



# Programación aplicada en la tiflotecnología

## Applied programming in typhlotechnology

Marco Rodríguez<sup>1</sup>, Melba Della Sera<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Ingeniería en Sistemas Computacionales, <sup>2</sup>Facultad de Ingeniería Industrial, Universidad Tecnológica de Panamá  
{marco.rodriguez, melba.dellasera}@utp.ac.pa.

**RESUMEN.** En esta investigación se plantea el desarrollo de un prototipo para las personas con discapacidad visual aplicando nuestro conocimiento en el campo de la tiflotecnología mediante la construcción del DAB (dispositivo de antebrazo) el cual permitirá la detección de obstáculos. En la actualidad existen diversas tecnologías que ayudan a familiarizarse con el entorno pero se limitan a la utilización de pantallas, sistemas táctiles y audibles. Desde una perspectiva experimental implementaremos el uso de la electrónica y programación a través de un Arduino nano el cual será clave; ya que en él desarrollaremos la programación necesaria para generar instrucciones que nos permitirán ejecutar las funciones que determinemos.

**Palabras clave.** Arduino, electrónica, programación, tiflotecnología.

**ABSTRACT.** In this investigation we propose the develop of a prototype for people with visual disabilities applying our knowledge in the field of tiphlo technology through the construction of the FAD (Forearm Device) which allows the person to detect obstacles in the way. Nowadays there are a lot of technologies that helps people to familiarize with the environment but those are limited to screens, tactile systems, or audio. From an experimental perspective we will implement the field of electronic and programming through an Arduino nano that will be key since we are developing program necessary to generate instructions that the device need to be functional as we determined.

**Keywords.** Arduino, electronics, programming, typhlotechnology.

## 1. Introducción

El desarrollo de las nuevas tecnologías agrupa elementos y técnicas que facilitan el desenvolvimiento y adaptación del ser humano a campos de estudio como la medicina que sin duda hace algunos años no se hubiesen podido desarrollar. Es por ello que discapacidades como la visual se han podido dejar cada vez más en el pasado brindando una oportunidad de vida más digna a los que los que la llegan a padecer. Es de esta manera que nos enfocamos en este trabajo de investigación en desarrollar e implementar el DAB que facilite la movilidad de las personas con discapacidad visual.

Las personas con discapacidad visual poseen limitaciones que conllevan a tener grandes barreras de dificultades sociales y desenvolvimiento personal debemos mitigar estas problemáticas actuales; ya que esta es una población vulnerable que requiere de apoyo para poder superarse y no quedarse estancada en su presente.

La programación es una rama de las ciencias de la computación que aplicaremos en este estudio y nos permitirá desarrollar y modificar parámetros que así se establezcan para poder ejercer funciones sobre todas las partes de forma integral además de resolver problemas complejos que se generen en el proceso de construcción.

Con este estudio se desea lograr que el DAB sea fiable y que sirva de guía para proporcionar una oportunidad a las personas con discapacidad visual de poder desplazarse y de insertarlos a la sociedad permitiéndoles familiarizarse con su entorno logrando así llevar a cabo su desarrollo personal e interactivo y poder realizar diversas funciones y actividades de forma eficaz.

A nivel mundial según datos de la OMS (Organización mundial de la salud) se estima que aproximadamente 1300 millones de personas viven con alguna forma de discapacidad visual [1]. Entrevistando a especialistas en el área de oftalmología del Hospital Dr. Rafael Hernández de David, Chiriquí se pudo determinar



que las personas que cuentan con esta alteración en el sentido de la vista presentan dificultades parciales o totales y suelen tener dificultades de percepción que no les permite identificar obstáculos.

Existen dos tipos de discapacidad visual:

- La deficiencia visual: Es la disminución significativa del campo visual. Permitiendo observar ciertas ondas luminosas, por lo que tienen un campo de visión accesible, pero reducido, difuso y sin contornos definidos.
- La ceguera: Es la más frecuente y la que representa mayores riesgos de adaptabilidad para las personas que lo padecen, siendo esta la ausencia total de la luz y oscuridad.

Existen diversas enfermedades que pueden llegar a afectar la visión entre las más comunes la diabetes, glaucoma, degeneración macular, desprendimiento de retina, toxoplasmosis, accidentes o lesiones oculares y cataratas, entre otras

Decidimos incursionar en el campo de la tiflotecnología; ya que abarca una gran variedad de conjuntos con técnicas prácticas y teóricas, conocimientos y recursos encaminados a mejorar la vida de las personas con discapacidad visual y proporcionar los medios oportunos para la utilización de herramientas tecnológicas dentro del entorno cognitivo [2].

Actualmente, la tiflotecnología se ha convertido en una herramienta indispensable; puesto que permite acceder a las nuevas tecnologías, mediante equipos y adaptaciones las cuales solucionan diversas necesidades [3].

## 2. Antecedentes

Los softwares actuales como JAWS Windows, NonVisual Desktop Access, Lector de pantalla Orca y Lector de pantalla Supernova permiten mejorar la calidad de vida de las personas con discapacidad visual estableciendo su función principal en mejorar el enfoque al entorno por percepción. Aunque, se limitan a programas ejecutables en computadoras y dispositivos móviles [4].

Otros dispositivos esenciales son los sensores; ya que tienen la capacidad de detectar diferentes estímulos del exterior y transformarlos mediante un transductor en energía eléctrica entre los más empleados tenemos el de proximidad, sonido, inclinación e imagen entre otros [5].

Uno de los dispositivos más relevantes que involucran la implementación de la tiflotecnología fue desarrollado

por Kürsat Ceylan en la construcción de este dispositivo denominado el bastón WeWalk, el cual cuenta con un sensor que advierte de los obstáculos y se conecta a una aplicación móvil para guiar a su usuario. También indica por altavoz o auriculares, las paradas de transporte cercanas y el horario de buses [6]. Esta emplea, también, el uso de un sensor ultrasónico para detectar obstáculos por encima del nivel del pecho y avisa al usuario a través de una vibración en el mango, en caso de que haya algún objeto cercano que el mismo bastón analógico no haya detectado [7].

Según se explica la programación empleada en este bastón fue desarrollada sobre una plataforma open source; ya que la idea principal es que otros programadores puedan adaptar sus softwares e incorporen nuevas funciones [8].

Los softwares que se plantean en la referencia [4] son orientados a un estudio de software libre propuesto por Esaú Palomá en su investigación publicada bajo el nombre del software orientado a personas con discapacidad visual de la Universitat Oberta de Catalunya, Barcelona España. En esta él propone que el software debe ser libre por su propia naturaleza. El objetivo fundamental de la investigación está centrado en el diseño de un sistema universal empleado de forma accesible para personas con discapacidad visual [9].

Otro dispositivo para destacar es el ORCAM MyEye fabricado por ORCAM Technologies Ltd, desarrollado por Amnon Shashua y Ziv Aviram este dispositivo empleado a través de unos lentes, es portátil de visión artificial que permiten a personas con discapacidad visual leer texto e identificar objetos [10].

Tec-Innovation en colaboración con la Universidad de Tecnología de Graz de Australia, han presentado un prototipo orientado a las personas con discapacidad visual. Donde se emplean los sensores descritos en la referencia [5] estos son utilizados en unos zapatos llamados InnoMake que a través de sensores modelados artificialmente en redes neuronales son capaces de evaluar la información proporcionada por cámaras y permiten que se determine un área está libre [11].

## 3. Desarrollo de métodos y materiales

### 3.1 Método 1: Programación.

Para llevar a cabo el desarrollo de la programación utilizamos el software Arduino versión 1.8.15 empleado en una placa Arduino nano basado en código abierto.

Según la programación que empleemos nos permitirá crear instrucciones para el control absoluto de todas las



funciones que se van especificando conforme avancemos con la programación, agregándole funcionalidades al DAB haciéndole capaz de detectar distintos obstáculos a distintas variables.

Empleando la operación siguiente uno que emita un sonido rápido o lento al acercarse a un objeto determinado. El otro sería el de audio el cual dependiendo de la distancia del objeto permitirá detectar sus medidas en cm (centímetros) o m (metros) esto realizado a través de las instrucciones que le indiquemos al programa.

### 3.2 Método 2: Arduino nano en placa de expansión nano shield.

En la figura 1 se muestra el montaje del nano shield sobre el protoboard siendo alimentado por una batería de 9v posteriormente verificamos y subimos el código el pin13 led encendera de manera intermitente según los ms que especifiquemos así determinamos que nuestra placa Arduino nano funciona correctamente.

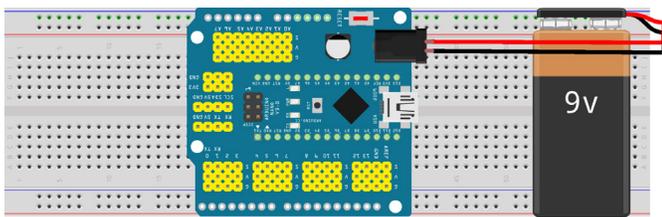


Figura 1. Arquitectura de circuito en placa Arduino nano.

### 3.3 Método 3: Integración de sensor ultrasónico HC-SR04.

En la figura 2 integramos el sensor ultrasónico en el protoboard y realizamos las conexiones de sus salidas analógicas. La programación ejecutada en esta sección nos permite determinar la distancia en que actua el sensor ultrasónico.

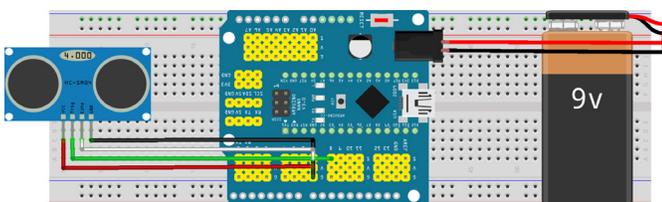


Figura 2. Arquitectura de sensor ultrasónico HC-SR04.

El funcionamiento sensor ultrasónico consiste en emitir una señal ultrasónica con uno de sus transductores para después recibir el rebote de dicha señal en su segundo transductor esto se puede calcular con la formula (1).

$$Velocidad = \frac{distancia\ recorrida}{tiempo}$$

(1)

Donde Velocidad es la velocidad del sonido 340m/s, pero usaremos las unidades en cm/s; pues, trabajaremos en centímetros y  $\mu s$  el tiempo de emisión de la onda ultrasónica al chocar con el objeto y regresar al sensor receptor y la distancia recorrida es dos veces la distancia hacia el objeto.

$$\frac{340m}{s} \times \frac{1s}{1000000} \times \frac{100cm}{1m} = \frac{2d}{t}$$

$$d(cm) = \frac{uys}{60 t(S)}$$

(2)

Finalmente enviamos el valor de la distancia y terminamos poniendo una pausa de 100 $\mu s$  que es superior a los 60 $\mu s$  recomendado por los datos técnicos del sensor en la ecuación (2).

En la figura 3 se muestran los valores de oscilación a través del monitor serie el cual dicta la lectura que; el sensor ultrasónico HC-SR04 determine, el monitor serie muestra los datos enviados por el Arduino a través del puerto serie y también nos permite mandar datos al Arduino por el mismo.

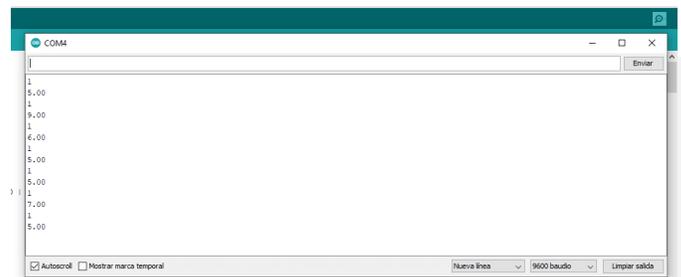


Figura 3. Monitor serie identificando variantes de distancia.



### 3.4 Método 4: Integración de los buzzer.

En la figura 4 integramos el buzzer enlazado por un capacitor de  $100\mu\text{F}$  a 5v para generar mayor fuerza a la hora de reproducir los audios.

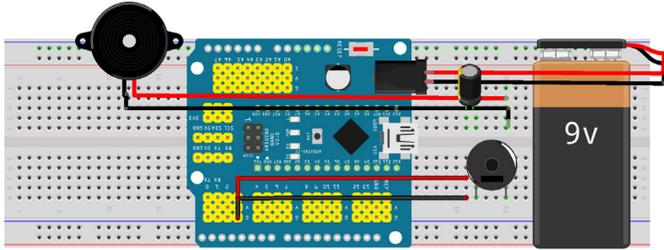


Figura 4. Arquitectura de circuito buzzer.

### 3.7 Método 7: Acoplamiento final

En la figura 5 se muestra el circuito final después de varias pruebas se determinó que toda la lógica empleada es funcional.

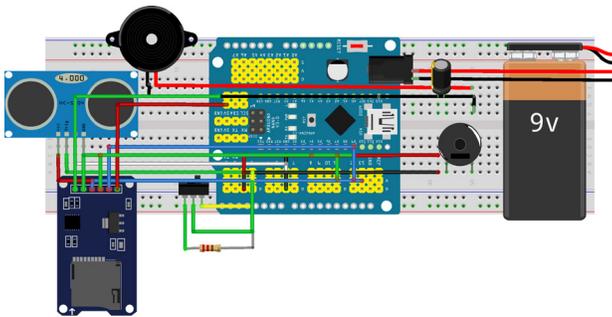


Figura 5 Arquitectura final.

## 4. Construcción

### 4.1 Diseño de base en impresión 3D.

Se realizó el diseño tridimensional para asegurarnos que todas las partes estén integradas de forma correcta. Además, decidimos agregar una cámara que cubra el sensor ultrasónico para generar una onda más simétrica y estable (ver figura 6).

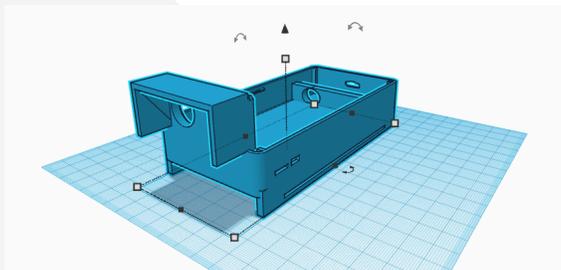


Figura 6. Imagen tridimensional lateral izquierdo.

### 4.2 Montaje

En la figura 7 se muestra todo el DAB después de realizar varias pruebas de funcionamiento en el protoboard integramos todos los circuitos al Arduino nano y se realizó el ensamblaje de todos sus componentes.

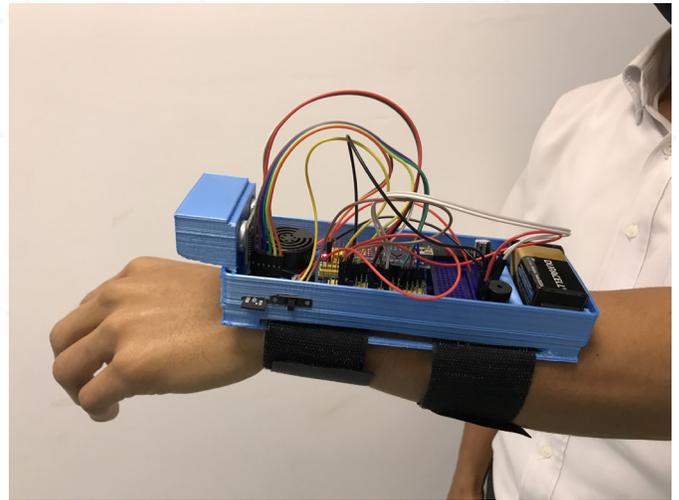


Figura 7. Montaje de partes en impresión 3D.

## 5. Resultados

En esta sección se analizan los datos obtenidos por actividad, empleando los modos de operación que se tiene para determinar la distancia de un objeto.

### Actividad 1. Prueba de distancia por control de voz.

En la tabla 1 se muestran las medidas obtenidas de nuestro dispositivo aplicándolas a objetos fijos y en movimiento a un rango mínimo de 5cm y máximo de 1.24m establecido por programación en el Arduino nano. Determinamos con esto que; el sensor ultrasónico HC-SR04 que empleamos tiene un margen de error mínimo 2cm variado según la programación que ejecutemos.

Tabla 1. Distancia aplicada a objetos.

Objeto	Distancia aplicada	Distancia detectada
Pared	5cm-25cm	9cm-25cm
Rueda en movimiento	5cm-1.20m	20cm-1.20m
Piso	5cm-1.24m	17cm-1.24m
Péndulo	5cm-1.13m	24cm-1.13m
Regla	5cm-18cm	7cm-18cm
Mano	5cm-42cm	5cm-42cm



## Actividad 2. Prueba de distancia por pitido continuo o discontinuo.

Para llevar a cabo esta actividad se empleó una persona que está en movimiento basándonos en la figura 8, la cual genera la distancia recorrida de la onda entre la emisión y recepción este concepto es interpretado en la fórmula (1), (2).

El dispositivo fue capaz de detectar de forma eficaz por pitido continuo el acercamiento de la persona y discontinuo el alejamiento de esta.

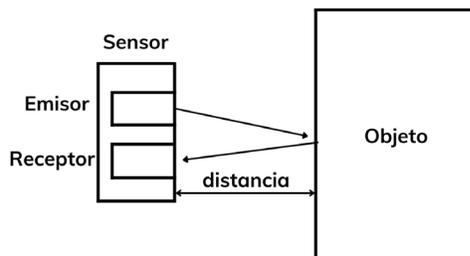


Figura 8. Aplicando el pulso del emisor al receptor.

## Actividad 3. Ángulos de prueba.

Esta actividad se realizará dependiendo del ángulo de elevación que aplique la persona al brazo dependiendo de la amplitud o abertura que se genere debe estar dentro de un rango mínimo  $20^\circ$  y a máximo  $90^\circ$ .

- Ángulo de  $20^\circ$ :

En este ángulo se detectan los obstáculos de forma eficaz, pero se limita a determinar objetos en el suelo o con poca elevación.

- Ángulo de  $45^\circ$ :

El ángulo se encuentra con obstáculos y es capaz de detectarlos, pero solo determina los que se encuentra con poca elevación.

- Ángulo de  $90^\circ$ :

Este ángulo es el ideal, ya que permite reconocer los objetos a proximidades cercanas.

## 6. Fase experimental

En esta experimentación se observa la interacción de las personas con discapacidad visual se tomaron las precauciones para asegurarse de preservar la integridad física y psicológica de la persona que participó como sujeto de prueba y realizamos los ensayos determinados dentro de un ambiente controlado.

## 6.1 Sujeto de prueba

El sujeto de prueba es mostrado en la figura 8 el cual accedió a participar de esta investigación de forma voluntaria. Él cuenta con la condición de discapacidad visual establecida como ceguera y adquirida por desprendimiento de retina.



Figura 8. Pruebas realizadas del DAB.

Inicialmente describiremos y explicamos de manera detallada el funcionamiento del dispositivo.

Esta prueba fue realizada en un entorno desconocido por él; ya que las personas con discapacidad visual desarrollan otros sentidos para adaptarse a sus necesidades. De los cuales destacamos la habilidad de trazar mapas mentales para poder movilizarse dentro de un espacio determinado y la percepción de objetos con los cual pueda familiarizarse.

En la figura 9 se puede apreciar que se emplearon los dos modos de operación que en un principio establecimos las pruebas realizadas por el, arrojaron excelentes resultados; ya que el sujeto de prueba en conjunto con DAB al ser posicionado en un entorno desconocido cumplirá su función principal la cual es proporcionar una guía para evitar obstáculos.

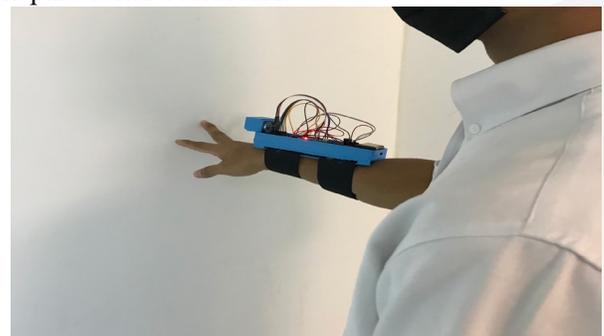


Figura 9. Contacto con objeto fijo.



## 6.2 Perspectiva personal del sujeto de prueba sobre la experimentación.

Dentro de nuestras indagaciones el sujeto de prueba nos comentó de como él llegó a ser discapacitado visual el nació prematuro por lo cual tuvo que ser tratado en una incubadora al no cubrirle la vista las lámparas lesionaron la retina de los ojos y se produjo una lesión lo que trajo como consecuencia que a los 9 años perdiera la visión por desprendimiento de retina. Pudo llegar a ver y según lo que recuerde de su infancia percibe como son los objetos que lo rodean a diferencia de una persona que nace con ceguera de nacimiento que no tienen ningún concepto de cómo se percibe el mundo exterior y es mucho más complicado su adaptación.

Considera que es importante este tipo de tecnologías ya que una de las discapacidades más complicadas y limitantes es la visual, ese sentido es fundamental en la vida de cualquier ser vivo porque a través de este canal recibimos información y al no contar con visión tenemos que apoyarnos con otros elementos como el bastón o una persona que nos guíe.

El sujeto de prueba enfatiza que al crear el DAB para personas con discapacidad visual facilita en gran parte la movilidad en diferentes entornos y les permitiría ser un poco más independientes. Es importante que estos avances tecnológicos vayan avanzando ya que ciertamente vivimos en una sociedad dinámica y tecnificada que debe procurar ofrecer nuevas y mayores oportunidades de desarrollo personal, de bienestar social y calidad de vida de las personas con discapacidad visual.

## 7. Consideraciones finales

Este trabajo de investigación ofrece una oportunidad de mejorar la calidad de vida al poder desplazarse de forma segura dentro de espacios determinados y genera un progreso dentro del campo de la tiftotecnología desarrollada en Panamá enfocado en las personas con discapacidad visual.

La sociedad en la que nos encontramos ha sido calificada como una sociedad de innovación y tecnología. En este contexto el desarrollo personal y social de las personas con discapacidad visual va a estar determinado en gran medida por la implementación de la tiftotecnología.

Uno de los obstáculos más preocupantes a destacar dentro de esta investigación es la falta de información actualizada y precisa del número de personas con

discapacidad visual que existen en nuestro país. Este tipo de estudios ofrecen las bases para viabilizar las políticas dirigidas a hacer valer los derechos humanos la inserción de las personas con discapacidad visual con vías a mejorar su calidad de vida. Además de la situación social en que viven la cual se desconoce actualmente. Es inquietante ya que este tipo de datos es fundamental para conocer las limitaciones actuales y podamos desarrollar diversas ayudas, programas y sistemas tiftotecnológicos para su beneficio.

## 8. Referencias

- [1] OMS. (s. f.). Ceguera y discapacidad visual. WHO | World Health Organization. <https://www.who.int/es/news-room/factsheets/detail/blindness-and-visual-impairment> [Accessed 10 June 2021].
- [2] Z. Pilar, M. Cristina "Tiftotecnologías para el alumnado con discapacidad visual" ACADEMO revista de investigación en ciencias sociales y humanidades, ISSN 2414-8938[Accessed: Enero-Junio] 2021. Vol. 8 Nro. 1 p. 118
- [3] P. Carmen "Tiftotecnología e inclusión educativa" ISSN: 1989-2446 Revista Electrónica de Investigación y Docencia (REID), 9, Enero, 2013, 08-22.
- [4] Lectores de pantalla: accesibilidad web para todos. (s. f.).IONOSDigitalguide.[Online]<https://www.ionos.es/digitalguide/paginas-web/lectores-de-pantalla-software-para-necesidades-especiales/>. [Accessed: 14- Jun2021].
- [5] Sensores Arduino. (s. f.-b). Aprendiendo Arduino. [Online]<https://aprendiendoarduino.wordpress.com/2018/04/14/sensores-arduino-3/>. [Accessed: 20- Jun- 2021].
- [6] Ceylan, K. (s. f.). WeWALK | Smart Cane for Visually Impaired and Blind People - WeWALK Smart Cane. WeWALK Smart Cane. [https://wewalk.io/en/\\_Company Number: 12387785 33 Queen St., London, EC4R, UK.](https://wewalk.io/en/_Company Number: 12387785 33 Queen St., London, EC4R, UK.) [Accessed: 20- Jun- 2021].
- [7] N. Castañón, "WeWALK: este bastón inteligente usa Google Maps para guiar a personas ciegas", Andro4all, 2021.[Online].Available:<https://andro4all.com/2019/09/wewalk-baston-inteligente-google-maps>. [Accessed: 20- Jun- 2021].
- [8] wewalk-baston-inteligente-google-maps. [Accessed: 20- Jun- 2021].
- [9] [9]"News | Open Source Initiative", Opensource.org, 2021. [Online]. Available: <https://opensource.org/>. [Accessed: 25- Jun- 2021].
- [10] P, Esaú. (s. f.). Software libre orientado a personas con discapacidad visual. L'Oberta en Obert: Home. [Online]<http://openaccess.uoc.edu/webapps/o2/bitstream/10609/43721/6/epalomapTFM0615memoria.pdf> [Accessed: 20- Jun- 2021].
- [11] "OrCam MyEye - Tecnología de Asistencia para Personas Ciegas", OrCam, 2021. [Online]. Available: <https://www.orcam.com/es/myeye2/>. [Accessed: 14- Jun- 2021].
- [12] "Innomake", Tec-innovation.com, 2021. [Online]. Available:Tec-Inno[https://www.tecinnovation.com/wp-content/uploads/2018/12/Broschuere.InnoMake\\_SP.pdf](https://www.tecinnovation.com/wp-content/uploads/2018/12/Broschuere.InnoMake_SP.pdf) [Accessed: 24- Jun- 2021].