

Desarrollo de un prototipo de asistencia tecnológica para personas con discapacidad auditiva del habla o visual

Development of a technological assistance prototype for people with hearing, speech, or visual disabilities

Alberto Mario Pernet Benavides¹

Jorge Eduardo Royero Vergara²

Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Colombia

Resumen

Este documento presenta los resultados de un proyecto de investigación enfocado en el desarrollo de un prototipo de asistencia tecnológica para personas con discapacidad auditiva, del habla o visual. El dispositivo fue diseñado como una herramienta accesible, funcional y de bajo costo, capaz de facilitar la comunicación y la interacción con el entorno mediante reconocimiento de colores, salida de audio y retroalimentación visual. Se aplicó una metodología iterativa que incluyó etapas de diseño, construcción, pruebas y optimización. Se integraron componentes como el sensor TCS34725, el DFPlayer Mini y la placa ESP32, priorizando eficiencia energética y portabilidad. Para la fabricación se usaron herramientas de diseño electrónico como Fritzing y FlatCAM, junto con impresión 3D para el chasis. El prototipo final se distingue por su compacidad, robustez y adaptabilidad, superando limitaciones de otros desarrollos centrados en una sola discapacidad. Este avance sienta las bases para futuras pruebas con usuarios reales y su posible implementación en contextos educativos.

Palabras clave: tecnologías asistivas, prototipado electrónico, discapacidad auditiva, discapacidad del habla.

Abstract

This document presents the results of a research project focused on the development of a technological assistance prototype for people with hearing, speech, or visual disabilities. The device was designed as an accessible, functional, and low-cost tool capable of facilitating communication and interaction with the environment through color recognition, audio output, and visual feedback. An iterative methodology was applied, including stages of design, construction, testing, and optimization. Components such as the TCS34725 color sensor, DFPlayer Mini,

¹ Ingeniero industrial-UNAD, <https://orcid.org/0000-0001-8632-664X/> / alberto.pernet@unad.edu.co

² Ingeniero Industrial-UNAD, <https://orcid.org/0000-0003-4652-4726/> / jorge.royero@unad.edu.co

and ESP32 board were integrated, prioritizing energy efficiency and portability. For manufacturing, electronic design tools such as Fritzing and FlatCAM were used, along with 3D printing for the chassis. The final prototype is notable for its compactness, robustness, and adaptability, surpassing limitations found in other developments focused on a single type of disability. This progress lays the foundation for future testing with real users and its potential implementation in educational and community-based contexts.

Keywords: Assistive technologies, Electronic prototyping, Hearing disability, Speech disability

1. Introducción

El presente informe da cuenta del desarrollo del proyecto de investigación titulado “Asistente para personas con discapacidad auditiva, del habla o visual”, desarrollado en el marco de la Convocatoria Interna de Investigación N° 12, Cohorte 2, de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD), bajo el eje temático “Soluciones innovadoras para un futuro sostenible”.

Este proyecto tiene como propósito fundamental el diseño y construcción de un dispositivo tecnológico accesible que contribuya a mejorar la calidad de vida de personas con discapacidades sensoriales, facilitando su comunicación e interacción con el entorno. El dispositivo busca asistir a personas con discapacidad auditiva y del habla en la expresión de necesidades básicas a través de retroalimentación visual y sonora, así como a personas con discapacidad visual en la identificación de objetos y colores mediante tecnología de sensores.

Durante el proyecto se abordaron y cumplieron los objetivos específicos relacionados con la identificación de tecnologías y componentes disponibles en el mercado, y la construcción del prototipo funcional. Se adoptó una metodología basada en el desarrollo iterativo, con énfasis en la optimización del diseño, integración electrónica, impresión 3D de la carcasa y validación del sistema. Los avances aquí presentados evidencian importantes mejoras en términos de eficiencia energética, portabilidad y funcionalidad del dispositivo, consolidando su viabilidad como herramienta de apoyo inclusivo.

2. Metodología

El desarrollo del prototipo de asistencia tecnológica para personas con discapacidad auditiva, del habla o visual se llevó a cabo mediante una metodología iterativa de diseño, implementación y validación, basada en principios de mejora continua y optimización funcional. Esta metodología incluyó las siguientes etapas:

(1). Diseño preliminar del prototipo

En una primera fase, se realizó el diseño funcional del dispositivo utilizando componentes accesibles como la placa Arduino Nano, una pantalla OLED, un sensor de color TCS34725 y un módulo de audio DFPlayer Mini. Esta etapa permitió validar la idea inicial y comprender las necesidades técnicas del sistema.

(2). Construcción y evaluación inicial

Se ensambló un modelo funcional básico para verificar su capacidad de reconocimiento de colores y reproducción de audio. Las pruebas evidenciaron limitaciones en términos de memoria, eficiencia energética y portabilidad, lo que motivó el inicio de un proceso de mejora iterativa.

(3). Optimización de componentes

Se seleccionaron alternativas más eficientes para los elementos críticos del sistema:

Regulador de voltaje LM7805 fue reemplazado por un Mini 560, mejorando la eficiencia energética y eliminando la necesidad de disipadores.

Batería de 9V sustituida por una batería LiPo recargable de 7.4V, reduciendo peso y volumen.

Altavoz de gran tamaño reemplazado por uno compacto, con rediseño acústico de la carcasa para mantener la calidad sonora.

(4). Desarrollo del circuito impreso (PCB)

Se diseñó una placa de circuito impreso personalizada utilizando el software Fritzing, con apoyo de FlatCAM y una máquina CNC 3018 para prototipado rápido. Esta etapa permitió integrar múltiples componentes en un espacio reducido, eliminar cables innecesarios y mejorar la estabilidad del sistema.

(5). Selección del microcontrolador óptimo

Tras comparar varias plataformas (Arduino Nano, Pro Mini, ESP8266, ESP32), se seleccionó la ESP32 de 30 pines, que ofrecía el mejor equilibrio entre capacidad de procesamiento, conectividad inalámbrica (Wi-Fi/Bluetooth), consumo energético y tamaño compacto.

(6). Diseño e impresión 3D de la carcasa

El chasis del dispositivo fue diseñado en software CAD y fabricado mediante impresión 3D. Se realizaron múltiples iteraciones para optimizar:

- Alojamiento de componentes.
- Accesibilidad a controles.
- Ergonomía y ventilación.
- Ensamblaje y resistencia estructural.

(7). Pruebas funcionales y validación

Cada versión del prototipo fue sometida a pruebas de funcionamiento, evaluación del consumo energético, capacidad de reconocimiento de colores, calidad de audio y facilidad de uso. Los resultados obtenidos guiaron los ajustes finales del sistema.

3- Discusión y resultados

El desarrollo del prototipo de asistencia tecnológica presentado en este proyecto responde a la necesidad de generar soluciones inclusivas que permitan mejorar la calidad de vida de personas con discapacidades sensoriales. A partir de un enfoque iterativo de diseño y optimización, se logró construir un dispositivo funcional, compacto y energéticamente eficiente, capaz de asistir tanto a personas con discapacidad auditiva y del habla como a personas con discapacidad visual.

Al comparar estos resultados con investigaciones previas en el campo de las tecnologías asistivas, se observan puntos de convergencia, pero también elementos diferenciadores clave. Por ejemplo, Priya *et al.* (2015) desarrollaron un dispositivo denominado Hand Talk, el cual traduce lenguaje de señas en voz utilizando sensores de flexión. Aunque su enfoque es innovador en el ámbito de la discapacidad del habla, se limita a un único tipo de discapacidad y carece de integración visual o auditiva. En contraste, el proyecto descrito en este documento busca una solución holística e integrada, que combine reconocimiento de color, salida de audio y retroalimentación visual.

Asimismo, Biswas *et al.* (2022) presentaron un bastón inteligente para personas con discapacidad visual, equipado con sensores ultrasónicos y un sistema GPS. Aunque este dispositivo tiene un alto impacto en la movilidad, su diseño no considera la comunicación multicanal ni la integración con tecnologías de bajo costo como Arduino o ESP32. En este sentido, el prototipo descrito en este documento destaca por su portabilidad y accesibilidad, utilizando componentes económicos y ampliamente disponibles en el mercado.

Por otro lado, Sorgini *et al.* (2018) realizaron una revisión crítica sobre tecnologías hápticas para personas con discapacidad auditiva y visual. Uno de sus hallazgos más relevantes fue que la mayoría de estas tecnologías enfrentan desafíos relacionados con la miniaturización, el consumo energético y la aceptación por parte del usuario. Precisamente, estos desafíos fueron abordados en el proyecto descrito en este documento mediante la sustitución de componentes como el regulador LM7805 por un Mini 560, y la adopción de baterías recargables LiPo que mejoran la autonomía sin comprometer el tamaño.

También es importante mencionar el trabajo de Sáenz *et al.* (2020), quienes desarrollaron un sistema basado en FPGA para mejorar la audición en entornos ruidosos. Aunque su sistema posee una alta capacidad de procesamiento, su implementación resulta costosa y compleja. En cambio, el uso del ESP32 en el prototipo descrito en este documento proporciona una capacidad de procesamiento adecuada con un bajo consumo y alta versatilidad, además de conectividad inalámbrica para futuras ampliaciones.

Finalmente, puede afirmarse que el prototipo descrito en este documento se posiciona como una alternativa viable, escalable y de bajo costo dentro del ecosistema de tecnologías asistivas. Su principal aporte es la capacidad de integrar múltiples funciones sensoriales en un solo sistema, respondiendo así a la necesidad de soluciones inclusivas, económicas y fáciles de replicar en contextos de baja disponibilidad tecnológica.

4- Conclusiones

El desarrollo iterativo del prototipo permitió cumplir con los objetivos específicos planteados, logrando identificar e integrar tecnologías accesibles y componentes adecuados para construir un dispositivo funcional de asistencia para personas con discapacidad auditiva, del habla o visual.

La elección de la placa ESP32 de 30 pines resultó determinante para superar las limitaciones de memoria y procesamiento que presentaban otras plataformas como el Arduino Nano o el ESP8266. Esta selección posibilitó la integración eficiente de múltiples funciones sin comprometer la portabilidad del dispositivo.

Las mejoras en el consumo energético, tamaño y autonomía del dispositivo se alcanzaron mediante la sustitución de componentes clave, como el regulador LM7805 por el Mini 560 y la batería de 9V por una batería LiPo recargable, lo que demuestra la importancia del enfoque de optimización progresiva. El uso de herramientas de diseño electrónico y fabricación digital permitió la construcción de un PCB funcional y compacto, eliminando la necesidad de conexiones externas extensas y mejorando la fiabilidad mecánica del sistema.

La metodología basada en pruebas, rediseños y validaciones técnicas permitió consolidar un prototipo robusto, adaptable y de bajo costo, el cual representa una alternativa viable para su aplicación en contextos educativos, comunitarios o de formación técnica.

Como limitación principal se identificó la necesidad de realizar pruebas con usuarios reales, lo cual se plantea como una fase futura del proyecto para validar la usabilidad y el impacto del dispositivo en entornos reales.

Referencias

- Biswas, S., Dey, A., Adhikary, S., Das, A., & Nath, A. (2022). Prototype Development of an Assistive Smart-Stick for the Visually Challenged Persons. *2022 2nd International Conference on Innovative Practices in Technology and Management (ICIPTM)*, Gautam Buddha Nagar, India, 2022, pp. 477-482, <https://doi.org/10.1109/ICIPTM54933.2022.9754183>
- Priya, R., Sathishkumar, G., & Soniya, K. (2015). Prototypic Hand Talk – Assistive Technology for Perceptual Disabilities. *International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT)*, 4(04). <https://www.ijert.org/prototypic-hand-talk-assistive-technology-for-perceptual-disabilities>
- Sáenz, J. P., Cárcamo, F., Rojas, R., & Ormazábal, W. (2020). FPGA-Based Real-Time Beamforming System for Assistive Hearing Devices. En *Smart Innovation, Systems and Technologies* (Vol. 167, pp. 339–348). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-42531-9_29
- Sorgini, F., Mancinelli, C., & Russo, M. (2018). Haptic technologies for blind and deaf people: A review. *Disability and Rehabilitation: Assistive Technology*, 13(4), 394–403. <https://doi.org/10.1080/17483107.2017.1385100>