en comparación con otras tecnologías de apoyo (ver anexo C, cuadro N° 11).

### 4.3 Visualización de la lectura

Para visualizar la lectura en este proyecto se desarrolla un sistema de lupas el cual permitirá que la persona con discapacidad visual (Agudeza visual, miopía, astigmatismo entre otras) puedan adquirir una mejor claridad y enfoque visual al momento de la lectura (ver ilustración N° 5).

**Ilustración N° 5:** Estructura Lógica de la Programación

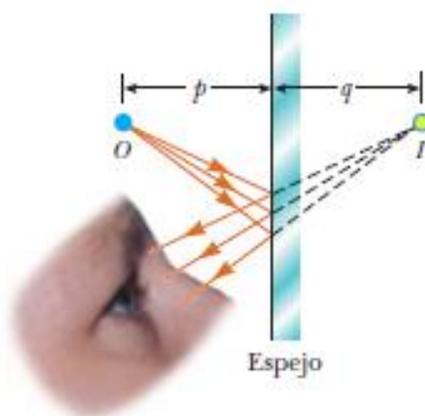


Elaborado por: (Estudiante Graduando Ing. Biomedica/ Gabar De León, 2018)

Antes de Visualizar la lectura, la adquisición de la información se realiza a través de un sistema de lupa el cual permite al usuario adquirir con claridad la información, es decir, que el proceso empieza con la captura de datos, donde el usuario genera el reconocimiento y accionamiento del sistema para llevar a cabo el almacenamiento de la información de la lectura.

El sistema de lupa cuenta con diferentes puntos focales distinto de lentes, cada punto focal de lentes facilita la lectura, a comparación de los diferentes puntos focales de los espejos (ver ilustración N° 6).

### Ilustración N° 6: Imagen formada por reflexión en un espejo plano



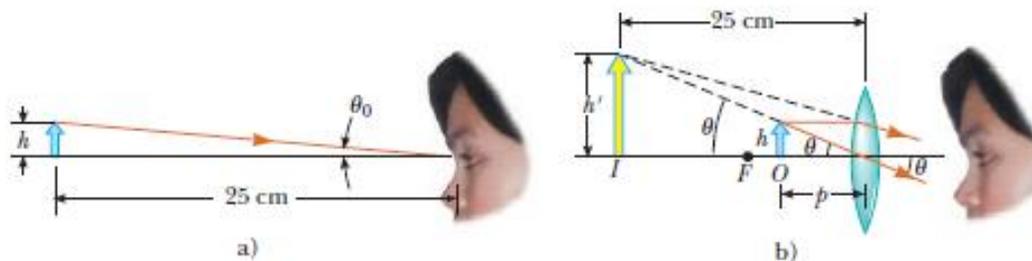
Elaborado por: (Serwey, 2009)

El punto de la imagen  $I$  está localizado por detrás del espejo a una distancia perpendicular  $q$  de éste (la distancia de imagen). La distancia de imagen tiene la misma magnitud que la distancia de objeto  $p$  (Serwey, 2009).

#### 4.3.1 Amplificación Angular de la imagen

La amplificación angular es un máximo cuando la imagen aparece en el punto proximal del ojo humano, es decir, cuando  $q = -25$  cm (ver ilustración N° 7)

### Ilustración N° 7: Lente simple, Amplificación Angular



Elaborado por: (Serwey, 2009)

- a) Un objeto colocado en el punto proximal del ojo ( $p=25$  cm) subtende en el ojo un ángulo  $\theta_0 \propto \frac{h}{25}$ . b) Un objeto colocado cerca del foco de un lente convergente produce una imagen aumentada que en el ojo subtende un ángulo  $\theta \propto \frac{h'}{25}$  (Serwey, 2009).

A partir de la ecuación de las lentes delgadas se puede calcular la distancia objeto correspondiente a esta distancia imagen.

$$\frac{1}{p} + \frac{1}{-25\text{cm}} = \frac{1}{f} \rightarrow p = \frac{25f}{25+f}$$

Donde  $f$  es la distancia focal de la lupa, en centímetro. Se efectuó las aproximaciones por ángulos pequeños.

$$\tan \theta_0 \approx \theta_0 \approx \frac{h}{25} \quad \text{y} \quad \tan \theta \approx \theta \approx \frac{h}{p}$$

La ecuación se convierte en:

$$m_{\max} = \frac{\theta}{\theta_0} = \frac{\frac{h}{p}}{\frac{h}{25}} = \frac{25}{p} = \frac{h}{\frac{25f}{(25+f)}}$$

$$m_{\max} = 1 + \frac{25 \text{ cm}}{f}$$

Aunque el ojo puede enfocar una imagen formada en cualquier posición entre el punto proximal y el infinito, está más relajado cuando la imagen se encuentra en el infinito. Para que la imagen formada por la lupa aparezca en el infinito, el objeto debe estar en el foco de la lupa (Serwey, 2009).

$$\theta_0 \approx \frac{h}{25} \quad \text{y} \quad \theta \approx \frac{h}{f}$$

Y la amplificación es igual a

$$m_{\min} = \frac{\theta}{\theta_0} = \frac{25 \text{ cm}}{f}$$

Con solo una lente, es posible obtener hasta cuatro amplificaciones angulares sin aberraciones de importancia. Usando una o dos lentes adicionales para corregir las aberraciones, se lograrán hasta 20 amplificaciones (Serwey, 2009).

### 4.3.2 Descripción del Dispositivo

#### Ilustración N° 8: *Diseño de Ficha Técnica*

Código: P-001

Versión: 1.00

#### FICHA TÉCNICA

Nombre: Gabar De León

Teléfono: 6997-8826

Fechas de ensayo y lanzamiento del producto: 30-09-2018

1. TÍTULO PROPUESTO:  
Lupa Asistencia

2. CAMPO DE LA INVESTIGACIÓN  
Esta investigación se relaciona con el campo de aplicación de tecnología de apoyo dirigido a personas con discapacidad visual con problemas de discapacidad física en las extremidades superiores.

3. ANTECEDENTES Y TÉCNICA

- El Problema técnico al cual está dirigido esta invención es el siguiente:

Esta lupa asistencia está indicada para personas con discapacidad visual con problemas de discapacidad física en las extremidades superiores que están acostumbrada al uso de unas gafas o de sus manos o que desean aprender su manejo. El sistema consta de un sistema de accionamiento lo cual facilita a las personas con discapacidad física pasar las hojas de un libro.

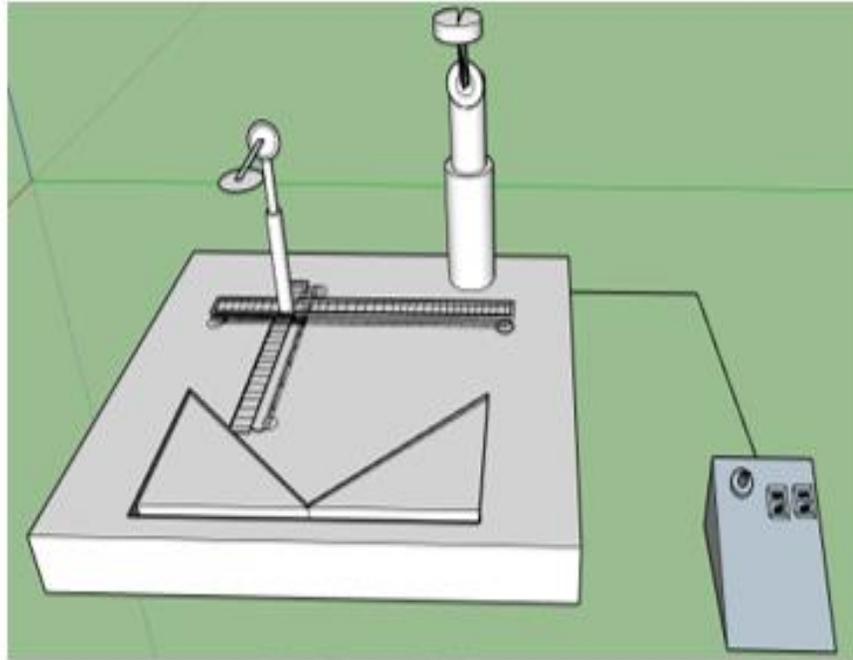
- Las ventajas presentadas por la invención son las siguientes:

Permite leer con la ayuda de lupas de diferentes enfoques un libro, esto se logra a través de un sistema de arduino@ el cual permite el desplazamiento en coordenadas X, Y dentro de unos rieles, lo que convierte en un dispositivo muy cómodo y practico de utilizar.

Ilustraciones

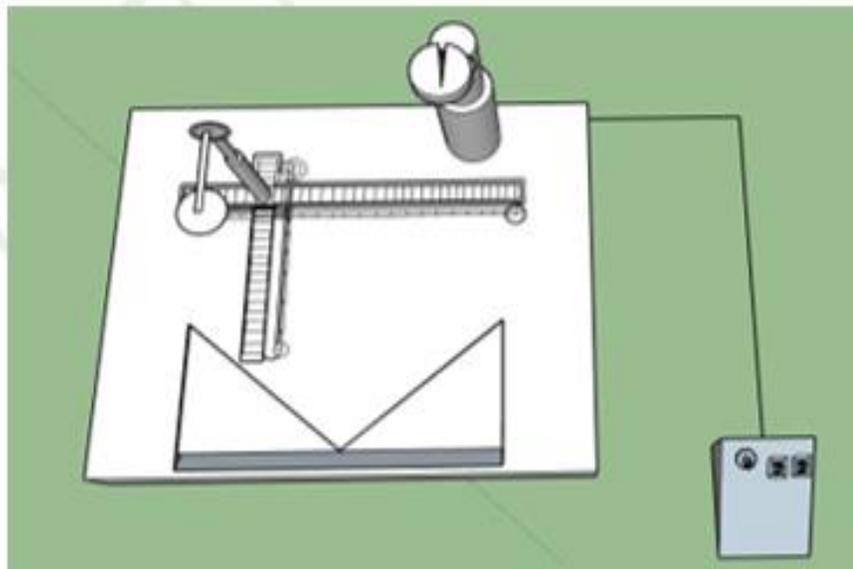
Se cuenta con las siguientes Ilustraciones relacionados a esta invención.

**Ilustración N° 1: Proyecto Final**



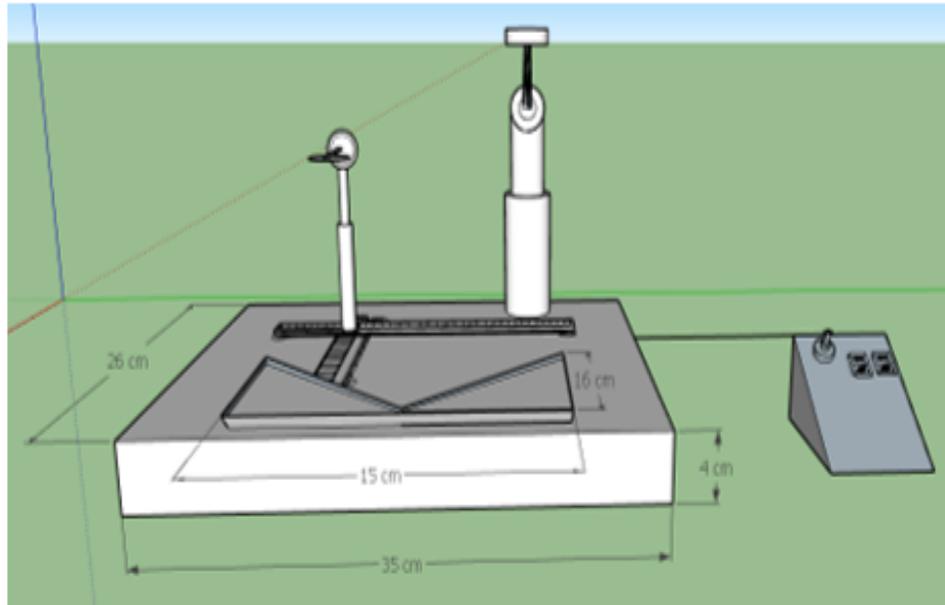
Elaborado por: (Estudiante Graduando Ing. Biomedica/ Gabar De León, 2018)

**Ilustración N° 2: Vista Superior**



Elaborado por: (Estudiante Graduando Ing. Biomedica/ Gabar De León, 2018)

### Ilustración N° 3: Acotaciones



Elaborado por: (Estudiante Graduando Ing. Biomedica/ Gabar De León, 2018)

#### 1. DESCRIPCION ESCRITA

La invención se puede describir como sigue:

Esta invención es un dispositivo portátil que ayuda en la lectura de un libro a personas con discapacidad visual con problemas de discapacidad física en las extremidades superiores, que el sistema se maneja mediante una lupa asistida. Además, cuenta con las siguientes características.

- Su principal característica es el sistema de accionamiento a través de una bomba de succión Parker, para pasar las páginas del libro.
- Para mover la lupa en coordenada puede usar un joystick.

#### Propiedades Físicas

- Dimensiones: 35 x 26 x 4 cm (largo x ancho x altura)
- Peso:

#### Botones/ Control

- Activación on/off: interruptor
- Activación bomba: interruptor
- Control: joystick

### Especificaciones técnicas

- Idioma: Español
- Procesador: ATmega2560

### Conexiones

- Descripción Conectores:
  - Conector de alimentación CC.

### Alimentación

- Tensión de Funcionamiento: 12 v (DC)
- Tensión de entrada (Recomendada): 9-12v
- Corriente:

DERECHO DE AUTOR

#### 4.4 Niveles de Pruebas

Se desarrollaron diferentes niveles de pruebas para determinar el buen funcionamiento del prototipo y para determinar y detectar a tiempo errores y fallas que presente en la implementación de la misma.

##### 4.4.1 Prueba de Campo del Prototipo (Aceptabilidad)

Esta prueba consiste en emplear el dispositivo al azar a personas que padezcan algún tipo de discapacidad estudiadas tanto visual como física, y así determinar la aceptación del prototipo. Esta prueba conlleva una serie de preguntas en base al funcionamiento del prototipo, como, accesibilidad, costo y beneficio. Se puede apreciar en el cuadro N°4.

**Cuadro N° 4:** Prueba de Campo del Prototipo

Usuario	Tipo de discapacidad	Padecimiento	Aceptabilidad
1	Física	Amputaciones	Si
2	Física	Trauma	Si
3	Visual	Agudeza	Si
4	Visual	Glaucoma	Si
5	Física	Congénita	No
6	Visual	Miopía	No
7	Física	Hereditaria	No
8	Visual	Astigmatismo	Si
9	Visual	Astigmatismo	Si
10	Física	Amputación	Si

Elaborado por: (Estudiante Graduando Ing. Biomedica/ Gabar De León, 2018)

#### 4.4.2 Prueba de Joystick

En las pruebas realizadas con el joystick, se le dificultó a algunas personas el uso del joystick con los pies lo cual se corrigió y se le adaptó un pedal de máquina de coser para facilitar el descanso de los pies. Este proceso se desarrolló unas 10 veces y se evaluó si el resultado era el favorable para las personas con algún tipo de discapacidad física. Se puede apreciar en cuadro N°5 las fallas presentes y la aceptabilidad del dispositivo.

**Cuadro N° 5:** Prueba de Joystick

Usuario	Control de Joystick	Fallas	Aceptabilidad
1	Si	No	Si
2	Si	No	Si
3	Si	No	Si
4	Si	No	Si
5	No	Si	No
6	Si	No	Si
7	No	Si	No
8	No	Si	No
9	Si	No	Si
10	No	Si	No

Elaborado por: (Estudiante Graduando Ing. Biomedica/ Gabar De León, 2018)

#### 4.4.3 Prueba de Funcionabilidad o de Aceptación

En las pruebas funcionales del dispositivo se evaluó el grado o manejo de errores para cada uno de los usuarios; para realizar esta prueba se procedió a explicar el funcionamiento del dispositivo, se preguntaba si tenían algunas dudas

y se procedió a que realizaran la encuesta para validar y evaluar los resultados. Se puede observar en el cuadro N ° 6.

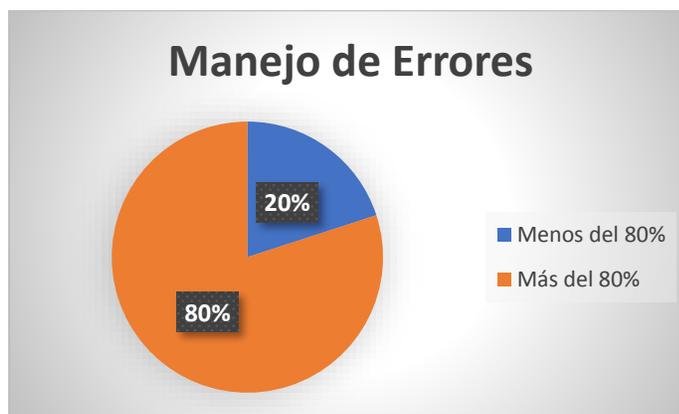
**Cuadro N° 6:** Resultados de Manejo de Errores

Manejo de Errores												
Usuario	Error (S=si / N=no)										Resultados	Conformidad
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
<b>1</b>	N	N	S	S	N	N	N	N	N	N	8/10	SI
<b>2</b>	N	S	N	S	N	N	S	N	N	N	7/10	SI
<b>3</b>	S	N	N	N	N	N	N	N	N	N	9/10	SI
<b>4</b>	N	N	S	S	S	N	N	S	S	N	5/10	NO
<b>5</b>	S	N	N	N	N	N	N	S	N	N	8/10	SI
<b>6</b>	S	N	S	N	N	N	N	N	N	S	7/10	SI
<b>7</b>	N	N	N	N	N	N	N	N	S	N	9/10	SI
<b>8</b>	N	S	N	S	S	N	N	N	S	N	7/10	SI
<b>9</b>	N	S	N	N	N	N	S	N	N	N	8/10	SI
<b>10</b>	N	N	S	S	S	S	S	S	S	N	3/10	NO

Elaborado por: (Estudiante Graduando Ing. Biomedica/ Gabar De León, 2018)

Se consideró para el grado de conformidad como base 80% del manejo de errores. Tomando en cuenta esta tabla podemos observar en la Gráfica N°1.

**Gráfico N°1: Porcentaje de Manejo de Errores**



Elaborado por: (Estudiante Graduando Ing. Biomedica/ Gabar De León, 2018)

#### 4.4.4 Nivel de Aceptación

Al momento de culminar las pruebas por parte de los usuarios se procedió a realizar una encuesta y en base a esta encuesta se concluyó la aceptabilidad por parte de las personas que presenta algún tipo de discapacidad como visual o física.

**Cuadro N° 7: Tecnología para Discapacitados**

Conocimiento de Tecnología para personas con Discapacidad		
No respondió	Conoce	No Conoces
0	3	7

Elaborado por: (Estudiante Graduando Ing. Biomedica/ Gabar De León, 2018)

**Gráfica N° 2: Porcentaje de Tecnología para Discapacitados**



Elaborado por: (Estudiante Graduando Ing. Biomedica/ Gabar De León, 2018)

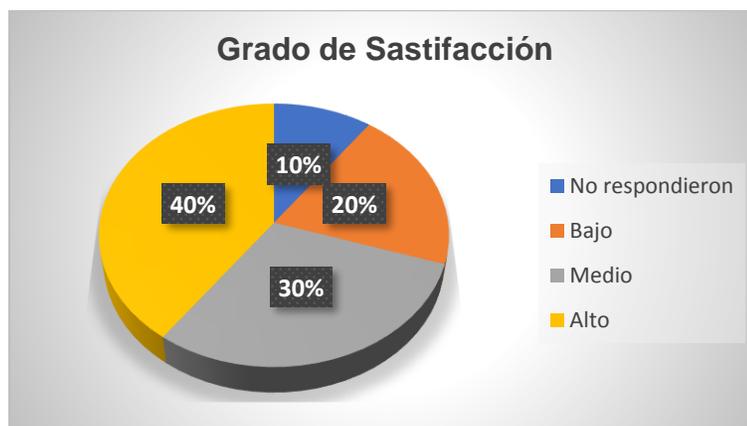
Tomando en cuenta el prototipo se realizó preguntar, ¿Cuál fue el Cambio que noto con el uso del dispositivo? Y se obtuvieron los siguientes resultados en el Cuadro N° 8.

**Cuadro N° 8: Grado de Satisfacción**

Grado de Satisfacción			
No respondió	Bajo	Medio	Alto
1	2	3	4

Elaborado por: (Estudiante Graduando Ing. Biomedica/ Gabar De León, 2018)

**Grafica N° 3: Porcentaje de Grado de Satisfacción**



Elaborado por: (Estudiante Graduando Ing. Biomedica/ Gabar De León, 2018)

#### **4.4.5 Bajo Costo**

Como se puede mostrar en el Anexo C, cuadro N° 11 , la inversión total en ese proyecto de \$210.00; lo cual para las personas con discapacidad visual y física representa un ahorro significativo, al compararlo con otros dispositivos similares, cuyos precios varían aproximadamente, en su país de origen, sumando a eso el flete y el impuesto. Este proyecto se llevó a cabo con la necesidad de las personas con discapacidad buscando costo – beneficio y asegurando que los materiales y dispositivos electrónicos fueran de buena calidad y cumpliendo con un excelente funcionamiento.

## CONCLUSIONES

Con la realización de este proyecto se puede concluir que el diseño y desarrollo del prototipo mejorará la calidad de vida e independencia de las personas con discapacidad visual con problemas de discapacidad física en las extremidades superiores, lo cual proporcionará una mejor lectura.

Cabe destacar que la inversión realizada en el desarrollo de este prototipo no supera el límite en cuanto al precio; en comparación con otros dispositivos asistido presente en otros países, por consiguiente, es más accesible para las personas con discapacidad visual y física.

Una de la problemática que afecta a las personas con discapacidad es que no tienen apoyo ni subsidio a la hora de adquirir algún dispositivo que le ayude en su uso diario; favoreciendo que sea más autosuficiente, alta autoestima y un buen auto concepto de sí mismo, lo cual permita una mejor acogida en la sociedad y evitar la exclusión de personas con discapacidad.

Tomando en cuenta el grado de satisfacción Gráfica N° 2 del dispositivo el resultado se encuentra en un grado medio y alto. Y el grado de manejo de errores Gráfica N° 1, dio como resultado un 80% como base y dio como resultado un 67% bajo, este resultado es favorable.

## LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

Durante el desarrollo del prototipo surgieron algunas limitaciones dentro de esta investigación, dentro de la misma se encontró:

No se llegó a entrevistar a personas o especialista que tenga que ver más a profundo con el tema de discapacidad visual y discapacidad física.

No se contó con gran infografía, ni literatura referente a tecnología asistidas para persona con discapacidad visual y discapacidad física.

Se me dificultó un poco la adaptación de los rieles a la carcasa para la movilización de la lupa con respecto a los motores para dirección de puntos cartesiano (X, Y).

La adquisición de circuito electrónico en el mercado local es muy pequeño, por lo que se procedió a realizar compra por internet para adquirir los componentes necesarios para el desarrollo del prototipo.

El índice de la población que presenta algún tipo de discapacidad está aislado por motivo de una autoestima baja o un auto concepto bajo lo cual la sociedad no lo acepta.

## RECOMENDACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

En esta parte se colocan las recomendaciones presentes que surgieron de los resultados de la investigación, dentro de la misma se encontró:

La universidad nos debe facilitar los laboratorios para el desarrollo del proyecto, debido a que siempre están cerrado y no están los asistentes de laboratorios.

La universidad debe adquirir una impresora 3D para la fabricación de la carcasa, piezas que se requiere para la construcción y desarrollo del dispositivo.

Este dispositivo más adelante se puede modificar que sea portable y que su tamaño disminuya, que sea más accesible para la persona y que su costo local sea más económico.

Se recomienda más desarrollo de proyectos centrado en el área de ingeniería en rehabilitación que es un área sensitiva para nuestra población y es necesario para eliminar y reducir el índice de incidencia de discapacidad visual y física en Panamá.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

A.D.A.M. (18 de Abril de 2017). *Medline Plus*. Obtenido de <https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/000433.htm>

ABC, D. (s.f.). *Definición ABC - Portabilidad*. Obtenido de <https://www.definicionabc.com/tecnologia/portabilidad.php>

AENOR, A. E. (2007). *Productos de Apoyo para personas con Discapacidad - Clasificación y Terminología - UNE-EN-ISO 9999*. Madrid, España: AENOR.

Andalucía, J. d. (2009). *Catálogo de Productos de Apoyo para las TIC*. España: Consejería de Innovación, Ciencia y Empresa .

Arduino. (Abril de 2017). *Arduino Mega*. Obtenido de <https://store.arduino.cc/usa/arduino-mega-2560-rev3>

Barraga, N. (1997). *textos reunidos de la doctora Barraga 2° Ed*. Madrid: ONCE.

Barraga, N. C. (1992). *Desarrollo senso-perceptivo*. Córdoba. Argentina.

Carlos Pereda, M. Á. (2003). *La inserción laborral de las personas con discapacidad*.

Ciego, P. L. (s.f.). *Tienda Tiflotécnica*. Obtenido de <http://www.patronatoluzdelciego.org/Copia%20de%20Copia%20de%20Copia%20de%20200/21/osCommerce21.htm>

Escala, H. (09 de Mayo de 2017). Inclusión del sistema braille a las tecnologías existentes. (B. Guerrero, Entrevistador).

Freid, M. y. (1992). *Baja Visión*.

Frostig, M. (1994). *Programa para el desarrollo de la Percepcion Visual*. Madrid Panamericana.

Garcia, F. G. (2008). Tratamiento de la deformidad en garra de los dedos menores del pies., (págs. 189-194). Mexico.

Herrador, R. E. (13 de Noviembre de 2009). *Guía de Usuario de Arduino*. Obtenido de [http://www.uco.es/aulasoftwarelibre/wp-content/uploads/2010/05/Arduino\\_user\\_manual\\_es.pdf](http://www.uco.es/aulasoftwarelibre/wp-content/uploads/2010/05/Arduino_user_manual_es.pdf)

Iberomericana, L. F. (s.f.). *La Fundación Cátedra Iberomericana*. Obtenido de [http://fci.uib.es/Servicios/libros/articulos/di\\_nasso/Historia.cid220290](http://fci.uib.es/Servicios/libros/articulos/di_nasso/Historia.cid220290)

J. Narain, N. H. (26 de september de 2017). *Digital Magnifying Glasses for Low-Vision Learners*. Obtenido de Digital Magnifying Glasses for Low-Vision Learners: <https://pulse.embs.org/september-2017/digital-magnifying-glasses-low-vision-learners/>

*Khan Academy*. (2018). Obtenido de <https://es.khanacademy.org/science/biology/principles-of-physiology/body-structure-and-homeostasis/a/tissues-organs-organ-systems>

Koon, R. (2014). *IMPACTO TECNOLÓGICO EN LAS PERSONAS CON DISCAPACIDAD*. Obtenido de

[http://www.repositoriocdpd.net:8080/bitstream/handle/123456789/363/Pon\\_KoonRA\\_ImpactoTecnologicoPersonas\\_2000.pdf?sequence=1](http://www.repositoriocdpd.net:8080/bitstream/handle/123456789/363/Pon_KoonRA_ImpactoTecnologicoPersonas_2000.pdf?sequence=1)

Maldonado, M. (22 de Mayo de 2017). Tecnologías actuales para la discapacidad visual. (B. Guerrero, Entrevistador)

Martínez, M. (12 de Mayo de 2017). Problemáticas que presentan las personas con discapacidad visual. (B. Guerrero, Entrevistador)

OMS. (1972). *Baja Vision*.

OMS, O. M. (2001). *Clasificación Internacional del Funcionamiento, de la Discapacidad y de la Salud*. España: Instituto de Mayores y Servicios Sociales.

OMS, O. M. (Agosto de 2014). *Ceguera y discapacidad visual*. Obtenido de <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs282/es/>

OMS, O. M. (Agosto de 2014). *Ceguera y Discapacidad Visual*. Obtenido de <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs282/es/>

OMS, O. M. (Abril de 2017). *Discapacidades*. Obtenido de <http://www.who.int/topics/disabilities/es/>

ONCE, G. d. (23 de Diciembre de 2013). *SIGNOGRAFÍA BÁSICA*. Obtenido de <http://www.once.es/new/servicios-especializados-en-discapacidad-visual/braille/documentos/DOCUMENTO%20TECNICO%20B2%20SIGNOGRAFIA%20BASICA%20%20V1.pdf>

PANAMA, A. (27 de AGOSTO de 1999). *SENADIS*. Obtenido de SENADIS

Prometec. (2016). *SHIELD ETHERNET Y SD CARD*. Obtenido de <https://www.prometec.net/sdcard/#>

Ricaldoni, J. A. (2015). *La definición de la visión humana*. Obtenido de <https://medium.com/espanol/la-definici%C3%B3n-de-la-visi%C3%B3n-humana-f0d32e5fc8a4>

Ricardo, K. (2014). *Impacto Tecnológico en las personas con Discapacidad*. Obtenido de [http://www.repositoriocdpd.net:8080/bitstream/handle/123456789/363/Pon\\_KoonRA\\_ImpactoTecnologicoPersonas\\_2000.pdf?sequence=1](http://www.repositoriocdpd.net:8080/bitstream/handle/123456789/363/Pon_KoonRA_ImpactoTecnologicoPersonas_2000.pdf?sequence=1)

Scientific, F. (s.f.). *Freedom Scientific*. Obtenido de <https://store.freedomscientific.com/collections/software-products/products/products/jaws-pro-screenreader>

SENADIS. (Marzo de 2015). *Plan Estratégico Nacional de La Secretaria Nacional de Discapacidad*. Obtenido de <http://www.senadis.gob.pa/wp-content/uploads/2015/07/PEN-SENADIS.pdf>

Serwey, R. (2009). Física para ciencia e Ingeniería con física moderna. En S. Jewett, *Física para ciencia e Ingeniería con física moderna* (pág. 1036). Mexico, DF: Cengage Learning.

SIEGPA, S. d. (Abril de 2017). *Contraloría General de la República de Panamá*. Obtenido de <http://www.contraloria.gob.pa/inec/siegpa/indicador.asp?IDROW=090102>

SIEGPA, S. d. (Abril de 2017). *Contraloría General de la República de Panamá*.  
Obtenido de  
<http://www.contraloria.gob.pa/inec/siegpa/indicador.asp?IDROW=090102>

SIEGPA, S. d. (Abril de 2017). *Contraloría General de la República de Panamá*.  
Obtenido de Tipo de Discapacidad: Ceguera; Cobertura Geográfica:  
Nacional.:  
<http://www.contraloria.gob.pa/inec/siegpa/indicador.asp?IDROW=0401041>

TecnoAccesible. (Abril de 2017). Obtenido de  
<http://www.tecnoaccesible.net/content/22-productos-de-apoyo-para-la-comunicaci%C3%B3n-y-la-informaci%C3%B3n>

TecnoAccesible. (Abril de 2017). Obtenido de  
<http://www.tecnoaccesible.net/content/22-12-productos-de-apoyo-para-dibujo-y-escritura>

TecnoAccesible. (Abril de 2017). Obtenido de  
<http://www.tecnoaccesible.net/content/22-12-21-dispositivos-port%C3%A1tiles-para-toma-de-notas-en-braille>

TecnoAccesible. (s.f.). *TecnoAccesible*. Obtenido de  
<http://www.tecnoaccesible.net/category/tecnolog%C3%ADa/ordenador/ordenador-personal/annotador-braille>

Tecnología y Discapacidad Visual. (2004). En *Tecnología y Discapacidad Visual*.  
(págs. 214-219). Madrid, España.

Valdez, L. (s.f.). *Discapacidad Visual*. Obtenido de  
<http://www.educar.ec/noticias/visual.pdf>

**ANEXO**

## ANEXO- ILUSTRACIONES

**Ilustración N° 9: Pedal**



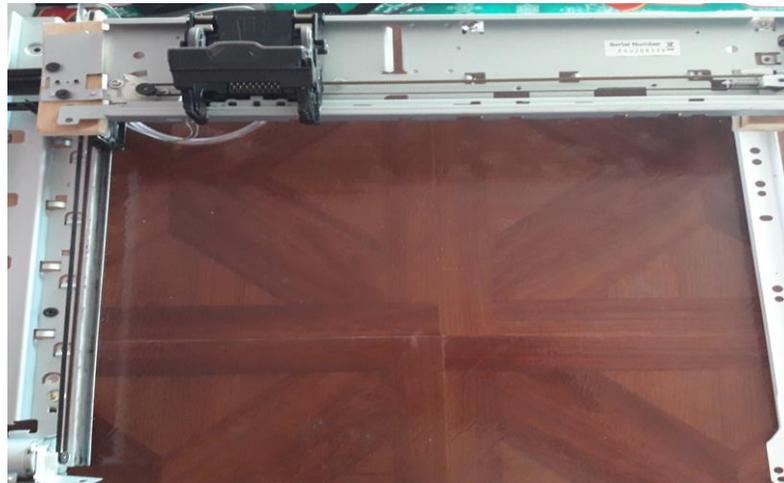
Este dispositivo tiene la funcionalidad de darle soporte y firmeza al joystick y a otros dispositivos electrónicos al momento de uso que la persona con discapacidad física le puedan dar.

**Ilustración N° 10: Bomba de Succión**



Este tipo de bomba de succión o bomba al vacío se utiliza para extraer cualquier fluido de un medio a otro, por lo tanto, el uso de la bomba de succión en mi prototipo es tomar las páginas de un libro a través del controlador de velocidad de succión (Parker, 2015).

**Ilustración N° 11: Prototipo Sin Lupa**

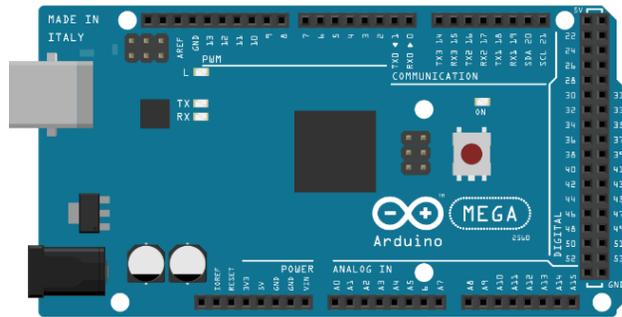


**Ilustración N° 12: Prototipo con Lupa**



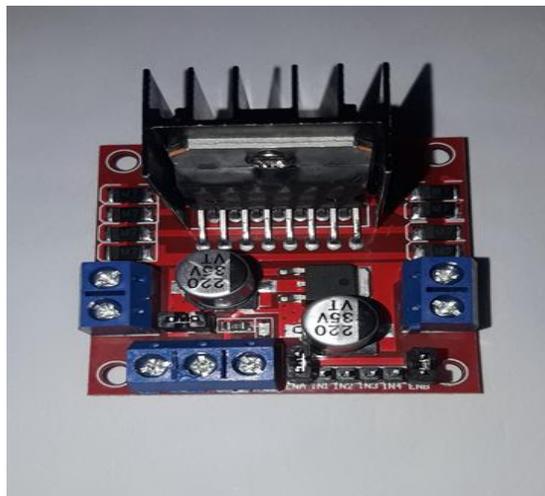
La lupa simple, o amplificador de vidrio, está constituida por una única lente convergente. Como el nombre implica, este dispositivo aumenta el tamaño aparente de un objeto.

**Ilustración N° 13: Arduino Mega**



Arduino® es una plataforma electrónica de hardware libre y de código abierto, en la cual el hardware y el software son fácil tienen la característica de ser fácil su uso. El lenguaje de programación que utiliza Arduino® está basado en un entorno de desarrollo integrado (IDE), librerías y se utiliza para la creación de prototipos autónomos (Mega, 2017).

**Ilustración N° 14: Módulo de Puente H L298N**



Este módulo posee dos puentes H que permiten controlar 2 motores DC o un motor paso a paso bipolar/unipolar.

El módulo permite controlar el sentido de giro y velocidad mediante señales TTL que se pueden obtener de microcontroladores y tarjetas de desarrollo como Arduino, Raspberry Pi o Launchpads de Texas Instruments.

Tiene integrado un regulador de voltaje de 5V encargado de alimentar la parte lógica del L298N, el uso de este regulador se hace a través de un Jumper y se puede usar para alimentar la etapa de control (Arduino, 2017).

## ANEXO A- CUADRO

**Cuadro N° 9:** Características Físicas y Electrónicas del Arduino Mega

Característica	Valor
<b>Peso</b>	37 g
<b>Anchura</b>	53,3 mm
<b>Longitud</b>	101,52 mm
<b>Microcontrolador</b>	ATmega2560
<b>Tensión de funcionamiento</b>	5V
<b>Tensión de entrada (recomendado)</b>	7-12V
<b>Tensión de entrada (límite)</b>	6-20V
<b>Digital I / O Pins</b>	54 (de los cuales 15 proporcionan una salida PWM)
<b>Analog Input Pins</b>	16
<b>Corriente CC por pin de E / S</b>	20 mA
<b>Corriente de CC para el Pin de 3.3V</b>	50 mA
<b>Memoria flash</b>	256 KB de los cuales 8 KB utilizados por bootloader
<b>SRAM</b>	8 KB
<b>EEPROM</b>	4 KB
<b>Velocidad de reloj</b>	16 MHz
<b>LED_BUILTIN</b>	13

Elaborado por: (Estudiante Graduando Ing. Biomedica/ Gabar De León, 2018)

**Cuadro N° 10:** Características Físicas y Electrónicas del Módulo de Puente H

<b>Característica Físicas y Electrónicas</b>	
<b>Características</b>	<b>Valor</b>
<b>Chips Controlador</b>	L298N
<b>Doble Puente</b>	H Bridge
<b>Intensidad de trabajo</b>	2A, Máximo 3A de pico
<b>Máxima Potencia</b>	25 Watios
<b>Maneja</b>	Un motor paso a paso o dos continuo
<b>Regulador</b>	78M05
<b>Alimentación</b>	5V
<b>Alimentación Motores</b>	Hasta 12V
<b>Tamaño</b>	43x43x26mm
<b>Peso Neto</b>	26g

Elaborado por: (Estudiante Graduando Ing. Biomedica/ Gabar De León, 2018)

## ANEXO B- PRESUPUESTO\*

### Presupuesto

A continuación, se presenta el cuadro N° 11 con los costos de inversión que fueron empleado para el desarrollo del proyecto.

### Cuadro N° 11: Presupuesto del Prototipo

N°	Ítem	Precio Unitario	Cantidad	Total
1	Pedal	24.95	1	24.95
2	Arduino Mega	16.00	1	16.00
3	Módulo de Puente H	10.50	1	10.50
4	Mangueras Transparentes	1.35	1	1.35
5	Riel Blanco 22"	3.55	1	3.55
6	Ruedas Negras	4.50	1	4.50
7	Carcaza	15.00	1	15.00
8	Bomba de Succión	90.38	1	90.38
9	Motor Paso a Paso	30.00	1	30.00
	<b>Total</b>			196.23

Elaborado por: (Estudiante Graduando Ing. Biomedica/ Gabar De León, 2018)

En el cuadro N° 12 se presenta un cuadro de los gastos totales considerando salidas al campo, materiales y otros equipos complementarios para desarrollar este proyecto.

### Cuadro N° 12: Presupuesto Total

Ítem	Rubro	Aproximado (en balboas)
1.	Equipos de medición	50.00
2.	Transporte y salidas de campo	70.00
3.	Materiales y Suministros	80.00
4.	Referencias bibliográficas	60.00
	<b>Total</b>	<b>260.00</b>

Elaborado por: (Estudiante Graduando Ing. Biomedica/ Gabar De León, 2018)

## ÍNDICE DE CUADROS

	Páginas
<b>Cuadro N° 1- Fase de Entrevista, Variables a medir</b>	22
<b>Cuadro N° 2- Fase de Entrevista, Variable a medir</b>	23
<b>Cuadro N° 3- Fase de Entrevista, Variable a medir</b>	23
<b>Cuadro N° 4- Prueba de Campo del Prototipo (aceptabilidad)</b>	43
<b>Cuadro N° 5- Prueba de Joystick</b>	44
<b>Cuadro N° 6- Resultados de Manejo de Errores</b>	45
<b>Cuadro N° 7- Tecnología para Discapacitados</b>	46
<b>Cuadro N° 8- Grado de Satisfacción</b>	47

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

	Páginas
<b>Ilustración N° 1- Encuesta</b>	24
<b>Ilustración N° 2- Módulo de Dispositivo</b>	27
<b>Ilustración N° 3- Lógica de Programación</b>	29
<b>Ilustración N° 4- Ensayo y Error</b>	30
<b>Ilustración N° 5- Estructura lógica de Programación</b>	35
<b>Ilustración N° 6- Imagen formada por Reflexión en un espejo plano</b>	36
<b>Ilustración N° 7- Lente Simple, Amplificación Angular</b>	36
<b>Ilustración N° 8- Diseño de Ficha Técnica</b>	39

## ÍNDICE DE GRÁFICAS

	Páginas
<b>Gráfica N° 1- <i>Porcentaje de Manejo de Errores</i></b>	45
<b>Gráfica N° 2- <i>Porcentaje de Tecnología para Discapacitados</i></b>	46
<b>Gráfica N° 3- <i>Porcentaje de Grado de Satisfacción</i></b>	47

