



# Dispositivo para estudiantes con hipoacusia

## Device for students with hearing loss

Esmeralda Rivera-García<sup>1</sup>, Carlos Ramírez-Vázquez<sup>1</sup>, Ricardo Zarate Cruz<sup>1</sup>, Miriam Cervantes-López<sup>2</sup>, Arturo Llanes-Castillo<sup>2</sup>

---

<sup>1</sup> Tecnológico Nacional de México – ITS de Pánuco, Veracruz, México.

<sup>2</sup> Universidad Autónoma de Tamaulipas, Tamaulipas, México.

---

Recibido: 06-06-2023

Aceptado: 10-11-2023

Autor correspondal: [esmeralda.rivera@itspanuco.edu.mx](mailto:esmeralda.rivera@itspanuco.edu.mx)

## Resumen

El objetivo del presente artículo es presentar el desarrollo de un dispositivo para estudiantes con discapacidad auditiva en el Instituto Tecnológico Superior de Pánuco. El dispositivo propuesto deriva de la necesidad de la educación inclusiva y su inherente equidad de oportunidades para el logro académico, pues se necesitan respuestas para garantizar la igualdad de oportunidades en un mundo heterogéneo y diverso. La metodología utilizada es “Top-Down” y tiene como objetivo resolver los problemas secundarios para luego conectarlos y resolver el problema principal. Como resultado se presentó un dispositivo completamente funcional que será evaluado en futuros estudios.

**Palabras claves:** discapacidad auditiva, dispositivos auditivos, hearing loss.

## Abstract

The objective of this article is to present the development of a device for students with hearing disabilities at the Higher Technological Institute of Pánuco. The proposed device derives from the need for inclusive education and its inherent equity of opportunities for academic achievement, since responses are needed to guarantee equal opportunities in a heterogeneous and diverse world. The methodology used is “Top-Down” and aims to solve secondary problems and then connect them and solve the main problem. As a result, a fully functional device was presented that will be evaluated in future studies.

**Keywords:** hearing impaired, hearing devices, audio amplifiers.

## Introducción

La hipoacusia, se define como la disminución parcial o completa de la agudeza auditiva en uno o ambos oídos (Valero, Riaño, & Rodríguez, 2014), lo que representa una discapacidad para las personas que la padecen. La discapacidad auditiva, se define como la disfunción anatómica y/o fisiológica del sistema auditivo, cuya consecuencia es la discapacidad de oír (Carrascosa, 2015).

De acuerdo a la Organización Mundial de la Salud (OMS), la discapacidad auditiva, es un déficit auditivo con umbral mayor a 25 decibeles. De acuerdo a los reportes estadísticos de la OMS: 5% de la población

mundial tiene alguna discapacidad auditiva, que corresponde a 466 millones de personas. Para el año 2050 se prevén 2500 millones de personas con alguna pérdida auditiva (OMS, 2023).

En México, alrededor de 2.3 millones de personas tienen discapacidad auditiva, más del 50% de ellas tienen más de 60 años, más del 34% tienen entre 30 y 59 años y alrededor del 2% son niñas y niños (INEGI, 2020).

La discapacidad auditiva es una condición prevalente en la población, afectando alrededor de 360 millones de personas en todo el mundo, determinando distintos niveles de discapacidad que van desde el aspecto físico hasta lo social y psicológico (Díaz, Goycoolea, & Cardemil, 2016).

Los principios generales de la Convención sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad enfatizan su participación en todas las actividades de la vida, siendo la educación una función esencial, la adhesión a estos principios serán claves a la hora de planificar actividades relacionadas con la formación, por lo que los planteles educativos deben utilizar estrategias que apunten a superar las dificultades que los estudiantes puedan enfrentar en relación con su entorno (ONU, 2006).

Según (UNESCO, 2023), en la parte educativa, un enfoque inclusivo debe considerar necesidades individuales y en conjunto. Es importante considerar que cada estudiante tiene peculiaridades y necesidades de aprendizaje diferentes. El sistema educativo debe poner especial atención a los estudiantes con riesgo de discriminación. La educación inclusiva es un método de enseñanza basado en reconocer la diversidad como un elemento importante en el proceso educativo y por tanto beneficioso para el desarrollo humano (Parra, 2010).

De acuerdo a la Organización Iberoamericana para la Educación, la Ciencia y la Cultura (OEI, 2022): La inclusión en la educación es un proceso que pretende garantizar el derecho igualitario de todos los alumnos a una educación de calidad, prestando especial atención a aquellos que se encuentran en situaciones de mayor exclusión. De acuerdo a (Dueñas, 2010), el concepto de inclusión surgió y ha sido aplicado gracias al aumento de conciencia sobre la desigualdad social y el fortalecimiento de los derechos humanos en la educación, la equidad de oportunidades y la diversidad.

Hoy en día, es decisiva la presencia de valores inclusivos anclados en las instituciones educativas, sin embargo, existe en gran medida una desconexión entre las necesidades del entorno y la gestión académica. Por ejemplo, se debe tener presente que los estudiantes con discapacidad auditiva, se identifican por su dificultad para interactuar con las personas y el medio ambiente, lo que puede ser motivo de discriminación.

El artículo 3o. de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, establece el derecho a la educación de cualquier persona. Sin embargo, aún las instituciones educativas no están preparadas con aulas, tecnología o infraestructura inclusiva, por lo que aún prevalece la desigualdad de oportunidades.

Hoy en día existen herramientas tecnológicas para la educación inclusiva que permiten que la educación sea accesible para las personas y contribuyen a mejorar la comunicación entre los académicos y estudiantes con discapacidad auditiva como: Breaking Sound Barriers (Telefónica, 2018), Google Meet (Google, 2023), Amazon Transcribe (Amazon, 2023), Google Live Transcribe (Google, 2019), Petralex (Petralex, 2023), Háblalo (Technologies, 2021), Apple Accessibility Hearing (Apple, 2023). Para propósitos educativos, las tecnologías deben asegurar que las experiencias formativas cumplan con las necesidades y contenidos educativos, así como la globalización y diferentes metodologías y estrategias para mejorar la enseñanza de los estudiantes (Torres & Cobo, 2017).

El objetivo del presente artículo es describir el desarrollo de un prototipo para estudiantes con discapacidad auditiva del Instituto Tecnológico Superior de Pánuco, la cual es una herramienta tecnológica de asistencia en el proceso de aprendizaje.

## Metodología

El hardware se diseñó utilizando un enfoque " Top-Down ", que implica tomar una idea muy abstracta, implementarla y aumentar el nivel de detalle según sea necesario. El sistema original se separa por módulos formando una estructura jerárquica. Se basa en el paradigma de divide y vencerás (Harlan & Niklaus, s.f.). El método "Top-Down", es una forma de operar, en donde se resuelven primero pequeños problemas y luego se conectan para resolver el problema principal.

Las secuencias que se siguieron para el desarrollo del prototipo fueron:

1.-Realizar un análisis sistemático de literatura con el propósito de conocer los prototipos relacionados al a la problemática a resolver.

2.- Etapas de desarrollo:

- ✓ **Micrófono:** En esta etapa está compuesta por un sistema electrónico, que se encuentra integrado por un micrófono mismo que a su vez está acoplado a un sistema de **preamplificación de audio**; con la finalidad de que la voz del interlocutor sea filtrada, mejorada para ser ingresada a un **amplificador de audio**.

- ✓ **Amplificador de Audio:** Esta etapa presenta la característica de hacer una mejora en corriente y por ende en potencia de la señal eléctrica proveniente del preamplificador. Así también cuenta con la posibilidad de interconexión a bocinas para escuchar el audio en análisis.
- ✓ **Transmisor/receptor de Audio Bluetooth Multipunto:** Con ayuda de este dispositivo es posible recibir el audio del sistema amplificador y ser enviado vía Bluetooth a audífonos inalámbricos con dicha tecnología; permitiendo que lo que dice el interlocutor lo escuche de manera más personalizada el receptor (persona con discapacidad auditiva)
- ✓ **Audífonos Inalámbricos bluetooth:** Este dispositivo recibe el audio proveniente del Transmisor/receptor bluetooth, permitiendo que lo que dice el interlocutor lo escuche de manera más personalizada el receptor (persona con discapacidad auditiva).
- ✓ **Aplicación para Tableta electrónica o teléfono celular Smart:** A través de cualquiera de estos dispositivos electrónicos se recibe la señal de una cámara IP misma que es integrada en una aplicación desarrollada en Android Studio y a la cual también se le incorporó un servicio de Google denominado Transcripción instantánea (traductor de voz a texto), con la finalidad de que sea posible observar en texto lo que el emisor esta comentado.

La Figura 1, presenta las etapas de desarrollo del prototipo final. En términos generales, el modo de funcionamiento consiste en transmitir la voz al micrófono, que envía el audio a un amplificador previamente construido en la placa y finalmente esta señal es transmitida por bluetooth y enviada a unos audífonos que convierten la energía eléctrica en acústica.



Figura 1.- Ejemplo de modelo de operación

## Resultados

Como resultado se presenta el prototipo concluido, en el cual se diseñó inicialmente un circuito preamplificador de audio, posteriormente el circuito amplificador y para la comunicación una aplicación móvil.

### Circuito Preamplificador de audio

La señal proveniente del micrófono es acondicionada a través del uso de un arreglo electrónico de preamplificación de audio, esto con la finalidad de hacer llegar una señal lo mejor filtrada posible a la etapa de amplificación de audio. En la figura 2 y 3, se presenta el esquema y preamplificador de audio.

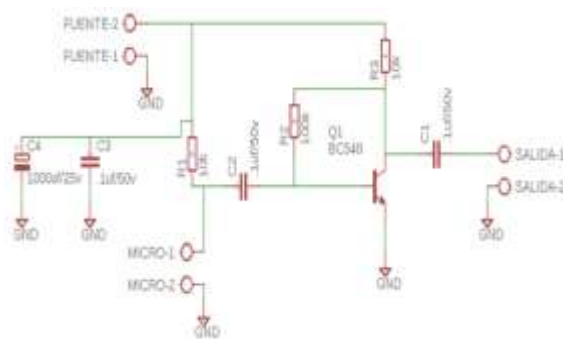


Figura 2.- Esquema electrónico de preamplificador

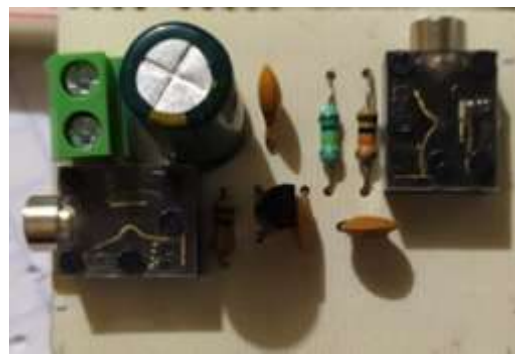


Figura 3.- Circuito preamplificador de audio

### Circuito amplificador

El circuito fue probado en una protoboard inicialmente, para en un siguiente momento ser elaborarlo en placa fenólica. El circuito amplificador presentado en la figura 4, ajusta de forma satisfactoria la señal de audio transmitida desde un micrófono y le fueron conectadas unas bocinas escuchándose la señal de voz proveniente del docente que se encuentra en el área del pizarrón.

Figura 4.- Circuito amplificador concluido.



## Aplicación móvil

Así mismo se desarrolló una aplicación móvil con Android Studio, con el propósito de que se pueda transcribir la señal de audio a texto. Para complementar la aplicación móvil, mostrada en la figura 5, se añadió una videocámara en el aula, para que el estudiante pueda percibir de todos los ángulos la información colocada en el pizarrón y que el estudiante con discapacidad auditiva conozca el tema académico tratado.

El icono del micrófono al ser seleccionado, envía una señal de audio de lo que está exponiendo el docente y esta se transcribe a texto. Cuando se selecciona el icono de video, permite visualizar el pizarrón del aula en el dispositivo móvil.

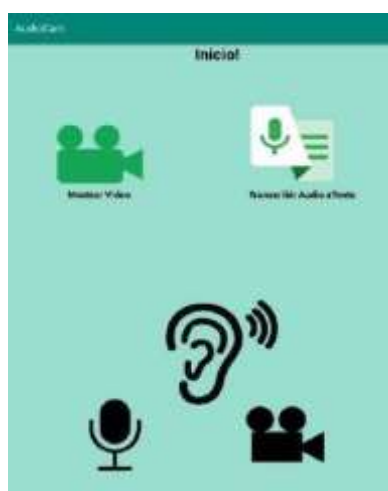


Figura 5.- Aplicación móvil desarrollada en Android Studio.

Para evaluar la funcionalidad del prototipo se probó con 1 alumno de la carrera de ingeniería electrónica que presenta discapacidad auditiva, en donde a comentarios textuales del alumno “su nivel auditivo mejoró por mucho”.

El prototipo actualmente se encuentra en la etapa de pruebas, ya que, para su implementación, es importante tomar en cuenta parámetros basados en las necesidades de comunicación de los estudiantes con discapacidades auditivas y sobre todo la opinión de los especialistas (otorrinolaringólogos, audiólogos, entre otros).

Se espera en la segunda etapa realizar la evaluación del prototipo con los 15 estudiantes de diversos semestres y carreras del ITSP que presentan discapacidad auditiva, de los cuales 9 son mujeres y 6 son hombres.

## **Discusión**

El resultado de la investigación fue el prototipo ya desarrollado el cual fue sometido a prueba. El principal hallazgo demuestra la funcionalidad del prototipo al probarse con 1 estudiante con discapacidad auditiva de la carrera de ingeniería electrónica quien manifestó que “su nivel auditivo mejoró por mucho”.

Este hallazgo contribuye a confirmar la eficacia de los prototipos o dispositivos auditivos que tienen como propósito proporcionar experiencias auditivas mejoradas como las desarrolladas por empresas como Apple (2021), Samsung (s.f.) y Google (s.f.), que han diseñado audífonos que pueden integrarse con otros dispositivos inteligentes y proporcionar funciones de traducción en tiempo real. Otro ejemplo de la eficiencia de los prototipos es el dispositivo presentado en la investigación de Hernández (2015), en donde los resultados muestran un gran porcentaje de aceptación al ser probado con personas sordas en el aprendizaje de la lengua de señas y como intérprete.

Se espera en una futura investigación ponerlo a prueba con una mayor cantidad de alumnos y comparar los resultados con el dictamen de los especialistas.

## **Conclusiones**

La tecnología inclusiva se centra en desarrollar productos que sean accesibles para todas las personas, independientemente de si tienen alguna discapacidad. Su propósito es eliminar obstáculos y garantizar igualdad de oportunidades, permitiendo la participación plena de todas las personas en la sociedad, incluyendo aquellas con discapacidades. Al adoptar principios de diseño inclusivo, se promueve un entorno equitativo y se impulsa la participación de todas las personas en la sociedad digital. Integrar recursos digitales en el aula se vuelve crucial para enriquecer el ambiente educativo, proporciona una experiencia de aprendizaje única y eleva el rendimiento académico.

La contribución principal del artículo es presentar el prototipo como una alternativa en el aula para mejorar la comunicación, ya que facilita el proceso de aprendizaje para estudiantes con discapacidad auditiva ampliando así sus oportunidades de desarrollo. Otra aportación es mostrar el proceso de desarrollo, el diagrama y los componentes electrónicos que fueron utilizados para que los docentes puedan replicarlo y utilizarlo para el mismo fin.



## Trabajos citados

- Amazon. (2023). Obtenido de <https://aws.amazon.com/es/transcribe/>
- Apple. (18 de 10 de 2021). *Presentamos la nueva generación de AirPods1*. Obtenido de <https://www.apple.com/la/newsroom/2021/10/introducing-the-next-generation-of-airpods/>
- Apple. (2023). Obtenido de <https://www.apple.com/accessibility/hearing/>
- Carrascosa, J. (2015). La discapacidad auditiva, principales modelos y ayudas técnicas. *Revista Internacional de Apoyo a la Inclusión, Logopedia, Sociedad y Multiculturalidad*, 101-113.
- Díaz, C., Goycoolea, M., & Cardemil, F. (2016). Hipoacusia: Trascendencia, incidencia y prevalencia. *Revista Médica Clínica Las Condes*, 27(6), 731-739. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0716864016301055>
- Dueñas, B. (2010). Educación Inclusiva. *Revista Española de Orientación y Psicopedagogía*, 21(12), 358-366. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/3382/338230785016.pdf>
- Google. (2019). Obtenido de [https://play.google.com/store/apps/details?id=com.google.audio.hearing.visualization.accessibility.scribe&hl=en\\_US](https://play.google.com/store/apps/details?id=com.google.audio.hearing.visualization.accessibility.scribe&hl=en_US)
- Google. (2023). Obtenido de <https://support.google.com/meet/answer/9300310?hl=es&co=GENIE.Platform%3DAndroid>
- Google. (s.f.). *Pixel Buds*. Recuperado el 05 de 11 de 2023, de [https://store.google.com/us/product/pixel\\_buds](https://store.google.com/us/product/pixel_buds)
- Harlan, M., & Niklaus, W. (s.f.). Obtenido de [http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/3835/2\\_-\\_Metodolog%C3%ADas\\_de\\_dise%C3%B1o\\_de\\_hardware.pdf?sequence=4&isAllowed=y](http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/3835/2_-_Metodolog%C3%ADas_de_dise%C3%B1o_de_hardware.pdf?sequence=4&isAllowed=y)
- Hernández, C., Márquez, H., & Martínez, F. (2015). Propuesta Tecnológica para el Mejoramiento de la Educación y la Inclusión Social en los Niños Sordos. *Formación universitaria*, 8(6), 107-120. doi:<https://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062015000600013>

- INEGI. (2020). *Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática*. Obtenido de <https://cuentame.inegi.org.mx/poblacion/discapacidad.aspx>
- OEI. (2022). Obtenido de <https://oei.int/>
- OMS. (27 de febrero de 2023). *Organización Mundial de la Salud*. Obtenido de <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/deafness-and-hearing-loss>
- ONU. (2006). *Organización de las Naciones Unidas*. Obtenido de <https://www.ohchr.org/es/instruments-mechanisms/instruments/convention-rights-persons-disabilities>
- Parra, C. (2010). Educación inclusiva: Un modelo de educación para todos. . *Inclusión Social y Equidad en la Educación Superior (ISEES)*, (8), 73-84.
- Petrallex. (2023). Obtenido de <https://petrallex.pro/es>
- Samsung. (s.f.). *Audio*. Recuperado el 05 de 11 de 2023, de <https://www.samsung.com/mx/audio-sound>
- Techonologies, A. (2021). Obtenido de <https://hablalo.app/>
- Telefónica. (8 de febrero de 2018). Obtenido de <https://www.telefonica.com/es/sala-comunicacion/telefonica-presenta-breaking-sound-barriers-una-app-para-la-integracion-social-de-personas-con-discapacidad-auditiva/>
- Torres, P., & Cobo, J. (2017). Tecnología educativa y su papel en el logro de los fines. *Educere*, 21(68), 31-40.
- Valero, I., Riaño, M., & Rodríguez, F. (2014). Aproximación a un modelo de costo eficacia de protectores auditivos en el ambiente laboral. *Med. Segur Trab.*