

# SOMBRERO ELECTRÓNICO CON ULTRASONIDO PARA LA ORIENTACIÓN DE PERSONAS CON DISCAPACIDAD VISUAL

*(Electronic hat with ultrasound for orientation  
of persons with visual disability)*

Fecha de recepción: 12 de noviembre de 2016  
Fecha de aceptación: 21 de noviembre de 2016

Wilson Fernando Ramírez Ballesteros<sup>1</sup>  
wilsonfernando13@yahoo.es

Encuentre este artículo en  
Ramírez-Ballesteros, W. (2016). Sombrero electrónico con  
ultrasonido para la orientación de personas con discapacidad visual.  
*Revista Inclusión & Desarrollo*, 3 (2), 92-96

## Resumen

El ultrasonido es usado por algunos animales como los murciélagos para desplazarse en su entorno, basándose en un fenómeno conocido como eco localización: estos animales emiten sonido a alta frecuencia sonora y una vez rebota en un objeto sólido regresa en forma de eco y estos animales interpretan la información que reciben del eco para determinar forma y distancia de los objetos próximos a él. En el presente artículo se expone el prototipo de un dispositivo electrónico pensado para ayudar a personas en condición de discapacidad visual en su desplazamiento habitual en la ciudad de Bogotá inicialmente usando el principio del fenómeno de la eco localización, gracias a la adaptación de tres sensores de ultrasonido dispuestos en el prototipo de un sombrero, el dispositivo pretende complementar el uso del llamado bastón para invidente, con el fin de mejorar la calidad de vida de personas con discapacidad visual, la metodología de investigación hasta el momento es una metodología por proyectos, se pretende llegar a un enfoque de investigación mixta, una vez sea probado e implementado en personas con discapacidad visual.

Palabras clave: ultrasonido, murciélagos, eco localización, frecuencia sonora, eco, sensores de ultrasonido, prototipo.

## Abstract

Ultrasound is used by some animals as bats to move around in their environment, based on a phenomenon known as eco localization: these animals emit sound at high sound frequency and once bounces on a solid object returns in an echo form and these animals interpret the information they receive from the echo to determine shape and distance from objects near it. This article presents the prototype of an electronic device designed to help people with visual impairment in their usual movement in the city of Bogota initially using the principle of the phenomenon of eco-location, thanks to the adaptation of three sensors Ultrasound arranged in the prototype of a hat, the device aims to complement the use of the so-called cane for blind, in order to improve the quality of life of people with visual impairment, research methodology so far is a methodology by projects, Aims to reach a mixed research approach, once it is tested and implemented in people with visual impairment.

Keywords: ultrasound, bats, echo localization, sound frequency, echo, ultrasound sensors, prototype.

<sup>1</sup>Estudiante de Tecnología en Electrónica de la Corporación Universitaria Minuto de Dios—UNIMINUTO, integrante del Semillero "Tecnología e Inclusión", Unidad Académica de Ingenierías.<sup>2</sup>Estudiante de pregrado del programa de Psicología de la Corporación Universitaria Minuto de Dios—UNIMINUTO.

## INTRODUCCIÓN

Las personas en condición de discapacidad visual perciben un entorno en donde la exclusión e indiferencia hacia ellos es evidente; por ello y para facilitar su calidad de vida, en el marco del apoyo que les brinda la Organización Minuto de Dios, se considera necesario que sean más independientes en sus funciones, puesto que no siempre van a estar acompañadas de familiares u otras personas que les puedan ofrecer ayuda. La mayor dificultad para estas personas es movilizarse en un medio extraño, pese a la gran ayuda de instrumentos como el conocido bastón para invidentes, que reduce el riesgo tanto de golpes ocasionados por obstáculos en partes inferiores del cuerpo como las rodillas o los pies, e incluso la cintura, como de caídas provocadas por desniveles del suelo; sin embargo, no es el único peligro para estas personas puesto que, en muchas ocasiones, no se tienen en cuenta los obstáculos medios y altos que puedan lesionarlos seriamente, en este caso a nivel craneal o del tórax, partes que se encuentran expuestas, por lo que se puede ver afectada su integridad física al transitar en un espacio físico determinado (INCI, 2016).

## REFERENTE TEÓRICO

Los estudios adelantados por instituciones de educación superior, como es el caso de la Universidad Manuela Beltrán (El Espectador, 2014), ofrecen un contexto para analizar la pertinencia de utilizar un dispositivo de orden tecnológico que pueda ayudar a las personas con discapacidad visual, específicamente a través del uso de tecnología ultrasónica.

Actualmente, esta población emplea solo el bastón para desplazarse, como lo señalan estudios del Instituto Nacional de Ciegos (INCI, 2016), por lo cual, en el semillero de investigación de la Corporación Universitaria Minuto de Dios-UNIMINUTO Vicerrectoría Regional Bogotá Sur, se están formulando preguntas sobre la implementación de sensores ultrasónicos como sistemas de ubicación para el desplazamiento de personas con discapacidad visual, tal como lo hacen los murciélagos.

Para poder realizar dicha investigación se han hecho estudios de antecedentes sobre el tema desde la perspectiva de la electrónica (HemardInquer, 1968) y la inclusión de la población al sector productivo (Rodríguez y Rico, 2015).

Se plantea la necesidad de construir un dispositivo electrónico que tenga las características apropiadas para ayudar a personas con discapacidad visual de la

Organización Minuto de Dios. Se dará un enfoque específico a la investigación, pensando en la mejor forma de detectar obstáculos y con el fin de que la persona en esta condición pueda tener una percepción muy aproximada de su entorno con la ayuda del dispositivo electrónico; por consiguiente, se abordará el estudio experimental y posterior implementación de sensores de ultrasonido, específicamente el HC-SR04.

A través de esta metodología de investigación por proyectos se pretende planear e implementar el diseño del dispositivo electrónico, teniendo en cuenta que el objetivo es que la persona con discapacidad visual no dependa de un artefacto mecánico, como el llamado "bastón para invidentes", sino que se sirva de la ayuda de un dispositivo electrónico, por emisión de ultrasonido en el espacio, con el que se pueda desplazar con mayor facilidad, en cuanto a comodidad y seguridad (reducción de golpes y caídas). Por esto, se hace necesario que el diseño contemple la ubicación de cada sensor en el dispositivo, como también, en qué parte y a qué altura se debe llevar este. Se determinará si la altura de una persona influye en el comportamiento del dispositivo, para lo cual se hará una tabla del comportamiento de este en diferentes condiciones de altura y distancia con respecto a la localización de objetos u obstáculos próximos para que puedan ser detectarlos por el sensor de ultrasonido.

Finalmente, con base en la información recolectada durante la investigación, se construirá el dispositivo electrónico de que trata este informe; para ello, se pretende usar el modelo previamente diseñado teniendo en cuenta los resultados obtenidos experimentalmente en el transcurso del proceso investigativo. Una vez finalizada la construcción, será necesario llevar el dispositivo electrónico a pruebas en diferentes ambientes con el fin de garantizar su correcto funcionamiento y se le practicarán ajustes o modificaciones si fueran necesarios.

## PRINCIPALES HALLAZGOS O CONTRIBUCIONES

Al estar dirigida a una población específica, se espera a través de esta investigación indagar más en sus características, a fin de contribuir a buscar soluciones, prácticas y de fácil acceso para ellos. La información recabada durante el desarrollo del Programa de Tecnología en Electrónica y los avances presentados tanto nacional como internacional, se puede utilizar para buscar soluciones dirigidas a una población determinada, en este caso con limitación visual.

Finalmente, la utilización de la tecnología debe contribuir al mejor vivir de todos los miembros de la sociedad.

### SOMBRERO ELECTRÓNICO CON ULTRASONIDO PARA LA ORIENTACIÓN DE PERSONAS EN CON DISCAPACIDAD VISUAL

Con el desarrollo actual de la tecnología se han creado cientos de artefactos electrónicos para mejorar la calidad de vida de las personas, en múltiples áreas científicas y técnicas, creando dispositivos novedosos con la motivación de tener una ayuda personalizada que agilice y dé comodidad a la vida, dependiendo de las necesidades de cada población y de su cultura. Desde hace un tiempo se ha incrementado el desarrollo en la invención tecnológica para personas en condiciones de discapacidad de todo tipo, creando nuevos artefactos electrónicos que les permitan tener más independencia, favoreciendo su autoestima y, por tanto, su calidad de vida. Este es el caso de las personas con limitación visual en la Organización Minuto de Dios que sufren de ceguera parcial o total, condición que puede ser de origen genético, por problemas durante la gestación o por un accidente sufrido en el transcurso de su vida.

Las personas que se están acoplado a este tipo de vida requieren adaptarse pronto; esto puede ser posible con ayuda de diferentes artefactos electrónicos, que puedan reemplazar temporalmente la ayuda de otras personas. Esta ponencia, presentada por un estudiante de la Corporación Universitaria Minuto de Dios – UNIMINUTO, tiene como el fin aportar ideas que se puedan aplicar en la Universidad para ayudar a personas en condición de discapacidad visual (Rodríguez y Rico, 2015).

Una posible solución es el uso del ultrasonido, que ha sido estudiado incansablemente por muchos investigadores en todo el mundo, encontrándose aplicaciones múltiples; por ejemplo en ingeniería, para determinar características de los materiales en cuanto a su rigidez mecánica; en las ciencias médicas, en las técnicas ecográficas; además, en la orientación de barcos y aviones a través de radares, etc. Es posible, entonces, encontrar una solución para las personas con limitación visual con el objetivo de ayudar en su orientación espacial. El sonido viaja tanto a través del aire como de los fluidos (Hambley, 2001); en el agua el sonido se propaga con mayor rapidez que en el aire, pero se atenúa casi el doble; por eso, para fines científicos y técnicos, para atravesarla se requiere de una mayor frecuencia sonora que en el aire. También influye mucho en la velocidad del sonido la densidad del fluido, la temperatura y la presión atmosférica. La

velocidad del sonido en el aire en condiciones normales no sobrepasa los 332 m/s; en cambio, en el agua el sonido tiene una mayor rapidez, pues alcanza cerca de 1,5 km/s (Hemardinquer, 1968).

En este orden de ideas, la percepción del sonido por el oído humano depende de su intensidad y tono. El tono del sonido varía en función de la frecuencia del mismo, lo que corresponde al número de veces que vibra un cuerpo sonoro: a mayor frecuencia, mayor será el tono del sonido. La frecuencia sonora se mide en hertzios. El sonido normalmente viaja en varias direcciones, pero se puede orientar hacia una sola a través del ultrasonido (Hemardinquer, 1968).

Para comprender qué es el ultrasonido, es necesario entender cómo es su comportamiento según las diferentes variables físicas: se necesita determinar la velocidad del sonido usando las distintas condiciones ambientales presentes. El sonido, cuyo comportamiento pretendemos abordar en esta ponencia, se explica con la ayuda de la física (Hambley, 2001) a través de un razonamiento matemático: así, la rapidez con que viaja el sonido en un líquido, en un material sólido o en el aire es diferente y varía también con la temperatura; es así como a mayor temperatura, en un estado gaseoso como el aire, aumenta proporcionalmente la rapidez del desplazamiento del sonido, pues se excitan las moléculas presentes en el aire y se facilita el movimiento de las ondas sonoras con mayor eficiencia. Se ha comprobado que la velocidad del sonido aumenta linealmente 0,6 m/s por cada grado después de 0 °C (Wilson & Buffa, 1995).

Esta contextualización sobre el sonido y el ultrasonido, permitirá entender la producción de sonidos a altas frecuencias que se pueden obtener gracias a una placa de cristal de cuarzo; al ser comprimida en sus extremos se producen cargas eléctricas de diferente polaridad, lo que se conoce como efecto “piezoeléctrico”. Si luego se descomprime el cristal de cuarzo, se obtendrán en sus extremos cargas eléctricas de valor inverso al que se obtuvieron al comprimirla en cada uno de sus extremos. Al aplicar una carga eléctrica de diferente polaridad en sus extremos el cristal se expande y se contrae continuamente lo que produce ondas ultrasónicas; cuanto más delgada es la placa de cuarzo mayor es la frecuencia sonora (Valle, 1972).

La utilización de ondas ultrasónicas podrá, en un futuro próximo, ayudar a personas ciegas a crear imágenes en su mente de manera análoga a como lo hacen los murciélagos, que se orientan gracias al ultrasonido; este fenómeno es llamado “ecolocalización”.

Cuando estos animales emiten señales ultrasónicas, el sonido viaja a través del aire y al chocar contra un objeto sólido rebota sobre la superficie de este reflejándose nuevamente hacia el murciélago, que interpreta la información recibida de su entorno y crea una imagen en su cerebro de los objetos próximos a él, decodificando la información recibida y determinando el tamaño y la distancia de estos objetos, de acuerdo con el tiempo transcurrido entre la emisión y posterior recepción de la onda ultrasónica. A medida que la tecnología siga innovando y la ciencia de la bioingeniería siga evolucionando será posible, en un futuro cercano, crear imágenes perfectas por medio de dispositivos electrónicos, usando el ultrasonido para determinar las características de los materiales emitiendo ondas ultrasónicas a la distancia, y también para determinar el tamaño y posiblemente las características de materiales que se encuentren cercanos a dispositivos electrónicos que emitan ultrasonidos y los interpreten, pudiendo ser de utilidad para las personas en condición de discapacidad visual.

El bastón para invidente permite a la persona identificar el terreno y las características de solidez del suelo que pisan para poderse desplazar en un espacio determinado. Existen registros de innovaciones tecnológicas aplicadas a este dispositivo; el ejemplo más reciente, creado por estudiantes de la Universidad Manuela Beltrán en Bogotá, fue un bastón que por emisión de ondas ultrasónicas al medio permite identificar obstáculos. Del mismo modo, se han creado diferentes dispositivos electrónicos para ayudar a estas personas a ser más independientes, tal como en Hong-Kong, donde ingenieros crearon unos zapatos que vibran al acercarse a un bache y, adicionalmente, unas gafas a las que nombraron *electronic-batears*, aplicando también el mismo principio: el ultrasonido (El Espectador, 2014).

El principio de ultrasonido se emplea para orientar a los barcos a través de la niebla, que hace que la navegación en algunos puertos a nivel mundial sea muy compleja. Este sistema de ubicación se logra enviando unos impulsos ultrasónicos y al mismo tiempo radio eléctricos, con los que se logra determinar la distancia que separa a la embarcación del puerto,

teniendo en cuenta que primero se percibe la onda de radio y posteriormente la onda ultrasónica; Así, calculando la diferencia de tiempo entre estas dos señales, los navegantes logran determinar su ubicación geográfica. La velocidad del ultrasonido en el agua es de aproximadamente 1500 m/s (Hemardinquer, 1968).

Para adelantar la investigación, se tomó en cuenta la vida cotidiana de una persona en condición de discapacidad visual, que encuentra una infinidad de obstáculos en cualquier espacio físico; en ese sentido, se debe comprender cuáles son algunas de las facilidades de desplazamiento y cuáles las mayores dificultades en diferentes espacios urbanos y rurales.

Se pretende abordar el tema de investigación mediante la aplicación de conceptos científicos, matemáticos y experimentales para lograr crear un dispositivo electrónico que funcione de manera óptima, con el objetivo de ayudar a la orientación de personas en condición de discapacidad visual, que dé solución a la problemática planteada; este proceso de investigación cuenta con el apoyo de docentes calificados de la Corporación Universitaria Minuto de Dios, Vicerrectoría Sede Bogotá Sur, que orientan la estructura del conocimiento.

Como objetivo general se plantea: Implementar un dispositivo electrónico con presentación capsulada de manera que se ajuste al cuerpo para ayudar a la orientación de personas en condición de discapacidad visual de la Organización Minuto de Dios.

## CONCLUSIÓN

La novedad del proyecto reside en poner los conocimientos al servicio de la sociedad, en especial de las comunidades más vulnerables como es el caso de las poblaciones con discapacidades físicas. La pertinencia del proyecto radica en que la población con limitación visual solo cuenta con ayudas mecánicas para su desplazamiento por zonas rurales y urbanas; si se cuenta con un dispositivo que esté enviando información sonora o de pulsos, constante y en tiempo real, sobre el medio por donde se desplazan, no requerirían de la ayuda de un elemento mecánico &

## Referencias bibliográficas

British Broadcasting Corporation –BBC. (31 de agosto de 2013). Si alguien nace ciego y sordo, ¿en qué lenguaje piensa? *Revista BBC Focus* [en línea]. Recuperado el 7 de septiembre de 2015, de [www.bbc.com/mundo/noticias/2013/08/130830\\_respuestas\\_curiosos\\_31agosto\\_finde\\_mr](http://www.bbc.com/mundo/noticias/2013/08/130830_respuestas_curiosos_31agosto_finde_mr)

Instituto Nacional para Ciegos –INCI. (2016). *Área misional*. Recuperado el 10 de marzo de 2015, de <http://www.inci.gov.co/area-misional>

Inventan bastón inteligente para personas invidentes. (14 de junio de 2014). *El Espectador*, Tecnología [en línea]. Recuperado el 30 de mayo de 2015, de <http://www.elespectador.com/tecnologia/inventan-baston-inteligente-personas-invidentes-video-495547>

Hambley, A. R. (2001). *Electrónica*. Houghton: Michigan Technological University - Pearson Educación.

Hemardinquer, P. (1968). *Técnicas ultrasónicas*. Barcelona: Hispano Europea.

Pérez, D. (2006). Sensores de distancia por ultrasonidos [versión PDF]. Recuperado el 5 de marzo de 2015, de <http://www.alcabot.com/alcabot/seminario2006/Trabajos/DiegoPerezDeDiego.pdf>

Rodríguez, C., y Rico, L. (2015). *Discapacidad y derecho al trabajo* (1ª Ed.). Bogotá, D. C.: Universidad de los Andes, Centro de investigaciones.

Valle, L. (1972). *Los Ultrasonidos*. Madrid: Index.

Wilson, J. D., y Buffa, A. J. (1995). *Física con aplicaciones*. México, D. F.: McGraw-Hill.