

Dispositivo sonoro para mejorar la autonomía de personas con discapacidad visual en fútbol adaptado

Autores: Juan Marcelo Pérez Pérez

Instituto Superior Tecnológico Particular Sudamericano, ITS

jperez@sudamericano.edu.ec

Cuenca, Ecuador

<https://orcid.org/0000-0003-4753-3122>

Telmo Santiago Durazno Silva

Instituto Superior Tecnológico Particular Sudamericano, ITS

tsdurazno@sudamericano.edu.ec

Cuenca, Ecuador

<https://orcid.org/0000-0003-3047-5296>

Galo Patricio Hurtado Crespo

Instituto Superior Tecnológico Particular Sudamericano, ITS

gphurtado@sudamericano.edu.ec

Cuenca, Ecuador

<https://orcid.org/0000-0002-7190-140X>

Marco Aurelio Guamán Buestán

Instituto Superior Tecnológico Particular Sudamericano, ITS

magbmail@gmail.com

Cuenca, Ecuador

<https://orcid.org/0000-0001-9544-2220>

Resumen

El fútbol adaptado para personas con discapacidad visual ha experimentado un crecimiento significativo desde la década de los años ochenta, tanto a nivel internacional como nacional. Por la naturaleza de este deporte, los jugadores reciben asistencia auditiva para orientarse dentro del campo de juego. El objetivo del estudio es desarrollar dispositivos sonoros para asistir a personas con discapacidad visual en sus entrenamientos de fútbol. Los jugadores contarán con un pulsante en su mano que, al presionarlo, activará unos altavoces situados en la portería, emitiendo un sonido para que el jugador pueda identificar la ubicación de los tres postes. El tipo de investigación es aplicada de corte longitudinal-exploratoria con un enfoque cualitativo. La evaluación del dispositivo se realizó en dos etapas: primero, pruebas individuales con un representante de cada equipo (Club Vulcano y ANVIZSUC), y luego, un partido demostrativo entre ambos equipos. Seis deportistas participaron en la encuesta posterior al partido. Los datos fueron analizados y el resultado obtenido fue que los dispositivos de asistencia incrementan la autonomía de las personas con discapacidad visual en la práctica de fútbol adaptado.

Palabras clave: autonomía; discapacidad visual; dispositivo sonoro; fútbol adaptado.

Código de clasificación internacional: 6310.09 - Calidad de vida.

Cómo citar este artículo:

Pérez, J., Durazno, T., Hurtado, G., & Guamán, M. (2024). **Dispositivo sonoro para mejorar la autonomía de personas con discapacidad visual en fútbol adaptado**. *Revista Científica*, 9(32), 275-297, e-ISSN: 2542-2987. Recuperado de: <https://doi.org/10.29394/Scientific.issn.2542-2987.2024.9.32.13.275-297>

Fecha de Recepción:
16-11-2023

Fecha de Aceptación:
06-04-2024

Fecha de Publicación:
06-05-2024

Sound device to improve autonomy of visually impaired people in adapted soccer

Abstract

Adapted soccer for visually impaired people has experienced significant growth since the 1980s, both internationally and nationally. Due to the nature of this sport, players receive auditory assistance to orient themselves on the field of play. The aim of the study is to develop sound devices to assist visually impaired people in their soccer training. Players will have a button in their hand that, when pressed, will activate speakers located in the goal, emitting a sound so that the player can identify the location of the three posts. The type of research is applied, longitudinal-exploratory with a qualitative approach. The evaluation of the device was carried out in two stages: first, individual tests with a representative from each team (Club Vulcano and ANVIZSUC), and then a demonstration match between both teams. Six athletes participated in the post-match survey. The data were analyzed and the result obtained was that the assistance devices increase the autonomy of visually impaired people in the practice of adapted soccer.

Keywords: autonomy; visual disability; audio device; adapted soccer.

International classification code: 6310.09 - Quality of life.

How to cite this article:

Pérez, J., Durazno, T., Hurtado, G., & Guamán, M. (2024). **Sound device to improve autonomy of visually impaired people in adapted soccer.** *Revista Científica*, 9(32), 275-297, e-ISSN: 2542-2987. Retrieved from: <https://doi.org/10.29394/Scientific.issn.2542-2987.2024.9.32.13.275-297>

Date Received:
16-11-2023

Date Acceptance:
06-04-2024

Date Publication:
06-05-2024

1. Introducción

Las Personas con Discapacidad Visual (PCDV) constituyen un grupo de atención prioritaria en Ecuador, demandando no solo la atención del Estado, sino también de la sociedad en general. Contribuir a la autonomía en la práctica de deportes, y de manera particular en el fútbol, es crucial para mitigar las consecuencias adversas para la salud asociadas con la falta de actividad física en individuos con discapacidades.

Sumado a esto, la Organización de las Naciones Unidas (ONU), en la Convención de los Derechos de las Personas con Discapacidad, señala en el artículo 4 el compromiso de los Estados para proporcionar información sobre dispositivos técnicos y tecnologías que ayuden a la realización de las actividades de las personas. Un reto importante de las personas con discapacidad visual es realizar sus actividades cotidianas de forma independiente. Para las discapacidades en general, la práctica de deportes se ha considerado una forma de rehabilitación tanto física como psicológica. Aun así, la discapacidad visual es la más limitante con respecto a otros tipos debido a la dificultad de adaptar los deportes a la falta de visión (García, 2020).

La autonomía se define como la capacidad para tomar decisiones de forma independiente. Las PCDV necesitan conocer su entorno a través de los órganos sensoriales, y de esa forma, tomar acciones que les permitan realizar cualquier acción (Fernandes, Faria, Paredes y Barroso, 2011). La función visual desempeña un rol crítico en la evaluación y procesamiento cerebral de información pertinente a la posición corporal en el espacio, facilitando la adecuación de la postura y la precisión en los movimientos.

Este proceso es esencial para el mantenimiento del equilibrio necesario y la estabilidad postural. El déficit sensorial asociado a la disminución de la visión no solo afecta la ejecución de movimientos físicos, sino que también genera preocupaciones relacionadas con la seguridad durante el desarrollo de actividades diarias que involucren desplazamientos (Chen y Lin, 2011).

Este fenómeno repercute en la tendencia mayoritaria de las PCDV a eludir la participación en actividades deportivas activas. Considerando la relevancia de la visión en estos contextos, se han implementado ajustes y adaptaciones en los deportes con el fin de optimizar la participación activa de las PCDV. Este enfoque adaptativo tiene como objetivo principal promover tanto el bienestar físico como la inclusión de este grupo poblacional (Carretti, Mirandola, Sgambati, Manetti y Marini, 2022). En conformidad con Perialisi, et al. (2017a): la práctica de deportes promueve la integración social de estas personas, además, les ayuda a aumentar su autoestima al enfrentar dificultades y superar sus discapacidades.

En este escenario, la adquisición de información sobre el entorno circundante, al carecer del sentido de la vista, se deriva a otros órganos sensoriales, predominantemente a través del sentido del oído (Hussain, Chen, Mirza, Chen y Hassan, 2015). Las PCDV demuestran eficiencia en el procesamiento táctil, como se evidencia en su habilidad para leer en Braille. Además, desarrollan habilidades destacadas en la discriminación auditiva, lo que les permite reconocer voces y notas de instrumentos musicales. Esta destreza auditiva también les posibilita localizar fuentes de sonido de manera rápida (Gougoux, Zatorre, Lassonde, Voss y Lepore, 2005). En base a estas habilidades, existen PCDV que mantienen una actividad física practicando diversos deportes.

En las adaptaciones de los diferentes deportes, las PCDV cuentan con asistentes designados como guías, quienes desempeñan un papel fundamental al acompañarlas durante la ejecución de la actividad. La búsqueda de estrategias para fortalecer la autonomía por parte de las PCDV se origina en la necesidad de asistencia, con el propósito de minimizar al máximo la dependencia de terceros (Katz, et al., 2012a).

Las PCDV experimentan una limitación en la percepción de su entorno, requiriendo un tiempo considerable para tener conciencia de lo que ocurre a

su alrededor. Cuando se desplazan por espacios públicos, como transeúntes en las calles, se enfrentan a desafíos como obstáculos y posibles colisiones con otras personas, evidenciando así las limitaciones del uso exclusivo del bastón blanco (Kumari, Lee, Shin y Lee, 2023).

Para una PCDV, el simple acto de desplazarse implica enfrentar diversos desafíos, y esta complejidad se intensifica aún más cuando deciden participar en la práctica deportiva. Frente a esto, Anthierens, Groux y Hugel (2018a): examinan la problemática inherente a las PCDV involucradas en la práctica del kayak. Estos individuos requieren la asistencia de un entrenador capacitado que funge como guía, transmitiendo instrucciones de manera verbal mediante comandos audibles. Sin embargo, esta modalidad de comunicación se torna inconveniente para los demás deportistas presentes alrededor, dado el carácter disruptivo de los gritos utilizados durante la actividad.

La necesidad de guías también se manifiesta en el ámbito del atletismo. En este contexto, los deportistas se encuentran físicamente vinculados a sus guías mediante una correa elástica que se ajusta a los codos. Esta modalidad no solo limita la autonomía de los atletas, sino que, impacta negativamente en su rendimiento (Pieralisi, et al., 2017b).

En lo que respecta al ámbito deportivo del fútbol adaptado para PCDV, Yandun, Auat, Lorca, Acevedo y Auat (2019a): identifican dos problemáticas que afectan a los clubes de este deporte. En primer lugar, se observa que los jugadores no poseen la capacidad de ubicar la portería de manera autónoma, siendo necesario contar con un asistente que golpee los postes con el fin de proporcionar orientación. En segundo lugar, se señala la carencia de reconocimiento social para el fútbol adaptado, lo que conlleva a la falta de apoyo financiero por parte de patrocinadores. Esta falta de respaldo económico, a su vez, obstaculiza el desarrollo y crecimiento sostenible de esta disciplina deportiva.

Para Ivascu, Moldoveanu, Moldoveanu, AMorar, Tugulea y Asavei (2023): hay una diversidad de dispositivos de asistencia diseñados para permitir a las PCDV desplazarse de forma autónoma mediante combinaciones de sonidos y vibraciones. No obstante, destaca que la orientación espacial no alcanza niveles óptimos, subrayando la necesidad de una mayor eficacia en el empleo de estímulos auditivos.

En este entorno, se subraya que el sedentarismo afecta de manera adversa la calidad de vida de las Personas con Discapacidad Visual (PCDV). Así, el estudio se centra en la escasez de opciones de entretenimiento que fomenten la actividad física para estas personas, teniendo en cuenta especialmente la necesidad de emplear sonidos de forma efectiva para ofrecer experiencias lúdicas y gratificantes.

El desarrollo de dispositivos de asistencia para PCDV busca mejorar la autonomía de estas personas. En la investigación realizada por Khan, Nazir y Khan (2021a): desarrollaron un asistente electrónico que incorpora una cámara de reconocimiento de objetos, evitación de obstáculos y tareas de lectura de personas con discapacidad visual. Se valoró: la comodidad o facilidad de uso, movilidad, preferencia y precisión del asistente de lectura del dispositivo comparándolo con un bastón blanco.

En el ámbito de los dispositivos de asistencia para deportistas en competiciones de kayak, que de acuerdo con Anthierens, Groux y Hugel (2018b): sugieren la implementación de un sensor con estímulos vibrotáctiles, el cual se coloca en las muñecas del deportista. Este dispositivo se activa en función de los giros que el deportista debe realizar, ya sea a la izquierda o a la derecha. Además, se utilizan puntos de georreferenciación en el mar para delimitar carriles que sirven como guía para los deportistas.

Mencionando a Pieralisi, et al. (2017c): desarrollaron una infraestructura autónoma para carreras de maratón, que implica la instalación de dos cables a lo largo de una pista atlética. Estos cables sirven para delinear un carril

virtual. Cuando el atleta se acerca a uno de los cables, se envían señales de vibración a los receptores ubicados en los brazos.

Existe escasa investigación en torno a la autonomía en juegos colectivos para PCDV, como es el caso del fútbol adaptado. Una de las contribuciones en este ámbito proviene de Yandun, Auat, Lorca, Acevedo y Auat (2019b): quien llevó a cabo experimentos con 12 celdas que incorporan un sensor de impacto y un altavoz, dispuestos sobre una portería. Esta disposición en el espacio posibilita que el deportista identifique la ubicación exacta en la que el balón impacta en la portería.

A pesar de todas las propuestas realizadas para contribuir a la autonomía de las PCDV, todavía es imperativo analizar algunos desafíos que continúan surgiendo. Aún con la existencia de dispositivos electrónicos de asistencia diseñados para facilitar la exploración del entorno por parte de las PCDV, estos presentan diversos inconvenientes. Entre ellos se encuentran problemas relacionados con la calidad auditiva, la falta de una interfaz intuitiva y los elevados costos asociados (Khan, Nazir y Khan, 2021b):

Los resultados alentadores de Yandun, Auat, Lorca, Acevedo y Auat (2019c): indican que el dispositivo incrementó la autonomía en los entrenamientos. Sin embargo, aún hay limitaciones por superar, ya que los atletas encuentran que el dispositivo tiene excesivo peso, lo cual complica su traslado dado que debe emplearse en distintos escenarios de entrenamiento.

En relación con los estudios que se centran en la capacidad auditiva de las PCDV, aún es esencial ampliar la investigación, especialmente en lo que respecta a la cantidad de información ofrecida por los dispositivos de asistencia. Esta información debe ser mínima, evitando excesos y presentando únicamente lo necesario y suficiente para asistir al usuario. La eficiencia de la información proporcionada debe ser máxima, al mismo tiempo que se mantiene la intrusividad en niveles mínimos (Katz, et al., 2012b).

Esta investigación se enfoca en el caso del club "Vulcano" en la ciudad

de Cuenca, Ecuador. Aunque el club presenta una estructura organizativa y está registrado en la Federación Ecuatoriana de Deportes para Personas con Discapacidad Visual (FEDEDIV), enfrenta algunos desafíos. La plantilla del club está reducida a un número mínimo de deportistas, lo que impide participar en competencias. Además, carece de un cuerpo técnico y asistentes, lo cual es esencial dada la importancia de los guías en este deporte.

La mayoría de las iniciativas que benefician a las personas con discapacidad visual dependen finalmente de políticas gubernamentales. En este caso no existe la infraestructura necesaria para realizar este deporte en la ciudad, cuando se va a realizar un encuentro deportivo las canchas existentes deben ser adaptadas según las normas de la Federación Internacional de Deportes para Ciegos (IBSA, 2022).

El desafío más significativo que enfrenta el club, al carecer de un cuerpo técnico, radica en la dependencia de los guías. Estos guías ayudan en el posicionamiento dentro de la cancha, especialmente en la localización de la portería. La función esencial del guía es golpear los tres postes, permitiendo al jugador tener una referencia espacial para dirigir su disparo hacia meta y conseguir marcar un gol.

El objetivo principal de este estudio es determinar la eficacia de un dispositivo electrónico sonoro en la mejora de la autonomía de personas con discapacidad visual durante la práctica de fútbol adaptado. Específicamente, se busca mejorar la orientación espacial de los deportistas para facilitar la determinación de la ubicación de la portería dentro de la cancha. Los experimentos se llevaron a cabo tanto de manera individual durante el entrenamiento como de forma grupal en un encuentro deportivo. Los resultados obtenidos a través de la encuesta realizada a los participantes indicaron que el dispositivo contribuyó significativamente a mejorar la identificación de la portería sin la necesidad de un guía.

2. Metodología (Materiales y métodos)

El propósito del dispositivo sonoro es contribuir a la autonomía de las PCDV que participan en la práctica del fútbol. De acuerdo con lo que señalan Galindo-Rueda y López-Bassols (2022): la investigación aplicada busca no solo obtener nuevo conocimiento, sino también tener un propósito práctico. En consecuencia, este trabajo se clasifica como una investigación de naturaleza aplicada.

Esta investigación se clasifica como aplicada, de corte longitudinal-exploratorio, con un enfoque cualitativo. Es aplicada porque busca desarrollar una solución práctica (el dispositivo sonoro) para un problema específico. Su naturaleza longitudinal-exploratoria se evidencia en el proceso de desarrollo y evaluación del dispositivo a lo largo del tiempo, explorando su eficacia en diferentes etapas. El enfoque cualitativo se refleja en el uso de entrevistas, observaciones y encuestas para recopilar datos sobre las experiencias y percepciones de los participantes con respecto al dispositivo.

Las organizaciones colaboradoras en esta investigación fueron la Federación Ecuatoriana de Deportes para Personas con Discapacidad Visual (FEDEDIV), el Club Vulcano, así como la Asociación de No Videntes de la Zona Sur del Cañar (ANVIZSUC), los dos últimos clubes de fútbol adaptado. Con el propósito de obtener una comprensión completa de la realidad de las personas que participan en el fútbol adaptado, se llevaron a cabo entrevistas con los directivos de FEDEDIV y el Club Vulcano. Estas interacciones permitieron definir las características clave del dispositivo.

Posteriormente, tras la construcción del dispositivo, se llevaron a cabo evaluaciones en dos etapas: la primera consistió en pruebas individuales donde un jugador representante de cada equipo (Club Vulcano y ANVIZSUC) probó el dispositivo. La segunda etapa comprendió la ejecución de un partido demostrativo entre ambos equipos. Las pruebas se llevaron a cabo colocando el dispositivo en una portería, mientras que en la otra se ubicó a un guía

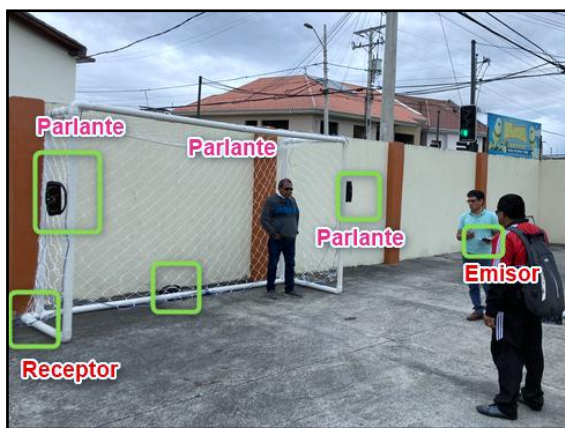
encargado de golpear los postes. El juego se dividió en dos tiempos de quince minutos cada uno, y en el cambio de tiempo se cambió la dirección de ataque los equipos experimentarían ambos métodos.

Al concluir el encuentro deportivo, se llevó a cabo una encuesta a seis deportistas participantes. Se utilizó una escala de Likert con opciones que iban desde “nada” (1) hasta “mucho” (5). Las preguntas se centraron en la percepción de los deportistas respecto al dispositivo sonoro, abordando aspectos como orientación, confianza, localización, autonomía, interacción, precisión y efectividad.

Para el análisis de los datos obtenidos, se aplicó un análisis de contenido en el caso de las entrevistas. En este proceso, se categorizaron algunos temas relevantes que conforman la problemática de la investigación. En cuanto a las encuestas, se empleó un análisis de frecuencias para determinar la frecuencia de ocurrencia de los valores relacionados con las variables estudiadas.

En la imagen 1 se muestra la solución propuesta, esta consta de un dispositivo emisor, un dispositivo receptor y tres parlantes activos de cinco W (5W) ubicados en los tres postes.

Imagen 1. Dispositivo sonoro para localización de portería de fútbol adaptado.



Fuente: Los Autores (2024).

El diseño del circuito emisor, incorpora un diodo emisor de *Luz Light-Emitting Diode (LED)* que indica el estado, ya sea encendido o apagado. Cuando el usuario presiona el botón, se envía una señal de forma secuencial a los tres parlantes de salida. Inicialmente, suena el parlante ubicado en el poste izquierdo, seguido por el del centro y, finalmente, el de la derecha. El intervalo de tiempo entre cada sonido es de 1 segundo.

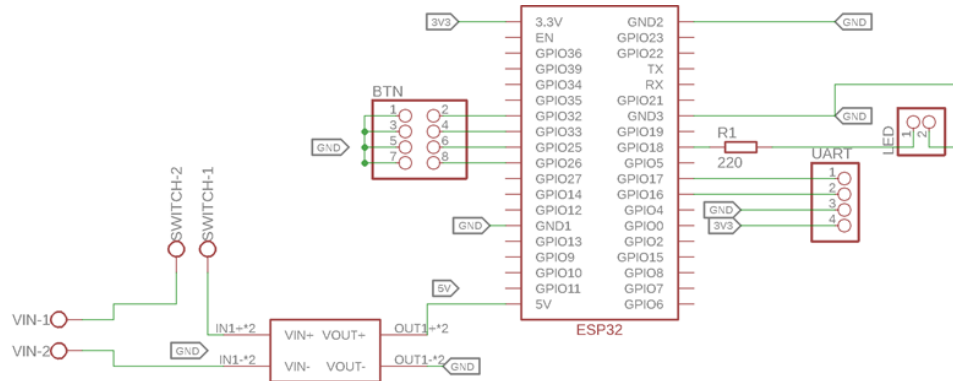
En las pruebas iniciales, el sonido grabado consistía en la voz de una persona. No obstante, posteriormente se consideró la posibilidad de que este sonido pudiera generar confusiones con otros ruidos emitidos por personas durante la práctica de fútbol. Por esta razón, se optó por cambiar el sonido a uno similar al golpe producido en un poste metálico.

El circuito incluye reguladores de voltaje, una microSD para almacenar el sonido guía y amplificadores de voltaje diseñados para aplicar filtros y asegurar una salida de audio óptima. Esta configuración se ha implementado teniendo en cuenta la necesidad de discriminar el sonido ante el ruido ambiental presente en los encuentros deportivos de fútbol.

La figura 1 presenta el diseño del circuito receptor del dispositivo sonoro para fútbol adaptado. El componente central es un microcontrolador ESP32, que utiliza el protocolo ESP-Now para la comunicación inalámbrica con el emisor. Este protocolo opera en la frecuencia de 2.4 GHz, permitiendo una comunicación efectiva en un rango de 90 a 200 metros, dependiendo del entorno.

Una vez establecida la comunicación y recibida la señal del emisor, los controladores de audio integrados en el circuito generan el sonido correspondiente en cada uno de los parlantes, que están conectados al receptor mediante un cable auxiliar de 3.5 mm.

Figura 1. Diseño del circuito receptor.



Fuente: Los Autores (2024).

Para garantizar la portabilidad y autonomía del dispositivo, el circuito incluye reguladores de voltaje y un voltímetro que permite visualizar el nivel de carga y el consumo de voltaje y corriente. El sistema utiliza dos baterías recargables, con un tiempo de carga de 1 hora y una duración operativa de aproximadamente 45 minutos. Esto es crucial para su uso en entornos deportivos donde la movilidad es esencial.

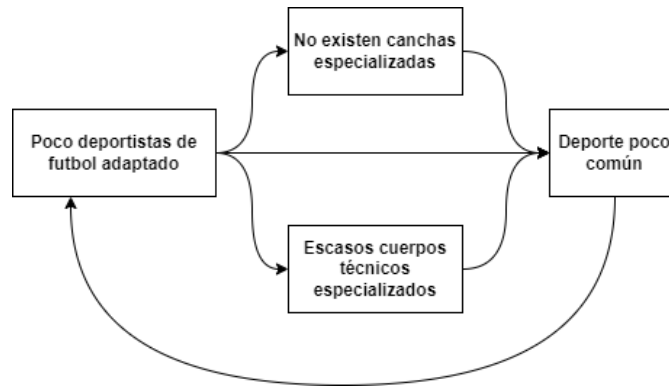
Aunque no se muestra explícitamente en la imagen, el circuito está diseñado para conectarse a los parlantes ubicados en los postes de la portería, que emiten los sonidos guía para orientar a los jugadores con discapacidad visual. El botón visible en el esquema podría usarse para activar la emisión de sonidos o para otras funciones de control, mientras que la conexión UART probablemente se utiliza para la programación y depuración del ESP32.

3. Resultados (análisis e interpretación de los resultados)

Las entrevistas llevadas a cabo proporcionaron información que permitió identificar diversas categorías, las cuales fueron posteriormente analizadas para identificar relaciones entre ellas. En la imagen 2 se presenta un mapa conceptual que describe de manera visual el análisis de

coocurrencias donde se identificó los principales problemas del fútbol adaptado para PCDV.

Imagen 2. Mapa conceptual del análisis de coocurrencias de la práctica de fútbol adaptado.



Fuente: Los Autores (2024).

Los resultados de las encuestas revelaron una percepción generalmente positiva por parte de los jugadores respecto al impacto del dispositivo sonoro en diversos aspectos de su desempeño y experiencia en el campo de juego.

En primer lugar, la mayoría de los jugadores reportaron que el dispositivo sonoro mejoró significativamente su capacidad para orientarse en el campo durante los entrenamientos, así como su confianza para participar en actividades específicas. Además, destacaron que el dispositivo les ayudó a localizar la portería y otros puntos de referencia durante un partido de fútbol, lo que sugiere una mejora en la orientación espacial.

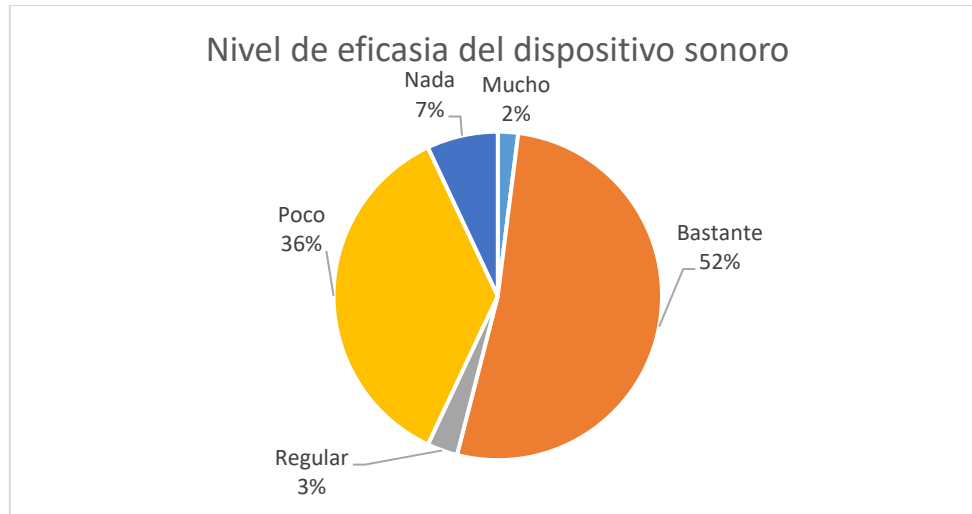
En cuanto a la autonomía en el campo de juego, la mayoría de los jugadores consideraron que el uso del dispositivo sonoro aumenta su independencia en comparación con métodos anteriores. También señalaron que el dispositivo facilitó su interacción con compañeros de equipo durante el encuentro de fútbol, interpretándose una mejora en la comunicación y

coordinación en el campo.

En lo concerniente a la influencia del intervalo de tiempo entre los sonidos emitidos por el dispositivo en la generación de disparos a la portería, la mayoría de los jugadores consideraron que este factor influyó positivamente en su precisión y coordinación al lanzar.

El gráfico 1 muestra el “Nivel de eficacia del dispositivo sonoro” utilizado en el fútbol adaptado para personas con discapacidad visual (PCDV). Los resultados indican una percepción generalmente positiva del dispositivo, con un 52% de los encuestados considerándolo “Bastante” eficaz y un 2% calificándolo como “Mucho”. Esta mayoría del 54% sugiere que el dispositivo sonoro es percibido como una alternativa viable y efectiva para reemplazar al llamador tradicional en las prácticas de fútbol, especialmente en los tiros directos al arco desde cualquier zona de la cancha.

Gráfico 1. Nivel de eficacia del dispositivo sonoro.



Fuente: Los Autores (2024).

Sin embargo, es importante notar que hay un porcentaje significativo de opiniones menos favorables. Un 36% de los participantes consideraron que el dispositivo es “Poco” eficaz, mientras que un 3% lo calificó como “Regular” y

un 7% como “Nada” eficaz. A pesar de estas opiniones mixtas, el hecho de que más de la mitad de los encuestados lo consideren bastante o muy eficaz respalda la conclusión de que el dispositivo sonoro contribuye positivamente a la autonomía de las PCDV en el contexto del fútbol adaptado, aunque hay margen para mejoras futuras.

4. Conclusiones

El desarrollo y evaluación del dispositivo sonoro para mejorar la autonomía de personas con discapacidad visual (PCDV) en la práctica de fútbol adaptado ha arrojado resultados prometedores, con implicaciones significativas para el área de tecnologías asistivas en el deporte adaptado.

El estudio demuestra que la implementación de tecnologías sonoras puede incrementar significativamente la autonomía de las PCDV en contextos deportivos, específicamente en el fútbol adaptado. La mayoría de los participantes percibieron el dispositivo como eficaz, indicando una mejora en su orientación espacial, confianza y capacidad para localizar la portería sin asistencia de guías. Esto sugiere que el dispositivo tiene el potencial de reducir la dependencia de asistentes humanos durante los entrenamientos y partidos, lo cual representa un avance notable en la inclusión y participación autónoma de las PCDV en actividades deportivas.

Un aspecto novedoso y relevante del estudio es el diseño específico del dispositivo para abordar las necesidades únicas del fútbol adaptado. La utilización de sonidos distintivos y la secuencia temporal de emisión desde los tres postes de la portería demuestran una comprensión profunda de los desafíos específicos que enfrentan los jugadores con discapacidad visual en este deporte.

En comparación con estudios previos sobre dispositivos de asistencia para PCDV en otros deportes, como el kayak o el atletismo, este trabajo se destaca por su aplicación en un deporte de equipo, lo que presenta desafíos

adicionales en términos de coordinación y orientación espacial. La relativa simplicidad y portabilidad del dispositivo también representan una ventaja sobre soluciones más complejas o permanentes propuestas en otros estudios.

Sin embargo, es importante reconocer las limitaciones del estudio. La muestra relativamente pequeña de participantes y la duración limitada de las pruebas sugieren la necesidad de investigaciones más extensas y a largo plazo. Además, aunque la mayoría de los participantes encontraron el dispositivo eficaz, un porcentaje significativo lo consideró poco o nada eficaz, lo que indica un margen para mejoras y adaptaciones futuras.

Para futuras investigaciones, se recomienda: a). Realizar estudios longitudinales para evaluar el impacto del dispositivo en el rendimiento y la participación de los jugadores a largo plazo; Explorar la posibilidad de integrar el dispositivo con otras tecnologías asistivas para crear un sistema más completo de orientación en el campo; Investigar cómo el uso del dispositivo afecta la dinámica de equipo y las estrategias de juego en el fútbol adaptado; Evaluar la viabilidad de adaptar el dispositivo para su uso en otros deportes de equipo para PCDV.

En efecto, el dispositivo sonoro desarrollado en este estudio representa un paso significativo hacia la mejora de la autonomía de las PCDV en el fútbol adaptado. Los resultados sugieren que tecnologías de este tipo pueden desempeñar un papel crucial en la promoción de la inclusión y la participación independiente en actividades deportivas. Si bien se requieren más investigaciones para refinar y validar completamente su eficacia, el estudio establece una base sólida para el desarrollo continuo de soluciones tecnológicas que apoyen la autonomía de las PCDV en contextos deportivos y más allá.

5. Referencias

Anthierens, C., Groux, D., & Hugel, V. (2018a,b). *Sensory navigation guide*

for visually impaired sea kayakers. *Journal of Field Robotics*, 35(5), 732-747, e-ISSN: 1556-4959. Retrieved from:

<https://doi.org/10.1002/rob.21775>

Carretti, G., Mirandola, D., Sgambati, E., Manetti, M., & Marini, M. (2022). **Survey on Psychological Well-Being and Quality of Life in Visually Impaired Individuals: Dancesport vs. Other Sound Input-Based Sports.** *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(8), 1-10, e-ISSN: 1660-4601. Retrieved from:

<https://doi.org/10.3390/ijerph19084438>

Chen, C., & Lin, S. (2011). **The impact of rope jumping exercise on physical fitness of visually impaired students.** *Research in Developmental Disabilities*, 32(1), 25-29, e-ISSN: 0891-4222. Retrieved from:

<https://doi.org/10.1016/j.ridd.2010.08.010>

Fernandes, H., Faria, J., Paredes, H., & Barroso, J. (2011). **An integrated system for blind day-to-day life autonomy.** In *The proceedings of the 13th international ACM SIGACCESS conference on Computers and accessibility (ASSETS '11)*. (pp. 225-226). ISBN: 9781450309202. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery.

Galindo-Rueda, F. & López-Bassols, V. (2022). **Implementing the OECD Frascati Manual: Proposed reference items for business R&D surveys.** OECD Science, Technology and Industry Working Papers, No. 2022/03. Paris, France: OECD Publishing.

García, E. (2020). **Tecnología aplicada al deporte profesional en personas con discapacidad visual.** Trabajo Fin de Máster. España: Universidad de Valladolid; Instituto Universitario de Oftalmobiología Aplicada (IOBA).

Gougoux, F., Zatorre, R., Lassonde, M., Voss, P., & Lepore, F. (2005). **A functional neuroimaging study of sound localization: visual cortex activity predicts performance in early-blind individuals.** *PLoS*

Biology, 3(2), 0324-0333, e-ISSN: 1545-7885. Retrieved from:
<https://doi.org/10.1371/journal.pbio.0030027>

Hussain, I., Chen, L., Mirza, H., Chen, G., & Hassan, S. (2015). ***Right mix of speech and non-speech: hybrid auditory feedback in mobility assistance of the visually impaired***. *Universal Access in the Information Society*, 14, 527-536, e-ISSN: 1615-5297. Retrieved from:
<https://doi.org/10.1007/s10209-014-0350-7>

IBSA (2022). ***Blind Football Laws 2022-2025: B1 Category***. Paris, France: International Blind Sports Federation.

Ivascu, S., Moldoveanu, F., Moldoveanu, A., Morar, A., Tugulea, A., & Asavei, V. (2023). ***Flying a Quadcopter-An Audio Entertainment and Training Game for the Visually Impaired***. *Applied Sciences*, 13(11), 1-21, e-ISSN: 2076-3417. Retrieved from:
<https://doi.org/10.3390/app13116769>

Katz, B., Dramas, F., Parsehian, G., Gutierrez, O., Kammoun, S., Brilhault, A., ... & Jouffrais, C. (2012a,b). ***NAVIG: Guidance system for the visually impaired using virtual augmented reality***. *Technology and Disability*, 24(2), 163-178, e-ISSN: 1878-643X. Retrieved from:
<https://doi.org/10.3233/TAD-2012-0344>

Khan, S., Nazir, S., & Khan, H. (2021a,b). ***Analysis of navigation assistants for blind and visually impaired people: A systematic review***. *IEEE Access*, 9, 26712-26734, e-ISSN: 2169-3536. Retrieved from:
<https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3052415>

Kumari, R., Lee, S., Shin, J., & Lee, S. (2023). ***Effect of Perceptual Training with Sound-Guided and Kinesthetic Feedback on Human 3D Sound Localization Capabilities***. *Sensors*, 23(11), 1-15, e-ISSN: 1424-8220. Retrieved from: <https://doi.org/10.3390/s23115023>

Pieralisi, M., Di Mattia, V., Petrini, V., De Leo, A., Manfredi, G., Russo, P., ... & Cerri, G. (2017a,b,c). ***An electromagnetic sensor for the***

autonomous running of visually impaired and blind athletes (Part I: The fixed infrastructure). *Sensors*, 17(2), 1-10, e-ISSN: 1424-8220.

Retrieved from: <https://doi.org/10.3390/s17020364>

Yandun, F., Auat, F., Lorca, D., Acevedo, O., & Auat, C. (2019a,b,c). ***Design and evaluation of sound-based electronic football soccer training system for visually impaired athletes.*** *BioMedical Engineering OnLine*, 18(76), 1-17, e-ISSN: 1475-925X. Retrieved from: <https://doi.org/10.1186/s12938-019-0695-5>

Juan Marcelo Pérez Pérez
e-mail: jperez@sudamericano.edu.ec



Nacido en Ambato, Ecuador, el 30 de marzo del año 1974. Ingeniero en Sistemas Informáticos; Magister en Educación con más de 7 años como docente titular en el Instituto Superior Tecnológico Particular Sudamericano (ITS), Cuenca; Lidero proyectos como la aplicación de metodología STEAM para el Sumak Kawsay en sectores vulnerables, una solución gamificada para adultos mayores con artrosis, entre otras; Conferencista en el Congreso de Innovación Tecnológica por dos ocasiones; he publicado investigaciones en revistas indexadas, abordando desde aplicativos web hasta gamificación en educación especial.

Telmo Santiago Durazno Silva
e-mail: tsdurazno@sudamericano.edu.ec



Nacido en Cuenca, Ecuador, el 17 de agosto del año 1980. Mi trayectoria en la docencia abarca más de dos décadas, donde he compartido mi conocimiento en el área técnica y en relaciones humanas, contribuyendo al desarrollo integral de mis estudiantes; he participado en el diseño e implementación de redes de datos para empresas, asegurando la conectividad y la eficiencia operativa; tengo experiencia en el manejo de aulas virtuales utilizando sistemas como Moodle, facilitando el proceso de aprendizaje en entornos en línea; Fundé y lidero REDYCOMPU, una empresa dedicada a soporte y venta de proyectos tecnológicos en electricidad y/o Informática.

Galo Patricio Hurtado Crespo
e-mail: gphurtado@sudamericano.edu.ec



Nacido en Cañar, Ecuador, el 14 de abril del año 1991. En el área de la docencia he contribuido en la formación integral de tecnólogos que aporten en la matriz productiva y desarrollo sostenible en diferentes empresas; en la parte académica, soy ingeniero en Electrónica, Telecomunicaciones y Redes; con una Maestría en Tecnologías de la información; y otra en Educación; en la parte de investigación científica he sido director; y codirector de proyectos de investigación; y me encuentro acreditado por el Secretaría de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación (SENESCYT) como Docente Investigador.

Marco Aurelio Guamán Buestáne-mail: magbmail@gmail.com

Nacido en Azogues, Ecuador, el 2 de mayo del año 1982. Profesor de la carrera de Desarrollo de Software; me especializo en la enseñanza de asignaturas como Programación Web y Despliegue de Aplicaciones; mi labor docente se ve complementada por la dedicación como investigador; centrándome en el análisis del impacto del software en la movilidad, aprendizaje y autonomía de personas con discapacidad; cuento con una experiencia como analista de tecnologías en el sector público; he contribuido significativamente a la integración y aplicación práctica de tecnologías en entornos gubernamentales; además de mi compromiso académico e investigativo; laboro como desarrollador FullStack, fusionando teoría y práctica en mi enfoque pedagógico.