Universidad Abierta Interamericana

UAI

Carrera:

Licenciatura en Producción de Simuladores y Videojuegos

Título de la tesis:

“El diseño universal en videojuegos y la experiencia de usuario de personas con discapacidad auditiva”

Alumno:

Yamil Farid Leva

Tutor/es de tesis:

Mariano Nicolás Ezequiel Rodríguez y David Curras

Fecha de presentación:

26 de Agosto de 2026

Agradecimientos

Deseo expresar en este apartado mi más profundo agradecimiento a Gabriela Judith Martin, presidente del Círculo Social, Cultural y Deportivo para Personas Sordas, y Adriana Mercedes Andrada, intérprete empírica de LSA, quienes pudieron facilitar el proceso del experimento con una gran predisposición y compromiso; y a cada uno de los voluntarios que decidieron participar con un gran entusiasmo para poder aportar al experimento.

Agradezco también a María Andrea Guisen, investigadora asistente del CONICET, con especialidad en Accesibilidad, Tecnologías y Estudios críticos en discapacidad, por su enorme aporte a la investigación y a reunir los elementos necesarios para poder realizar el experimento, además de haber guiado y supervisado el tema de la investigación.

También agradezco especialmente a los supervisores de tesis Ing. David Curras, y Lic. Mariano Nicolás Ezequiel Rodríguez, por haberme aconsejado y acompañado durante todo el proceso de esta investigación. Además, agradezco a todos los profesores que han asumido el compromiso de enseñar y demostrar sus conocimientos a la hora de dar clases, que me sirvieron mucho para finalmente decidirme por realizar este trabajo de tesis aplicando todo lo aprendido en la carrera.

Por último, siempre estaré agradecido con mi familia y amigos, que, de no ser por su apoyo incondicional y estar presentes en cada momento en el que más los necesité, no hubiera podido salir adelante.

Resumen

La presente investigación tuvo como objetivo analizar cómo el diseño de un videojuego accesible, complementado mediante herramientas visuales y retroalimentación háptica, puede influir en la experiencia de juego de personas con discapacidad auditiva. Para ello, se desarrolló un prototipo de videojuego de plataformas en Unity que puede reemplazar y/o complementar la información sonora tradicional por señales visuales claras, subtítulos contextualizados, indicadores de peligro mediante colores e iconografía, y vibración del joystick como apoyo complementario.

El estudio se llevó a cabo mediante pruebas de usuario realizadas con una muestra reducida de seis participantes con distintos grados de discapacidad auditiva, entre ellos personas con sordera profunda e hipoacusia. Durante las sesiones, se observaron variables relacionadas con el desempeño, la comprensión de las mecánicas, el nivel alcanzado, la capacidad de adaptación a los controles y las percepciones subjetivas de accesibilidad, inmersión y satisfacción general. Posteriormente, se recolectaron testimonios y respuestas cualitativas a través de entrevistas y formularios.

Los resultados obtenidos permitieron identificar una tendencia positiva respecto al uso de señales visuales y estímulos hápticos como herramientas efectivas para mejorar la comprensión de eventos importantes dentro del videojuego. La mayoría de los participantes valoró positivamente la presencia de iconos de alerta, subtítulos, colores distintivos y vibraciones, considerándolos elementos útiles para interpretar situaciones que normalmente dependerían del sonido. Los usuarios con experiencia previa en videojuegos lograron adaptarse más rápidamente a las mecánicas propuestas y obtuvieron mejores desempeños generales.

Sin embargo, las limitaciones vinculadas al diseño de la interfaz y a las diferencias individuales entre usuarios, evidenciaron oportunidades de mejora para alcanzar accesibilidad y experiencia de juego más configurables y adaptables a distintos perfiles de usuarios con discapacidad auditiva.

Palabras clave: accesibilidad, videojuegos, discapacidad auditiva, hipoacusia, sordera, diseño universal, retroalimentación háptica, experiencia de usuario.

Abstract

The purpose of this research was to analyze how the design of an accessible videogame, complemented by visual tools and haptic feedback, can influence the gaming experience of people with hearing disabilities. To achieve this, a platformer videogame prototype was developed in Unity, replacing traditional audio information with clear visual signals, contextual subtitles, danger indicators through colors and iconography, and joystick vibration as a complementary support system.

The study was conducted through user testing sessions with a small sample of six participants presenting different degrees of hearing impairment, including individuals with profound deafness and hearing loss. During the sessions, variables related to performance, gameplay comprehension, highest level reached, adaptation to controls, and subjective perceptions regarding accessibility, immersion, and overall satisfaction were observed. Afterwards, qualitative feedback and testimonies were collected through interviews and survey forms.

The obtained results revealed a positive tendency regarding the use of visual signals and haptic stimuli as effective tools for improving the understanding of important in-game events. Most participants positively valued the inclusion of warning icons, subtitles, distinctive colors, and vibrations, considering them useful elements for interpreting situations that would normally depend on sound. Furthermore, participants with previous gaming experience adapted more quickly to the proposed mechanics and achieved better overall performance.

However, certain limitations related to interface design and individual differences among users were also identified, highlighting the need for future accessible proposals capable of adapting to different player profiles and preferences. In this sense, the research concludes that

the implementation of visual and haptic resources could improve the accessibility and gaming experience of people with hearing disabilities, partially validating the proposed hypothesis and opening new possibilities for future research within the field of videogame accessibility.

Keywords: accessibility, videogames, hearing disability, hearing loss, deafness, inclusive design, haptic feedback, user experience.

Índice de contenidos

Agradecimientos **2**
Resumen **3**
Abstract **5**
Índice de contenidos **7**
Índice de Figuras **9**
Tabla de siglas y abreviaturas **10**
Capítulo 1: Introducción **11**
1.1 Estructura del trabajo: 11
Capítulo 2: Delimitación de la investigación **13**
2.1 Delimitación del problema de investigación 13
2.2 Interrogantes de investigación 14
2.3 Objetivos 14
Objetivo general: 14
Objetivos específicos: 14
2.4 Hipótesis 15
Hipótesis 1: 15
Hipótesis 2: 15
Hipótesis 3: 15
Explicación: 15
Capítulo 3: Metodología **16**
3.1 Diseño de la investigación: 17
3.2 Enfoque metodológico 17
3.3 Variables e indicadores 18
3.4 Muestra/Participantes 19
3.5 Técnicas e instrumentos 20
3.6 Desarrollo e implementación técnica del prototipo multimodal 21
3.6.1 Diseño UX/UI y prototipado en Figma 21
3.6.2 Configuración del Input System y esquema de Entrada Dual 22
3.6.3 Lógica de señalización multimodal (Visual, Textual y Háptica) en Unity 22
3.7 Procedimientos de análisis 24
Capítulo 4: Antecedentes y marco teórico **26**
4.1 Antecedentes 26
4.2 Marco teórico 28
4.2.1 Accesibilidad y Diseño Universal: 28

4.2.2 Videojuegos y Experiencia de Usuario..... 31
4.2.3 Discapacidad Auditiva y Mediaciones Tecnológicas.....33
4.2.4 Interconexiones entre accesibilidad, discapacidad auditiva y videojuegos.. 34
Capítulo 5: Resultados.....36
5.1 Categorías cualitativas..... 50
5.1.1 Claridad y efectividad de las señales visuales implementadas como accesibilidad..... 50
5.1.2 Impacto positivo de la inclusión de la vibración como una herramienta de accesibilidad dentro del videojuego.....51
5.1.3 Influencia de la experiencia previa jugando videojuegos..... 51
5.1.4 Problemas de orientación y comprensión espacial.....52
5.1.5 Predisposición positiva hacia videojuegos con accesibilidad.....52
5.2 Sistematización y síntesis de limitaciones del estudio (Variables Extrañas) 54
Capítulo 6: Discusión..... 56
Referencias bibliográficas:..... 60
Anexos.....65
Enlace a la copia del consentimiento informado.....65
Encuesta..... 65

Índice de Figuras

1. **Captura de pantalla de la versión ejecutable final compilada (A-Project.exe), mostrando el funcionamiento integrado del HUD de alertas direccionales y los subtítulos de estado durante el gameplay.**
    - ❖ Captura de pantalla de la build compilada (A-Project.exe) que detalla el funcionamiento simultáneo de alertas visuales de peligro, subtítulos de ritmo y UI reactiva en Unity - **(Figura pág. 25)**
2. **Experiencia previa jugando videojuegos vs Nivel máximo alcanzado.**
    - ❖ Relación entre la experiencia previa jugando videojuegos y el nivel máximo alcanzado por los participantes durante la prueba del prototipo - **(Figura pág. 47)**
3. **Comprensión de las señales visuales vs Satisfacción.**
    - ❖ Comparación entre la comprensión de las señales visuales implementadas y el nivel de satisfacción general reportado por los participantes - **(Figura pág. 48)**
4. **Intentos y Progreso.**
    - ❖ Relación entre la cantidad de intentos realizados y el porcentaje de progreso alcanzado por los participantes en el prototipo - **(Figura pág. 49)**
5. **Registro del testeo de usabilidad en el comedor de la Asociación Civil Círculo de Sordos de Rosario, detallando la interacción física del participante con el gamepad.**
    - ❖ Fotografía del trabajo de campo que muestra la disposición física del Smart TV en el comedor y la interacción de un participante con el gamepad - **(Figura pág. 50)**

Tabla de siglas y abreviaturas

UX	User Experience (Experiencia de Usuario)
2D	Dos dimensiones
HUD	Head-Up Display (información de pantalla)
Código QR	Quick Response (código de respuesta rápida)
LSA	Lengua de Señas Argentina
IOMA	Instituto Obra Médico Asistencial
SCI	Sound Communication Interface (interfaz de comunicación sonora)
ALI	Audio Layered Information (información por capas de audio)
NIDCD	National Institute on Deafness and Other Communication Disorders (Instituto Nacional de la Sordera y Otros Trastornos de la Comunicación)
OMS	Organización Mundial de la Salud
ASHA	American Speech-Language-Hearing Association (Asociación Americana del Habla, Lenguaje y Audición)
Cable HDMI	High Definition Multimedia Interface (Interfaz Multimedia de Alta Definición)
UI	User Interface (Interfaz de Usuario)

Capítulo 1: Introducción

En la actualidad, los videojuegos incluyen algunas funciones de accesibilidad auditiva, como subtítulos, indicadores visuales de sonido y vibración háptica, que permiten a los jugadores con discapacidad auditiva comprender mejor la experiencia. Sin embargo, estas soluciones suelen implementarse de manera fragmentada o inconsistente, lo que impide que los jugadores con discapacidad auditiva disfruten de una experiencia inmersiva y equitativa. A menudo, herramientas clave como los subtítulos carecen de personalización adecuada, y las señales visuales no logran transmitir información crítica sobre la distancia o intensidad de los eventos sonoros.

Esta problemática revela que la accesibilidad auditiva suele tratarse como un añadido posterior y no como un pilar del diseño. Ante este escenario, la presente investigación explora cómo el Diseño Universal puede transformar la experiencia de usuario, proponiendo un abordaje integral donde la información sonora se traduzca eficazmente a canales visuales y táctiles.

1.1 Estructura del trabajo:

- **Capítulo 1: Introducción.** Se brinda una breve explicación de la temática de la tesis junto con la justificación de la elección del tema a desarrollar.
- **Capítulo 2: Delimitación de la investigación.** Se explaya más a fondo con el problema y los objetivos planteados.
- **Capítulo 3: Metodología.** Se detalla el proceso de diseño tanto de la investigación como del experimento en sí.

- **Capítulo 4: Antecedentes y marco teórico.** Se presentan antecedentes sobre la ciencia conocida como Ludomusicología y la discapacidad.
- **Capítulo 5: Resultados.** Se hace un desglose del resultado individual de cada sujeto y se establecen una serie de categorías cualitativas.
- **Capítulo 6: Conclusiones.** Se detallan las conclusiones de todo el proceso que conlleva este trabajo y se realizan los análisis correspondientes.

Capítulo 2: Delimitación de la investigación

2.1 Delimitación del problema de investigación

Este proyecto propone el desarrollo de un prototipo de videojuego diseñado para un uso universal, haciendo énfasis en herramientas de accesibilidad para personas con discapacidad auditiva, buscando superar las limitaciones de las soluciones actuales. A diferencia de los enfoques tradicionales que utilizan indicadores visuales aislados, esta propuesta se basa en un sistema multimodal que complementa el sonido con señales visuales y hápticas que puedan comprenderse en su totalidad.

El abordaje contempla la creación de un lenguaje visual que comunique no sólo la presencia de un sonido, sino también su tipo, dirección, intensidad y urgencia, empleando iconos y colores integrados en la interfaz para evitar la saturación visual. Como refuerzo, se plantea incorporar una retroalimentación háptica diferenciada para que los jugadores identifiquen patrones en situaciones críticas, como recibir daño o la proximidad de un enemigo. Este sistema busca ofrecer una nueva experiencia que no solamente dependa del canal auditivo para ser satisfactoria.

2.2 Interrogantes de investigación

Este contexto justifica el desarrollo de un prototipo que traduzca de forma clara y coherente la información sonora en señales visuales y hápticas, ofreciendo a los jugadores una experiencia más inclusiva y satisfactoria.

Ante este panorama, se formuló la siguiente cuestión:

¿Cómo podría influir el diseño de un videojuego desarrollado específicamente para personas con discapacidad auditiva, complementado con dispositivos especiales, en la calidad de su experiencia de juego en términos de accesibilidad, inmersión y disfrute?

Se tiene entonces la operacionalización de las variables del planteo: se considera el grado de accesibilidad del gameplay como variable dependiente (vd), en función de la accesibilidad del diseño de un videojuego centrado en la discapacidad auditiva (vi).

2.3 Objetivos

Objetivo general:

Desarrollar y evaluar un prototipo de videojuego basado en los principios del Diseño Universal, que integre un sistema multimodal de señales visuales y hápticas, con el fin de mejorar la experiencia de usuario y la inmersión de personas con discapacidad auditiva.

Objetivos específicos:

- Analizar las limitaciones de las herramientas de accesibilidad auditiva actuales (subtítulos, indicadores visuales) en videojuegos comerciales.

- Diseñar una interfaz gráfica y un sistema de retroalimentación que traduzca información sonora crítica (alertas, ambiente, diálogos) sin saturar el canal visual.
- Validar la efectividad del prototipo mediante pruebas con usuarios, evaluando indicadores de jugabilidad, inmersión y satisfacción.

2.4 Hipótesis

Hipótesis 1:

El diseño de un videojuego específicamente pensado para personas con discapacidad auditiva podría mejorar la accesibilidad aplicada en comparación con videojuegos convencionales.

Hipótesis 2:

La combinación de un diseño accesible y dispositivos complementarios elevaría los niveles de disfrute y satisfacción de los jugadores con discapacidad auditiva.

Hipótesis 3:

Los usuarios reportarían un mayor nivel de inmersión cuando las señales visuales estén integradas en la interfaz de manera coherente y estética, en lugar de ser añadidos aislados.

Explicación:

Como experimento, primero y principal, se puede partir desde el diseño de un prototipo funcional de videojuego accesible para personas con discapacidad auditiva. Este prototipo servirá como medio para validar la propuesta de diseño universal y evaluar la viabilidad de integrar dispositivos especiales en la experiencia lúdica.

Capítulo 3: Metodología

El proceso experimental se dividió en las siguientes etapas:

1. **Diseño del prototipo**: Se desarrolló un videojuego con mecánicas adaptadas a jugadores con sordera y/o discapacidades similares en la audición, empleando elementos como subtítulos descriptivos, vibraciones cuyo nivel de intensidad puede ser modificado y una navegación a través de los menúes con símbolos e iconos similares grandes para que el jugador pueda entenderlo de la manera más óptima posible.
2. **Prueba con usuarios**: Se seleccionó un grupo reducido de personas con discapacidades auditivas para participar en una sesión de prueba controlada. Durante esta sesión se les permitió jugar al prototipo, con asistencia técnica en caso que fuera necesaria.
3. **Evaluación mediante encuesta**: Al finalizar la experiencia, los participantes debieron comprender una encuesta estructurada con preguntas orientadas a evaluar aspectos como los siguientes:
    - Nivel de inmersión y disfrute.
    - Claridad en la mecánica del juego.
    - Grado de autonomía en la navegación e interacción.
    - Efectividad de los dispositivos complementarios utilizados.
    - Satisfacción general con la experiencia.
4. **Análisis de datos**: Se recopilaron y analizaron cuantitativa y cualitativamente los resultados obtenidos en las encuestas. Esto permitió determinar si la propuesta

mejoraba efectivamente la experiencia de juego y si representaba una alternativa viable para futuras implementaciones en la industria.

Este experimento buscó abrir el camino hacia nuevos modelos de diseño de videojuegos universales que incluyan más herramientas de accesibilidad, basados en la experiencia directa del usuario objetivo, tomando como resultado este caso.

3.1 Diseño de la investigación:

Esta investigación aplicó una metodología mixta, integrando herramientas de recolección de datos tanto cualitativas como cuantitativas. El diseño de la investigación es de carácter pre-experimental (específicamente, un diseño de grupo único con medición únicamente posterior o post-test) y de alcance exploratorio-descriptivo, enfocado en el desarrollo tecnológico y la evaluación de usabilidad y experiencia de usuario (UX) del prototipo desarrollado. Asimismo, dado el carácter específico de la población objetivo, se empleó un muestreo no probabilístico intencional para la selección de los participantes del estudio.

3.2 Enfoque metodológico

- **Cualitativo:** comprensión de la percepción de los usuarios mediante observación directa y entrevistas breves.
- **Cuantitativo:** recolección de métricas simples como porcentaje de tareas completadas, errores cometidos, tiempo de reacción y nivel de satisfacción.

3.3 Variables e indicadores

Las variables cualitativas analizadas comprendieron el nivel más difícil del prototipo y los factores que más dificultaron su partida, los factores a mejorar del desarrollo del videojuego, la claridad y la efectividad de las señales visuales implementadas como accesibilidad, el impacto positivo de la inclusión de la vibración como una herramienta de accesibilidad dentro del videojuego, la influencia de la experiencia previa jugando videojuegos, los problemas de orientación y comprensión espacial, la predisposición positiva hacia videojuegos con accesibilidad, la recopilación de antecedentes sobre accesibilidad auditiva, ludomusicología y diseño de efectos de sonido en videojuegos. Luego, se comenzó con el desarrollo del prototipo, el cuál consistió en crear un videojuego del género Plataforma en 2D con 3 niveles cortos los cuáles incluyeron señalizaciones visuales acompañadas de vibraciones que simularon los sonidos del juego para las personas con discapacidad auditiva.

La siguiente fase consistió en un encuentro presencial con la presidenta, intérprete y algunos miembros del Círculo Social, Cultural y Deportivo para Personas Sordas Asociación Civil de Rosario en sus instalaciones, donde los participantes se acercaron a probar el prototipo para así contribuir al análisis de variables. Entre ellas, la comprensión de los distintos eventos visuales, la capacidad de completar los niveles y sus tareas, además otras variables como el nivel de satisfacción y una breve descripción de la experiencia que han vivido.

La metodología mixta permitió capturar tanto la experiencia subjetiva del jugador como métricas objetivas de desempeño. Al mantener el prototipo simple y el experimento breve, se garantizó la factibilidad del proyecto dentro de los plazos y recursos disponibles, a la vez que se obtuvo información valiosa para validar la propuesta de accesibilidad auditiva.

Yendo a las variables cuantitativas, las mismas han comprendido métricas como el tiempo de reacción, el porcentaje de tareas completadas y el nivel de satisfacción del usuario con el prototipo.

3.4 Muestra/Participantes

La población objetivo estuvo formada por personas con discapacidades auditivas ya sean severas o parciales, que buscaban mejorar la calidad de su experiencia jugando videojuegos, ya que su discapacidad puede afectar ese aspecto.

La muestra estuvo compuesta por 6 personas con discapacidad auditiva pertenecientes a la Asociación Civil Círculo Social, Cultural y Deportivo para Personas Sordas de Rosario, mayores de 18 años, sin distinción de sexo. Se buscó incluir al menos dos participantes con experiencia previa en videojuegos y dos que no hayan jugado antes, para evaluar la accesibilidad del prototipo desde diferentes niveles de familiaridad. Todos los participantes debían estar dispuestos a probar el videojuego adaptado y responder preguntas sobre su experiencia.

La idea para seleccionar a los participantes comprendió los siguientes criterios:

- Tener entre 18 y 50 años
- Personas con discapacidades auditivas que requieran el uso de dispositivos especiales que permitan mejorar la experiencia de juego
- No es excluyente que tengan experiencia jugando videojuegos, pero aportaría que una o dos de las personas seleccionadas hayan experimentado jugar a los videojuegos.

- Personas con disposición a interactuar con tecnologías de asistencia auditiva en este caso, y a responder preguntas o encuestas simples sobre la experiencia.

3.5 Técnicas e instrumentos

La recolección de los datos se llevó a cabo mediante la grabación audiovisual del desempeño individual de cada participante y de sus devoluciones posteriores a la sesión de juego, las cuales se desarrollaron mediante encuestas cualitativas formuladas a lápiz y papel, con traducción a lenguaje de señas mediante gracias a una intérprete de la institución. En las encuestas, los voluntarios respondieron preguntas en torno a su edad, tipo y grado de discapacidad auditiva que tienen, qué nivel les resultó más fácil y más difícil de completar y por qué, qué niveles le resultaron más entretenidos y por qué motivos, si experimentaron frustración en algún momento de la partida y cuál fue la causa de dicho sentimiento, si consideraban que la accesibilidad estaba bien implementada y por qué, y si alguna vez habían jugado un videojuego que tenía características de accesibilidad para personas con discapacidad auditiva y en qué aspectos se asemejaba a este prototipo.

La recolección cuantitativa comenzó mediante la interacción con un prototipo jugable que recopiló datos sobre el nivel de precisión de las señalizaciones visuales y/o vibraciones hápticas, el nivel de comprensión del usuario ante estos eventos, la capacidad que el mismo tuvo para completar el nivel y la satisfacción general tanto como la experiencia que se llevaron de juego.

El consentimiento informado fue debidamente informado, firmado y aceptado por los participantes marcando su número de participante en una fila de casillas enumeradas.

3.6 Desarrollo e implementación técnica del prototipo multimodal

La construcción del prototipo funcional, denominado *A-Project*, se llevó a cabo empleando el motor de desarrollo Unity, articulado con el entorno Visual Studio y la implementación de lógica mediante lenguaje C#. Con el fin de garantizar la modularidad y escalabilidad del sistema, la arquitectura del software se organizó bajo estándares de limpieza en Unity, segmentando el repositorio en directorios fundamentales tales como /Assets —destinado al alojamiento de scripts, recursos gráficos y escenas— y /Packages para la gestión de dependencias externas, logrando así una tasa de refresco estable de 60 FPS para asegurar la fluidez de la experiencia.

El esquema de producción del videojuego se estructuró a través de tres fases determinantes: la concepción del diseño interactivo, el mapeo integral de los esquemas de control y la codificación de los eventos lúdicos dentro de Unity.

3.6.1 Diseño UX/UI y prototipado en Figma

La interfaz de usuario (UI) y la experiencia de usuario (UX) se concibieron bajo un pipeline formal de diseño de videojuegos. En primer lugar, se crearon los esquemas de pantalla, los menús de configuración y el flujo de navegación de las interfaces utilizando la herramienta de diseño Figma, donde se validó el prototipado interactivo.

Para garantizar la consistencia cognitiva y semántica de los elementos gráficos de accesibilidad por encima del canal sonoro tradicional, se implementó el plugin Iconify en Figma. A través de este recurso se diseñaron y exportaron vectorialmente los iconos funcionales del juego, tales como la señal de exclamación (!) para alertas de peligro y la iconografía representativa de los elementos interactivos del escenario (como la llave para completar el nivel).. Posteriormente, estos assets gráficos fueron importados como sprites en el Canvas de Unity.

3.6.2 Configuración del Input System y esquema de Entrada Dual

Para dar cumplimiento a las directrices de flexibilidad y adaptabilidad del Diseño Universal, el videojuego se configuró utilizando el nuevo Input System de Unity. Este componente facilitó la programación de un mapeo de entrada dual nativo, permitiendo que el jugador navegue e interactúe utilizando teclado o gamepad con idéntica tasa de respuesta. Los mapeos exactos implementados y compilados en la versión ejecutable son:

- **Control por Teclado:** Movimiento horizontal del personaje y navegación en menús mediante las teclas W, A, S, D. El salto se ejecuta mediante la Barra Espaciadora (SPACE BAR), mientras que la selección y confirmación en botones o menús se realiza a través de la tecla Enter.
- **Control por Gamepad (Mando):** Movimiento y navegación de menús mapeados al stick analógico izquierdo (LEFT ANALOG). El salto del personaje se asignó de manera táctil al Botón B (o Botón Círculo en mandos de PlayStation). La selección de opciones o confirmación se ejecuta mediante el Botón A (o Botón X en mandos de PlayStation).

Este mapeo de controles dual resultó fundamental para evaluar la adaptabilidad física y la memoria muscular de los participantes del estudio, permitiendo correlacionar el rendimiento del jugador con el dispositivo empleado.

3.6.3 Lógica de señalización multimodal (Visual, Textual y Háptica) en Unity

Con el fin de traducir los eventos acústicos de juego en equivalentes no sonoros accesibles, se codificaron en C# tres subsistemas que funcionan simultáneamente dentro del gameplay en Unity:

1. **Canal Visual (Alertas y HUD Reactivo):** Se programaron scripts que instancian de manera dinámica alertas e iconos direccionales en pantalla. Siguiendo un código

cromático estricto, los eventos de peligro inmediato (colisión de enemigos o amenazas activas) disparan un triángulo de advertencia (!) en color rojo o amarillo (dependiendo la cercanía del obstáculo; rojo como más peligroso, amarillo como algo peligroso) por encima del personaje jugable.

2. **Canal Textual (Subtítulos de Estado y Ritmo):** Gestionado por un administrador central de subtítulos, el videojuego despliega textos dinámicos con códigos de color específicos. Se programaron disparadores (Triggers 2D) en las escenas que imprimen subtítulos contextuales de advertencia como "¡Peligro!" o "Cuidado" en zonas críticas del mapa. Asimismo, al colisionar con una amenaza, se pierde una vida, mostrando uno de los 3 corazones en pantalla como vacío, y así sucesivamente, como feedback de estado inmediato.
3. **Canal Háptico (Vibración Activa del Joystick):** Para la retroalimentación táctil se utilizó la API háptica de Unity sobre el mando físico de consola. Se diseñaron firmas de vibración diferenciadas: un impacto "seco" e instantáneo en el motor derecho del gamepad (alta frecuencia) al recibir daño, y una vibración constante, oscilatoria y de baja frecuencia en el motor izquierdo (baja frecuencia) que simula de forma física la turbulencia y fuerza de empuje de los obstáculos de ráfagas de viento (ventilador rojo del Nivel 3). Adicionalmente, el juego cuenta con un multiplicador de ganancia en el menú que permite al usuario atenuar o desactivar por completo la vibración para evitar la fatiga sensorial. En la **Figura 01** se puede apreciar la interfaz final del software en su versión ejecutable y compilada, donde coexisten de forma armónica las alertas visuales rojas de peligro, la iconografía de objetivos y la subtitulación contextualizada sin saturar el campo de visión del jugador.



Figura 05. Captura de pantalla de la versión ejecutable final compilada (A-Project.exe), mostrando el funcionamiento integrado del HUD de alertas direccionales y los subtítulos de estado durante el gameplay. **Fuente:** Elaboración propia (2026)

3.7 Procedimientos de análisis

La información recopilada fue procesada mediante categorización cualitativa, agrupando las respuestas y conductas de los sujetos bajo denominadores comunes para identificar convergencias y divergencias en su experiencia de usuario.

Para fortalecer la robustez, validez y confiabilidad de los hallazgos, se empleó un diseño de triangulación metodológica. Este enfoque permitió contrastar de manera sistemática las métricas cuantitativas automáticas registradas por el prototipo (tales como progreso del jugador y cantidad de reintentos) con el registro cualitativo de observación audiovisual y las encuestas traducidas a LSA. Adicionalmente, el diseño de la metodología y la validación de las técnicas

de recolección de datos contaron con la supervisión de expertos en accesibilidad y mediaciones tecnológicas del ámbito académico nacional.

.

Capítulo 4: Antecedentes y marco teórico

4.1 Antecedentes

Trasladado al contexto de los videojuegos, los jugadores con discapacidad auditiva suelen enfrentarse a desventajas informativas cuando la jugabilidad depende de señales acústicas, como alertas, diálogos o la espacialización sonora. Un estudio experimental muestra que la hipoacusia afecta directamente el rendimiento en tareas lúdicas basadas en audio, generando mayores tiempos de procesamiento y errores, especialmente en condiciones con mezcla de música y habla. Aunque los participantes manifestaron disfrute, su desempeño fue inferior al de oyentes sin discapacidad, lo que evidencia una brecha en contextos competitivos [Falkenberg y colaboradores, 2025].

En muchos videojuegos, el diseño sonoro está pensado para personas oyentes, priorizando la riqueza estética y narrativa de la mezcla auditiva. Sin embargo, la experiencia de personas con dispositivos de asistencia, como los audífonos, suele ser heterogénea: los sonidos musicales y ambientales pueden percibirse distorsionados, y las preferencias varían según el grado de pérdida auditiva y la tecnología utilizada [Hearing Aids for Music, 2025]. Este hecho subraya que, al no contar con equivalentes visuales o hápticos sólidos, la accesibilidad sigue siendo limitada para este grupo de usuarios.

Un ejemplo destacado es Gears 5, que ofrece subtítulos altamente configurables en tamaño, color y fondo, identificando al hablante incluso cuando la voz proviene de radios o se encuentra fuera de pantalla, e incorporando descripciones de ruidos ambientales y cambios de música que alertan sobre el fin de un combate. Además, integra indicadores visuales para disparos, pasos o daños, de modo que los jugadores puedan anticipar amenazas y participar

en el modo multijugador sin requerir pistas auditivas [Straub, 2025], [Craven, 2019], [Boudreau, 2019]. Otro caso es HyperDot, un título minimalista que, aunque no se centra exclusivamente en la discapacidad auditiva, destaca por su alto contraste visual, opciones para daltónicos y soporte para mandos adaptativos de Xbox, lo que facilita que la información relevante llegue al jugador de manera puramente visual [Wikipedia, 2025]. Estas adaptaciones han sido valoradas de forma muy positiva por la comunidad sorda, que resalta la claridad de los elementos visuales y la facilidad de uso en sesiones de juego prolongadas.

Dentro de los juegos de mayor popularidad, Fortnite sobresale con su función Visualize Sound Effects, o “Sound Visualizer”, un sistema que convierte los principales eventos sonoros en iconos y anillos de colores visibles en el HUD. Este sistema indica, con direcciones precisas y variaciones de brillo y tamaño, sonidos como disparos, pasos, explosiones, vehículos o cofres. La visualización aparece como una superposición que rodea el punto de mira, permitiendo al jugador localizar y anticipar movimientos enemigos o elementos interactivos aun con el volumen desactivado [Rongen, 2024], [Case Studies, 2025], [Banerjee y colaboradores, 2023]. Para la comunidad con discapacidad auditiva, esta característica representa una mejora significativa en conciencia espacial, tiempo de reacción e inmersión, ya que suple por completo la ausencia de señales sonoras críticas. La recepción ha sido tan positiva que incluso jugadores oyentes la usan en entornos ruidosos o cuando juegan con audio bajo, lo que demuestra su versatilidad. Sin embargo, algunos usuarios señalan que, en pantallas pequeñas o con demasiados eventos simultáneos, la superposición puede saturarse, lo que abre oportunidades para ajustes de sensibilidad y filtrado de sonidos visualizados [Case Studies, 2025].

4.2 Marco teórico

4.2.1 Accesibilidad y Diseño Universal:

La diversa clasificación de tipos de discapacidad auditiva supone que un producto, si se busca su consumo por parte de este segmento de la población, requiera someterlo a un proceso de revisión y reemplazo de sus prestaciones por otras que lo adapten a las posibilidades de dichos consumidores y sus limitaciones. En el ámbito deportivo, los Juegos Paralímpicos se alzan como, quizá, uno de los principales movimientos de adaptación a personas discapacitadas. Particularmente, los Deaflympics (antes conocidos como World Games for the Deaf) introdujeron desde 1924 modificaciones en la señalización audiovisual (por ejemplo, luces en lugar de pistolas de arranque), sin alterar las reglas del deporte, lo que permitió mantener la competitividad y accesibilidad al mismo tiempo [Jerald, 2025], [Tokyo Metropolitan Goverment, s.f.].

En las interacciones multijugador, las personas con discapacidad auditiva afrontan dificultades específicas que afectan tanto el rendimiento como la experiencia social. Entre las limitaciones más reportadas se encuentran la incapacidad para percibir señales sonoras críticas (por ejemplo, alertas, direccionalidad de pasos, comunicaciones verbales de otros jugadores), la mayor vulnerabilidad en entornos ruidosos o con solapamiento de fuentes sonoras, y la exclusión de canales de comunicación espontánea que en usuarios oyentes se resuelven por voz (por ejemplo, coordinación rápida en partidas competitivas). Estudios experimentales han mostrado que la pérdida auditiva y la experiencia musical condicionan la capacidad para resolver tareas que dependen del canal sonoro, lo que se traduce en un rendimiento inferior en tareas de juego basadas únicamente en audio si no se proveen alternativas sensoriales [Falkenberg y colaboradores, 2025].

En Argentina, la legislación ha avanzado en la inclusión de personas con discapacidad auditiva, estableciendo derechos y regulaciones que buscan garantizar su acceso a servicios y tecnologías auditivas. La Ley Nacional N.º 25.415, sancionada en 2001, establece que las obras sociales y empresas de medicina prepaga deben cubrir tratamientos, audífonos, prótesis auditivas y rehabilitación para personas con hipoacusia, incluyendo implantes cocleares [Portal oficial del Estado argentino, s.f.].

En el ámbito privado, empresas como Audiser ofrecen servicios de calibración y adaptación de audífonos, con consultas gratuitas e ilimitadas para asegurar el confort y la eficacia del dispositivo en cada usuario [Audífonos Audiser, 2021]. Además, existen tecnologías innovadoras como el sistema de conducción ósea ADHEAR, que permite a las personas con hipoacusia conductiva o profunda unilateral oír sin necesidad de cirugía, mejorando la calidad de vida y la autonomía [MED-EL Medical Electronics, 2025].

En el sector público, se han implementado iniciativas para mejorar la accesibilidad en espacios culturales y turísticos. Por ejemplo, el Museo Provincial de Bellas Artes Emilio Caraffa en Córdoba ha desarrollado audiodescripciones para personas ciegas, utilizando códigos QR y una disposición espacial que simula un renglón de cuaderno, promoviendo la inclusión sensorial y cultural [Agencia Córdoba Cultura, 2025]. En el ámbito turístico, El Calafate ha implementado puntos accesibles con códigos QR que direccionan a videos en lengua de señas argentina, facilitando el acceso a la información para personas sordas [Pérez Luque, 2024].

Además, en este país se han promulgado leyes nacionales que reconocen derechos concretos para personas con discapacidad auditiva. La Ley 25.415 dispone que las obras sociales y empresas de medicina prepaga están obligadas a cubrir tratamientos, audífonos, prótesis auditivas y rehabilitación para quienes padecen hipoacusia, incluyendo implantes

cocleares. Por consiguiente, obliga a que las empresas telefónicas provean servicios especiales para facilitar la comunicación de personas con hipoacusia. Esta norma define distintos niveles de pérdida auditiva (leve, moderada, severa) y establece el marco legal para la provisión de tecnología auditiva básica. [Portal oficial del Estado argentino -:].

Otra legislación destacada es la Ley 27.710 de 2023, que reconoce a la Lengua de Señas Argentina (LSA) como lengua natural y originaria, identidad lingüística y cultural del colectivo sordo, garantizando su inclusión plena en todos los ámbitos del país. Esta ley subraya la necesidad de visibilizar barreras comunicacionales y de asegurar que las personas sordas o que usan LSA puedan acceder a información, servicios públicos y actividades sociales sin discriminación. [Portal oficial del Estado argentino, 2023].

En el plano provincial, la Provincia de Buenos Aires restauró su “Red de Hipoacusia”, una red sanitaria dedicada a la detección y atención temprana de la hipoacusia. Esta red incluye estudios como las otoemisiones acústicas en recién nacidos, diagnóstico audiológico, entrega de audífonos e implantes cuando corresponda, y atención especializada en diferentes hospitales de la provincia. Su objetivo es garantizar diagnósticos oportunos y acceso gratuito a los tratamientos necesarios para el desarrollo del lenguaje en niños y niñas. [Provincia de Buenos Aires, 2023].

En cuanto a servicios y trámites administrativos, el sistema IOMA (obra social de la Provincia de Buenos Aires) implementó mejoras para facilitar la provisión de audífonos: ahora la evaluación fonoaudiológica puede hacerse a través de un profesional asociado sin necesidad de iniciar un trámite en delegaciones, agilizando el proceso para las personas que necesitan audífonos, con cobertura del 100 % de los costos. [IOMA, 2024].

Estas normas y acciones demuestran que Argentina cuenta con bases legales y programas concretos que garantizan derechos para las personas con discapacidad auditiva, tales como reconocimiento de la LSA, cobertura de tecnología auditiva, atención temprana y trámites más accesibles. No obstante, los informes sectoriales y los reclamos de organizaciones señalan que la implementación práctica sufre demoras, falta de conocimiento de los derechos por parte de usuarios, desigualdad territorial en el acceso y recursos limitados en algunas jurisdicciones.

En resumen, Argentina ha logrado avances significativos en la adaptación de productos y experiencias para personas con discapacidad auditiva, especialmente en el ámbito de la salud y la cultura. Sin embargo, es necesario continuar trabajando en la formación de profesionales, la implementación de tecnologías accesibles y la sensibilización social para garantizar una inclusión plena y efectiva de las personas sordas en todos los aspectos de la vida cotidiana.

4.2.2 Videojuegos y Experiencia de Usuario

La ludomusicología es el campo de estudio que analiza el rol de la música en los videojuegos, explorando tanto sus funciones narrativas como informativas. Este enfoque busca normalizar el estudio de la música interactiva en relación con la experiencia de juego, subrayando que no se trata solo de un acompañamiento atmosférico, sino de un elemento estructural para la inmersión y la comunicación [Fernández-Cortés y colaboradores, 2021]. Dentro de este campo, modelos como SCI (Sound Communication Interface) y ALI (Audio Layered Information) ayudan a entender cómo los productores de sonido estructuran la música y los efectos auditivos en videojuegos para guiar la atención del jugador, comunicar estados del entorno o reforzar emociones. Estos modelos explican cómo la música se diseña para un

público con audición típica, dejando en evidencia la brecha de accesibilidad que enfrentan las personas con discapacidad auditiva.

En este contexto, los efectos de sonido en videojuegos suelen clasificarse en dos grandes categorías: Foley y sintetizados. Los efectos Foley reproducen o imitan sonidos reales, como pasos, golpes o choques de objetos, generando un vínculo verosímil con el mundo físico. Por otro lado, los efectos sintetizados se producen mediante síntesis digital y buscan representar elementos fantásticos, tecnológicos o imposibles en la realidad. Ambos tipos de efectos funcionan como pistas cognitivas y emocionales para el jugador, pero su ausencia o inaccesibilidad afecta la comprensión plena de la experiencia interactiva [Westerholm y colaboradores, 2024].

En cuanto a la implementación del sonido, existen técnicas usuales como la secuenciación horizontal, en la que las pistas musicales se van encadenando de acuerdo con la progresión del juego, y la remezcla vertical, donde capas de sonido se activan o desactivan en función de las acciones o estados del jugador. Estas técnicas no solo generan variedad, sino también efectos psicológicos como tensión, calma o euforia, aspectos que se pierden cuando la experiencia depende exclusivamente de la audición [Westerholm y colaboradores, 2024].

Estudios recientes muestran que los jugadores con pérdida auditiva prefieren géneros en los que el audio no es esencial, como los juegos de rol y aventura narrativa, que se apoyan en texto y exploración visual; los puzles, centrados en lógica y señales gráficas; los plataformeros, donde el control del movimiento depende del timing visual, y los juegos de estrategia, tanto en tiempo real como por turnos, donde la información principal se presenta en mapas y tableros. Estas investigaciones destacan la importancia de subtítulos claros, indicadores visuales de eventos importantes y opciones de personalización de interfaz que compensen la falta de

sonido [Cartwright y colaboradores, 2024], [Westerholm y colaboradores, 2024], sugiriendo que un videojuego accesible para este público debería priorizar una narrativa interactiva con retroalimentación visual o háptica intensa, en lugar de basarse en la musicalización tradicional.

Desde otra perspectiva, se ha investigado cómo personas sordas o con hipoacusia pueden desarrollar formas de “escucha experta” más allá de los límites auditivos, basadas en la percepción táctil, la memoria y la visualidad asociada al sonido. Esto demuestra que la experiencia musical puede expandirse hacia otros sentidos, ofreciendo pistas para el diseño universal en videojuegos [Holmes, 2017]. A su vez, profesionales sordos en el área de la ingeniería de audio han señalado que, si bien enfrentan limitaciones perceptivas, también desarrollan estrategias creativas y confianza técnica que les permiten aportar un enfoque distinto a la producción sonora [Cartwright y colaboradores, 2024].

4.2.3 Discapacidad Auditiva y Mediaciones Tecnológicas

La discapacidad auditiva es una de las condiciones sensoriales más prevalentes a nivel global, afectando a más de 430 millones de personas según la Organización Mundial de la Salud (OMS). Esta condición —que puede originarse por factores genéticos, complicaciones perinatales, infecciones o exposición prolongada al ruido— se clasifica clínicamente según su grado de pérdida (desde leve hasta profunda) y su tipo (conductiva, neurosensorial o mixta).

Desde una perspectiva física, el sonido es una onda mecánica de presión que se propaga a través de un medio elástico y se caracteriza por su frecuencia, amplitud y longitud de onda. El sistema auditivo humano procesa estas ondas de forma logarítmica, utilizándose los decibelios (dB) como escala estándar de medición. Una alteración en este mecanismo fisiológico impacta la vida cotidiana de las personas. Según la American Speech-Language-Hearing Association (ASHA), las principales barreras se manifiestan en la comunicación fluida, el acceso a servicios

y la comprensión de alertas exclusivamente acústicas, lo que incide directamente en el aislamiento social y la autonomía de las personas. Para mitigar estas barreras, coexisten apoyos clínicos y tecnológicos que van desde audífonos e implantes cocleares hasta dispositivos de conducción ósea (como el sistema ADHEAR).

Asimismo, el uso de la Lengua de Señas Argentina (LSA) se posiciona como el recurso comunicativo y de identidad cultural esencial para la inclusión de la comunidad sorda en el país, especialmente bajo el amparo de la Ley 27.710.

4.2.4 Interconexiones entre accesibilidad, discapacidad auditiva y videojuegos

Desde el mundo deportivo se han documentado múltiples estrategias transferibles: banderas, gestualidad estandarizada y luces que sustituyen señales sonoras. En el ámbito digital, soluciones equivalentes pueden incluir iconografía codificada, destellos de color, HUD reactivo, subtítulos enriquecidos e incluso vibración háptica. El manual de la Oficina de Deportes de Tokio [Tokyo Metropolitan Government, s.f.] enfatiza que estas adaptaciones no alteran la dinámica central, sino que solo transforman el canal sensorial. De manera similar, estudios sobre juegos basados en audio señalan que, aunque la hipoacusia introduce limitaciones, la música sigue siendo un componente valorado, lo que abre la posibilidad de implementar modos simplificados que combinen visualizaciones con material sonoro adaptado [Falkenberg y colaboradores, 2025].

La accesibilidad auditiva suele abordarse como un complemento y no como un eje central en el diseño de videojuegos. Esto responde, en parte, a que la tradición de la ludomusicología y la práctica profesional del diseño sonoro se han enfocado históricamente en las dimensiones estéticas, narrativas y emocionales del audio para oyentes típicos [Gagne, 2020]. Además, los costes de implementación de alternativas visuales o hápticas robustas, junto con la falta de

formación específica en discapacidad auditiva entre desarrolladores, refuerzan la tendencia de posponer la accesibilidad a etapas secundarias. Investigaciones sobre música y pérdida auditiva advierten, además, que la gran variabilidad individual de la experiencia auditiva con dispositivos asistivos dificulta establecer estándares universales de accesibilidad, lo que contribuye a que no se considere desde el inicio como requisito de diseño [Hearing Aids for Music, 2025].

La filosofía de los Deaflympics plantea que las reglas deben permanecer idénticas y que únicamente debe modificarse el canal de señalización. Este principio es aplicable a los videojuegos: cada evento sonoro debería tener un equivalente visual o háptico por defecto, de forma que el audio sea opcional y no indispensable para el desempeño. Así como en el atletismo la salida se indica con luces en lugar de disparos, en un videojuego de acción se podrían usar indicadores visuales periféricos, iconografía direccional y vibración contextual para sustituir disparos, explosiones o pasos, reduciendo así la brecha entre jugadores con y sin discapacidad auditiva [Jerald, 2025], [Tokyo Metropolitan Government, s.f.].

Capítulo 5: Resultados

A partir de la sistematización de los datos cualitativos y cuantitativos, se establecieron dos categorías homogéneas para clasificar la pérdida auditiva de la muestra: **Sordera Profunda** (pérdida auditiva severa a profunda con imposibilidad de procesar información lingüística por vía auditiva) e **Hipoacusia** (pérdida parcial con resto auditivo funcional).

De la muestra total de seis participantes (N=6), cuatro presentan sordera profunda (66.7%) —específicamente prelocutiva o de nacimiento— y dos presentan hipoacusia (33.3%). En cuanto a la distribución por género, cinco participantes pertenecen al género masculino (83.3%) y una participante al género femenino (16.7%). Dentro del subgrupo masculino, cuatro sujetos presentan sordera profunda y uno presenta hipoacusia. La única participante femenina del estudio pertenece a la categoría de hipoacusia. Esta unificación terminológica y diagnóstica permite correlacionar de manera consistente el desempeño de los usuarios con sus perfiles sensoriales.

Las edades reportadas por los encuestados estuvieron acorde al criterio de inclusión etario definido entre 18 y 50 años de edad. Dichos datos se informan a continuación junto con las transcripciones de sus respectivas devoluciones en la encuesta. De esta misma, los sujetos respondieron las preguntas desde n° 1 a n° 14 intercaladamente por razones que se reportan en el párrafo de las variables extrañas.

Aclaración metodológica preliminar sobre la aplicación del instrumento:

Antes de proceder al desglose individual de los resultados, es imperativo señalar que los participantes de la muestra no respondieron de manera uniforme al mismo conjunto de preguntas del cuestionario original (preguntas N.º 1 a N.º 14).

Esta disparidad no responde a omisiones voluntarias de los sujetos, sino a una limitación temporal crítica surgida durante el trabajo de campo: la disponibilidad horaria acotada de la intérprete de Lengua de Señas Argentina (LSA), quien debió retirarse antes de lo previsto debido al horario de la jornada (viernes por la noche en las instalaciones de la asociación).

Ante esta contingencia, y para respetar los tiempos de la profesional sin comprometer el testeo, se optó de manera estratégica por intercalar y priorizar aquellas preguntas que aportaban información nuclear para la validación de las hipótesis de investigación.

Por consiguiente, el lector observará que en ciertos perfiles individuales se explicita que determinadas preguntas no fueron realizadas, habiéndose priorizado siempre el resguardo de las métricas clave de usabilidad, inmersión y satisfacción.

> Sujeto 1: masculino 48 años. Tipo/grado de discapacidad: sordo profundo

Sobre la pregunta n° 4 "*¿Cuál fue el nivel que más le costó completar y el que más simple le pareció jugar, y por qué?*", comentó que la experiencia en general no le resultó difícil, que supo dominar el juego al poco tiempo de comenzarlo por estar ya acostumbrado o tener experiencia previa con videojuegos.

Sobre la pregunta n° 5 "*¿Qué niveles le resultaron más entretenidos? ¿Por qué motivo/s?*", adujo sentirse bien con el prototipo, sabiendo cómo jugar la experiencia del género propuesto, y añadió que, a comparación de otros títulos, este le resultó muy simple en líneas generales.

Sobre la pregunta n° 6 "*¿Se ha sentido frustrado en algún momento durante la experiencia? Si es así, ¿cuál ha sido la causa o el desencadenante?*", dijo no haber tenido ninguna sensación negativa. Al contrario, a medida que iba progresando por el juego, sabía dónde ir hallando items especiales como vidas extra o monedas.

La pregunta n° 7 "*Si tuviera que describir esta experiencia con una palabra, ¿Cuál sería?"* no fue realizada.

Sobre la pregunta n° 8 "*¿Considera que la accesibilidad (señales visuales en el gameplay, subtítulos, funciones del menú, etc.) está bien implementada? ¿Por qué?*", apreció la existencia de símbolos y colorización de los mismos porque le indicaban que habían objetos escondidos en el mapa, que de otra forma no se habría dado cuenta.

La pregunta n° 9 "*Los distintos elementos visuales que acompañaron al juego, ¿Ayudaron a comprender claramente el ritmo del mismo?"* no fue realizada.

La pregunta n° 10 "*¿Alguna vez había jugado videojuegos con accesibilidad para personas con discapacidad auditiva antes? En caso de que sí, ¿qué elementos cree que coincidían en ambos videojuegos? (ej. señales o colores específicos en distintas áreas del mapa)"* no fue realizada.

La pregunta n° 11 "*¿Considera que hay aspectos a mejorar en el videojuego que ha jugado? Si la respuesta es sí, ¿cuál/es cree que sería/n? ¿Por qué?"* no fue realizada.

La pregunta n° 12 "*¿Considera que la experiencia habría sido más accesible si hubiera tenido sonido? ¿Por qué?"* no fue realizada.

La pregunta n° 13 "*¿Recomendaría jugar este proyecto a otras personas que padezcan dificultades en la audición? Si hubiera que evaluar el juego con un puntaje entre 1 y 10, ¿qué nota le pondría? (esta última pregunta es opcional)"* no fue realizada.

La pregunta n° 14 "*¿Algún otro dato/comentario/sugerencia/feedback que quiera agregar?"* no fue realizada.

Topografía de respuesta y de performance

Este participante no logró ganar. Si bien llegó al final del nivel 3, no se percató del texto ubicado en el margen superior izquierdo que advertía la necesidad de contar con una llave para ganarlo; lo único que le faltaba era encontrar la llave para finalizar, en lo cual falló y terminó perdiendo todas las vidas en el intento. Al terminar el nivel 1 tutorial, no sabía qué botón presionar para avanzar de pantalla. Una vez que lo hizo, aprendió rápidamente los controles y comprendió con facilidad los obstáculos de viento. Durante su participación, buscaba recoger todas las monedas.

Estadísticas finales

Nivel máximo alcanzado: 3 (99%)
Cantidad de vidas al finalizar la experiencia: 0 (cero)
Cantidad de monedas recogidas: no registrado
Llave encontrada: no
Cantidad de intentos/partidas: 1 (uno)
Tiempo de juego total: 5 minutos : 02 segundos

> Sujeto 2: masculino 33 años. Tipo/grado de discapacidad: sordo profundo de nacimiento.

Sobre la pregunta n° 4 "*¿Cuál fue el nivel que más le costó completar y el que más simple le pareció jugar, y por qué?*", comentó que pudo desenvolverse fácilmente por todos los tres niveles, considerando al nivel 1 tutorial como útil para aprender cómo jugar. Según él, lo que más le costó al jugar era superar a los enemigos, porque al colisionar con ellos suponía que su personaje jugable reiniciaba en el punto de partida del nivel.

Sobre la pregunta n° 5 "*¿Qué niveles le resultaron más entretenidos? ¿Por qué motivo/s?*", no hubo un nivel en particular que le entretuviera más que otros, le gustó los tres en líneas generales. Lo que no le pareció muy entretenido era tener que enfrentarse a los enemigos por el motivo descrito en la pregunta anterior. Sin embargo, siempre decidía seguir adelante porque es un juego, y quería divertirse con él.

Sobre la pregunta n° 6 "*¿Se ha sentido frustrado en algún momento durante la experiencia? Si es así, ¿cuál ha sido la causa o el desencadenante?*", respondió negativamente justificando que el plataformero le resultó una experiencia muy sencilla. Agregó que hubiera preferido que el videojuego presente una aventura de mayor duración, con una temática más emparejada con la de guerra o fútbol, géneros que más le gustan.

Sobre la pregunta n° 7 "*Si tuviera que describir esta experiencia con una palabra, ¿Cuál sería?*", la calificó como 'útil', explicando que el juego lo ayudaba a saber el momento exacto en que tenía que saltar cuando un enemigo se le acercaba, al igual que el diseño de los iconos con el signo de exclamación y el uso de los colores amarillo y rojo.

Sobre la pregunta n° 8 "*¿Considera que la accesibilidad (señales visuales en el gameplay, subtítulos, funciones del menú, etc.) está bien implementada? ¿Por qué?*": esta consulta no fue administrada en esta instancia debido a que la entrevista al participante debió interrumpirse temporalmente por cuestiones logísticas y de organización interna del establecimiento durante el periodo de pruebas. Con el fin de no detener el flujo del experimento, se procedió a entrevistar en ese lapso al Sujeto 1.

La pregunta n° 9 "*Los distintos elementos visuales que acompañaron al juego, ¿Ayudaron a comprender claramente el ritmo del mismo?"* no fue realizada.

La pregunta n° 10 "*¿Alguna vez había jugado videojuegos con accesibilidad para personas con discapacidad auditiva antes? En caso de que sí, ¿qué elementos cree que coincidían en ambos videojuegos? (ej. señales o colores específicos en distintas áreas del mapa)"* no fue realizada.

La pregunta n° 11 "*¿Considera que hay aspectos a mejorar en el videojuego que ha jugado? Si la respuesta es sí, ¿cuál/es cree que sería/n? ¿Por qué?"* no fue realizada.

La pregunta n° 12 "*¿Considera que la experiencia habría sido más accesible si hubiera tenido sonido? ¿Por qué?"* no fue realizada.

La pregunta n° 13 "*¿Recomendaría jugar este proyecto a otras personas que padezcan dificultades en la audición? Si hubiera que evaluar el juego con un puntaje entre 1 y 10, ¿qué nota le pondría? (esta última pregunta es opcional)"* no fue realizada.

La pregunta n° 14 "*¿Algún otro dato/comentario/sugerencia/feedback que quiera agregar?"* no fue realizada.

Topografía de respuesta y de performance

Este individuo sí logró ganar. Llegó al nivel 3 resistiendo con una sola vida y sin la llave por no haberse dado cuenta de la consigna en el margen superior izquierdo de la pantalla. Cuando el juego le informó mediante subtítulos el ítem a hallar, continuó jugando con determinación hasta que la encontró, resultando victorioso. Mostró gran dominio de los controles, y buscaba recolectar todas las monedas y eliminar a todos los enemigos.

Estadísticas finales

Nivel máximo alcanzado: 3 (100%)
Cantidad de vidas al finalizar la experiencia: 1 (una)
Cantidad de monedas recogidas: 141
Llave encontrada: sí
Cantidad de intentos/partidas: 1 (uno)
Tiempo de juego total: 8 minutos : 14 segundos

> Sujeto 3: masculino 41 años. Tipo/grado de discapacidad: sordo profundo de nacimiento.

Sobre la pregunta n° 4 "*¿Cuál fue el nivel que más le costó completar y el que más simple le pareció jugar, y por qué?*", sintió que todas las etapas por las que pasó le resultaron igual de complicadas. Principalmente, le atribuyó a la vibración del joystick la dificultad para jugar de manera óptima puesto que pensaba que esto lo conducía a perder en los niveles.

Sobre la pregunta n° 5 "*¿Qué niveles le resultaron más entretenidos? ¿Por qué motivo/s?*", expresó que todos aquellos que jugó le parecieron más o menos bien, que lo

entretuvieron lo suficiente como para querer seguir jugando debido a que quería probar y conocer el prototipo.

La pregunta n° 6 "*¿Se ha sentido frustrado en algún momento durante la experiencia? Si es así, ¿cuál ha sido la causa o el desencadenante?"* no fue realizada.

La pregunta n° 7 "*Si tuviera que describir esta experiencia con una palabra, ¿cuál sería?"* no fue realizada.

Sobre la pregunta n° 8 "*¿Considera que la accesibilidad (señales visuales en el gameplay, subtítulos, funciones del menú, etc.) está bien implementada? ¿Por qué?*", contó que su sensación navegando por los escenarios era que se perdía mucho, que la experiencia no le terminó nunca de resultar útil.

La pregunta n° 9 "*Los distintos elementos visuales que acompañaron al juego, ¿Ayudaron a comprender claramente el ritmo del mismo?"* no fue realizada.

La pregunta n° 10 "*¿Alguna vez había jugado videojuegos con accesibilidad para personas con discapacidad auditiva antes? En caso de que sí, ¿qué elementos cree que coincidían en ambos videojuegos? (ej. señales o colores específicos en distintas áreas del mapa)"* no fue realizada.

La pregunta n° 11 "*¿Considera que hay aspectos a mejorar en el videojuego que ha jugado? Si la respuesta es sí, ¿cuál/es cree que sería/n? ¿Por qué?"* no fue realizada.

La pregunta n° 12 "*¿Considera que la experiencia habría sido más accesible si hubiera tenido sonido? ¿Por qué?"* no fue realizada.

La pregunta n° 13 "*¿Recomendaría jugar este proyecto a otras personas que padezcan dificultades en la audición? Si hubiera que evaluar el juego con un puntaje entre 1 y 10, ¿qué nota le pondría? (esta última pregunta es opcional)"* no fue realizada.

La pregunta n° 14 "*¿Algún otro dato/comentario/sugerencia/feedback que quiera agregar?"* no fue realizada.

Topografía de respuesta y de performance

Este voluntario no logró ganar. Jugó 3 veces y perdió en todas. Demostraba falta de dominio de los controles. En su tercera vez, no pasó del segundo nivel, y ante la pérdida

constante de vidas, terminó desistiendo de la experiencia. Mostró serias dificultades para adaptarse a los controles.

Estadísticas finales

Nivel máximo alcanzado: 2 (66,3%)
Cantidad de vidas al finalizar la experiencia: 0 (cero)
Cantidad de monedas recogidas: 21
Llave encontrada: no
Cantidad de intentos/partidas: 3 (tres)
Tiempo de juego total: 2 minutos : 12 segundos

> Sujeto 4: masculino 43 años. Tipo/grado de discapacidad: hipoacúsico.

Sobre la pregunta n° 4 "*¿Cuál fue el nivel que más le costó completar y el que más simple le pareció jugar, y por qué?*", reconoció un incremento en la dificultad hacia el final del videojuego, admitiendo que el nivel 1 tutorial le gustó bastante para practicar los controles y familiarizarse con las mecánicas, y admitió una preferencia del nivel 2 por sobre el nivel 3 por su facilidad.

La pregunta n° 5 "*¿Qué niveles le resultaron más entretenidos? ¿Por qué motivo/s?*" no fue realizada.

Sobre la pregunta n° 6 "*¿Se ha sentido frustrado en algún momento durante la experiencia? Si es así, ¿cuál ha sido la causa o el desencadenante?*", expresó conformidad con la propuesta en términos generales; no le resultó frustrante porque ya tenía experiencia como usuario de videojuegos desde que era muy pequeño.

La pregunta n° 7 "*Si tuviera que describir esta experiencia con una palabra, ¿cuál sería?"* no fue realizada.

Sobre la pregunta n° 8 "*¿Considera que la accesibilidad (señales visuales en el gameplay, subtítulos, funciones del menú, etc.) está bien implementada? ¿Por qué?*", consideró como positiva la existencia de la vibración en el mando al igual que los gráficos de los iconos de alerta y los colores que llevaban porque le sirvieron como referencia para buscar objetos clave o como ayuda visual para pensar cómo resolver los desafíos del nivel. Sobre la vibración, acotó que lo hacía sentir como si estuviera jugando al Call Of Duty.

La pregunta n° 9 "*Los distintos elementos visuales que acompañaron al juego, ¿Ayudaron a comprender claramente el ritmo del mismo?"* no fue realizada.

Sobre la pregunta n° 10 "*¿Alguna vez había jugado videojuegos con accesibilidad para personas con discapacidad auditiva antes? En caso de que sí, ¿qué elementos cree que coincidían en ambos videojuegos? (ej. señales o colores específicos en distintas áreas del mapa)",* reveló que es la primera vez que estuvo en contacto con un videojuego de este estilo que contenga un apartado de accesibilidad para personas de su condición. Expresó su sorpresa ante la inclusión de características como subtítulos coloreados y la vibración del joystick en momentos específicos, reconociéndolos como elementos inexistentes en otros videojuegos. Concluyó comentando que la experiencia del prototipo le resultó muy interesante.

La pregunta n° 11 "*¿Considera que hay aspectos a mejorar en el videojuego que ha jugado? Si la respuesta es sí, ¿cuál/es cree que sería/n? ¿Por qué?"* no fue realizada.

La pregunta n° 12 "*¿Considera que la experiencia habría sido más accesible si hubiera tenido sonido? ¿Por qué?"* no fue realizada.

La pregunta n° 13 "*¿Recomendaría jugar este proyecto a otras personas que padezcan dificultades en la audición? Si hubiera que evaluar el juego con un puntaje entre 1 y 10, ¿qué nota le pondría? (esta última pregunta es opcional)"* no fue realizada.

La pregunta n° 14 "*¿Algún otro dato/comentario/sugerencia/feedback que quiera agregar?"* no fue realizada.

Topografía de respuesta y de performance

Este sujeto sí logró ganar. Llegó con todas sus vidas intactas hasta el nivel 3, donde los enemigos y dificultad de los obstáculos del escenario le quitaron algunas de ellas. Buscó la llave antes de llegar al final del nivel porque había prestado atención a sus amigos que jugaron antes que él. Así, la terminó hallando y concluyó el videojuego con éxito. Demostró un dominio perfecto de los controles, aunque le costó superar el obstáculo de viento del ventilador rojo en el último tramo del nivel 3.

Estadísticas finales

Nivel máximo alcanzado: 3 (100%)
Cantidad de vidas al finalizar la experiencia: 2 (dos)
Cantidad de monedas recogidas: 133
Llave encontrada: sí
Cantidad de intentos/partidas: 1 (uno)
Tiempo de juego total: 3 minutos : 45 segundos

> Sujeto 5: masculino 36 años. Tipo/grado de discapacidad: sordo profundo.

Sobre la pregunta n° 4 "*¿Cuál fue el nivel que más le costó completar y el que más simple le pareció jugar, y por qué?*", le resultó algo difícil a comparación de otros títulos que había jugado anteriormente, a los que los comparó como más sencillos que el plataformero del prototipo.

La pregunta n° 5 "*¿Qué niveles le resultaron más entretenidos? ¿Por qué motivo/s?*" no fue realizada.

Sobre la pregunta n° 6 "*¿Se ha sentido frustrado en algún momento durante la experiencia? Si es así, ¿cuál ha sido la causa o el desencadenante?*", confesó no haberse sentido frustrado. Si bien perdía repetidas veces, esto no lo amilanó. Al contrario, sentía impulso por seguir jugando porque es algo que le gusta hacer. Sobre esto último, añadió que le gusta jugar, además, sobre todo a juegos de deportes como fútbol, tenis, y de otros géneros como de guerra.

La pregunta n° 7 "*Si tuviera que describir esta experiencia con una palabra, ¿cuál sería?"* no fue realizada.

Sobre la pregunta n° 8 "*¿Considera que la accesibilidad (señales visuales en el gameplay, subtítulos, funciones del menú, etc.) está bien implementada? ¿Por qué?*", afirmó que sí estaba bien diseñada gracias a la claridad de los colores y el dibujo de los iconos que aparecían por encima del personaje jugable. Cuando veía el símbolo de alerta rojo, sabía que le señalizaba un enemigo ('bolita roja' en sus palabras) o peligro en la cercanía. Lo mismo cuando aparecía la palabra 'Perdiste!' sabía con certeza que había fallado ese nivel. Y en cuanto a la vibración, también lo ayudó a darse cuenta de que algo estaba ocurriendo gracias a ella cuando presionaba algún botón del mando.

La pregunta n° 9 "*Los distintos elementos visuales que acompañaron al juego, ¿Ayudaron a comprender claramente el ritmo del mismo?"* no fue realizada.

La pregunta n° 10 "*¿Alguna vez había jugado videojuegos con accesibilidad para personas con discapacidad auditiva antes? En caso de que sí, ¿qué elementos cree que coincidían en ambos videojuegos? (ej. señales o colores específicos en distintas áreas del mapa)"* no fue realizada.

La pregunta n° 11 "*¿Considera que hay aspectos a mejorar en el videojuego que ha jugado? Si la respuesta es sí, ¿cuál/es cree que sería/n? ¿Por qué?"* no fue realizada.

La pregunta n° 12 "*¿Considera que la experiencia habría sido más accesible si hubiera tenido sonido? ¿Por qué?"* no fue realizada.

La pregunta n° 13 "*¿Recomendaría jugar este proyecto a otras personas que padezcan dificultades en la audición? Si hubiera que evaluar el juego con un puntaje entre 1 y 10, ¿qué nota le pondría? (esta última pregunta es opcional)"* no fue realizada.

Sobre la pregunta n° 14 "*¿Algún otro dato/comentario/sugerencia/feedback que quiera agregar?*", contó que el prototipo le pareció muy interesante, destacando a la vibración del joystick como la característica más distintiva de la experiencia, lo cual nunca había experimentado en otros videojuegos y que le resultó toda una sorpresa.

Topografía de respuesta y de performance

Este individuo no logró ganar. En su primera partida, perdió en el nivel del tutorial. Al intentarlo de nuevo en su segunda partida, perdió indefectiblemente lo que lo hizo desistir de seguir jugando. Al comenzar a familiarizarse con los controles, no sabía qué botón había que tocar para avanzar de pantalla al terminar el tutorial.

Estadísticas finales

Nivel máximo alcanzado: 1 (33,3%)
Cantidad de vidas al finalizar la experiencia: 0 (cero)
Cantidad de monedas recogidas: 25
Llave encontrada: no
Cantidad de intentos/partidas: 2 (dos)
Tiempo de juego total: 2 minutos : 07 segundos

> Sujeto 6: femenino 50 años. Tipo/grado de discapacidad: hipoacúsico.

Sobre la pregunta n° 4 "*¿Cuál fue el nivel que más le costó completar y el que más simple le pareció jugar, y por qué?*", fue el nivel 1 tutorial el que más fácil le resultó terminar, y consideró al resto como los más difíciles. Comentó también que el estilo de juego le recordaba a una entrega del Mario.

La pregunta n° 5 "*¿Qué niveles le resultaron más entretenidos? ¿Por qué motivo/s?*" no fue realizada.

Sobre la pregunta n° 6 "*¿Se ha sentido frustrado en algún momento durante la experiencia? Si es así, ¿cuál ha sido la causa o el desencadenante?*", dijo que no se frustró,

que disfrutó jugar la experiencia, y que el sentir la vibración durante la partida le hacía sentir diversión.

La pregunta n° 7 "*Si tuviera que describir esta experiencia con una palabra, ¿cuál sería?"* no fue realizada.

Sobre la pregunta n° 8 "*¿Considera que la accesibilidad (señales visuales en el gameplay, subtítulos, funciones del menú, etc.) está bien implementada? ¿Por qué?*", respondió que las señalizaciones que indicaban '*Peligro!*' o '*Cuidado*' estaban buenísimas, que le comunicaron efectivamente que debía tener precaución. Destacó positivamente a la vibración también.

La pregunta n° 9 "*Los distintos elementos visuales que acompañaron al juego, ¿Ayudaron a comprender claramente el ritmo del mismo?"* no fue realizada.

Sobre la pregunta n° 10 "*¿Alguna vez había jugado videojuegos con accesibilidad para personas con discapacidad auditiva antes? En caso de que sí, ¿qué elementos cree que coincidían en ambos videojuegos? (ej. señales o colores específicos en distintas áreas del mapa)",* confesó no haberse topado nunca antes con un videojuego que presentara tales ajustes de accesibilidad. Todos aquellos que había jugado eran 'normales, comunes'.

La pregunta n° 11 "*¿Considera que hay aspectos a mejorar en el videojuego que ha jugado? Si la respuesta es sí, ¿cuál/es cree que sería/n? ¿Por qué?"* no fue realizada.

La pregunta n° 12 "*¿Considera que la experiencia habría sido más accesible si hubiera tenido sonido? ¿Por qué?"* no fue realizada.

La pregunta n° 13 "*¿Recomendaría jugar este proyecto a otras personas que padezcan dificultades en la audición? Si hubiera que evaluar el juego con un puntaje entre 1 y 10, ¿qué nota le pondría? (esta última pregunta es opcional)"* no fue realizada.

Sobre la pregunta n° 14 "*¿Algún otro dato/comentario/sugerencia/feedback que quiera agregar?*", se mostró entusiasmada con que, en el futuro, existan más propuestas de videojuegos que estén preparados en materia de accesibilidad para personas con hipoacusia o sordera profunda, como lo tienen sus amigos.

Topografía de respuesta y de performance

Esta voluntaria no logró ganar. Jugó 5 partidas consecutivas, pero en todos sus intentos perdía todas las vidas en el nivel del tutorial, por lo cual decidió abandonar el videojuego. En el

principio de su experiencia, cuando sentía las primeras vibraciones del joystick, empezó a mostrarse emocionada, enseñándoselo a sus amigos quienes la observaban por detrás.

Estadísticas finales

Nivel máximo alcanzado: 1 (33,3%)
Cantidad de vidas al finalizar la experiencia: 0 (cero)
Cantidad de monedas recogidas: no registrado
Llave encontrada: no
Cantidad de intentos/partidas: 5 (cinco)
Tiempo de juego total: 3 minutos : 27 segundos

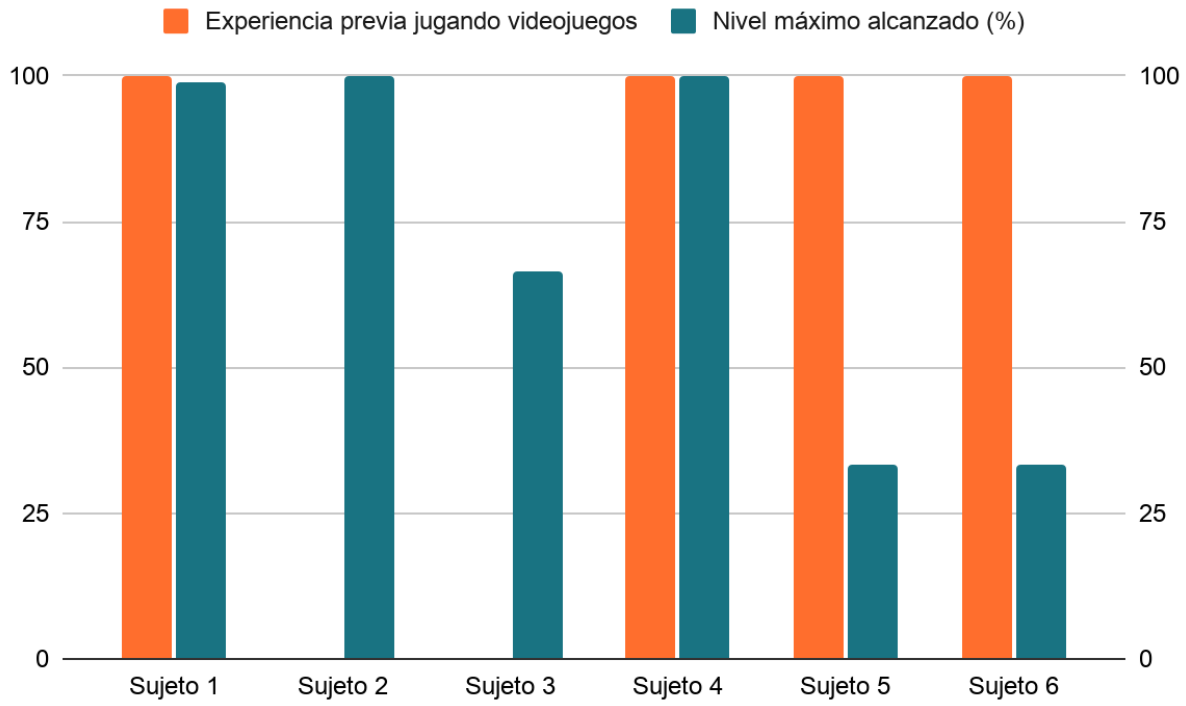


Figura 02. Experiencia previa jugando videojuegos vs Nivel máximo alcanzado. **Fuente:** Elaboración propia (2026)

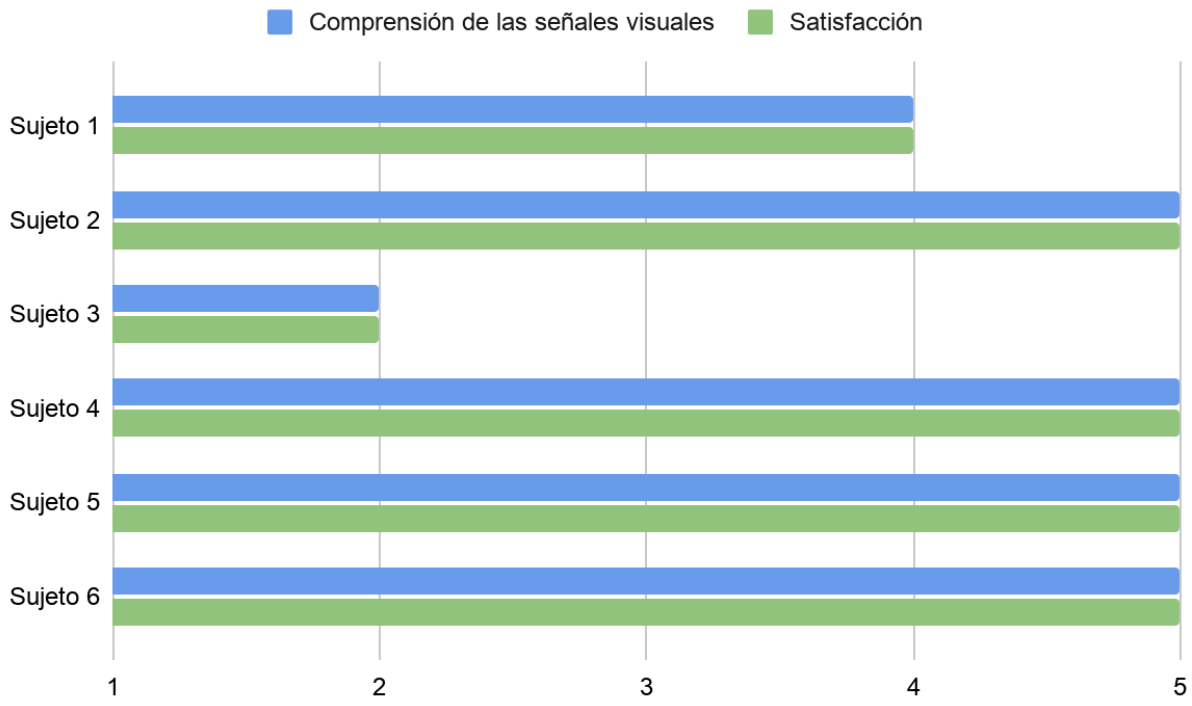


Figura 03. Comprensión de las señales visuales vs Satisfacción. **Fuente:** Elaboración propia (2026)

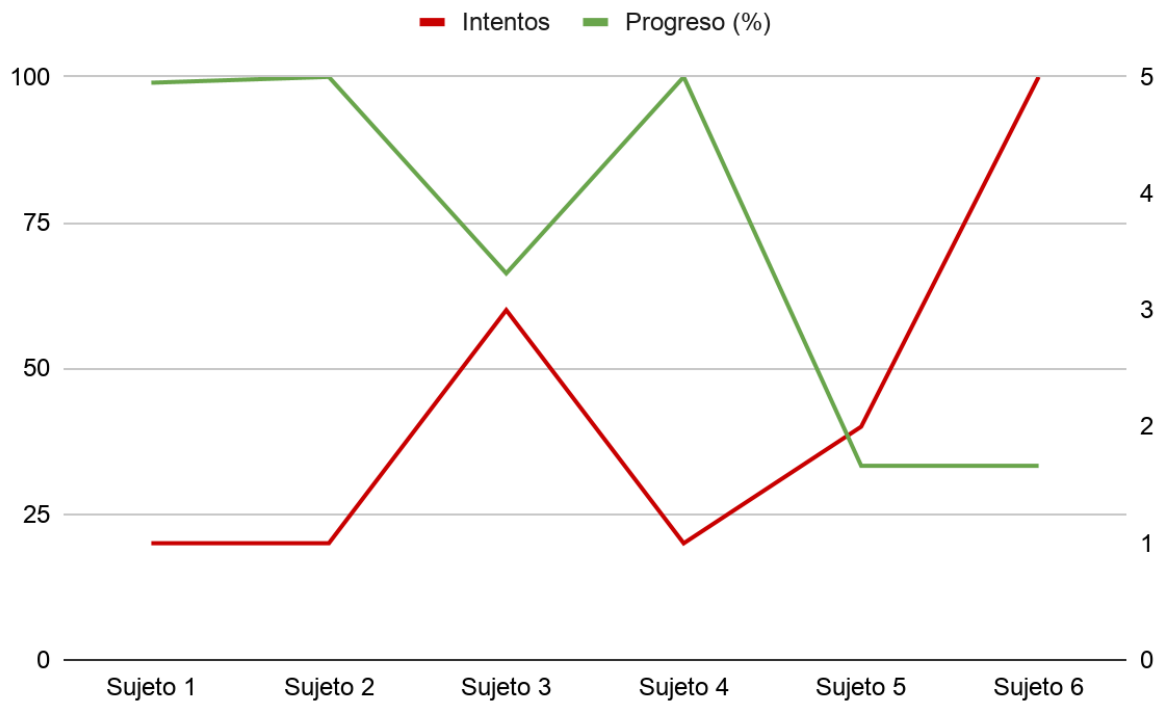


Figura 04. Intentos y Progreso. **Fuente:** Elaboración propia (2026)

Observaciones generales

Todos los participantes disputaron sus partidas parados, mirando la pantalla de un smart TV -colgado en una esquina del comedor principal de la institución- que retransmitía la pantalla de la notebook del investigador donde se estaba ejecutando el videojuego mediante un cable HDMI.

Todas las seis sesiones de juego se realizaron con los amigos y compañeros de los voluntarios presentes, ubicados estos detrás en un tablón ya que se encontraban cenando y compartiendo a razón del horario acordado con las autoridades de la institución (21 horas).



Figura 05. Registro del testeo de usabilidad en el comedor de la Asociación Civil Círculo de Sordos de Rosario, detallando la interacción física del participante con el gamepad. **Fuente:** Elaboración propia (2026)

5.1 Categorías cualitativas

5.1.1 Claridad y efectividad de las señales visuales implementadas como accesibilidad

Una de las coincidencias más frecuentes entre los participantes fue la valoración positiva de las señales visuales implementadas en el prototipo. Los sujetos destacaron especialmente

el uso de colores llamativos como rojo y amarillo, así como los íconos de advertencia y los subtítulos contextualizados. Estos elementos permitieron comprender peligros cercanos, localizar objetos importantes y anticipar acciones dentro del juego. En varios casos, los participantes manifestaron que las señales resultaban intuitivas incluso sin necesidad de experiencia previa con videojuegos accesibles.

5.1.2 Impacto positivo de la inclusión de la vibración como una herramienta de accesibilidad dentro del videojuego

La vibración del joystick fue uno de los recursos más destacados durante la experiencia. Los sujetos 5 y 6 (33%, uno con hipoacusia, el otro con sordera profunda) expresaron sorpresa y entusiasmo frente a esta característica, señalando que les ayudaba a percibir cuándo ocurría un evento importante dentro del juego. Además, los sujetos 4 y 5 (33%, uno con hipoacusia, el otro con sordera profunda) incluso compararon esta sensación con videojuegos comerciales de gran presupuesto, relacionándola con una experiencia más inmersiva y moderna. En líneas generales, la retroalimentación háptica funcionó como un complemento importante de la accesibilidad visual.

5.1.3 Influencia de la experiencia previa jugando videojuegos

Se detectaron diferencias claras entre los participantes que poseían experiencia previa con videojuegos y aquellos con menor familiaridad. La mayoría de usuarios habituados (4 usuarios, 66%) a este tipo de experiencias lograron adaptarse rápidamente a los controles y comprendieron mejor la lógica del gameplay, alcanzando niveles más avanzados o incluso completando el juego. Excepto por los sujetos 5 y 6, quienes presentaban menor experiencia y tuvieron mayores dificultades para dominar los controles, interpretar ciertas mecánicas y progresar dentro de los escenarios.

5.1.4 Problemas de orientación y comprensión espacial

Cuatro de los sujetos (66%, uno con hipoacusia, los otros tres con sordera profunda) manifestaron dificultades para orientarse dentro de los niveles o para comprender determinados objetivos del juego. Uno de los problemas más recurrentes estuvo relacionado con la necesidad de encontrar la llave para finalizar el último nivel, ya que varios sujetos no percibieron inicialmente el mensaje textual ubicado en la parte superior izquierda de la pantalla. Esto evidencia que ciertos elementos informativos podrían requerir una ubicación más visible o complementarse con indicadores visuales más notorios.

5.1.5 Predisposición positiva hacia videojuegos con accesibilidad

La mayoría de los participantes manifestó entusiasmo frente a la existencia de videojuegos pensados específicamente para personas con discapacidad auditiva. Varios sujetos afirmaron no haber experimentado anteriormente propuestas similares y valoraron positivamente la inclusión de herramientas adaptativas. Asimismo, algunos expresaron interés en que este tipo de accesibilidad sea incorporada en futuros videojuegos comerciales.

En consecuencia de lo reportado anteriormente, sería prudente finalizar realizando un conjunto de recomendaciones a futuro: sugerir una mayor expansión de la muestra de estudio en varios sentidos, intentando llegar a un mayor número de encuestados dentro de la ciudad de Rosario o el país de Argentina, obtener voluntarios con un rango más amplio de discapacidad auditiva, incrementar la variabilidad de sexos a estudiar, someter a testeos una mayor variedad de géneros de videojuegos, y dividir aún más el espectro de edad.

En adición, otra de las oportunidades de mejora para los próximos estudios que deseen ahondar en este tópico, se podría aconsejar la creación de alguna especie de fuente tipográfica que sirva, de algún modo en mayor o menor medida, como rampa tecnológica entre el lenguaje

de señas (comúnmente denominado '*LSA*') y la escritura digital, con el fin de que documentos escritos puedan ser comprendidos por las personas con dificultades auditivas.

Existen tipografías que adaptan el alfabeto español a LSA, pero esto no es suficiente: sucede que, incluso si se escribe una palabra con cada caracter español en esas fuentes, la persona solo sabrá leer cada letra por separado, y no la palabra que está formada. Esto es debido a que la palabra resultante, en lenguaje de señas, no basta con que sea escrita con las letras o señas para cada una de ellas, si no que la palabra en sí misma conforma un caracter en sí mismo, por ponerlo de una forma concreta, que conlleva una mayor complejidad de traducción/interpretación. Por ende, no se ha hallado al día de la fecha de redacción de este trabajo, una tipografía que ofrezca una solución para este asunto, lo cual podría suponer un avance importante de poder lograrse.

5.2 Sistematización y síntesis de limitaciones del estudio (Variables Extrañas)

Habiendo analizado las variables dependientes e independientes del estudio, resulta indispensable reportar de forma transparente la incidencia de las variables extrañas y limitaciones surgidas durante el trabajo de campo:

1. **Limitación en la ventana de mediación lingüística (Disponibilidad de la intérprete LSA):** La jornada de pruebas se planificó para un día viernes en el horario de 21:00 a 23:00 hs, sugerido por la institución por ser el momento de mayor concurrencia de la comunidad. No obstante, debido a compromisos personales imprevistos, la intérprete oficial debió retirarse a las 22:00 hs. Esta reducción del 50% en el tiempo de mediación obligó a descartar de forma planificada la mayoría de las preguntas secundarias del cuestionario cualitativo de 14 preguntas para priorizar las variables nucleares de la investigación, generando un registro de respuestas desigual entre los sujetos.
2. **Barreras de lectoescritura en la segunda lengua y descarte del canal digital:** Originalmente se contempló el uso de un cuestionario digital en Google Forms. Sin embargo, bajo la asesoría directa de la intérprete de LSA de la institución, este instrumento fue descartado para la muestra participante de esta investigación. Se advirtió que para gran parte de los sujetos evaluados el español escrito opera como una segunda lengua, existiendo una marcada heterogeneidad en su dominio y comprensión lectora debido a la diversidad en sus trayectorias de alfabetización bilingüe temprana. Presentar consignas de forma digital y sin mediación activa incrementaba el riesgo de frustración, deserción y pérdida de datos de interés, por lo cual se requirió que la encuesta fuera estrictamente presencial, traduciendo cada consigna individualmente a LSA y registrando las respuestas a mano.

3. **Condiciones del entorno de testeo (Factores ambientales):** Las sesiones lúdicas se desarrollaron con los participantes de pie frente a un Smart TV colgado en la esquina del comedor principal de la institución **(ver Figura 05)**. Al realizarse en el horario de la cena, los sujetos jugaron rodeados de sus pares y amigos, quienes conversaban y observaban activamente detrás de ellos. Aunque esto propició un ambiente lúdico natural y participativo, también introdujo estímulos distractores y presión social que pudieron influir en los tiempos de reacción y desempeño de los jugadores.
4. **Restricciones en el registro audiovisual (Problemas de encuadre):** Debido al espacio físico disponible y la dinámica grupal en el comedor, algunas de las filmaciones de las sesiones individuales contaron con un encuadre de cámara excesivamente estrecho. Esto dificultó registrar con absoluta nitidez y de forma simultánea las expresiones faciales exactas de los participantes, la pantalla de juego y el panel final de visualización de estadísticas.
5. **Muestra acotada y baja variabilidad de perfiles:** El estudio contó con una muestra intencional reducida de 6 participantes, con una marcada disparidad de género (5 masculinos y 1 femenino). Asimismo, las pruebas se limitaron a un único género de videojuego (plataformas en 2D), restringiendo la posibilidad de generalizar los hallazgos cualitativos a otros entornos interactivos que los propios usuarios manifestaron interés en probar, como los videojuegos de disparos o fútbol.

Capítulo 6: Discusión

A partir de los resultados obtenidos durante las pruebas realizadas con los seis participantes, puede afirmarse que la hipótesis planteada fue parcialmente validada. Los datos recolectados evidencian que la implementación de señales visuales, subtítulos contextualizados, colores de alerta y retroalimentación variable muestran indicios de que se puede mejorar la experiencia de juego de personas con discapacidad auditiva, particularmente en términos de accesibilidad, comprensión de eventos del entorno e inmersión dentro de la propuesta lúdica. Sin embargo, también se observaron limitaciones relacionadas con la experiencia previa de los usuarios con videojuegos y con ciertas decisiones de diseño del prototipo, las cuales influyeron directamente en el rendimiento y adaptación de algunos participantes.

En líneas generales, la mayoría de los sujetos destacó favorablemente la inclusión de señales visuales y vibraciones como herramientas útiles para comprender el entorno del videojuego sin depender del sonido. Los sujetos 2, 4, 5 y 6 coincidieron especialmente en valorar los iconos de advertencia, los colores rojo y amarillo y las vibraciones del joystick como elementos claros y funcionales para anticipar peligros o comprender situaciones importantes dentro del nivel. Incluso algunos participantes expresaron sorpresa debido a que nunca antes habían experimentado videojuegos que incorporen este tipo de accesibilidad específicamente pensada para personas con discapacidad auditiva. La participante 6, por ejemplo, manifestó entusiasmo al imaginar un futuro donde existan más videojuegos preparados para usuarios con hipoacusia o sordera profunda.

Los resultados también permitieron observar una tendencia positiva entre la experiencia previa con videojuegos y el desempeño general dentro del prototipo. Los participantes que

afirmaron estar acostumbrados a jugar videojuegos o tener experiencia previa con el género plataformero lograron adaptarse rápidamente a los controles y completar mayores porcentajes de progreso. Los sujetos 2 y 4, ambos con experiencia previa, consiguieron finalizar el videojuego exitosamente, demostrando una rápida comprensión de las mecánicas y una correcta interpretación de las ayudas visuales implementadas. En contraste, aquellos participantes con menor dominio de videojuegos o dificultades para adaptarse al control presentaron mayores inconvenientes para avanzar, independientemente de haber comprendido las señales visuales. Esto puede observarse especialmente en los sujetos 3 y 6, quienes tuvieron reiterados problemas para adaptarse a la jugabilidad y terminaron abandonando la experiencia luego de varios intentos fallidos.

Asimismo, se identificó que ciertos aspectos de la interfaz podían pasar desapercibidos pese a la implementación de accesibilidad visual. Un ejemplo recurrente fue la consigna relacionada con la búsqueda de la llave en el nivel final, ubicada en el margen superior izquierdo de la pantalla. Tanto el sujeto 1 como el sujeto 2 no percibieron inicialmente esta indicación, lo cual demuestra que, aunque la accesibilidad visual estuvo presente, algunas decisiones de ubicación o jerarquía visual podrían optimizarse para mejorar aún más la comprensión de objetivos importantes dentro del juego.

Otro aspecto relevante fue la recepción positiva de la retroalimentación. Varios sujetos mencionaron que la vibración del joystick les permitía percibir que “algo estaba ocurriendo” dentro del videojuego, funcionando como un complemento sensorial importante para reforzar la experiencia. El sujeto 4 incluso comparó esta sensación con videojuegos comerciales como Call of Duty, mientras que el sujeto 6 expresó emoción al sentir las primeras vibraciones durante la partida. Esto evidencia que la incorporación de estímulos hápticos sugiere una

contribución positiva a la inmersión y percepción de eventos en usuarios con discapacidad auditiva.

No obstante, también se registraron diferencias importantes entre los participantes. Mientras algunos consideraron al videojuego sencillo y accesible, otros lo percibieron confuso o difícil de dominar. El sujeto 3, por ejemplo, manifestó sentirse desorientado durante la experiencia y atribuyó parte de sus dificultades a la vibración del joystick, lo que demuestra que ciertos elementos de accesibilidad pueden no generar el mismo impacto en todos los usuarios. Esto pone en evidencia la necesidad de diseñar sistemas configurables y adaptables a distintas preferencias o necesidades individuales.

Las evidencias recopiladas muestran que, aunque en distintos ámbitos se han dado avances significativos, la inclusión de las personas con discapacidad auditiva en la industria de los videojuegos sigue siendo parcial y desigual. Si bien sectores como el deporte han institucionalizado prácticas de adaptación, por ejemplo, en los Deaflympics, donde se sustituyen señales sonoras por visuales o táctiles para garantizar igualdad de condiciones [Jerald, 2025], [Tokyo Metropolitan Government, s.f.], en el desarrollo de videojuegos la accesibilidad auditiva continúa tratándose como un complemento y no como un principio de diseño central. Muchos títulos todavía dependen de pistas de audio como canal primario para comunicar información crítica, lo que genera una desventaja competitiva para los jugadores con pérdida auditiva, tal como demuestran investigaciones sobre tareas de juego basadas en audio y el impacto de la hipoacusia en el rendimiento [Falkenberg y colaboradores, 2025]. Esta brecha se ve agravada por la alta variabilidad en los tipos y grados de pérdida auditiva, así como por las diferencias en la eficacia de dispositivos como audífonos o implantes cocleares [Hearing Aids for Music, 2025], lo que dificulta la creación de soluciones universales. Sin

embargo, existen claros puntos positivos: la experiencia de profesionales sordos en ingeniería de audio [Cartwright y colaboradores, 2024], el uso de subtítulos enriquecidos, la incorporación de indicadores visuales y hápticos, y la posibilidad de personalizar colores o intensidad de vibraciones evidencian que la tecnología ya ofrece herramientas eficaces para una verdadera inclusión. La conclusión es que el mundo y, en particular, la industria de los videojuegos poseen el conocimiento y los recursos para ofrecer una accesibilidad real, pero aún requieren un cambio de paradigma: integrar desde el inicio del desarrollo equivalentes visuales y, de ser posible, con la ayuda de vibraciones hápticas, para todos los eventos sonoros críticos, incluir a personas con discapacidad auditiva en las pruebas de usabilidad y establecer estándares comunes. Solo a través de estas prácticas podrá garantizarse que el disfrute de los videojuegos no dependa de la capacidad auditiva, permitiendo que la experiencia lúdica sea verdaderamente universal [Jerald, 2025], [Hearing Aids for Music, 2025], [Gagne, 2020], [Tokyo Metropolitan Government, s.f.].

La revisión teórica y la propuesta experimental planteada evidencian que la accesibilidad en videojuegos para personas con discapacidad auditiva aún presenta importantes desafíos, principalmente porque las soluciones actuales suelen ser adaptaciones parciales en productos diseñados para el público general. Diseñar un videojuego pensado desde cero para este grupo, incorporando tecnologías como señales visuales, retroalimentación háptica y una UI adaptable permitiría ofrecer una experiencia más inmersiva, autónoma y disfrutable.

Referencias bibliográficas:

Agencia Córdoba Cultura (2025)

El Museo Caraffa presenta un innovador servicio de audiodescripción para personas con discapacidad visual

https://cultura.cba.gov.ar/el-museo-caraffa-presenta-un-innovador-servicio-de-audiodescripcion-para-personas-con-discapacidad-visual/

American Speech-Language-Hearing Association (ASHA) (s.f.)

Effects of Hearing Loss on Development

https://www.asha.org/public/hearing/Effects-of-Hearing-Loss-on-Development/

Audifonos Audiser (2021)

Audífonos digitales para hipoacúsicos

https://www.audifonosaudiser.com.ar/

Banerjee, R., Çakır, G., Galloway, R. (2023)

How to turn on Visual Sound Effects on Fortnite. Recuperado de

https://dotesports.com/fortnite/news/how-to-turn-on-visual-sound-effects-on-fortnite?

Boudreau, I. (2019)

Gears 5 is one of the most deaf-friendly triple-A games to date. Recuperado de

https://www.pcgamesn.com/gears-5/accessibility-options?

Cartwright, M., Ohshiro, K. (2024)

Audio Engineering by People Who Are deaf and Hard of Hearing: Balancing Confidence and Limitations

https://dl.acm.org/doi/10.1145/3613904.3642454

Case Studies (2025)

Feature Highlight: Fortnite's Sound Visualizer

https://accessibility-labs.com/feature-highlight-fortnites-sound-visualizer/

Craven, C. (2019)

Deaf Game Review – Gears of War 5. Recuperado de

https://caniplaythat.com/2019/09/05/deaf-game-review-gears-of-war-5/

Falkenberg, K., Hiraga, R., "The Effects of Musical Experience and Hearing Loss on Solving an Audio-Based Gaming Task". *Applied Science*, vol. 7, no. 12: 1278, pp. 1-16. Consultado: Sep. 2025. [En línea]. Disponible: https://www.researchgate.net/publication/321731787_The_Effects_of_Musical_Experience_and_Hearing_Loss_on_Solving_an_Audio-Based_Gaming_Task

Fernández-Cortés, J. P., Cook, K. M. (2021)

Ludomusicology: Normalizing the Study of Video Game Music. Recuperado de

https://online.ucpress.edu/jsmg/article/2/4/13/118800/LudomusicologyNormalizing-the-Study-of-Video-Game

Gagne, K. (2020) *Polygamer*

Polygamer #99: Ludomusicologist Dr. Dana Plank

https://www.polygamer.net/2020/03/18/pg99-dr-dana-plank/

"Hearing Aids for Music - Exploring the music listening behaviour of people with hearing impairments", Hearing Aids for Music, https://musicandhearingaids.org/ (Consultado sep. 2025)

Holmes, J. A. (2017)

Expert Listening beyond the Limits of Hearing: Music and Deafness

https://doi.org/10.1525/jams.2017.70.1.171

IOMA (2024)

Cómo acceder a la provisión de audífonos

https://www.ioma.gba.gob.ar/index.php/2024/12/26/cambios-en-la-presentacion-de-tramites-que-mejoran-la-accesibilidad-para-la-provision-de-audifonos/

Jerald, J. (2025) International Committee of Sports for the Deaf

The World Games for the Deaf and the Paralympic Games

https://www.ciss.org/the-world-games-for-the-deaf-and-the-paralympic-games

MED-EL Medical Electronics. (2025)

Sistema de Conducción Ósea ADHEAR

https://www.medel.com/latam/hearing-solutions/bone-conduction-system

National Institute on Deafness and Other Communication Disorders (NIH)/(NIDCD) (2022)

¿Cómo oímos?

https://www.nidcd.nih.gov/es/espanol/como-oimos

National Institute on Deafness and Other Communication Disorders (NIH)/(NIDCD) (2019)

Assistive Devices for People with Hearing, Voice, Speech, or Language Disorders

https://www.nidcd.nih.gov/health/assistive-devices-people-hearing-voice-speech-or-language-disorders

Organización Mundial de la Salud (OMS) (2025)

Sordera y pérdida de la audición

https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/deafness-and-hearing-loss

Pérez Luque, G. (2024)

Buscan que El Calafate sea el primer destino accesible para personas sordas

https://ahoracalafate.com.ar/contenido/25664/buscan-que-el-calafate-sea-el-primer-destino-accesible-para-personas-sordas

Portal oficial del Estado argentino (s.f.)

Ley simple: Personas con hipoacusia

https://www.argentina.gob.ar/justicia/derechofacil/leysimple/hipoacusia

Portal oficial del Estado argentino (2023)

Ley 27710/2023

https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/ley-27710-383041

Provincia de Buenos Aires (2023)

Provincia recuperó la Red de Hipoacusia para garantizar el acceso a tratamientos

https://www.gba.gob.ar/saludprovincia/noticias/provincia_recuper%C3%B3_la_red_de_hipoacusia_para_garantizar_el_acceso

Rongen, M. (2024)

ICYMI: Fortnite enables Visualize Sound Effects, Xbox shares Gamescom accessibility.

Recuperado de

https://caniplaythat.com/2024/08/09/icymi-fortnite-enables-visualize-sound-effects-xbox-shares-gamescom-accessibility/

Straub, J., “Gears 5 accessibility review”. *AbilityPoints*. Consultado: Sep. 2025. [En línea].

Disponible: https://caniplaythat.com/2019/09/17/gears-5-accessibility-review/

Tokyo Metropolitan Government (s.f.)

Disability and Sports: Hearing Impairment and Sports

https://en.sports-tokyo-info.metro.tokyo.lg.jp/sasaeru/shospomanual/disability_sports02.html

Westerholm, R., Tuuri, K., Hassan, L. (2024)

Not just Atmosphere: Game Music Design for Accessible In-Game Information Communication. Recuperado de https://dl.acm.org/doi/10.1145/3681716.3681735

Wikipedia, the free encyclopedia (2025)

HyperDot

https://en.wikipedia.org/wiki/HyperDot?

Anexos

Enlace a la copia del consentimiento informado

CONSENTIMIENTO INFORMADO VIRTUAL

Encuesta

Número de pregunta	Pregunta
1	Indique su edad y sexo
2	¿Cuál es el grado de sordera que posee? Opcional, especificar brevemente la discapacidad que posee
3	¿Cuál fue el nivel que más le costó completar y el que más simple le pareció jugar? ¿Por qué?
4	¿Qué niveles le resultaron más entretenidos? ¿Por qué motivo/s?
5	¿Se ha sentido frustrado en algún momento durante la experiencia? Si es así, ¿cuál ha sido la causa o el desencadenante?
6	Si tuviera que describir esta experiencia con una palabra, ¿cuál sería?

7	¿Considera que la accesibilidad (señales visuales en el gameplay, subtítulos, funciones del menú, etc.) está bien implementada? ¿Por qué?
8	Los distintos elementos visuales que acompañaron al juego, ¿ayudaron a comprender claramente el ritmo del mismo?
9	¿Alguna vez ha jugado videojuegos con accesibilidad para personas con discapacidad auditiva antes? En caso de que sí, ¿qué elementos cree que coincidían en ambos videojuegos? (ej. señales o colores específicos en distintas áreas del mapa)
10	¿Considera que hay aspectos a mejorar en el videojuego que ha jugado? Si la respuesta es sí, ¿cuál/es cree que sería/n? ¿Por qué?
11	¿Recomendaría jugar este proyecto a otras personas que posean discapacidad auditiva? Si hubiera que evaluar el juego con un puntaje entre 1 y 10, ¿qué nota le pondría? (esta última pregunta es opcional)
12	¿Algún otro dato/comentario/sugerencia/feedback que quiera agregar?