

# INTERA<sup>○</sup>CION

Revista Digital de **AIPO**

Asociación Interacción Persona-Ordenador

Vol. 5, No 2 (2024)

## Comité Editorial

**ISSN electrónico:** 2695-6578

**Editado en:** Asociación Interacción Persona-Ordenador (AIPO)  
C/ María de Luna, 1, Universidad de Zaragoza, Departamento  
de Informática e Ingeniería de Sistemas, edificio Ada Byron,  
50018 – Zaragoza,  
aipo@aipo.es

**Año de edición:** 2024

**Editores:** Lourdes Moreno  
Universidad Carlos III de Madrid

Cristina Manresa Yee  
Universitat de les Illes Balears

**Publicado por:** Asociación Interacción Persona-Ordenador (AIPO)  
C/ María de Luna, 1, Universidad de Zaragoza, Departamento  
de Informática e Ingeniería de Sistemas, edificio Ada Byron,  
50018 – Zaragoza,  
aipo@aipo.es

### Equipo editorial

Julio Abascal, Universidad del País Vasco-Euskal Herriko Unibertsitatea

Diana Arellano, ACM SIGGRAPH Diversity and Inclusion Committee y Mackevision

Sandra Baldassarri, Universidad de Zaragoza

Federico Botella, Universidad Miguel Hernández de Elche

César Collazos, Universidad del Cauca, Colombia

Raquel Hervás Ballesteros, Universidad Complutense de Madrid

Rosa Gil, Universitat de Lleida

Toni Granollers, Universitat de Lleida

Francisco Gutiérrez, Universidad de Granada

Luis Leiva, University of Luxembourg

Diego Martínez Plasencia, University College London

Gonzalo Méndez, Universidad Complutense de Madrid

Fernando Moreira, Universida de Portugalense

José Antonio Macías, Universidad Autónoma de Madrid

José Ignacio Panach, Universitat de València

Pere Ponsa, Universitat Politècnica de Catalunya

Arcadio Reyes Lecuona, Universidad de Málaga

## **Revisores adicionales en este número**

Cibelle Amato, Universidade Presbiteriana Mackenzie (Brasil)

Alexandre Cardoso, Universidade Federal de Uberlândia (Brasil)

Ana Grasielle Dionisio Correa, Universidade Presbiteriana Mackenzie (Brasil)

Valéria Farinazzo Martins, Universidade Presbiteriana Mackenzie (Brasil)

Juan Enrique Garrido, Universidad de Castilla-La Mancha (España)

Andre Kawamoto, Universidade Tecnológica Federal do Paraná (Brasil)

Nuria Medina Medina, Universidad de Granada (España)

Ana Morales, Universidad Central de Venezuela (Venezuela)

Leandro Natale, Universidade Presbiteriana Mackenzie (Brasil)

Pollyana Notargiacomo, Universidade Presbiteriana Mackenzie (Brasil)

César Rodríguez Suárez, Universidad Antonio Nariño (Colombia)

Alexandre Siqueira, University of Florida (EE. UU.)

Denise Stringhini, Universidad Federal de São Paulo (Brasil)

Fabio Takase, Universidade Presbiteriana Mackenzie (Brasil)

## Preámbulo

Los sistemas interactivos influyen en todos los aspectos de la vida de las personas, asistimos a una continua evolución de los paradigmas clásicos de interacción a nuevas formas de interactuar, es esencial investigar y compartir el conocimiento de estos paradigmas emergentes. Con este espíritu trabaja la Asociación Interacción Persona-Ordenador (AIPO) desde hace 20 años.

La revista Interacción, revista digital de la Asociación Interacción Persona-Ordenador (AIPO), nace con este número 1 con el objetivo de difundir el conocimiento de la Interacción Persona-Ordenador (IPO) y servir de vínculo entre los científicos y profesionales que desarrollen actividades en este ámbito, y con la finalidad de potenciar la transferencia de sus resultados a la sociedad.

La IPO es un campo de investigación multidisciplinario, por ello, la revista presenta contribuciones del ámbito de la Informática como: usabilidad, el diseño centrado en el usuario, accesibilidad, experiencia de usuario, juegos serios, computación ubicua, realidad aumentada, realidad virtual, computación móvil y desarrollo de interfaces de usuario, pero además, se quiere fortalecer la publicación de trabajos de investigación en áreas de diseño industrial, robótica, psicología, etc. relacionadas con la IPO.

Esta revista se distribuye a todos los socios, así mismo, se defiende que su publicación sea de acceso abierto que fomente el avance del conocimiento científico a disposición de todos, por ello su contenido es libremente accesible por Internet.

La revista Interacción selecciona los artículos para publicar en un sistema de revisión por pares, doble ciego, siguiendo las buenas prácticas de las revistas académicas. Es una revista enfocada a la comunidad en España e Iberoamericana y publica artículos en español. Interacción se publica en formato exclusivamente digital, con una periodicidad semestral, publicándose dos números al año. La llamada de artículos está abierta todo el año.

### Resumen del Volumen 5, Número 2:

Este número incluye dos artículos en la Sección General sobre agentes conversacionales y reconocimiento de gestos. También se incluye una Sección Especial dedicada a una selección de trabajos de las Jornadas de Interacción Humano-Computador 2024 que se celebraron en Pereira, Colombia. Se presentan cuatro artículos extendidos cuyas temáticas están relacionadas con la realidad virtual, los videojuegos y un análisis bibliométrico sobre usabilidad y accesibilidad. Los editores invitados de esta Sección Especial son Maria Amelia Eliseo e Ismar Frango Silveira de la Universidade Presbiteriana Mackenzie (Brasil).

Nuestro agradecimiento a los editores invitados, a todos los autores por su contribución, así como en las labores de revisión a todos los revisores implicados.

Lourdes Moreno y Cristina Manresa Yee

Editoras de Interacción, Revista digital de AIPO

## Tabla de contenidos

Uso de Agentes Conversacionales en la Mejora del Bienestar de las Personas Mayores <i>Adnana Catrinel Dragut, Raquel Lacuesta Gilaberte y Jesús Gallardo Casero</i> .....	6
Reconocimiento de Gestos para HoloLens2 con Puntos 3D de las Manos bajo Limitaciones de Datos <i>Mario Andreu Villar, Carlos-D. Martínez-Hinarejos, Patricia Pons, Jose Luis Soler-Domínguez , Samuel Navas-Medrano, Vicent Ortiz Castelló, Marta García-Ballesteros</i> .....	18
<b>Sección Especial: Jornadas HCI 2024</b> .....	30
Editorial Jornadas HCI 2024 <i>Maria Amelia Eliseo e Ismar Frango Silveira</i> .....	31
EcoTrashers: Un Juego Serio para Mejorar la Conciencia sobre el Reciclaje y la Educación Ambiental <i>Arthur Valladares Hernandez Giacummo, Leonardo Borim Silva y Valéria Farinazzo Martins</i> .....	33
Videojuegos y Adicción: Estrategias para un Juego Sano <i>Karen A. Montaña-Navarro, Cristian Rangel-Duran, Cesar A. Collazos y Dewar Rico-Bautista</i> .....	45
Tendencias en Usabilidad y Accesibilidad: Un Análisis Bibliométrico <i>Carlos Andrés Casas, Andrés Felipe Solís Pino, Vanessa Agredo Delgado, Pablo H. Ruiz, Cesar A. Collazos y Fernando Moreira</i> .....	56
VocationalLab: Una Experiencia Inmersiva con Realidad Virtual para Apoyo a la Orientación Vocacional <i>Leandro Silva y Leandro Pupo Natale</i> .....	70

# Uso de Agentes Conversacionales en la Mejora del Bienestar de las Personas Mayores

## Conversational Agents' Usage in the Improvement of Elderly's Welfare

Adnana Catrinel Dragut

Escuela Universitaria Politécnica de  
Teruel - Teruel, España  
catrinel21@gmail.com

Raquel Lacuesta Gilaberte

Escuela Universitaria Politécnica de  
Teruel - Teruel, España  
lacuesta@unizar.es

Jesús Gallardo Casero

Escuela Universitaria Politécnica de  
Teruel - Teruel, España  
jesusgal@unizar.es

Recibido: 21.10.2024 | Aceptado: 23.11.2024

### Palabras Clave

Agentes Conversacionales  
Personas mayores  
Bienestar general  
Envejecimiento activo

### Resumen

Los Agentes Conversacionales están cada vez más presentes en la vida de los seres humanos, ofreciendo soluciones en áreas como la medicina, el turismo y el comercio electrónico. En las últimas décadas el porcentaje de población envejecida ha crecido de manera muy acelerada, y se espera que este porcentaje siga creciendo en los próximos años. Se considera que el uso de Agentes Conversacionales podría ser una herramienta eficaz para promover la estimulación mental y física en las personas mayores. El presente estudio muestra una propuesta de diseño de una aplicación multimodal basada en juegos y entrenamientos físicos, que permite mantener activos a los usuarios mayores. El sistema propuesto ha sido validado tanto por una geriatra como mediante una evaluación realizada con usuarios mayores. El análisis preliminar sugiere que el uso de Agentes Conversacionales tiene un gran potencial para apoyar el envejecimiento activo y saludable de este sector de la población.

### Keywords

Conversational agents  
Elders  
General wellbeing  
Active aging

### Abstract

Conversational agents (CAs) are becoming increasingly present in human lives, providing solutions in areas such as medicine, tourism, and e-commerce. In recent decades, the proportion of the aging population has grown rapidly, and this trend is expected to continue in the coming years. The use of conversational agents is considered an effective tool for promoting mental and physical stimulation in older adults. This study presents a design proposal of a multimodal application based on games and physical exercises, which helps keep users active. The proposed system has been validated both by a geriatrician and through an evaluation conducted with older users. The preliminary analysis suggests that the use of Conversational Agents has great potential to support active and healthy aging in this segment of the population.

## 1. Introducción

En las últimas décadas la población de personas mayores se ha convertido en un sector de gran interés que está generando un importante impacto socioeconómico en varios países importantes, como Estados Unidos o Japón, así como algunos países del continente europeo (Plaza et al., 2011).

Según el instituto UN World Population Prospects, alrededor del año 2045 se espera que la población de personas mayores, a la que según OMS (Organización Mundial de la Salud) pertenecen las personas de 65 años o más en países desarrollados y las personas de 60 años o más en países subdesarrollados, conseguirá rebasar el número de niños y adolescentes de hasta 15 años (Cota & Ishitani, 2015).

Se ha determinado que los juegos digitales podrían jugar un papel fundamental en la mejora y/o erradicación de las limitaciones motoras y cognitivas, que dificultan a las personas mayores la realización de las tareas cotidianas y afectan negativamente su bienestar general.

Los Agentes Conversacionales basados en IA (Inteligencia Artificial) han resultado ser bastante prometedores a la hora de mejorar el bienestar de los usuarios mayores y, sobre todo, en la detección y en el diagnóstico precoz de enfermedades tales como demencia, Parkinson, entre otras (Montenegro, da Costa & da Rosa Righi, 2019; Russo et al., 2019). Dichos agentes buscan mejorar la usabilidad y la accesibilidad de un sistema facilitando la experiencia de usuario con la aplicación, a través de una interacción multimodal y, en ocasiones, de la integración de un ente personificado (Sriwisathiyakun & Dhamanitayakul). Sin embargo, aunque estas tecnologías parecen ser adecuadas para resolver los problemas planteados en este apartado, todavía se consideran emergentes dentro de la industria tecnológica. Se ha detectado una falta de estudios de investigación, de pruebas de usabilidad y de una estandarización a nivel de hardware y software para su implantación en el mundo real y, sobre todo, para su adecuación con usuarios de tercera edad (Pacheco-Lorenzo et al., 2021).

Este artículo presenta la investigación realizada acerca de la utilidad de los Agentes Conversacionales en entornos geriátricos, a través de un sistema diseñado para asistir a los usuarios mayores en diferentes actividades lúdicas y de entrenamiento físico.

Teniendo en cuenta que la aplicación va dirigida a usuarios de tercera edad, los principales objetivos que se persiguen con este estudio son los siguientes:

- Profundizar en las tecnologías y usos actuales de los Agentes Conversacionales.
- Fomentar el envejecimiento activo y saludable mediante la preservación de las funcionalidades cognitivas, físicas y emocionales de los usuarios mayores, valiéndose de los beneficios de la ludoterapia y la actividad física.
- Diseñar un sistema conversacional usable y accesible para personas mayores.

A continuación, se presentan los siguientes apartados. En el apartado 2 se detallan las investigaciones realizadas en otros estudios sobre los tipos de Agentes Conversacionales existentes, el funcionamiento de éstos, la integración en aplicaciones móviles y web; en el 3 se presenta el análisis realizado y el diseño del sistema propuesto para el dispositivo Amazon Echo Show 8; en el 4 se describe la validación llevada a cabo por una geriatra; en el 5 se exponen los resultados y la discusión acerca de la evaluación realizada; en el 6 se comentan algunos de los desafíos y principales consideraciones a tener en cuenta a la hora de diseñar aplicaciones para este

sector de la población; finalmente, en el 7 se presentan las conclusiones y el trabajo futuro que se prevé realizar a partir de este primer estudio.

## 2. Estado del Arte

Una de las tecnologías prometedoras en aplicaciones de salud destinadas a personas mayores son los Agentes Conversacionales (da Paixao Pinto et al., 2021). Es por ello por lo que en los siguientes subapartados se profundizará sobre diferentes aspectos relacionados con dichos Agentes Conversacionales. Concretamente se proporcionará una definición sobre qué es un Agente Conversacional, cuáles son las principales categorías, así como algún ejemplo de agentes existentes hasta el momento. Finalmente, se explicarán los factores que motivan a las personas mayores a utilizar estas tecnologías.

### 2.1 Introducción a los Agentes Conversacionales

Un agente conversacional hace referencia a cualquier sistema basado en una interacción natural y sencilla con el usuario, permitiendo el uso tanto del lenguaje verbal (p.ej. palabras, mensajes de texto, mensajes de audio), como del lenguaje no verbal (p.ej. lenguaje de signos, gestos, expresiones faciales o corporales).

Los Agentes Conversacionales han sido ampliamente investigados en la última década, con el objetivo de conseguir facilitar la interacción de las personas mayores con las nuevas tecnologías, así como de desarrollar sistemas asistivos que permitan apoyar y mejorar la calidad de vida de las personas mayores. Investigaciones similares como (ter Stal et al., 2020, ter Stal et al., 2019, Bennion et al. 2020) enfatizan la carencia de estudios en el ámbito de los sistemas por voz y demuestran los beneficios asociados al uso de Agentes Conversacionales con usuarios mayores. Estos estudios también exponen recomendaciones acerca de cómo se deben diseñar dichos sistemas conversacionales para conseguir resultados óptimos. Del mismo modo otras investigaciones (Abd-alrazaq et al., 2021, Palumbo & Paternó, 2020, Rienzo y Cubillos, 2020) aluden a la eficacia registrada por el uso de juegos digitales para mejorar las habilidades cognitivas de los usuarios mayores. Según estos investigadores este tipo de juegos permiten que los usuarios mayores mantengan una vida activa, garantizando la autonomía de este sector frágil de la población. Así mismo se pone en evidencia que los juegos digitales garantizan el entretenimiento de los usuarios, favoreciendo una mayor frecuencia de uso de este tipo de tecnologías.

#### 2.1.1. Tipos de Agentes

Dentro de la categoría de Agentes Conversacionales, se distinguen principalmente tres tipos (Lim et al., 2022):

##### a) Agentes Conversacionales No Corpóreos

Este tipo de agentes hace referencia a cualquier sistema que no posee ningún tipo de interfaz visual, de modo que únicamente permite la comunicación con el usuario a través de texto o mediante la voz. Es por ello por lo que pertenecen a esta categoría tanto los chatbots, o sistemas de diálogo basados en aplicaciones de mensajería, como los PDAs (Personal Digital Assistant).

Por un lado, los chatbots son utilizados de manera amplia en diferentes ámbitos como banca, agencias de viaje o comercio electrónico. Permiten tanto la selección de la respuesta de un conjunto de opciones predeterminadas, como la entrada textual. Además, son capaces de responder utilizando diferentes medios como audio, vídeo, imágenes o emoticonos.

Por otro lado, los PDA hacen referencia a los asistentes personales disponibles en diferentes dispositivos electrónicos que, a diferencia de los agentes anteriores, permiten tanto una interacción a través del texto como una interacción a través de la voz. Así mismo, estos agentes permiten personalizar las respuestas ofrecidas mediante la recogida de datos de los usuarios a través de la información obtenida de sus dispositivos.

Algunos ejemplos de Agentes Conversacionales no corpóreos son el chatbot ELIZA (DeixiLabs, 2024)]; asistentes personales como Siri (Siri, 2024), Windows Copilot (Copilot for Microsoft 365, 2024) o Google Assistant (Asistente de Google, 2024).

**b) Agentes Conversacionales Corpóreos**

Este tipo hace referencia a los agentes que representan el cuerpo y apariencia de un ser humano a través de un avatar 2D o 3D, además de mantener la capacidad de comprensión y respuesta natural de los Agentes Conversacionales no corpóreos. De este modo, estos agentes son los que permiten expresar su respuesta utilizando la voz, de manera textual, mediante gestos o mediante expresiones faciales y/o corporales. Es decir, los Agentes Conversacionales corpóreos son los que permiten mantener una conversación utilizando tanto un lenguaje verbal como un lenguaje no verbal.

Esta categoría de agentes ha conseguido incluso la integración de la realidad virtual, con el objetivo de obtener un ambiente más realista, y con ello, un mayor grado de inmersión. Este tipo ha resultado ser adecuado para sectores como la medicina, para poder llevar a cabo diferentes terapias como pueden ser la terapia de exposición o el control del dolor (Becker et al., 2024).

Algunos ejemplos de Agentes Conversacionales corpóreos son el agente Max [19], el agente Smartakus (Herzog & Reithinger, 2006), el agente REA (Real Estate Agent) (Bickmore, 2021) o la agente GRETA (Poggi et al., 2005).

**c) Robots Conversacionales**

Esta última categoría hace referencia a agentes conversacionales que tienen un cuerpo físico, es decir a los robots, que al igual que los agentes anteriores, conservan la capacidad de mantener una conversación en la que se hace uso de un lenguaje completamente natural, y que soportan tanto el lenguaje verbal como el lenguaje no verbal (Seminck, 2022).

Algunos ejemplos de robots conversacionales son el Robot Pepper (Pandey & Gelin, 2018)], el Robot SARA (Social Aware Robot Assistant) (SARA, 2024), el Robot Leka (Home, 2024) o el Robot Furhat (Furhat, 2024).

*2.1.2. Diseño de Agentes Conversacionales*

Otro punto importante por considerar es el análisis de los componentes fundamentales que posee un agente conversacional. Los principales componentes que permiten la recogida, interpretación, procesamiento y generación de una respuesta natural ante la entrada de un usuario son los siguientes:

- **ASR (Automatic Speech Recognition):** permite la conversión de la entrada de voz de un usuario a texto que puede ser procesado por el agente conversacional (King, 2006).
- **NLU (Natural Language Understanding):** permite extraer significado del texto obtenido a través del ASR. Es decir, se encarga de convertir el texto obtenido de la entrada de usuario a código máquina comprensible por el sistema. Para conseguir llevar a cabo esta función se requiere de la creación de una base de conocimiento (Masche & Le, 2017).
- **DM (Dialog Manager):** se encarga de controlar el estado del diálogo actual, así como de decidir la futura acción a realizar por el sistema. Este componente es capaz de mantener un histórico con las palabras utilizadas por el usuario hasta el momento, con el objetivo de generar una respuesta adecuada a la entrada recibida (Adamopoulou & Moussiades, 2020).
- **NLG (Natural Language Generation):** hace referencia al componente que se encarga de convertir la respuesta decidida por el DM a un texto natural comprensible por el usuario.
- **Text-to-Speech:** componente que se encarga de convertir el texto generado por el NLG, en las señales de voz que permiten al sistema generar la salida de voz con la respuesta requerida por el usuario.
- **Non-verbal-information:** permite extraer información no verbal del usuario.

### 2.1.3. Integración de un Agente Conversacional en una Aplicación Web o Móvil

En la actualidad existen numerosas tecnologías que permiten la integración de Agentes Conversacionales en aplicaciones o sistemas cotidianos de los usuarios. Además de las principales APIs de Google Speech y Microsoft Speech, que permiten realizar conversiones de texto a voz y viceversa (Macías-Huerta, Santamaría-Bonfil & Ibañez, 2024), existen otras tecnologías más evolucionadas y potentes que permiten integrar y modelar un asistente dentro de cualquier tipo de aplicación. De esta forma se evita tener que preocuparse de los detalles de bajo nivel relacionados con el sistema conversacional. Un ejemplo de este tipo de plataformas es Alan AI (Alan AI, 2024).

Otras de las tecnologías investigadas hacen referencia al uso de las capacidades conversacionales de los agentes mencionados con anterioridad, en las propias aplicaciones o juegos desarrollados. De este modo, se permite integrar la interacción a través de la voz en cualquier tipo de aplicación. Las tecnologías mencionadas son las App Actions (Android, 2024), desarrolladas por Google, y las Alexa Skills para aplicaciones móviles o web, desarrolladas por Amazon (Amazon (a), 2024). Ambas permiten facilitar la interacción del usuario con una aplicación móvil o web, al permitir que funcionalidades específicas de la app desarrollada puedan llevarse a cabo por medio de comandos de voz previamente definidos. El modo de operación de ambas tecnologías es bastante similar, principalmente se basa en la creación de los denominados Deep links, o vínculos directos, sobre las funcionalidades de la aplicación que el asistente debe ser capaz de detectar y ejecutar automáticamente, en el momento en el que el usuario dice ciertas palabras clave (comandos de voz).

Por otro lado, se ha observado que Amazon Alexa ofrece un framework denominado ASK (Alexa Skills Kit), orientado a desarrolladores que pretenden utilizar las capacidades de voz de Alexa, creando las así conocidas skills, o funcionalidades orientadas única y exclusivamente a los dispositivos Alexa. De esta manera, se permite diseñar y desarrollar una VUI (Voice User Interface) según las necesidades específicas de cada desarrollador.

Para la creación de una skill de Alexa es necesario llevar a cabo cuatro fases principales: diseño del modelo de interacción por voz o VUI, desarrollo de la lógica de la skill, ejecución de pruebas y depuración, y finalmente certificación y publicación de la skill en el Amazon Alexa Skills Store (Amazon (b), 2024).

## 2.2 Motivación de las Personas de Tercera Edad en el uso de Tecnologías Digitales

Se ha demostrado que los usuarios mayores se sienten más motivados a utilizar los juegos digitales en el momento en el

que se consiguen generar emociones como: la competencia, la ganancia de recompensas, la interacción social, la fantasía y el entretenimiento.

Para poder conseguir que los usuarios se sientan atraídos y entretenidos es necesario que las aplicaciones sean diseñadas atendiendo a unas características específicas a este grupo de usuarios, que difieren de las necesidades asociadas con los usuarios jóvenes. El principal elemento a tener en cuenta para conseguir buenos resultados es la motivación. Según los psicólogos involucrados en la investigación de este aspecto, existen dos tipos principales de motivación, la extrínseca y la intrínseca (Legault, 2020). La primera hace referencia a la motivación que se ve propiciada por factores externos, es decir, se produce como resultado ante el deseo de ganar un premio, o evitar un castigo, sin necesidad de llevar a cabo dichas tareas por el propio entretenimiento. La segunda está relacionada con el bien propio del usuario, es decir, el usuario lleva a cabo estas tareas porque le produce un estado de bien que es reconfortante para éste.

En base a estas definiciones se puede determinar que la motivación principal que se intentará conseguir con el desarrollo del sistema diseñado en este estudio es la intrínseca, ya que alude a los deseos, placeres y, en definitiva, a los sentimientos propios de los usuarios mayores.

Finalmente, para comprender mejor la importancia de la motivación en el uso de las nuevas tecnologías por parte de las personas mayores, estudios como (Tyler, De George-Walker & Simic, 2020, Rivoir, Morales & Casamayou, 2019) evalúan los factores que fomentan este comportamiento. En primer lugar, los usuarios se sienten motivados a utilizar las nuevas tecnologías porque las perciben como herramientas que les permiten realizar tareas de manera más rápida y eficiente.

En segundo lugar, el componente cognitivo y social juega un papel fundamental en la motivación de los mayores. Un sector de esta población desea utilizar la tecnología para seguir perfeccionando sus conocimientos técnicos. Por otro lado, otro grupo considera importante utilizar la tecnología para mantenerse conectados e integrados en una comunidad, fomentar relaciones interpersonales y, especialmente seguir en contacto con familiares y amigos.

En tercer lugar, el bienestar físico, emocional y material es otro factor importante en la motivación de las personas mayores para utilizar las nuevas tecnologías. Éstos consideran que las aplicaciones digitales les permiten acceder a información relevante sobre sus intereses y aficiones, a menudo a través de juegos digitales que les ofrecen contenido entretenido y útil. Así mismo la posibilidad de realizar compras online es otro factor relevante que contribuye a garantizar su independencia y autonomía (Pelizäus, 2016).

Todos estos factores permiten que las personas mayores experimenten sensaciones positivas, adquieran nuevos conocimientos y aumenten su confianza en sí mismas. Lo que conlleva a que los mayores tengan un mayor interés en las aplicaciones emergentes, ayudando a reducir la brecha generacional digital.

### **3. Metodología de desarrollo de GoSenior**

En este apartado se procederá a detallar el análisis y el diseño del sistema objeto del estudio, así como las tecnologías seleccionadas para el desarrollo del mismo.

#### **3.1 Análisis**

En este apartado se comentarán las funcionalidades seleccionadas para el sistema propuesto.

Según (Mairena, 2024) las personas mayores se decantan, en primer lugar, por los juegos de preguntas que ponen a prueba sus conocimientos en diferentes sectores; en segundo lugar, por los puzzles y juegos de lógica que incentivan su razonamiento; y, en tercer lugar, por los juegos que fomentan la realización de deportes, así como, los juegos de estrategia. Estos juegos han resultado ser los más preferidos por los usuarios, ya que a través de éstos las personas han detectado que pueden mantenerse activos y reducir el riesgo de padecer enfermedades, al fomentar sus capacidades cognitivas, memorísticas y de razonamiento.

En base a la investigación llevada a cabo se ha realizado una selección de un conjunto de nueve juegos considerados lo suficientemente adecuados para el público objetivo. Estos juegos han sido posteriormente validados por una geriatra.

Los juegos se dividen en tres categorías: memoria, cultura y agilidad. A continuación, se explicará de manera breve el objetivo perseguido con cada juego.

#### **a) Juegos de Memoria**

Para fomentar la capacidad memorística se ha optado por desarrollar tres juegos que requieren de un nivel determinado de atención y capacidad de memorización. Los juegos escogidos han sido: (i) memorizar una lista de la compra durante un tiempo determinado y después reconocer los productos en un conjunto; (ii) memorizar una imagen que representa una escena de un lugar específico y después contestar a una serie de preguntas con opciones de respuesta; (iii) memorizar un número con una longitud determinada y después contestar a una serie de preguntas con opciones de respuesta.

#### **b) Juegos de Cultura**

Los juegos de esta categoría permitirán poner a prueba los conocimientos que los usuarios poseen, en relación con diferentes cuestiones de cultura general o cuestiones de

temática específica. En esta categoría de juegos no se ofrecerá un tiempo límite para ofrecer la respuesta a las cuestiones planteadas. Los juegos escogidos para esta categoría han sido: (i) pasapalabra adaptado para adultos, en el que los usuarios deben adivinar la palabra a partir de pistas proporcionadas; (ii) ahorcado adaptado para adultos, en el que los usuarios deben proponer letras para descubrir la palabra oculta; y (iii) refranes, en el que los usuarios deben identificar el refrán a partir de una serie de iconos y opciones de respuesta.

#### **c) Juegos de Agilidad**

Los juegos de esta categoría permitirán poner a prueba la agilidad mental del usuario, así como, sus diferentes conocimientos en varias áreas. En esta categoría de juegos el usuario dispondrá de un tiempo determinado para escoger la respuesta correcta. Los juegos escogidos son: (i) descubrir la palabra compuesta, en el que los usuarios deben adivinar la palabra representada a partir de dos imágenes relacionadas; (ii) descubrir el país, en el que los usuarios deben identificar el país al que se refieren las pistas proporcionadas; y (iii) descubrir la palabra intrusa, en el que los usuarios deben seleccionar la palabra que no encaja en una familia de palabras dada.

Además de ofrecerle al usuario un conjunto de actividades lúdicas, el sistema también deberá permitirle al usuario mantenerse activo físicamente por medio de entrenamientos físicos. Para mantener la motivación del usuario, se ha considerado adecuado que el sistema deberá guiar al usuario tanto por medio de la voz, como por medio de animaciones que permitan representar el ejercicio físico a realizar.

Para la selección de los diferentes ejercicios físicos se han contado con las recomendaciones de la geriatra colaboradora. Estos ejercicios se han extraído del programa conocido como Vivifrail, que hace referencia a un programa de entrenamiento especializado para personas frágiles de más de 70 años (Sánchez-Sánchez et al., 2022).

#### **3.2 Interfaz de usuario visual**

El diseño del sistema ha consistido, por un lado, en la preparación de la interfaz de usuario por voz del asistente conversacional y, por otro lado, del prototipado de la interfaz de usuario con las diferentes pantallas que componen la aplicación web. En el primer subapartado se procederá a detallar todos aquellos aspectos tenidos en cuenta para el diseño de la conversación. En el segundo subapartado se atenderán los diferentes patrones de diseño utilizados, así como las diferentes recomendaciones de usabilidad y accesibilidad que se han tenido en cuenta para el diseño de un sistema adecuado para personas mayores.

La Figura 1 muestra un esquema con las principales tecnologías escogidas para la implementación del sistema.

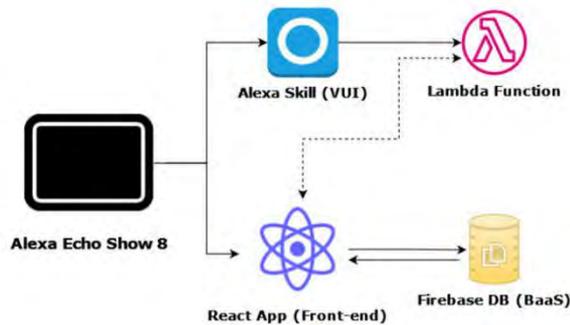


Figura 1: Diseño del Sistema conversacional, realizado con draw.io

Tal y como se puede observar, el sistema cuenta con dos módulos principales: por un lado, la habilidad de Alexa (Alexa Skill), que permite controlar la interacción a través de la voz y, por otro lado, la aplicación React encargada de la interfaz de usuario y la lógica de la aplicación. Así mismo, se utiliza una API para garantizar la persistencia de datos (Firebase DB).

### 3.2.1 Interfaz de Usuario por Voz

En el diseño de la interfaz de voz se ha prestado especial atención a las frases clave que el usuario debe decir para poder acceder a una funcionalidad determinada en el sistema. Se ha decidido utilizar frases simples, cortas y fácilmente comprensibles. La Tabla 1 expone las frases que se han considerado más adecuadas para cada funcionalidad, en base a la experiencia del grupo de investigación y las recomendaciones de la geriatra.

Tabla 1: Frases que el usuario puede utilizar para ejecutar una acción en el sistema

FRASE	FUNCIÓN ASOCIADA
“Alexa, abre <nombre de invocación>”	Permite abrir la aplicación web asociada a la skill, cuyo nombre de invocación es “juego mayores”.
“Alexa, quiero <opción menú>”	Permite seleccionar una opción disponible en las pantallas correspondientes a los menús con botones.
“Alexa, opción <id opción>”	Permite seleccionar la opción de respuesta de la cuestión planteada en un juego de tipo quiz.
“Alexa, quiero ayuda”	Permite abrir la ventana con la información de ayuda ofrecida para una pantalla determinada.

### 3.2.2 Interfaz de Usuario

Las dificultades existentes durante la interacción de un usuario mayor con una aplicación móvil son bien conocidas hoy en día, gracias a los numerosos estudios y pruebas realizadas con este sector de la población (Iancu & Iancu, 2020, Bianchi, 2021, Keroglou et al., 2023, Bagherian et al. 2021). Se ha considerado necesario prestar especial atención a aquellos elementos que hacen que estos usuarios no se sientan cómodos al utilizar las nuevas aplicaciones móviles. Para ello, se ha procurado aplicar las diferentes recomendaciones y buenas prácticas de diseño de aplicaciones para personas mayores, con el objetivo de intentar mejorar la interacción, además de aumentar la usabilidad y accesibilidad del sistema.

Los principios en los que se ha basado el diseño de la interfaz de la aplicación web son los siguientes:

- Diseño minimalista y simple.
- Eficiencia a la hora de realizar una tarea.
- Consistencia y retroalimentación precisa.
- Interacción multimodal.

En el diseño también se han considerado una serie de recomendaciones de diseño de aplicaciones para personas mayores (Barros, Leitão & Ribeiro, 2014). Las más importantes son las siguientes:

1. Uso de un nivel de contraste adecuado. Se ha considerado oportuno utilizar una herramienta de verificación de contrastes para validar todas las combinaciones de colores utilizadas (Hyzy et al., 2022). Además, se ha verificado que todos los textos y fondos cumplen con una ratio mínima de contraste de 7:1, que según W3C (World Wide Web Consortium) es el nivel mínimo recomendado para personas mayores que pueden tener problemas leves de vista.
2. Uso de una fuente y tamaño de letra adecuados a las personas mayores. Como fuente se ha escogido la fuente “sans-serif”, ya que se trata de un estilo clásico donde la letra es fácilmente comprensible y clara. Teniendo en cuenta que la aplicación se ejecutará en una pantalla con dimensiones aproximadas en píxeles de 1280 x 720, para garantizar la visibilidad de la letra se ha decidido utilizar diferentes tamaños según la sección de la pantalla en la que se usa el texto.
3. Uso de iconos grandes y simples que ayuden a facilitar la comprensión de las acciones que se pueden llevar a cabo con cada botón u opción del menú.
4. Mostrar la información mínima e imprescindible para no agobiar al usuario con una cantidad excesiva de

información que provoque la pérdida de éste. Además, se deberán utilizar los márgenes suficientes para conseguir espaciar los elementos de manera que sean fácilmente distinguibles y entendibles.

5. Garantizar la consistencia de los elementos para conseguir que los usuarios aprendan con mayor facilidad y rapidez a utilizar la aplicación.
6. Minimizar el número de interacciones necesarias para la navegación entre las diferentes opciones de la aplicación.
7. Mostrar al usuario información acerca de la pantalla en la que se encuentran, así como la opción de poder regresar a los menús anteriores.
8. Uso de una paleta de colores apropiada para las personas mayores (Guide to UI/UX Design for Older Adults, 2024). En este caso se han utilizado colores que consigan hacer más atractiva la aplicación para poder motivar a los usuarios a utilizarla. Dado que el azul, el morado y el amarillo han demostrado ser colores que generan sentimientos positivos, y permiten aumentar la concentración y la confianza de los usuarios señores, se ha considerado oportuno incluirlo en la paleta de colores de la aplicación.

Las siguientes figuras muestran algunos de los prototipos iniciales de la aplicación.

La Figura 2 muestra el prototipo del menú principal de la aplicación en el que se muestran las funcionalidades del sistema propuesto.



Figura 2: Menú con las funcionalidades de la app

La Figura 3 muestra las tres categorías de juegos disponibles.



Figura 3: Menú con las categorías de juegos disponibles

Finalmente, la Figura 4 muestra un ejemplo de diseño de uno de los juegos propuestos.



Figura 4: Diseño de uno de los juegos propuestos

Además, para poder permitir una interacción más satisfactoria y natural, se ha optado por el diseño de un avatar 2D, que permita actuar como una “geriatra virtual” guiando al usuario mayor a lo largo del sistema.

Para el diseño y elaboración del avatar 2D se ha contado con el apoyo de estudiantes y profesores del Grado de Bellas Artes de Teruel.

Después de evaluar diversos diseños, se ha decidido integrar una figura que representa a una mujer joven, con una apariencia jovial y amable. La Figura 5 muestra el avatar seleccionado para la aplicación conversacional.



Figura 5: Diseño de un avatar

De la misma manera, se han diseñado varios GIFs animados que ilustran los ejercicios físicos seleccionados para integrarlos en los entrenamientos de la aplicación. A modo de ejemplo, las Figuras 6 y 7 muestran los diseños de dos ejercicios físicos.



Figura 6: Diseño de un ejercicio de brazos



Figura 7: Diseño de un ejercicio de piernas

#### 4. Validación del Sistema

Tal y como se ha mencionado anteriormente, se ha contado con la colaboración de una geriatra tanto para la selección de las funcionalidades, como para el diseño de la aplicación. En concreto la geriatra ha evaluado la selección de los juegos, la selección de los entrenamientos físicos, el diseño de la interfaz de usuario y el diseño de la interfaz de voz.

Los principales criterios utilizados para evaluar la idoneidad del sistema han sido los siguientes:

- Usabilidad.
- Accesibilidad.
- Adecuación del contenido para adultos mayores.
- Beneficios para la salud física y mental.

Los principales comentarios realizados por la geriatra a lo largo de la evaluación han sido los siguientes:

1. Seleccionar juegos sencillos y que sean fáciles de comprender. A raíz de este comentario se ha tenido que eliminar algún juego, p.ej. Trail Making test, debido a su complejidad alta para los usuarios objeto del estudio.
2. Seleccionar frases breves y directas con palabras sencillas y fáciles de comprender para que el asistente le diga al usuario en cada pantalla y/o funcionalidad seleccionada.
3. Seleccionar ejercicios físicos cuyas instrucciones sean fáciles de comprender y cuya intensidad se ajuste a las características de los usuarios objetivo del estudio.
4. Diseñar una interfaz de voz con frases sencillas y fáciles de recordar. Cuyas palabras indiquen claramente la acción que se va a llevar a cabo.
5. Mostrar ejemplos de las frases que los usuarios deben decir en cada momento para que la interacción sea más fácil y rápida de aprender.

Cabe destacar que algunos de los juegos y ejercicios planteados también se encuentran adaptados a servicios de telegerontología.

#### 5. Resultados y discusión

Para reforzar la validación realizada por la geriatra se ha decidido llevar a cabo una evaluación con usuarios en la que se permita determinar la adecuación de este tipo de sistemas para personas mayores. A través de esta evaluación se ha recopilado una colección significativa de datos cualitativos y cuantitativos. Para ello, las técnicas de evaluación utilizadas han sido las siguientes:

- Métodos de indagación: entrevistas y cuestionarios.
- Métodos de test: pensando en voz alta y método del conductor.

Las pruebas con usuarios se han llevado a cabo mediante sesiones individuales, teniendo cada una de estas una duración aproximada de 30 minutos por participante. En estas sesiones los usuarios han llevado a cabo tres tareas principales:

1. Jugar a un juego utilizando la interacción táctil.
2. Jugar a un juego utilizando la interacción por voz.
3. Comenzar un entrenamiento utilizando las órdenes de voz.

Las evaluaciones realizadas han permitido determinar fundamentalmente la usabilidad y aceptación del sistema implementado. Para medir la percepción de la usabilidad del sistema se ha utilizado el cuestionario SUS [48]. Mientras que para medir la aceptación tecnológica del sistema se ha

empleado el cuestionario TAM (Technology Acceptance Model). En base a los ítems del cuestionario que hacen referencia a la utilidad percibida y la facilidad de uso percibida se ha podido obtener el valor medio de aceptación (Pan, 2020).

Actualmente se está en proceso de estudiar más en detalle los resultados obtenidos, motivo por el cuál estos serán presentados en una publicación futura. No obstante, tras la validación del sistema propuesto con la geriatra y el análisis preliminar de los resultados de la evaluación del sistema, se han conseguido identificar ciertos patrones y recomendaciones importantes que se han de tener en cuenta para un diseño de agentes conversacionales adecuado para personas mayores. En términos generales, los datos analizados sugieren que los Agentes Conversacionales parecen bastante prometedores para apoyar a las personas mayores, siendo capaces de brindar numerosos beneficios que podrían contribuir eficazmente al fomento de la salud física y mental en este sector de la población.

## **6. Desafíos abordados y consideraciones**

---

El diseño de una aplicación orientada a las personas mayores es una tarea difícil de llevar a cabo, ya que se deben tener en cuenta numerosos aspectos para lograr que sea lo suficientemente usable y se obtenga su aceptación.

En este estudio preliminar se ha llevado a cabo un primer diseño que ha sido validado por una geriatra que cuenta con la experiencia suficiente para poder apoyar en este proceso de diseño y conseguir obtener la mejor versión de la aplicación. Un desafío importante de ese estudio ha sido la correcta selección de las funcionalidades de la aplicación, en concreto, de los juegos y las actividades físicas que se pretenden incluir. En relación con este desafío, es importante destacar que la consideración del programa Vivifrail, y las sugerencias propuestas por la geriatra, en base a las actividades realizadas en centros geriátricos, ha sido crucial para comprender mejor las necesidades y limitaciones de este sector de la población.

Otro desafío importante ha sido la creación de frases sintácticas, presentadas en la Tabla 1, que sean comprensibles, fáciles de recordar y utilizar por los usuarios mayores para facilitar la interacción por voz. En este sentido, la geriatra también ha aportado su experiencia, ayudándonos a seleccionar las palabras más apropiadas en cada caso. Se considera que este aspecto será fundamental en los estudios futuros, ya que permitirá evaluar la viabilidad de este tipo de aplicaciones y agentes de voz para usuarios mayores.

## **7. Conclusiones**

---

En este estudio se ha presentado el diseño de una aplicación para el agente conversacional Alexa Echo Show. El diseño se ha llevado a cabo tras realizar una investigación exhaustiva acerca de los usos actuales de los Agentes Conversacionales. El objetivo principal ha sido el diseño de una aplicación conversacional, que permita fomentar el envejecimiento activo a través de juegos cognitivos y actividades físicas ajustadas a las necesidades y limitaciones de los adultos mayores.

Para validar el sistema diseñado se ha contado con el apoyo y la experiencia de una geriatra, quien ha participado activamente en todas las fases del diseño. Esto ha incluido la selección de funcionalidades, categorías de juegos, tipos de ejercicios físicos, así como la elaboración de las frases para ejecutar acciones y el diseño de la interfaz de la aplicación. Así mismo, se ha llevado a cabo una evaluación con usuarios que ha permitido reforzar la validación realizada por la geriatra.

En resumen, la valoración inicial de los resultados obtenidos en este estudio ha conseguido determinar que el uso de los Agentes Conversacionales podría ser una solución bastante prometedora para cumplir con los objetivos perseguidos, esto es conseguir que las personas mayores disfruten de una vejez más activa y saludable. Por otro lado, esta investigación también detalla todos los aspectos y tecnologías considerados en el diseño de la aplicación, con el propósito de facilitar el desarrollo y la evaluación futura del sistema propuesto.

Como trabajo futuro, se espera publicar una versión extendida de los resultados del estudio, así como las principales recomendaciones de diseño de Agentes Conversacionales para personas mayores, y las diferentes limitaciones detectadas en la interacción de los mayores con este tipo de tecnologías.

## **Agradecimientos**

---

Agradecemos la colaboración de las geriatras que participaron en la validación del sistema implementado, así como la participación de los compañeros del grado de Bellas Artes, responsables del diseño de los elementos gráficos utilizados en la aplicación. Finalmente, apreciamos la participación de todos los usuarios que aceptaron evaluar y probar el sistema propuesto en el estudio.

## Referencias

---

- Abd-alrazaq, A., Alajlani, M., Alhuwail, D., Toro, C. T., Giannicchi, A., Ahmed, A., Makhoulf, A., & Househ, M. (2021). The effectiveness and safety of serious games in improving cognitive abilities among elderly people with cognitive impairment: A systematic review and meta-analysis (Preprint). *JMIR Serious Games*. <https://doi.org/10.2196/34592>
- Adamopoulou, E., & Moussiades, L. (2020). Chatbots: History, technology, and Applications. *Machine Learning with Applications*, 2(100006). *Sciencedirect*. <https://doi.org/10.1016/j.mlwa.2020.100006>
- Alan AI | Conversational Voice AI Platform. (n.d.). Alan. Accessed 10 Sept. 2024
- Android. Build App Actions | Documentation. (n.d.). Android Developers. Accessed 10 Sept. 2024
- Amazon (a) About Alexa for Apps | Alexa Skills Kit. (n.d.). Amazon Alexa. Accessed 10 Sept. 2024
- Amazon (b) What is the Alexa Skills Kit? | Alexa Skills Kit. (n.d.). Amazon (Alexa). Accessed 10 Sept. 2024
- Asistente de Google: tu Google personal. (n.d.). Assistant, Accessed 10 Sept. 2024
- Bagherian, H., Shahbazi, M., Sattari, M., & Saghaeiannejad-Isfahani, S. (2021). The opportunities and challenges of using mobile health in elderly self-care. *Journal of Education and Health Promotion*, 10(1), 80. [https://doi.org/10.4103/jehp.jehp\\_871\\_20](https://doi.org/10.4103/jehp.jehp_871_20)
- Barros, A. C. de, Leitão, R., & Ribeiro, J. (2014). Design and Evaluation of a Mobile User Interface for Older Adults: Navigation, Interaction and Visual Design Recommendations. *Procedia Computer Science*, 27, 369–378. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2014.02.041>
- Becker, C., Nakasone, A., Prendinger, H., Ishizuka, M., & Wachsmuth, I. (2013). Physiologically interactive gaming with the 3D agent Max. *Uni-Bielefeld.de*, Accessed 10 Sept. 2024
- Bennion, M. R., Hardy, G. E., Moore, R. K., Kellett, S., & Millings, A. (2020). Usability, Acceptability, and Effectiveness of Web-Based Conversational Agents to Facilitate Problem Solving in Older Adults: Controlled Study. *Journal of Medical Internet Research*, 22(5), e16794. <https://doi.org/10.2196/16794>
- Bianchi, C. (2021). Exploring how internet services can enhance elderly well-being. *Journal of Services Marketing*, 35(5). <https://doi.org/10.1108/jsm-05-2020-0177>
- Bickmore, T. (2023, October 16). How about this Weather? Social Dialogue with Embodied Conversational Agents - AAAI. AAAI. Accessed 10 Sept. 2024
- Copilot for Microsoft 365. (n.d.). Microsoft Adoption, Accessed 10 Sept. 2024
- Cota, T. T., & Ishitani, L. (2015). Motivation and benefits of digital games for the elderly: a systematic literature review. *Revista Brasileira de Computação Aplicada*, 7(1). <https://doi.org/10.5335/rbca.2015.4190>
- da Paixao Pinto, N., dos Santos Franca, J. B., de Sa Sousa, H. P., Vivacqua, A. S., & Garcia, A. C. B. (2021). Conversational Agents for Elderly Interaction. 2021 IEEE 24th International Conference on Computer Supported Cooperative Work in Design (CSCWD), 1–6. <https://doi.org/10.1109/cscwd49262.2021.9437883>
- DeixiLabs. (n.d.). Deixilabs.com, Accessed 10 Sept. 2024
- Furhat Robotics. The world's most advanced social robot. (n.d.). Furhat Robotics, Accessed 10 Sept. 2024
- Guide to UI/UX Design for Older Adults. Accessed 10 Sept. 2024
- Herzog, G., & Reithinger, N. (2006). *The SmartKom Architecture: A Framework for Multimodal Dialogue Systems*. Springer eBooks, 55–70. [https://doi.org/10.1007/3-540-36678-4\\_4](https://doi.org/10.1007/3-540-36678-4_4)
- Home. (n.d.). Leka, Accessed 10 Sept. 2024
- Hyzy, M., Bond, R., Mulvenna, M., Bai, L., Dix, A., Leigh, S., & Hunt, S. (2022). System Usability Scale Benchmarking for Digital Health Apps: Meta-analysis. *JMIR MHealth and UHealth*, 10(8), e37290. <https://doi.org/10.2196/37290>
- Iancu, I., & Iancu, B. (2020). Designing mobile technology for elderly. A theoretical overview. *Technological Forecasting and Social Change*, 155(1), 119977. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.119977>
- Keroglou, C., Kansizoglou, I., Michailidis, P., Oikonomou, K. M., Papapetros, I. T., Dragkola, P., Michailidis, I. T., Gasteratos, A., Kosmatopoulos, E. B., & Sirakoulis, G. Ch. (2023). A Survey on Technical Challenges of Assistive Robotics for Elder People in Domestic Environments: The ASPiDA Concept. *IEEE Transactions on Medical Robotics and Bionics*, 1–1. <https://doi.org/10.1109/tmrb.2023.3261342>
- King, S. (2006). *Speech Technologies: Language Variation*. Elsevier eBooks, 56–61. <https://doi.org/10.1016/b0-08-044854-2/01515-7>

- Legault, L. (2020). Intrinsic and Extrinsic Motivation. *Encyclopedia of Personality and Individual Differences*, 1(1), 2416–2419. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-24612-3\\_1139](https://doi.org/10.1007/978-3-319-24612-3_1139)
- Lim, W. M., Kumar, S., Verma, S., & Chaturvedi, R. (2022). Alexa, what do we know about conversational commerce? Insights from a systematic literature review. *Psychology & Marketing*. <https://doi.org/10.1002/mar.21654>
- Macias-Huerta, P., Santamaría-Bonfil, G., & Ibañez, M. (n.d.). CARLA: Conversational Agent in Virtual Reality with Analytics. Accessed 10 Sept. 2024
- Mairena, P. por J. (n.d.). Guía de recomendaciones para el desarrollo de videojuegos e interfaces para personas mayores. Accessed 10 Sept. 2024
- Masche, J., & Le, N.-T. (2017). A Review of Technologies for Conversational Systems. *Advanced Computational Methods for Knowledge Engineering*, 212–225. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-61911-8\\_19](https://doi.org/10.1007/978-3-319-61911-8_19)
- Montenegro, J. L. Z., da Costa, C. A., & da Rosa Righi, R. (2019). Survey of conversational agents in health. *Expert Systems with Applications*, 129, 56–67. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2019.03.054>
- Pacheco-Lorenzo, M. R., Valladares-Rodríguez, S. M., Anido-Rifón, L. E., & Fernández-Iglesias, M. J. (2021). Smart conversational agents for the detection of neuropsychiatric disorders: A systematic review. *Journal of Biomedical Informatics*, 113, 103632. <https://doi.org/10.1016/j.jbi.2020.103632>
- Pan, X. (2020). Technology Acceptance, Technological Self-Efficacy, and Attitude Toward Technology-Based Self-Directed Learning: Learning Motivation as a Mediator. *Frontiers in Psychology*, 11. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.564294>
- Pandey, A. K., & Gelin, R. (2018). A Mass-Produced Sociable Humanoid Robot: Pepper: The First Machine of Its Kind. *IEEE Robotics & Automation Magazine*, 25(3), 40–48. <https://doi.org/10.1109/mra.2018.2833157>
- Palumbo, V., & Paternò, F. (2020). Serious games to cognitively stimulate older adults. *Proceedings of the 13th ACM International Conference on Pervasive Technologies Related to Assistive Environments*. <https://doi.org/10.1145/3389189.3393739>
- Pelizäus, H. (2016). Motives of the Elderly for the Use of Technology in their Daily Lives. *Ageing and Technology*, 27–46. <https://doi.org/10.14361/9783839429570-002>
- Plaza, I., Martín, L., Martín, S., & Medrano, C. (2011). Mobile applications in an aging society: Status and trends. *Journal of Systems and Software*, 84(11), 1977–1988. <https://doi.org/10.1016/j.jss.2011.05.035>
- Poggi, I., Pelachaud, C., Fiorella de Rosis, Carofiglio, V., & B. De Carolis. (2005). Greta. A Believable Embodied Conversational Agent. *Text, Speech and Language Technology*, 3–25. [https://doi.org/10.1007/1-4020-3051-7\\_1](https://doi.org/10.1007/1-4020-3051-7_1)
- Rienzo, A., & Cubillos, C. (2020). Playability and Player Experience in Digital Games for Elderly: A Systematic Literature Review. *Sensors*, 20(14), 3958. <https://doi.org/10.3390/s20143958>
- Rivoir, A., Morales, M. J., & Casamayou, A. (2019). Usos y percepciones de las tecnologías digitales en personas mayores. Limitaciones y beneficios para su calidad de vida. *Revista Austral de Ciencias Sociales*, 36, 295–313. <https://doi.org/10.4206/rev.austral.cienc.soc.2019.n36-15>
- Russo, A., D’Onofrio, G., Gangemi, A., Giuliani, F., Mongiovi, M., Ricciardi, F., Greco, F., Cavallo, F., Dario, P., Sancarlo, D., Presutti, V., & Greco, A. (2019). Dialogue Systems and Conversational Agents for Patients with Dementia: The Human–Robot Interaction. *Rejuvenation Research*, 22(2), 109–120. <https://doi.org/10.1089/rej.2018.2075>
- Sánchez-Sánchez, J. L., de Souto Barreto, P., Antón-Rodrigo, I., Ramón-Espinoza, F., Marín-Epelde, I., Sánchez-Latorre, M., Moral-Cuesta, D., & Casas-Herrero, Á. (2022). Effects of a 12-week Vivifrail exercise program on intrinsic capacity among frail cognitively impaired community-dwelling older adults: secondary analysis of a multicentre randomised clinical trial. *Age and Ageing*, 51(12). <https://doi.org/10.1093/ageing/afac303>
- SARA: Socially Aware Robot Assistant | ArticuLab. (n.d.), Accessed 10 Sept. 2024
- Seminck, O. (2022). Conversational AI: Dialogue Systems, Conversational Agents, and Chatbots by Michael McTear. *Computational Linguistics*, 1–4. [https://doi.org/10.1162/coli\\_r\\_00470](https://doi.org/10.1162/coli_r_00470)
- Siri. (n.d.). Apple (España), Accessed 10 Sept. 2024
- Sriwisathiyakun, K., & Dhamanitayakul, C. (2022). Enhancing digital literacy with an intelligent conversational agent for senior citizens in Thailand. *Education and Information Technologies*. <https://doi.org/10.1007/s10639-021-10862-z>
- Tyler, M., De George-Walker, L., & Simic, V. (2020). Motivation matters: Older adults and information communication technologies. *Studies in the Education of Adults*, 1–20. <https://doi.org/10.1080/02660830.2020.1731058>
- ter Stal, S., Broekhuis, M., van Velsen, L., Hermens, H., & Tabak, M. (2020). Embodied Conversational Agent Appearance for Health Assessment of Older Adults: Explorative Study. *JMIR Human Factors*, 7(3), e19987. <https://doi.org/10.2196/19987>

ter Stal, S., Tabak, M., op den Akker, H., Beinema, T., & Hermens, H. (2019). Who Do You Prefer? The Effect of Age, Gender and Role on Users' First Impressions of Embodied Conversational Agents in eHealth. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 36(9), 1–12. <https://doi.org/10.1080/10447318.2019.1699744>

## Reconocimiento de Gestos para HoloLens2 con Puntos 3D de las Manos Bajo Limitaciones de Datos

### Gesture Recognition for HoloLens2 using 3D Hand Points under Data Limitations

**Mario Andreu Villar**  
Instituto Tecnológico de  
Informática  
Valencia, España  
mandreu@iti.es

**Carlos-D. Martínez-  
Hinarejos**  
Universitat Politècnica de  
València  
Valencia, España  
cmartine@dsic.upv.es

**Patricia Pons**  
Instituto Tecnológico de  
Informática  
Valencia, España  
ppons@iti.es

**Jose Luis Soler-Domínguez**  
Instituto Tecnológico de  
Informática  
Valencia, España  
jlsoler@iti.es

**Samuel Navas-Medrano**  
Instituto Tecnológico de Informática  
Valencia, España  
snavas@iti.es

**Vicent Ortiz Castelló**  
Instituto Tecnológico de Informática  
Valencia, España  
vortiz@iti.es

**Marta García-Ballesteros**  
Instituto Tecnológico de  
Informática  
Valencia, España  
martagarcia@iti.es

Recibido: 04.10.2024 | Aceptado: 17.12.2024

#### Palabras Clave

Aprendizaje automático  
Realidad mixta  
Reconocimiento de gestos de la mano  
Interacción Persona-Ordenador  
Microsoft HoloLens 2  
Inteligencia Artificial  
Aprendizaje con pocos Ejemplos

#### Resumen

En la actualidad, la interacción persona-ordenador busca ser cada vez más intuitiva. En el caso de la realidad mixta, el uso de gestos emerge como una solución factible para lograr interacciones más naturales y fluidas. En este trabajo, implementamos un sistema completo de reconocimiento de gestos de las manos para las Microsoft HoloLens 2, basado en un par de clasificadores en cascada. Para el entrenamiento de los modelos, utilizamos la parte disponible públicamente del conjunto de datos SHREC22, que cuenta con un número limitado de muestras, convirtiendo esta tarea en un problema de aprendizaje con pocos ejemplos, ya que solo disponemos de 36 muestras por clase. Exploramos diversas arquitecturas de redes neuronales para identificar la más adecuada en este contexto. Al evaluar el sistema en su conjunto, logramos una tasa de error de gestos (GER) del 9.6%, lo que demuestra el potencial del enfoque propuesto, si bien su rendimiento podría optimizarse con futuros ajustes y más datos de entrenamiento.

#### Keywords

Machine Learning  
Mixed Reality  
Hand Gesture Recognition  
Human-Computer Interaction  
Microsoft HoloLens 2  
Artificial Intelligence  
Few-shot learning

#### Abstract

Nowadays, human-computer interaction is seeking to be more intuitive. In the context of mixed reality, hand gestures emerge as a feasible solution to achieve more natural and seamless interactions. In this work, we implement a complete hand gesture recognition system for Microsoft HoloLens 2, based on a pair of cascaded classifiers. For training the models, we use the publicly available part of the SHREC22 dataset, which has a limited number of samples, turning this task into a few-shot learning problem, since only 36 samples per class are available. We explore various neural network architectures to identify the most suitable one in this context. When evaluating the system as a whole, we achieved a gesture error rate (GER) of 9.6%, which highlights the potential of the proposed approach, although its performance could be optimized with future tuning and more training data.

**1. Introducción**

Desde la aparición de los ordenadores para el público general, la investigación en interacción persona-ordenador (*Human-Computer Interaction*, HCI) ha estado marcada por la búsqueda constante de formas más intuitivas y sencillas de interacción. A lo largo de las décadas, se han explorado diversas tecnologías con el objetivo de acercar la experiencia de uso a algo más natural y cercano a la interacción humana. Desde la introducción de pantallas táctiles, que permiten manipular directamente los objetos en pantalla, hasta los sistemas de reconocimiento de voz, que nos facilitan emitir comandos mediante el habla, la búsqueda de interfaces más accesibles no ha dejado de aumentar. Estas innovaciones reflejan un objetivo común: hacer que el uso de las interfaces sea cada vez más sencillo y natural de forma que nos resulte casi innato usarlas, eliminando barreras entre el usuario y la tecnología (Bannon, 2011).

Desde hace algunos años, un nuevo paradigma ha ganado relevancia en el ámbito de la interacción persona-ordenador: la realidad mixta (*Mixed Reality*, MR) (Milgram & Kishino, 1994). Esta tecnología se diferencia de la realidad virtual (*Virtual Reality*, VR) y de la realidad aumentada (*Augmented Reality*, AR) en su capacidad para integrar elementos virtuales con el entorno físico, en lugar de simplemente sumergir al usuario en un mundo digital (como en VR) o superponer objetos digitales al mundo real (como en AR) (Milgram et al., 1995; Ribeiro et al., 2021). La MR permite que los objetos virtuales interactúen dinámicamente con el entorno físico, ofreciendo una experiencia mucho más inmersiva y coherente. Para comprender mejor las diferencias entre estas tecnologías dentro del continuo realidad-virtualidad, véase la Figura 1. De esta manera, la MR habilita nuevas posibilidades para

aplicaciones educativas, industriales, de entretenimiento y más, y ofrece un potencial significativo para crear interacciones más naturales, dinámicas e inmersivas, donde el usuario puede manipular objetos virtuales como si estuvieran presentes en el mundo real, ampliando así las capacidades de las interfaces tradicionales (Dipesh Gyawali, 2023).

Sin embargo, en el mundo de la MR persiste un desafío fundamental: en muchos casos, las interfaces utilizadas para ejecutar acciones replican las mismas que encontramos en las pantallas táctiles, como las de los dispositivos móviles. Este enfoque, aunque funcional, carece de la naturalidad que se busca en un entorno inmersivo (Asadi & Hemadi, 2024; Rokhsaritalemi et al., 2020). Interactuar con botones o menús flotantes en el aire no refleja las acciones que realizamos en la vida diaria. Por ejemplo, en una carrera en el mundo real, el inicio se señala con el descenso de una bandera, un gesto claro y reconocible, no con un contador digital o un botón que deba ser presionado en el aire. Este contraste pone en evidencia que, aunque la MR ha avanzado considerablemente, aún queda mucho trabajo por hacer para que las interfaces sean verdaderamente intuitivas y se alineen con los comportamientos naturales del ser humano.

Entiéndase por interacción natural la capacidad de los usuarios para interactuar con el entorno virtual de manera fluida y coherente, utilizando gestos y comportamientos que imitan los de la vida cotidiana. Por otro lado, interacción intuitiva hace referencia a la facilidad con la que los usuarios comprenden y utilizan el sistema sin necesidad de instrucciones complejas, basándose en su experiencia previa y en el uso común de gestos y movimientos. Estos conceptos son clave para lograr una experiencia inmersiva auténtica en MR (Spittle et al., 2022).



Figura 1: Diferencias entre las tecnologías AR, MR y VR dentro del continuo realidad-virtualidad. Adaptado de Soler-Dominguez et al., 2024

Entre las soluciones propuestas para lograr una interacción más natural e intuitiva en la MR, el uso de gestos destaca como una alternativa prometedora (Guo et al., 2021). La detección de las manos ha experimentado avances significativos gracias a los desarrollos en inteligencia artificial (*Artificial Intelligence*, AI) y aprendizaje automático (*Machine Learning*, ML) (Khan & Ibraheem, 2012; Yang et al., 2019; Mehran Maghoumi & LaViola, 2019), así como a la incorporación de sensores avanzados en los dispositivos de MR (Balakrishnan & Guo, 2024). Estos avances han permitido un seguimiento más preciso y en tiempo real de los movimientos de las manos, superando muchas de las limitaciones previas en la captura de gestos. Con este primer paso ya consolidado, el siguiente desafío es el diseño e implementación de sistemas de reconocimiento de gestos de las manos (*Hand Gesture Recognition*, HGR) que sean tanto rápidos como efectivos (Emporio et al., 2022; Yang et al., 2019). La creación de estos sistemas implica no solo la detección precisa de cuándo se ha realizado un gesto, sino también la capacidad de interpretarlo y responder de manera eficiente dentro del entorno virtual, garantizando una experiencia de usuario fluida y natural.

En este trabajo, nos centramos en el estudio de las aproximaciones actuales al HGR en el contexto de MR. Exploramos y proponemos mejoras de los algoritmos de ML más recientes que facilitan la clasificación de gestos, tanto estáticos como dinámicos. Además, proponemos un sistema integral de detección de gestos específicamente diseñado para su implementación en uno de los dispositivos más utilizados en el mercado, las Microsoft HoloLens 2<sup>1</sup>. El resto del trabajo se estructura de la siguiente manera: en la sección 2, revisamos el estado del arte en HGR y las técnicas de ML aplicadas. La sección 3 detalla el sistema de HGR propuesto. En la sección 4, presentamos el conjunto de datos a utilizar. La experimentación realizada se presenta en la sección 5. Finalmente, en las secciones 6 y 7, discutimos los resultados y las conclusiones, así como las posibles direcciones futuras para la mejora y expansión del sistema.

## 2. Estado del arte

---

La IA generativa (GenAI) puede crear diversos tipos de contenido como textos, imágenes, audios y videos, utilizando herramientas como ChatGPT, Copilot, Gemini o Midjourney. Asimismo, en los últimos años han surgido diversos modelos de lenguaje grande (LLM, Large Language Models) sobre los que se pueden desarrollar nuevas aplicaciones que acerquen la IA generativa a los usuarios para resolver problemas de diversa índole. En el contexto educativo, su implementación permite transformar no solo cómo se crea y personaliza el contenido para el aprendizaje, sino también los procesos de enseñanza-

El HGR es un área de investigación prominente dentro del campo de visión por ordenador (*Computer Vision*, CV) y la HCI (Khan & Ibraheem, 2012). Consiste en la interpretación y comprensión automatizadas de los movimientos y configuraciones de las manos para inferir gestos y órdenes del usuario. El HGR ha cobrado gran importancia debido a su potencial para revolucionar diversas aplicaciones (Benedict et al., 2019), como la MR y VR (Emporio et al., 2021), el reconocimiento del lenguaje de signos (Parcheta & Martínez-Hinarejos, 2017) y la interacción persona-robot (Guo et al., 2021).

### 2.1 Enfoques para el HGR

El HGR se ha abordado históricamente de dos formas principales. La primera es mediante técnicas de CV, donde se emplean imágenes o secuencias de vídeo capturadas por cámaras para identificar gestos a partir de la apariencia visual de la mano. En este enfoque, los algoritmos analizan características como contornos, texturas y movimientos dentro del campo visual. Aunque esta aproximación ha sido ampliamente explorada y puede funcionar eficazmente para ciertos gestos (Köpüklü et al., 2019), puede encontrar dificultades con la segmentación del fondo y el primer plano, las variaciones de iluminación y la limitada información de profundidad (Chakraborty et al., 2018). La segunda técnica se basa en el análisis de coordenadas espaciales, observando puntos clave de la mano, conocidos como “*joints*” o articulaciones, obtenidos por sensores especializados que rastrean su posición en un espacio tridimensional (Emporio et al., 2022). Este método proporciona información más precisa sobre la posición, orientación y profundidad de la mano, facilitando la interpretación de gestos complejos (Guo et al., 2021).

El enfoque basado en CV presenta la ventaja de requerir hardware relativamente sencillo para la captura de datos, ya que cualquier cámara estándar es suficiente para obtener imágenes o vídeo de la mano. En contraste, el segundo enfoque, que se basa en el análisis de coordenadas espaciales, necesita hardware más complejo y costoso, como sensores de profundidad o sistemas de seguimiento específicos (Guo et al., 2021). En nuestro caso, dado que este proyecto se centra en el desarrollo de un sistema de HGR para las Microsoft HoloLens 2, que ya están equipadas con sensores avanzados para el seguimiento de manos en 3D, hemos optado por utilizar esta segunda aproximación.

### 2.2 HGR analizando coordenadas 3D

Las primeras aproximaciones al HGR mediante ML analizando coordenadas 3D se basaron en métodos tradicionales como las máquinas de vectores de soporte (*Support Vector Machines*, SVM), *random forests* y clasificadores basados en disimilitud (Marin et al., 2015; Caputo et al., 2020). Estos enfoques mostraron resultados iniciales prometedores, pero con la evolución del campo, las redes neuronales se han impuesto

---

<sup>1</sup> <https://www.microsoft.com/es-es/hololens>

como la técnica predominante hoy en día. Por un lado, las redes neuronales recurrentes (*Recurrent Neural Networks*, RNN), y específicamente las *Long Short-Term Memory* (LSTM), han sido ampliamente utilizadas para procesar datos secuenciales, como la variación a lo largo del tiempo de las posiciones de las manos (Avola et al., 2019). Además, utilidades como *Deep Gesture Recognition*, que emplea *Gated Recurrent Units* (GRU) apiladas junto con un modelo de atención global, han demostrado ser eficientes y efectivas en la clasificación de gestos (Mehran Maghousi & LaViola, 2019).

En otros enfoques, se ha observado que redes neuronales convolucionales unidimensionales (1D-CNN) con módulos de resumen de movimientos pueden lograr resultados competitivos con una menor complejidad computacional (Yang et al., 2019). En este contexto, destaca la arquitectura STRONGER (*Simple Trajectory-based Online Gesture Recognizer*) (Emporio et al., 2021), basada en una versión modificada de la arquitectura DDNet (*Double-feature Double-motion Network*) (Yang et al., 2019). DDNet es una red neuronal profunda diseñada específicamente para la clasificación de señales direccionales. La red procesa y combina las señales de entrada en varias direcciones utilizando filtros direccionales, seguidos de capas convolucionales y de *pooling* que reducen la dimensionalidad de las características aprendidas. La ventaja de la DDNet es su capacidad para capturar patrones direccionales específicos que resultan difíciles de identificar para las redes neuronales convencionales. Dado que los gestos se pueden ver como datos direccionales que evolucionan en el tiempo, tanto la DDNet como la STRONGER son adecuadas para su clasificación.

### 2.3 Conjuntos de datos disponibles

La disponibilidad de *datasets* que incluyan coordenadas tridimensionales de las articulaciones de la mano para el HGR es relativamente escasa. Hasta donde tenemos conocimiento, únicamente hemos identificado tres conjuntos de datos que cumplen este requisito. Por otro lado, vale la pena mencionar que no hemos encontrado modelos neuronales preentrenados diseñados específicamente para esta tarea. Un desafío significativo en la utilización de estos conjuntos de datos es la falta de interoperabilidad entre ellos, ya que cada estudio utiliza diferentes dispositivos de captura y, por ende, cada uno detecta distintos puntos clave de la mano. Esta situación complica la generalización de los resultados y la comparación entre los diferentes estudios. A continuación, presentamos las características de los tres *datasets* principales.

#### 2.3.1 SHREC22<sup>2</sup>

El conjunto de datos SHREC22 incluye 288 secuencias de gestos de la mano, cada una de las cuales contiene un número variable de gestos que oscila entre 3 y 5 por secuencia. Este *dataset* abarca un total de 16 clases diferentes de gestos, con una distribución equilibrada de muestras entre las clases. El conjunto de datos se divide en un conjunto de entrenamiento (144 muestras), con anotaciones, y un conjunto de prueba (144 muestras), que carece de anotaciones debido a su uso en una competición. Los datos se grabaron con las Microsoft HoloLens 2, capturando 26 puntos de interés en las articulaciones de la mano (Emporio et al., 2022).

#### 2.3.2 Dynamic Hand Gesture 14/28<sup>3</sup>

Este conjunto de datos consta de 1.400 secuencias con 14 clases de gestos realizados de dos formas (2.800 en total): con un dedo y con toda la mano. Cada gesto es ejecutado cinco veces por 20 participantes diestros. Las secuencias incluyen imágenes de profundidad y 22 coordenadas de articulaciones tanto en el espacio 2D de la imagen de profundidad como en el espacio 3D del mundo, formando un esqueleto completo de la mano. Los datos se capturan con una cámara de profundidad de corto alcance Intel RealSense, a 30 fotogramas por segundo, con una resolución de 640x480 para las imágenes de profundidad. La duración de los gestos oscila entre 20 y 50 fotogramas y se capturan 22 puntos de interés en las articulaciones de la mano (De Smedt et al., 2016).

#### 2.3.3 SHREC21<sup>4</sup>

La colección de datos SHREC21 comprende 180 secuencias de gestos de la mano, cuidadosamente planificadas para incluir de 3 a 5 gestos por secuencia, complementadas con movimientos de la mano semialeatorios etiquetados como no gestos. El diccionario original contiene 18 gestos, clasificados en gestos estáticos, caracterizados por una postura fija de la mano, y gestos dinámicos, caracterizados por trayectorias de la mano y las articulaciones. Sin embargo, posteriormente se eliminó uno de los gestos debido a posibles conflictos, dejando un total de 17 clases de gestos y manteniendo una distribución equilibrada de muestras entre todas las clases. El conjunto de datos se divide en dos partes: un conjunto de entrenamiento, que incluye 108 secuencias con aproximadamente 24 gestos por clase, y un conjunto de test (anotado), que incluye 72 secuencias con aproximadamente 16 gestos por clase. Las trayectorias de los gestos se tomaron con sensores LeapMotion a 50 FPS, capturando 20 puntos de interés con coordenadas de posición y cuaterniones (Caputo et al., 2021).

<sup>2</sup> <https://univr-vips.github.io/Shrec22/#dataset>

<sup>3</sup> <http://www-rech.telecom-lille.fr/DHGdataset>

<sup>4</sup> <https://univr-vips.github.io/Shrec21/#revision>

### 2.4 Desafíos y oportunidades

En la actualidad, la mayoría de los avances en HGR se han concentrado en enfoques basados en CV, mientras que la aproximación que utiliza coordenadas 3D de las articulaciones de la mano ha sido menos estudiada, a pesar de sus ventajas, como una representación compacta y un procesado potencialmente eficiente (Yang et al., 2019). Las redes neuronales utilizadas para la detección de gestos en este contexto aún requieren mayor investigación. Aunque se han logrado resultados prometedores, existe un amplio margen de mejora (Emporio et al., 2022), particularmente si se busca una detección en tiempo real. De nada sirve una detección extremadamente precisa si esta introduce demoras de varios segundos, lo que afectaría la experiencia del usuario. Por tanto, es fundamental seguir investigando nuevas arquitecturas de redes y optimizaciones en las actuales para mejorar tanto la precisión como los tiempos de reconocimiento (Emporio et al., 2022).

Otro desafío significativo es la escasez de *datasets* disponibles para el entrenamiento de modelos basados en coordenadas 3D. Como vemos en la sección 2.3, los conjuntos de datos existentes son limitados en número y tamaño, lo que restringe el desarrollo y evaluación de algoritmos más robustos. En nuestro caso particular, trabajando con las Microsoft HoloLens 2, de los tres conjuntos de datos mencionados, solo podemos utilizar el SHREC22, que presenta únicamente 144 secuencias utilizables debido a la falta de anotaciones del conjunto de prueba. Esto pone de manifiesto la necesidad urgente de desarrollar nuevos conjuntos de datos más amplios y específicos que permitan la creación de modelos más generalizables y eficientes.

### 3. Sistema propuesto

Como discutimos en la sección 2.1, nuestra estrategia de HGR se basa en el uso de información posicional tridimensional de las articulaciones de la mano capturada por el dispositivo Microsoft HoloLens 2. Nuestro enfoque se centra en el diseño de un sistema robusto de clasificación de gestos: dada una ventana temporal compuesta por múltiples *frames* (donde cada *frame* representa la posición tridimensional de los 26 *joints* de la mano en un instante de tiempo), nuestro clasificador principal está diseñado para identificar el gesto específico dentro de dicha ventana.

Si bien, como mencionamos en la sección 2.4, utilizamos el conjunto de datos SHREC22 por ser el único diseñado específicamente para las HoloLens 2, nuestro enfoque difiere ligeramente del planteamiento de la competición asociada al *dataset*. En dicha competición, el objetivo es simular un reconocimiento *online* de manera *offline*: se proporcionan secuencias de gestos mezcladas con ruido y se espera que el sistema identifique los gestos presentes en la secuencia e indique sus posiciones de inicio y fin. Nuestra aproximación,

sin embargo, no se centra en localizar directamente las posiciones exactas de los gestos dentro de una secuencia. En su lugar, priorizamos el diseño de un sistema de reconocimiento que, dado un único gesto, sea capaz de clasificarlo correctamente. Para procesar secuencias completas, aplicaremos técnicas de ventana deslizante que nos permitirán identificar las regiones donde ocurre un gesto.

De este modo, nos centramos en el reconocimiento de gestos de forma aislada. Aunque ignorar el contexto puede reducir la precisión en algunos casos, esta simplificación presenta una ventaja clave: permite emplear redes neuronales más sencillas, lo que se traduce en un procesamiento más rápido y optimizado. Para garantizar la eficiencia y el análisis de gestos en tiempo real, proponemos un sistema basado en dos clasificadores en cascada. Además del clasificador principal, empleamos un clasificador binario preliminar, también conocido como detector, cuyo objetivo es determinar de manera rápida la presencia o ausencia de un gesto en una ventana temporal. Esto permite un mecanismo de filtrado eficiente, en el que el análisis más complejo se prioriza únicamente cuando se detecta un gesto, optimizando así la capacidad de respuesta global del sistema. En conjunto, el sistema propuesto sigue un proceso lógico similar al ilustrado en la Figura 2.

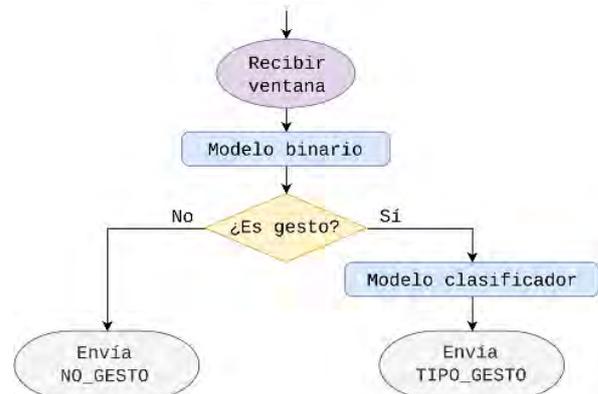


Figura 2: Proceso de toma de decisiones del sistema completo de reconocimiento de gestos

Respecto al despliegue del sistema, decidimos no realizar la inferencia directamente en el dispositivo. Aunque esta opción es técnicamente viable, presenta ciertos desafíos (Zaccardi et al., 2023). La principal razón de esta decisión radica en la preocupación por una posible disminución del rendimiento, ya que la saturación del dispositivo podría lastrar la fluidez de la interfaz MR, comprometiendo la experiencia del usuario. En su lugar, configuramos un servidor externo encargado de realizar las inferencias. Esta configuración reduce significativamente la carga computacional sobre las HoloLens 2, que únicamente se encargan de enviar la información de las articulaciones de la mano y recibir la respuesta con la etiqueta de la clase correspondiente.

En la práctica, la interacción se desarrolla de la siguiente manera: las HoloLens 2 acumulan *frames* con la información de los *joints* y, una vez completada una ventana temporal, envían estos datos al servidor, que realiza la inferencia jerárquica descrita en la Figura 2. La etiqueta resultante es enviada de vuelta a la aplicación, lo que permite respuestas en tiempo real, como la transición de escenas o la activación de elementos interactivos. Para facilitar esta comunicación, utilizamos los protocolos ZeroMQ (ZMQ) sobre paquetes TCP, diseñados específicamente para interacciones de baja latencia. La Figura 3 ilustra este concepto de interacción.

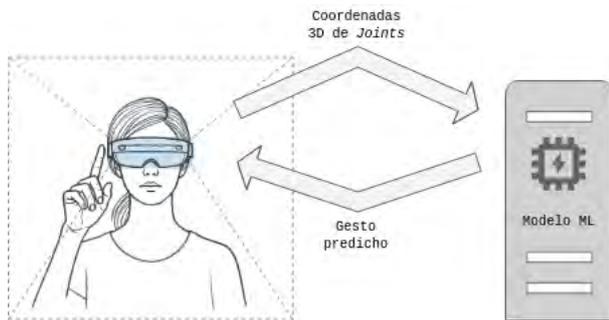


Figura 3: Esquema de comunicación del sistema completo de reconocimiento de gestos

Con esta estructura, la aplicación de MR puede aprovechar las capacidades del sistema combinado de reconocimiento de gestos sin comprometer la experiencia inmersiva. Además, el diseño modular permite realizar ajustes y ampliaciones fácilmente para adaptarse a diversos escenarios.

#### 4. Descripción del conjunto de datos

En este trabajo, utilizamos el conjunto de datos SHREC22, ya que es el único disponible que ha sido específicamente diseñado para clasificar gestos de las manos utilizando las Microsoft HoloLens 2. Como mencionamos en la sección 2.3.1, este *dataset* incluye un total de 288 secuencias de gestos, cada una de ellas con un número variable de gestos (entre 3 y 5). Los datos se dividen en un conjunto de entrenamiento etiquetado con 144 secuencias y un conjunto de prueba con 144 secuencias sin anotaciones. Dado que no disponemos de las etiquetas del conjunto de prueba, utilizamos únicamente el conjunto de entrenamiento.

Los “*joints*”, también conocidos como puntos de articulación, son puntos de la mano que representan posiciones importantes para el seguimiento del movimiento. Cada *joint* se caracteriza por tres valores que indican su posición en el espacio tridimensional ( $x, y, z$ ). En el caso de las Microsoft HoloLens 2, estas coordenadas se expresan en un sistema de coordenadas cartesianas, donde el origen corresponde a la posición inicial de la cabeza del usuario al iniciar la aplicación de realidad mixta.

La Figura 4 muestra los diferentes puntos de articulación que se capturan en la mano.

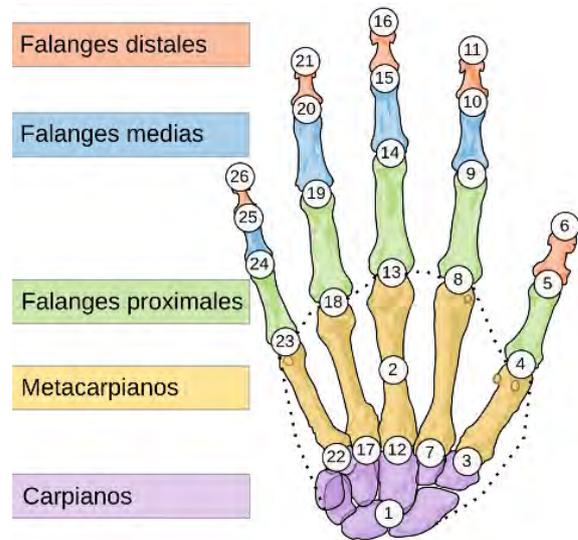


Figura 4: Visualización de las articulaciones capturadas por las HoloLens 2 en una representación esquelética de la mano

En la Figura 5 podemos ver el conjunto de gestos a reconocer en SHREC22. Está compuesto por 16 gestos, divididos en 4 categorías: gestos estáticos, caracterizados por una pose fija mantenida; gestos dinámicos, definidos por una trayectoria única de la mano; gestos dinámicos de alta precisión, caracterizados por movimientos detallados de los dedos; y gestos dinámico-periódicos, en los que un mismo patrón de movimiento de los dedos se repite varias veces. La Tabla 1 proporciona una descripción detallada de cada gesto.

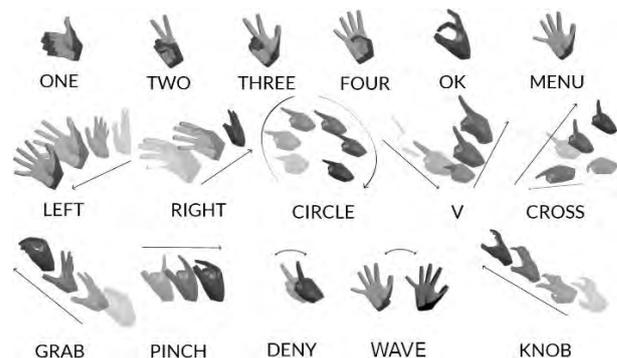


Figura 5: Gestos a reconocer del conjunto de datos SHREC22 (Emporio et al., 2022)

Tabla 2: Descripción de los gestos del dataset SHREC22

Gesto	ID	Descripción
ONE	1	El usuario mantiene las manos en la pose visible en la Figura 5 durante al menos 1 segundo. Independiente de la orientación.
TWO	2	El usuario mantiene las manos en la pose visible en la Figura 5 durante al menos 1 segundo. Independiente de la orientación.
THREE	3	El usuario mantiene las manos en la pose visible en la Figura 5 durante al menos 1 segundo. Independiente de la orientación.
FOUR	4	El usuario mantiene las manos en la pose visible en la Figura 5 durante al menos 1 segundo. Independiente de la orientación.
OK	5	El usuario mantiene las manos en la pose visible en la Figura 5 durante al menos 1 segundo. Independiente de la orientación.
MENU	6	El usuario mantiene las manos en la pose visible en la Figura 5 durante al menos 1 segundo. Dependiente de la orientación.
LEFT	7	El usuario mueve las manos de derecha a izquierda con los dedos abiertos, la mano plana y el pulgar hacia arriba.
RIGHT	8	El usuario mueve las manos de izquierda a derecha con los dedos abiertos, la mano plana y el pulgar hacia arriba.
CIRCLE	9	El usuario mantiene el índice apuntando y dibuja un círculo en el sentido de las agujas del reloj.
V	10	El usuario mantiene el índice apuntando y dibuja una forma de V de izquierda a derecha.
CROSS	11	El usuario mantiene el índice apuntando y dibuja una X empezando desde arriba a la izquierda.
GRAB	12	El usuario mueve la mano hacia delante y realiza un gesto de agarre cerrando todos los dedos hacia la palma, como si estuviera sujetando un objeto imaginario.
PINCH	13	El usuario mueve la mano hacia delante y realiza un gesto de pellizco, acercando el pulgar al índice, como si estuviera agarrando un objeto pequeño entre ambos dedos.
DENY	14	El usuario mantiene el índice apuntando hacia arriba y lo gira periódicamente alrededor de la muñeca en el clásico gesto de negar (2-4 veces).
WAVE	15	El usuario mantiene la mano abierta paralela a la cámara y apuntando hacia arriba y la gira periódicamente alrededor de la muñeca en el clásico gesto de saludo (2-4 veces).
KNOB	16	El usuario simula el agarre y giro de un pomo.

Las secuencias de entrenamiento se distribuyen junto con anotaciones que indican el inicio y el final de cada ejecución de gesto. Como discutimos en la sección 3, para construir nuestro *dataset*, en lugar de utilizar directamente las secuencias completas proporcionadas, hemos extraído los gestos individuales a partir de estas anotaciones, eliminando el contexto circundante. En total, hemos extraído 576 gestos (36 gestos de cada clase) a partir de las 144 secuencias.

Dado que el conjunto de entrenamiento presenta una limitación significativa en cuanto a la cantidad de datos disponibles, abordamos esta tarea como un problema de aprendizaje con pocos ejemplos (*few-shot learning*). Para evaluar el rendimiento del modelo, implementamos un esquema de validación cruzada con 5 iteraciones (*5-fold cross-validation*) sobre el conjunto de entrenamiento. Para complementar la evaluación, hemos grabado un conjunto de test propio que sigue la misma estructura que el *dataset* SHREC22, asegurando la consistencia en el tipo de captura. Estas muestras fueron registradas utilizando el mismo dispositivo y los mismos puntos de articulación que en el conjunto original. En total, hemos grabado 16 secuencias que contienen entre 3 y 5 gestos, resultando en un total de 65 gestos distintos. Estos gestos han sido aislados de manera similar a como se realizó en el conjunto original. La tabla 2 presenta las estadísticas de ambos conjuntos de datos.

Es importante señalar que hemos observado una diferencia significativa en la duración de los gestos grabados. Aunque la frecuencia de adquisición en SHREC22 se reporta como “relativamente baja y no perfectamente estable (aproximadamente 20 Hz)” (Emporio et al., 2022), mientras que nosotros grabamos a 30 Hz, que, hasta donde sabemos, es el estándar para las HoloLens 2 en el seguimiento de manos, esta diferencia en la frecuencia de muestreo no parece ser suficiente para explicar la discrepancia en la duración de los gestos.

Tabla 3: Resumen estadístico de la duración de las muestras (en frames) para los conjuntos de datos

Estadístico	Conjunto de entrenamiento	Conjunto de test (antes del submuestreo)
Cantidad de muestras	576	65
Media	37.6	176.0
Desviación estándar	12.7	56.8
Valor mínimo	12	110
Primer cuartil (25%)	30	136
Mediana (50%)	36	163
Tercer cuartil (75%)	44	194
Valor máximo	82	416

Una posible explicación es que los gestos en SHREC22 hayan sido estrictamente acotados durante las anotaciones, ya que los autores mencionan que las muestras fueron anotadas en posprocesamiento, mientras que, en nuestro caso, la marca de inicio y fin de los gestos se realizó simultáneamente con la grabación mediante un comando de voz, lo que pudo haber dejado algo de margen de error. Sin embargo, no creemos que esta sea la causa principal, ya que una anotación más precisa por sí sola no debería generar una variación tan grande. Otra posible explicación es que la velocidad de ejecución de los gestos pudo haber sido diferente: en nuestro caso, los usuarios pueden haber realizado los gestos más despacio, simulando un uso cotidiano más calmado, mientras que los gestos de SHREC22 podrían haberse realizado a una velocidad mayor.

Para adaptar la duración de nuestros gestos a la del conjunto SHREC22, aplicamos un submuestreo, en el que se realizan saltos de tamaño  $N$ , conservando 1 de cada  $N$  frames. Dado que la mediana de duración de nuestros gestos es de 163 frames y la de los gestos del conjunto SHREC22 es de 36 frames, calculamos  $N = \left\lceil \frac{163}{36} \right\rceil = 5$ .

En ambos conjuntos, se ha realizado finalmente una normalización de las ventanas para adaptarlas a un tamaño de ventana estándar de 36 frames, que coincide con la mediana del dataset. En el caso de que una ventana de gesto fuese mayor a 36 frames, se descartaron los frames de los extremos, manteniendo los centrales. Si la ventana de gesto era menor a 36 frames, se aplicó un padding en los extremos para completar el tamaño necesario.

## 5. Experimentación

Para la experimentación, seguimos el enfoque planteado en la sección 3, que propone el uso de dos clasificadores: un clasificador binario rápido, encargado de determinar la presencia de un gesto, y un clasificador principal que identifica qué gesto específico se está realizando. A continuación, presentamos las diversas arquitecturas de red estudiadas.

Un componente clave en este estudio es el bloque de transformaciones (TRANSF). Definimos el bloque de transformaciones como el conjunto de ramas extractoras de características por las que pasa la entrada antes del bloque de concatenación en la arquitectura STRONGER o en las DDNet. Este bloque inicial realiza, en el caso de STRONGER, cinco transformaciones sobre los datos: JCD (*Joint Collection of Distances*), JPD (*Joint Pairs' Directions*), PO (*Palm Orientation*), Mfast y Mslow (movimiento a escala rápida y lenta). Estas transformaciones están diseñadas para extraer patrones relevantes en la información posicional y temporal de las articulaciones, realizando una especie de *embedding* del gesto a reconocer.

Para construir el clasificador principal, hemos diseñado e implementado cinco arquitecturas diferentes. Como *baseline*, utilizamos un perceptrón multicapa (MLP) (Murtagh, 1991). Las otras cuatro arquitecturas están basadas en 1D-CNNs que han demostrado ser efectivas en el estado del arte para tareas similares (Yang et al., 2019). Estas arquitecturas incluyen una versión de RESNET (He et al., 2016) adaptada a señales 1D, la red STRONGER (Emporio et al., 2021) con su bloque de transformaciones, y dos versiones híbridas que combinan el bloque de transformaciones con un MLP y con RESNET, respectivamente.

Un aspecto importante que buscamos explorar es si el bloque de transformaciones de la STRONGER puede integrarse satisfactoriamente en otras arquitecturas, como MLP o RESNET. De esta forma, evaluamos si este bloque puede mejorar el rendimiento de modelos tradicionales, aprovechando la generación del “resumen del gesto” que realiza. Las configuraciones TRANSF+MLP y TRANSF+RESNET nos permiten estudiar esta hipótesis y su impacto en la clasificación de gestos.

En términos de metodología, todos los clasificadores toman como entrada un tensor de dimensiones 36x78, donde 36 corresponde a la duración mediana de los gestos en el conjunto de datos, y 78 corresponde a las 26 articulaciones de la mano, cada una representada por sus tres coordenadas espaciales ( $x, y, z$ ). Los experimentos se han realizado en una máquina con un procesador Intel i7-7700K a 4.199GHz, una tarjeta gráfica NVIDIA RTX 3060 de 12GB de memoria, 16GB de RAM y Ubuntu 22.04.

### 5.1 Resultados experimentales

A continuación, presentamos los resultados en cada conjunto de evaluación. Véase que tanto en la Figura 6 como en la Figura 7, cada violín representa la distribución de resultados de 25 ejecuciones independientes. En el caso concreto de la Figura 6 (validación cruzada), cada violín refleja los resultados obtenidos para cada uno de los 5 *folds* en cada una de las 25 ejecuciones independientes. Las rayas dentro de cada violín corresponden a los cuartiles de la distribución.

En la Figura 6 se muestran los resultados obtenidos en el conjunto de datos mediante validación cruzada con 5 *folds*. El clasificador MLP, que actúa como línea base, presenta la mayor variabilidad, con precisiones que oscilan entre el 70% y el 95%. Por su parte, RESNET alcanza una mediana cercana al 95%, aunque con cierta dispersión. Las arquitecturas con transformaciones STRONGER y TRANSF+MLP muestran precisiones que varían entre el 95% y el 100%. Finalmente, el modelo TRANSF+RESNET se aproxima al 100% de precisión en todas las ejecuciones, demostrando un rendimiento notablemente superior.

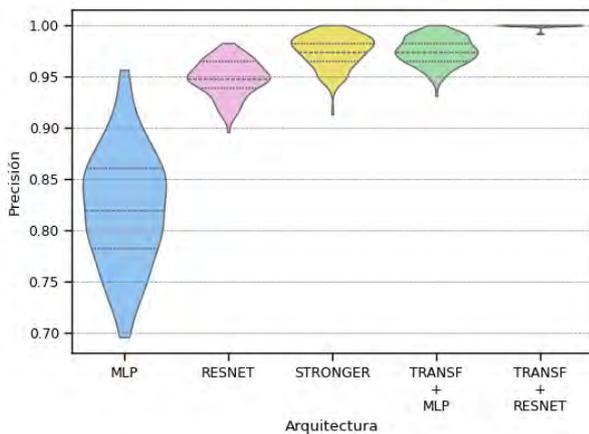


Figura 6: Resultados en el conjunto de datos SHREC22 con validación cruzada

Por otra parte, la Figura 7 muestra el rendimiento en el conjunto de test que grabamos. Se puede observar una tendencia similar a la de la figura anterior, con la única diferencia de que RESNET presenta un rendimiento inferior al de MLP. MLP logra una precisión mediana cercana al 48%, mientras que RESNET apenas alcanza el 34%. En cuanto a las arquitecturas que incluyen transformaciones, STRONGER logra una precisión mediana del 72%, TRANSF+MLP obtiene un 69%, y TRANSF+RESNET alcanza aproximadamente el 85%, siendo esta última la opción con los mejores resultados.

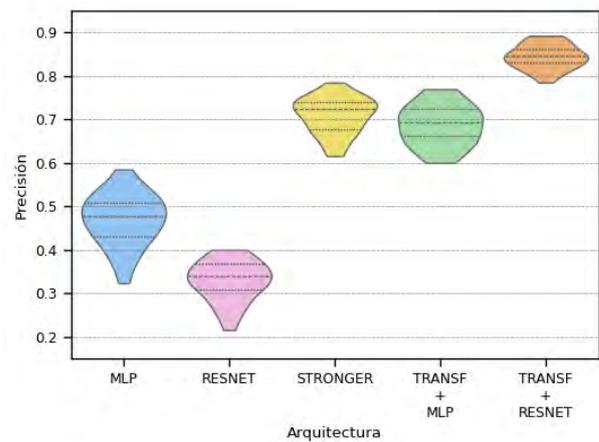


Figura 7: Resultados en el conjunto de test

### 5.2 Evaluación del sistema completo

Para determinar la presencia de gestos necesitamos crear un modelo binario. Para ello, hemos desarrollado un nuevo conjunto de datos con dos clases de muestras: gestos y no-gestos. Para ello, hemos extraído los espacios entre gestos de las primeras 120 secuencias del conjunto de entrenamiento de SHREC22, donde, según los propios autores, no debería haber gestos (Emporio et al., 2022). Se ha dejado un margen de 55 *frames* entre gestos, lo que nos ha permitido obtener 460 muestras de no-gesto (ventanas de tamaño 36x78). Paralelamente, hemos seleccionado los primeros 460 gestos de esas mismas 120 secuencias, etiquetándolos como gestos.

Con este conjunto de datos, hemos entrenado una red neuronal de arquitectura sencilla, un MLP, que en el mejor caso ha alcanzado una precisión del 91.3% en un conjunto de test diseñado de manera similar, utilizando las 24 secuencias restantes. Además, hemos entrenado el clasificador más efectivo del apartado anterior, TRANSF+RESNET, empleando únicamente los gestos extraídos de las primeras 120 secuencias. El sistema completo se ha estructurado de acuerdo con el diagrama presentado en la Figura 2, incorporando además un umbral al clasificador de gestos: si el detector indica que existe un gesto en la ventana, pero la confianza del clasificador principal en la inferencia es inferior a 0.95, se considerará que no hay gesto.

Finalmente, hemos utilizado las últimas 24 secuencias para evaluar el sistema completo. El método de procesado y evaluación se realiza mediante una ventana deslizante de tamaño 36, sin solape. Para cada ventana, se procesa a través del sistema completo y se compara el resultado con el etiquetado del *frame* central de la ventana. Para medir el rendimiento, hemos utilizado la métrica GER (*Gesture Error Rate*), calculada como la suma de falsos positivos, falsos negativos y errores de clasificación, dividida por el total de ventanas evaluadas. Tras procesar las 24 secuencias (414 ventanas) restantes no utilizadas en entrenamiento, se ha obtenido un GER del 9.6%.

## 6. Discusión

---

En la sección 1, defendemos que la interacción natural debe emular los comportamientos y gestos que los usuarios emplean en su vida cotidiana. Sin embargo, los gestos incluidos en el conjunto de datos que estudiamos son principalmente convenciones culturales simbólicas. Estos gestos, aunque eficaces para la comunicación en ciertos contextos, requieren que el usuario los aprenda previamente, lo que los convierte en “palabras clave” en lugar de movimientos instintivos y naturales. A pesar de esta limitación, es relevante señalar que su uso puede ser adecuado en diversos contextos y, de hecho, puede constituir un punto de partida valioso para el desarrollo de sistemas de interpretación de gestos en MR. De igual forma, queda patente que un aspecto fundamental en estos sistemas de HGR es definir cuidadosamente un conjunto de gestos a reconocer que sea tanto funcional como intuitivo para el usuario.

Los resultados presentados en la sección 5 indican que, pese a las limitaciones del tamaño del conjunto de datos, es posible desarrollar un sistema funcional con un rendimiento prometedor en la clasificación de gestos. Aunque evaluamos nuestro sistema con la parte etiquetada de SHREC22 y nuestro propio test, no pudimos compararlo directamente con los resultados de SHREC22 por la falta de acceso a su conjunto de prueba, lo que limita la comparación con otros métodos del estado del arte. No obstante, los resultados obtenidos proporcionan un marco de referencia para trabajos futuros.

Uno de los aspectos más destacados es la eficacia del bloque de transformaciones (TRANSF) en las arquitecturas de red. Este bloque ha demostrado ser un recurso para mejorar el reconocimiento de gestos, pudiendo ser incorporado en diversas arquitecturas. Por ejemplo, podemos observar como la adición de este bloque al MLP permite alcanzar resultados de precisión comparables a los obtenidos con arquitecturas más complejas como STRONGER.

No obstante, la tendencia observada en los resultados de los clasificadores durante la validación cruzada sugiere que la falta de muestras impacta de manera significativa en el rendimiento. El hecho de que algunos modelos saturan al 100% de precisión indica que no hay margen de mejora en el aprendizaje de la red, mientras que el rendimiento en el conjunto de test revela un considerable potencial de mejora. Esto resalta la necesidad de un conjunto de datos más grande y diverso, que permita al modelo aprender de una mayor variedad de ejemplos, lo que, a su vez, podría mejorar su capacidad de generalización y robustez.

La métrica GER nos proporciona una perspectiva sobre la eficacia del sistema en condiciones de operación real.

Desgraciadamente, no podemos evaluar el sistema completo con nuestras propias muestras de test, ya que no podemos asegurar que lo grabado entre gestos corresponda a manos en el área de captura, ni que, por ejemplo, no se estuviera practicando un gesto antes de grabarlo como tal. Con un GER del 9.6% para las 24 secuencias que no se han visto en entrenamiento, el sistema muestra un nivel aceptable de precisión, aunque este porcentaje indica que hay margen para la mejora, especialmente considerando que estos resultados se obtuvieron con datos grabados de manera similar a los de entrenamiento.

## 7. Conclusiones y trabajo futuro

---

En conclusión, en este trabajo presentamos un sistema de reconocimiento de gestos de las manos utilizando datos tridimensionales capturados por las Microsoft HoloLens 2, donde utilizamos una arquitectura de clasificadores en cascada para optimizar el rendimiento del sistema en conjunto. A pesar de las limitaciones impuestas por el tamaño reducido del conjunto de datos, los resultados obtenidos muestran que las transformaciones aplicadas al inicio del modelo mejoran el reconocimiento de gestos, incluso en arquitecturas más simples como un MLP. Sin embargo, los resultados también evidencian la necesidad de un conjunto de datos más amplio para mejorar la generalización, ya que los clasificadores muestran un rendimiento excelente en el conjunto de entrenamiento con validación cruzada, pero aún presentan margen de mejora en el conjunto de test. Finalmente, el sistema completo obtiene un GER del 9.6%, lo cual es un buen punto de partida para futuras optimizaciones. Los resultados obtenidos ponen de manifiesto el potencial de este enfoque, aunque resalta la importancia de seguir explorando nuevas formas de enriquecer los datos y mejorar la robustez del sistema.

Como trabajo futuro, es crucial expandir significativamente el conjunto de datos para abordar el problema de sobreajuste que hemos detectado y mejorar la capacidad de generalización del sistema. También sería esencial desarrollar un *dataset* binario específico para mejorar el rendimiento del detector de gestos frente a no-gestos, permitiendo así un filtrado más preciso. Además, se podría explorar la integración de técnicas de *data augmentation* para aumentar artificialmente el número de muestras sin necesidad de nuevas capturas y mejorar la robustez del sistema. A nivel de arquitectura, es interesante investigar modelos más avanzados que incorporen bloques de transformaciones, así como experimentar con arquitecturas específicas para la clasificación binaria. Por otro lado, queda pendiente evaluar la eficiencia del sistema en cuanto a velocidad y rendimiento en tiempo real, así como evaluarlo en escenarios más cercanos a aplicaciones reales, incluyendo pruebas con gestos realizados de forma espontánea y en ambientes más ruidosos.

## Referencias

---

- Asadi, A. R., & Hemadi, R. (2024). Towards Mixed Reality as the Everyday Computing Paradigm: Challenges & Design Recommendations. <https://doi.org/10.48550/arxiv.2402.15974>
- Avola, D., Bernardi, M., Cinque, L., Foresti, G. L., & Massaroni, C. (2018). Exploiting Recurrent Neural Networks and Leap Motion Controller for Sign Language and Semaphore Gesture Recognition. *IEEE Transactions on Multimedia*, 21(1), 234-245. <https://doi.org/10.1109/tmm.2018.2856094>
- Balakrishnan, P., & Guo, H.-J. (2024). HoloLens 2 Technical Evaluation as Mixed Reality Guide. *Lecture Notes in Computer Science*, 145-165. [https://doi.org/10.1007/978-3-031-61041-7\\_10](https://doi.org/10.1007/978-3-031-61041-7_10)
- Bannon, L. (2011). Reimagining HCI: toward a more human-centered perspective. *Interactions*, 18(4), 50. <https://doi.org/10.1145/1978822.1978833>
- Benedict, J. D., Guliuzo, J. D., & Chaparro, B. S. (2019). The Intuitiveness of Gesture Control with a Mixed Reality Device. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society*, 63(1), 1435-1439. <https://doi.org/10.1177/1071181319631403>
- Caputo, A., Giachetti, A., Giannini, F., Lupinetti, K., Monti, M., Pegoraro, M., & Ranieri, A. (2020). SFINGE 3D: A novel benchmark for online detection and recognition of heterogeneous hand gestures from 3D fingers' trajectories. *Computers & Graphics*, 91, 232-242. <https://doi.org/10.1016/J.CAG.2020.07.014>
- Caputo, A., Giachetti, A., Soso, S., Pintani, D., D'Eusano, A., Pini, S., Borghi, G., Simoni, A., Vezzani, R., Cucchiara, R., Ranieri, A., Giannini, F., Lupinetti, K., Monti, M., Maghoumi, M., LaViola, J. J., Le, M. Q., Nguyen, H. D., & Tran, M. T. (2021). SHREC 2021: Skeleton-based hand gesture recognition in the wild. *Computers and Graphics (Pergamon)*, 99, 201-211. <https://doi.org/10.1016/j.cag.2021.07.007>
- Chakraborty, B. K., Sarma, D., Bhuyan, M. K., & MacDorman, K. F. (2018). Review of constraints on vision-based gesture recognition for human-computer interaction. *IET Computer Vision*, 12(1), 3-15. <https://doi.org/10.1049/IET-CVI.2017.0052>
- De Smedt, Q., Wannous, H., & Vandeborre, J. P. (2016). Skeleton-Based Dynamic Hand Gesture Recognition. 2016 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition Workshops (CVPRW), 1206-1214. <https://doi.org/10.1109/CVPRW.2016.153>
- Dipesh Gyawali. (2023). Mixed Reality: The Interface of the Future. <https://doi.org/10.48550/arxiv.2309.00819>
- Emporio, M., Caputo, A., & Giachetti, A. (2021). STRONGER: Simple TRajectory-based ONline GESture Recognizer. *Eurographics Italian Chapter Proceedings - Smart Tools and Applications in Graphics, STAG*, 109-117. <https://doi.org/10.2312/stag.20211481>
- Emporio, M., Caputo, A., Giachetti, A., Cristani, M., Borghi, G., D'Eusano, A., Le, M. Q., Nguyen, H. D., Tran, M. T., Ambellan, F., Hanik, M., Nava-Yazdani, E., & von Tycowicz, C. (2022). SHREC 2022 track on online detection of heterogeneous gestures. *Computers and Graphics (Pergamon)*, 107, 241-251. <https://doi.org/10.1016/j.cag.2022.07.015>
- Guo, L., Lu, Z., & Yao, L. (2021). Human-Machine Interaction Sensing Technology Based on Hand Gesture Recognition: A Review. *IEEE Transactions on Human-Machine Systems*, 51(4), 300-309. <https://doi.org/10.1109/THMS.2021.3086003>
- He, K., Zhang, X., Ren, S., & Sun, J. (2015). Deep Residual Learning for Image Recognition. *Proceedings of the IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, 2016-December, 770-778. <https://doi.org/10.1109/CVPR.2016.90>
- Köpüklü, O., Gunduz, A., Kose, N., & Rigoll, G. (2019). Real-time Hand Gesture Detection and Classification Using Convolutional Neural Networks. *Proceedings - 14th IEEE International Conference on Automatic Face and Gesture Recognition, FG 2019*. <https://doi.org/10.1109/FG.2019.8756576>
- Maghoumi, M., & LaViola, J. J. (2018). DeepGRU: Deep Gesture Recognition Utility. *Lecture Notes in Computer Science (Including Subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 11844 LNCS, 16-31. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-33720-9\\_2](https://doi.org/10.1007/978-3-030-33720-9_2)
- Marin, G., Dominio, F., & Zanuttigh, P. (2016). Hand gesture recognition with jointly calibrated Leap Motion and depth sensor. *Multimedia Tools and Applications*, 75(22), 14991-15015. <https://doi.org/10.1007/S11042-015-2451-6>
- Milgram, P., & Kishino, F. (1994). A Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays. *IEICE Transactions on Information and Systems*, 77, 1321-1329.
- Milgram, P., Takemura, H., Utsumi, A., & Kishino, F. (1995). Augmented reality: a class of displays on the reality-virtuality continuum. *Telemanipulator and Telepresence Technologies*, 2351. <https://doi.org/10.1117/12.197321>
- Murtagh, F. (1991). Multilayer perceptrons for classification and regression. *Neurocomputing*, 2(5-6), 183-197. [https://doi.org/10.1016/0925-2312\(91\)90023-5](https://doi.org/10.1016/0925-2312(91)90023-5)

- Parcheta, Z., & Martínez-Hinarejos, C. D. (2017). Sign language gesture recognition using HMM. *Lecture Notes in Computer Science (Including Subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 10255 LNCS, 419-426. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-58838-4\\_46](https://doi.org/10.1007/978-3-319-58838-4_46)
- Ribeiro, R., Ramos, J., Safadinho, D., Reis, A., Rabadão, C., Barroso, J., & Pereira, A. (2021). Web AR Solution for UAV Pilot Training and Usability Testing. *Sensors*, 21(4), 1456. <https://doi.org/10.3390/s21041456>
- Rokhsaritalemi, S., Sadeghi-Niaraki, A., & Choi, S. -M. (2020). A Review on Mixed Reality: Current Trends, Challenges and Prospects. *Applied Sciences*, 10(2), 636. <https://doi.org/10.3390/app10020636>
- Soler-Dominguez, J. L., Navas-Medrano, S., & Pons, P. (2024). ARCADIA: A Gamified Mixed Reality System for Emotional Regulation and Self-Compassion. <https://doi.org/10.1145/3613904.3642123>
- Spittle, B., Frutos-Pascual, M., Creed, C., & Williams, I. (2022). A Review of Interaction Techniques for Immersive Environments. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 1-1. <https://doi.org/10.1109/TVCG.2022.3174805>
- Yang, F., Sakti, S., Wu, Y., & Nakamura, S. (2019). Make Skeleton-based Action Recognition Model Smaller, Faster and Better. <http://arxiv.org/abs/1907.09658>
- Zaccardi, S., Frantz, T., Beckwée, D., Swinnen, E., & Jansen, B. (2023). On-Device Execution of Deep Learning Models on HoloLens2 for Real-Time Augmented Reality Medical Applications. *Sensors* 2023, Vol. 23, Page 8698, 23(21), 8698. <https://doi.org/10.3390/S23218698>
- Zaman Khan, R., & Ibraheem, N. (2012). Hand Gesture Recognition: A Literature Review. *International Journal of Artificial Intelligence & Applications*, 3(4), 161-174. <https://doi.org/10.5121/ijaia.2012.3412>

## **Sección Especial: Jornadas HCI 2024**

## Editorial Jornadas HCI 2024

Las Jornadas Iberoamericanas de Interacción Humano-Computadora (JIHCI) son organizadas anualmente por la Red Iberoamericana HCI-Collab, constituyendo un espacio de encuentro para investigadores, docentes, profesionales y estudiantes de grado y posgrado, donde se discuten temas relacionados con la Interacción Humano-Computadora (HCI) en el contexto de Iberoamérica. Cada año, la conferencia se realiza en un país de América Latina, habiendo pasado por Colombia, México, Perú, Brasil, Cuba y Argentina.

En 2024, en su décima edición, las Jornadas Iberoamericanas de Interacción Humano-Computadora (X JIHCI2024) se llevaron a cabo en la ciudad de Pereira, Colombia, organizadas por la Universidad Tecnológica de Pereira, en modalidad de evento híbrido entre el 4 y el 7 de junio de 2024. El tema central de esta edición fue "Transversalidad de la Interacción Persona-Computadora: impacto en múltiples disciplinas", discutiendo sobre la relevancia tecnológica de la HCI y su impacto en otras disciplinas.

Con gran alegría, hemos recibido nuevamente la invitación de la revista para ampliar una selección de artículos aceptados y presentados en el evento. Así, presentamos un número especial con artículos de diversas áreas de la Interacción Persona-Ordenador, que involucran a investigadores de varios países. Son cuatro artículos extendidos que han pasado por un riguroso proceso de evaluación y aprobación. El tema central de esta edición se enfoca en juegos serios, usabilidad y accesibilidad.

El artículo "VocationalLab: Una Experiencia Inmersiva con Realidad Virtual para Apoyo a la Orientación Vocacional" explora el potencial de la realidad virtual (RV) como herramienta auxiliar en la orientación profesional para estudiantes de secundaria. Se presenta el desarrollo e implementación de un juego serio con una narrativa que apoya la toma de decisiones en la elección profesional. El juego permite a los jugadores experimentar un entorno profesional de manera inmersiva e interactiva, explorando una experiencia gamificada que involucra a los estudiantes a través de un enfoque lúdico pero práctico. Se analiza la complejidad de la deserción universitaria y cómo la orientación vocacional profesional (OVP) puede ayudar a mitigar este problema. Además, se destacan estrategias como el aprendizaje basado en problemas, el aprendizaje colaborativo y la integración de tecnologías innovadoras, incluyendo la RV y la realidad aumentada.

El artículo "Tendencias en Usabilidad y Accesibilidad: Un Análisis Bibliométrico" presenta un estudio bibliográfico sobre la accesibilidad y la usabilidad. Este estudio proporciona una gran cantidad de información sobre los

trabajos realizados en ambos campos, identificando áreas emergentes y oportunidades de investigación. Se llevó a cabo un análisis bibliométrico utilizando la herramienta Bibliometrix, centrado en publicaciones indexadas en Scopus desde 1988 hasta 2024. Se identificaron 374 documentos relevantes, analizando tendencias, autores, países y fuentes más influyentes en el campo. El análisis bibliométrico revela que la usabilidad tiene mayor relevancia en comparación con la accesibilidad, aunque esta última está ganando importancia.

El artículo "Videojuegos y adicción: Estrategias para un juego sano" presenta una revisión de la literatura que explora los principales aspectos de la adicción a los videojuegos. Se analizan cuestiones demográficas y las motivaciones intrínsecas y extrínsecas. Además, se aborda el contexto familiar y el incremento de las adicciones durante la pandemia. Como respuesta a este problema, se propone el diseño de un videojuego educativo para niños basado en el marco de Octalysis, que incluye ocho impulsores clave para minimizar la adicción. El juego "EVG" (English Videogames Gamification) utiliza historias y recompensas para enseñar inglés, limitando el tiempo de juego y la personalización de avatares para evitar la idealización y el apego excesivo. La adicción a los videojuegos es un problema complejo que afecta a personas de todas las edades, especialmente a los hombres jóvenes. Factores como la motivación extrínseca, el contexto familiar y la pandemia han influido en el aumento de la adicción. Se recomienda el uso de estrategias de gamificación, como el marco de Octalysis, para diseñar juegos más saludables y equilibrados.

Finalmente, el artículo "EcoTrashers: Un juego serio para mejorar la conciencia sobre el reciclaje y la educación ambiental" expone el proceso de desarrollo de un juego serio como herramienta educativa para aumentar la concienciación ambiental y promover prácticas sostenibles. El juego "EcoTrashers" tiene la intención de educar a los niños sobre cuestiones ambientales, especialmente el reciclaje. El juego fue evaluado por expertos en usabilidad. Además, se detalla el contexto académico en el que se desarrolló el juego, específicamente en la asignatura de Interacción Persona-Ordenador, y cómo se aplicó la metodología de Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) en clase y en las actividades realizadas.

Para concluir, queremos expresar nuestro más profundo agradecimiento a César Collazos por su entusiasmo, capacidad de logro y por unir a las personas en un propósito común: las Jornadas Iberoamericanas de Interacción Humano-Ordenador y la red HCI-Collab. Agradecemos igualmente a las editoras de la revista por brindarnos la oportunidad de publicar esta

Sección Especial, que incluye artículos seleccionados de las X Jornadas Iberoamericanas de Interacción Humano-Computadora. También extendemos nuestro agradecimiento a los autores de los artículos por su esfuerzo en ampliar sus trabajos y cumplir con los requisitos de la revista en un tiempo muy corto. Un agradecimiento especial a los revisores por su disponibilidad y su esfuerzo para garantizar la calidad de este número especial.

**Maria Amelia Eliseo**

**Ismar Frango Silveira**

Editores invitados

## EcoTrashers: Un Juego Serio para Mejorar la Conciencia sobre el Reciclaje y la Educación Ambiental

### EcoTrashers: A Serious Game to Improve Recycling Awareness and Environmental Education

**Arthur Valladares Hernandez  
Giacummo**

Faculdade de Computação e  
Informática

Universidade Presbiteriana  
Mackenzie

São Paulo, Brasil

artur.giacummo@mackenzista.com.br

**Leonardo Borim Silva**

Faculdade de Computação e Informática  
Universidade Presbiteriana Mackenzie

São Paulo, Brasil

leonardoborim.silva@mackenzista.com.br

**Valéria Farinazzo Martins**

Programa de Pós-Graduação em Computação  
Aplicada

Universidade Presbiteriana Mackenzie

São Paulo, Brasil

Valeria.farinazzo@mackenzie.br

Recibido: 04.09.2024 | Aceptado: 11.12.2024

#### Palabras Clave

Juegos serios

Concienciación ambiental

Reciclaje

Aprendizaje Basado en  
Problemas (ABP)

#### Resumen

Los juegos serios han evolucionado más allá del entretenimiento para convertirse en herramientas poderosas de compromiso social, aprendizaje y abordaje de cuestiones críticas. Este artículo explora la integración de los juegos serios con la educación ambiental, enfocándose en la concienciación sobre el reciclaje y la promoción de prácticas sostenibles. El proyecto desarrolló un juego serio, "EcoTrashers", con el objetivo de educar a los niños sobre cuestiones ambientales, particularmente el reciclaje. El juego fue diseñado siguiendo un enfoque de Aprendizaje Basado en Problemas (ABP), y su desarrollo abarcó todas las fases del ciclo de vida de sistemas interactivos. Aunque el juego no pudo ser probado con niños, fue evaluado con éxito por expertos en usabilidad, alcanzando una puntuación promedio de 4.04 sobre 5. Los resultados destacan el potencial de los juegos serios para aumentar la conciencia ambiental y fomentar comportamientos sostenibles, especialmente entre el público joven.

#### Keywords

Serious games

Environmental awareness

Recycling

Problem-Based Learning (PBL)

#### Abstract

Serious games have evolved beyond entertainment to become powerful tools for social engagement, learning, and addressing critical issues. This article explores the integration of serious games with environmental education, focusing on recycling awareness and the promotion of sustainable practices. The project developed a serious game, "EcoTrashers," aimed at educating children on environmental issues, particularly recycling. The game was designed following a problem-based learning (PBL) approach, and its development covered all phases of the interactive system's life cycle. Although the game could not be tested with children, it was successfully evaluated by usability experts, achieving an average score of 4.04 out of 5. The results highlight the potential of serious games to raise environmental awareness and foster sustainable behaviors, especially among young audiences.

#### 1. Introducción

Los juegos serios han desempeñado un papel significativo en la sociedad moderna, evolucionando más allá del mero entretenimiento para convertirse en herramientas poderosas de

interacción social, aprendizaje e incluso en la resolución de problemas críticos en nuestro mundo (Granic, Lobel & Engels, 2014). En este contexto, surge un escenario de creciente relevancia para juegos que trascienden el ámbito del ocio,

abordando temas cruciales como la educación ambiental, la vulnerabilidad ambiental y la promoción del reciclaje.

Como se ha evidenciado, los videojuegos pueden influir en la sociedad, y la intersección entre los juegos serios y los temas socioambientales ofrece una oportunidad única para el compromiso y la concienciación. Dentro de esta convergencia, se vuelve imperativo profundizar en el contexto más amplio de las preocupaciones ambientales y la contaminación, ya que subyacen en la urgencia de incorporar el pensamiento sostenible en los juegos serios, especialmente para los niños (Colloca et al., 2018).

El medio ambiente ha enfrentado desafíos sin precedentes, incluyendo la contaminación de diversas fuentes, como las emisiones industriales, la eliminación inadecuada de residuos y el uso extensivo de materiales no reciclables. La contaminación representa una amenaza significativa para los ecosistemas, la biodiversidad y la salud humana, los que se destacaron en el Acuerdo de París, que proporcionó un marco para abordar los problemas del cambio climático y defender una solución (Li et al., 2023). Es crucial reconocer que los juegos serios pueden servir como herramientas efectivas no solo para concienciar sobre estos problemas ambientales, sino también para inculcar un sentido de responsabilidad y promover comportamientos sostenibles desde una edad temprana (Ishoj-Paris et al., 2021).

Por ejemplo, los juegos educativos pueden desempeñar un papel fundamental en el aprendizaje de conceptos relacionados con el reciclaje. La investigación de (Ishoj-Paris et al., 2021) destaca la importancia de comprender las sutilezas de la reciclabilidad, como, por ejemplo, reconocer que no todas las latas de refresco son universalmente reciclables debido a variaciones en los materiales. Integrar tales conocimientos en los juegos serios puede capacitar a los niños con el conocimiento necesario para tomar decisiones informadas sobre la gestión de residuos y las prácticas de reciclaje.

Por lo tanto, este trabajo busca enfatizar el profundo impacto que los juegos serios pueden tener en el cultivo de un pensamiento sostenible, especialmente entre los niños. Al explorar la asociación de los juegos serios con la educación ambiental, nuestro objetivo es contribuir a una comprensión más amplia de cómo las plataformas digitales pueden abordar de manera efectiva problemas críticos como la contaminación e inspirar cambios de comportamiento positivos para un futuro más sostenible, incluyendo el reciclaje y sus fundamentos como un componente clave.

Este artículo está estructurado de la siguiente manera. En la sección 2 se presentan los fundamentos teóricos. En la sección 3 se presenta la metodología de trabajo. La sección 4 es el núcleo del trabajo, trayendo todas las fases de desarrollo del juego. Finalmente, en la sección 5 se presentan las consideraciones finales del proyecto.

## 2. Fundamentos Teóricos

---

### 2.1 Juegos Serios

El concepto de juegos serios se centra en establecer un juego que pueda generar un impacto que promueva comportamientos positivos, así como resultados sociales y cognitivos en el jugador (Granic, Lobel y Engels, 2014). Además, este tipo de juego generalmente se construye en torno a un tema específico y objetivos bien definidos para lograr, como el cuidado de la salud, el emprendimiento, la educación, entre otros.

En los últimos años, el campo de los juegos serios ha experimentado un crecimiento significativo, tanto en términos de popularidad como de aplicaciones prácticas. Investigaciones recientes han destacado su potencial no solo en la educación, sino también en la modificación de comportamientos, ya que existen factores importantes que afectan cómo un jugador experimenta un juego serio (Rahimabad & Rezvani, 2020), y en la sensibilización respecto a su impacto en las HOTS (High Order Thinking Skills, o Habilidades de Pensamiento de Orden Superior) (Noh, Mohamed & Zin., 2021). Además, los juegos serios y los videojuegos en su sentido más amplio poseen recursos que permiten más creatividad y ofrecen más posibilidades a los autores y desarrolladores, y esto es algo positivo, ya que dado que la razón de la creación de juegos serios son problemas sociales reales (Li & Li, 2022), esta capacidad facilita al autor del juego elegir el género, el tipo de juego e incluso la tecnología más adecuada para impactar mejor al jugador.

Sin embargo, los juegos serios han encontrado ciertos obstáculos durante su integración como herramientas pedagógicas. Además de las preocupaciones sobre su eficacia educativa, a menudo se perciben como aburridos, con poca dificultad y limitados por recursos escasos (Tolentino et al., 2011). Estas percepciones suelen disuadir a los usuarios potenciales, dificultando incluso el compromiso inicial. Además, los juegos serios también pueden tener un gran impacto en los niños debido a sus objetivos enfocados y la mente abierta de los niños hacia los juegos. No obstante, hay algunos desafíos al orientar juegos serios hacia los niños, como el diseño del juego, que debe ser tanto simple como interesante; la dificultad y el diseño artístico, que pueden mejorar la inmersión en el juego y captar la atención de los niños. Adicionalmente, la integración de tecnologías emergentes como la realidad virtual y la inteligencia artificial en el desarrollo de juegos serios ha ampliado aún más su alcance e impacto. Estas herramientas tecnológicas permiten crear experiencias más personalizadas y envolventes que pueden adaptarse a diferentes contextos culturales y educativos, facilitando un aprendizaje más profundo y sostenible (Hammady & Arnab, 2022). Asimismo, la colaboración entre expertos de diversas disciplinas en la

creación de estos juegos contribuye a enfoques más holísticos y efectivos para resolver problemáticas complejas, fomentando la empatía y la comprensión entre los usuarios de diversas edades y antecedentes.

Otro desafío de los juegos serios es la comercialización y el ingreso que pueden generar, además del valor de desarrollo social y comportamental del juego, dado que en evaluaciones recientes de juegos enviados al Serious Games Festival (SeGaP), varios participantes tienen dificultades para equiparar el valor de desarrollo personal del juego con el retorno financiero (Shahidi et al., 2023). Este factor es importante, ya que, en un mercado tan competitivo, tener un juego serio no solo como un juego sino también como un producto posibilita la longevidad de los equipos de desarrollo y las empresas, y además, es un paso vital para un sistema de innovación.

Además, los juegos serios ofrecen una oportunidad única para abordar problemas sociales urgentes de manera atractiva e interactiva. Aprovechando el poder de la gamificación, los juegos serios pueden aumentar la conciencia sobre temas críticos (da Rocha et al., 2015). A través de narrativas inmersivas y jugabilidad interactiva, los juegos serios tienen el potencial de generar conversaciones significativas y provocar cambios en el mundo real.

En resumen, aunque los juegos serios enfrentan obstáculos en su integración como herramientas pedagógicas efectivas, su potencial para un impacto positivo no puede subestimarse. Al abordar los desafíos de diseño y refinar los enfoques de participación, los juegos serios pueden convertirse en poderosos instrumentos para la educación, el cambio social y el desarrollo personal. A medida que la tecnología continúa avanzando, las posibilidades de que los juegos serios moldeen el futuro del aprendizaje y el compromiso social son infinitas.

## 2.2 Medio Ambiente y Reciclaje

El reciclaje juega un papel importante en la preservación del medio ambiente, ya que contribuye a la reducción de la extracción de recursos naturales, el ahorro de energía y la disminución de la cantidad de residuos enviados a los vertederos. Además, el reciclaje tiene impactos positivos en la economía, generando empleos directos e indirectos en actividades relacionadas con la recolección, clasificación y procesamiento de materiales reciclables. Según un informe del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (UNEP, 2021), la industria del reciclaje puede contribuir al crecimiento económico sostenible, impulsando la innovación tecnológica y promoviendo la transición hacia una economía circular.

El medio ambiente no solo se ve influenciado por las actividades industriales a gran escala, sino también por los comportamientos individuales dentro del entorno familiar.

Investigaciones antiguas de (Dunlap y Van Liere, 2008) destacan la importancia del ambientalismo familiar en la formación de actitudes y comportamientos hacia los problemas ambientales. Acciones simples, como reducir el consumo de agua y energía, practicar la separación de residuos y adoptar opciones de estilo de vida sostenibles dentro del hogar, pueden contribuir colectivamente a los esfuerzos de conservación ambiental.

Los datos sobre los patrones de disposición de residuos revelan estadísticas alarmantes sobre el volumen de residuos reciclables y no reciclables generados a nivel mundial. Según un informe del (Banco Mundial, 2020), se generan anualmente en todo el mundo aproximadamente 2.01 mil millones de toneladas métricas de residuos sólidos municipales, de los cuales solo una fracción se recicla. La disposición inadecuada de residuos no solo provoca la contaminación del suelo y del agua, sino que también contribuye a la emisión de gases de efecto invernadero y la destrucción de hábitats, exacerbando la degradación ambiental.

Además, la educación también juega un papel crucial en la promoción de la conciencia ambiental y la inculcación de comportamientos sostenibles desde una edad temprana. Los estudios han demostrado que los programas de educación ambiental dirigidos a los niños pueden influir significativamente en sus actitudes y acciones hacia la conservación del medio ambiente (Wells, 2000). Al incorporar temas ambientales en los planes de estudio escolares y promover experiencias de aprendizaje prácticas, los educadores pueden empoderar a las futuras generaciones para que se conviertan en administradores responsables del medio ambiente.

Fomentar un sentido de responsabilidad ambiental entre los niños puede extenderse más allá del aula mediante actividades interactivas e iniciativas de participación comunitaria. Las excursiones al aire libre, las caminatas por la naturaleza y las oportunidades de voluntariado pueden proporcionar experiencias directas sobre los problemas ambientales e inspirar a los niños a tomar medidas hacia un cambio positivo. Además, involucrar a los padres y cuidadores en los esfuerzos de educación ambiental puede reforzar el aprendizaje y promover prácticas sostenibles dentro de la unidad familiar.

En conclusión, abordar los desafíos ambientales requiere un enfoque multifacético que abarque acciones individuales, la participación comunitaria y las intervenciones políticas. Al promover la alfabetización ambiental, fomentar prácticas responsables de gestión de residuos y cultivar una cultura de sostenibilidad, podemos trabajar hacia un futuro más verde y resiliente para las generaciones venideras.

### 2.3 La Asignatura de Interacción Persona-Ordenador

Desde muchos años, la Interacción Persona-Ordenador (IPO) desempeña un papel crucial en diversas disciplinas; es una preocupación central en el diseño de sistemas y computadoras, y constituye una parte esencial del proceso de diseño (Hewett et al. 1992; Dix et al., 2004). Desde esta perspectiva, la IPO abarca el diseño, la implementación y la evaluación de sistemas interactivos en el contexto de las tareas realizadas por los usuarios. El contenido del curso aborda tanto a los usuarios finales como a los sistemas computacionales, considerando aspectos culturales, sociales, organizacionales y cognitivos.

La asignatura en la que se desarrolló ese proyecto está en el 6° semestre de un curso de pregrado en Ciencias de la Computación. Los temas de la asignatura abarcan: conceptos iniciales sobre interacción, diferencia entre interfaz e interacción, tipos de sistemas interactivos, metáforas de interacción, identificación y modelado de requisitos (modelos mentales, escenarios, análisis de tareas, personas, técnicas de entrevistas), diseño de interacción, prototipado, usabilidad y experiencia del usuario, tipos de evaluación de usabilidad, medidas de usabilidad (eficacia, eficiencia y satisfacción del usuario) y análisis de datos. Entre los desafíos de la asignatura, la necesidad de cubrir todo el contenido y garantizar que los estudiantes experimenten un proyecto de interfaz de software en términos prácticos es particularmente importante.

### 2.4 Trabajos relacionados

La bibliografía también incluye trabajos relacionados que aportaron ideas y perspectivas sobre el tema principal de este artículo, además de haber contribuido al desarrollo del juego y a los métodos utilizados para crear su concepto. Por ejemplo, (Ishoj-Paris et al., 2021), que aportó ideas interesantes sobre el diseño del juego, que, a pesar de tener un enfoque totalmente diferente, presenta un buen desarrollo de la progresión del jugador en asociación con el mensaje de preservación del medio ambiente que el juego quiere transmitir.

Otro estudio importante encontrado (Pasinetti et al., 2015) desarrolló un juego con reglas de juego casi idénticas a las descritas más adelante en este artículo, y ayudó en la definición del objetivo principal del juego y sobre las metas que un juego serio debe alcanzar para tener un impacto en el tema ambiental. Además, este proyecto también tiene una función multijugador que podría generar interacciones importantes sobre el tema del juego, sin mencionar la experiencia inmersiva proporcionada por la plataforma de Realidad Virtual (RV).

Una revisión sobre el uso de juegos serios para explorar cuestiones relacionadas con los residuos domésticos y el reciclaje (Panagiotoπούλου et al., 2021) proporcionó ideas valiosas sobre el potencial de los juegos serios para abordar las preocupaciones ambientales. El estudio destacó la importancia

de la jugabilidad interactiva para involucrar a los usuarios y fomentar la conciencia sobre las prácticas de gestión de residuos. La experiencia proporcionada por los juegos revisados enfatizó el papel de la progresión del jugador en la transmisión de mensajes sobre la preservación del medio ambiente, categorizando cada objetivo en el modo de juego que podría lograrlo de manera más eficiente.

Otra investigación exploró el aprendizaje basado en juegos, arrojando luz sobre las últimas evidencias y direcciones futuras en este campo (Houghton et al., 2013). Esta investigación subrayó la efectividad de los juegos como herramientas educativas y exploró enfoques innovadores para aprovechar los juegos en los propósitos de aprendizaje. Su trabajo informó el desarrollo de juegos serios dirigidos a mejorar la conciencia sobre el reciclaje y la educación ambiental, enfatizando la importancia de experiencias de juego interactivas y atractivas. Además, (Johnson et al., 2017) realizaron una revisión sistemática sobre la gamificación y los juegos serios en el ámbito del consumo de energía doméstica. Su estudio proporcionó ideas sobre el potencial de los juegos para influir en el cambio de comportamiento y promover prácticas sostenibles. Al examinar las características y desafíos de los juegos serios en el contexto del consumo de energía, su trabajo informó el diseño e implementación de juegos centrados en cuestiones ambientales, incluida la conciencia sobre el reciclaje.

(Blumberg et al., 2014) examinaron juegos serios para la salud, discutiendo características, desafíos y proporcionando direcciones futuras para el proyecto actual en este dominio. Este estudio enfatizó las experiencias inmersivas proporcionadas por los juegos serios y su potencial para promover cambios de comportamiento y mejorar los resultados de salud. Al explorar el impacto de los juegos en los comportamientos relacionados con la salud, su investigación informó el desarrollo de juegos serios dirigidos a la conciencia ambiental y el comportamiento de reciclaje.

Por otro lado, también se encontraron trabajos relacionados con el uso de ABP en asignaturas de Interacción Persona-Ordenador o asignaturas relacionadas. El artículo de (Martins et al., 2019) aborda la aplicación del Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) en el desarrollo de juegos serios accesibles, con el objetivo de mejorar la memoria de los usuarios, especialmente personas mayores. A través de la metodología ABP, los estudiantes se involucran activamente en la resolución de problemas reales, integrando teoría y práctica para crear soluciones interactivas. Este estudio destaca cómo el ABP puede ser una herramienta eficaz para aumentar la motivación y el compromiso de los estudiantes, al mismo tiempo que promueve el desarrollo de aplicaciones que satisfacen las necesidades de accesibilidad e inclusión digital. Al aplicar el ABP en un curso de Interacción Persona-

Computador, los estudiantes enfrentan desafíos relacionados con el diseño de sistemas interactivos para públicos específicos, desarrollando juegos accesibles que consideran las limitaciones cognitivas y físicas de los usuarios mayores. Este artículo también discute los resultados obtenidos con la implementación del ABP, demostrando su relevancia en la educación superior y en el desarrollo de competencias esenciales para la creación de tecnologías inclusivas.

Un estudio más antiguo, aborda es la aplicación de la Metodología de Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) en la enseñanza de la Interacción Persona-Computador (IPC), específicamente en la evaluación de la usabilidad de un curso en línea. El artículo analiza cómo el ABP puede ser utilizado para motivar a los estudiantes y mejorar la calidad de la enseñanza, proporcionando una experiencia de aprendizaje más activa y práctica. Se aplicaron estudios de usabilidad, incluyendo pruebas con usuarios y evaluaciones heurísticas, en el contexto de IPC, involucrando a estudiantes de una universidad brasileña y usuarios de sistemas interactivos. Los resultados indican que el ABP puede desarrollar habilidades críticas en los estudiantes, como el trabajo en equipo, la resolución de problemas y la toma de decisiones, además de aumentar su autonomía en el proceso de aprendizaje (Correa & Martins, 2014). Estos dos últimos estudios fueron fundamentales para guiar la asignatura de Interacción Persona-Ordenador en que este proyecto está inserido.

### 3. Metodología de Desarrollo del Proyecto

Este proyecto se desarrolló entre agosto y diciembre de 2023 e involucró a un equipo compuesto por cuatro estudiantes de la carrera de Ciencias de la Computación de una universidad privada ubicada en Brasil. El proyecto está integrado en la asignatura de Interacción Persona-Computador, que utilizó el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) para impartir tanto el contenido teórico como la parte práctica de la asignatura. De este modo, se presentará cómo se desarrolló la asignatura, así como el proyecto de desarrollo del juego enfocado en abordar temas relacionados con el medio ambiente.

#### 3.1 Aplicación de ABP en la asignatura de Interacción Persona-Computador

ABP, o Aprendizaje Basado en Problemas, es una metodología educativa que busca involucrar al estudiante activamente en su aprendizaje, centrándose en la resolución de problemas relevantes. Se puede aplicar en diversos cursos y asignaturas, promoviendo que los estudiantes, como protagonistas del proceso, desarrollen estrategias para resolver problemas y adquirir habilidades disciplinares. En el ABP, los estudiantes identifican lo que saben y lo que necesitan aprender, enfrentando problemas sin conocimientos previos suficientes. Los profesores presentan problemas, y los grupos de estudiantes los analizan, investigan y proponen soluciones o

recomendaciones (Hung, 2016; Pletsch, Souza Y Orleans, 2017; Constantinou & Nicolaou, 2018; Martins et al., 2019).

La asignatura utilizó el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) combinado con el desarrollo de un software en un tema social, que constituía el proyecto del semestre. La metodología de ABP se aplica desde la primera clase de la asignatura. Los estudiantes se organizan en grupos de, como máximo, 3 personas, y se les motiva a encontrar una solución para un tema determinado. En este semestre, el tema fue inclusión digital y accesibilidad. Las clases se imparten de manera que los grupos puedan aplicar los conceptos de Interacción Humano-Computadora en el proyecto, desde la fase de definición del problema hasta la implementación y las pruebas. Para el grupo de estudiantes, autores de este artículo, el desarrollo se relacionó con un videojuego serio. A continuación, se presentan las 10 etapas que se llevaron a cabo en este proyecto en particular, según (Martins et al., 2019):

- Etapa I: Definición y comprensión del problema. Se formaron grupos para desarrollar un software en un tema social, en cualquier plataforma (escritorio, plataformas móviles, etc.) y dirigido a cualquier edad. Así, el grupo se formó con 4 estudiantes.
- Etapa II: Los estudiantes debían realizar una actividad de lluvia de ideas para definir el producto, el público objetivo y la plataforma de desarrollo (escritorio, plataformas móviles, etc.). Luego, propusieron la idea del proyecto, que fue validada por la profesora para verificar la adecuación del tema y la dificultad de desarrollo en relación con el tiempo disponible (4 meses).
- Etapa III: Una vez definido el problema, los estudiantes, basándose en sus conocimientos previos (la mayoría ya sabía o estaba aprendiendo a desarrollar juegos en otra asignatura), intentaron proporcionar soluciones que pudieran resolver el problema, es decir, crear un juego para enseñar sobre el medio ambiente a niños.
- Etapa IV: Con este conocimiento, el grupo definió el perfil de su público objetivo (edad, nivel educativo, nivel de conocimiento de juegos, etc.) y el objetivo del juego. Luego investigaron la complejidad del juego y la necesidad de incluir conceptos de usabilidad.
- Etapa V: Con base en el problema y el nuevo conocimiento adquirido, el grupo definió las actividades de cada estudiante. En este caso, planificaron las acciones que el juego debía incluir: el tema del juego, su mecánica, criterios de puntuación, etc., así como quién sería responsable de cada acción.
- Etapa VI: Cada estudiante estudió los temas según lo planificado. Paralelamente, la asignatura abordaba los temas, según lo mencionado en la sección 2.3.
- Etapa VII: El grupo se reunió y compartió el conocimiento adquirido durante el semestre.

- Etapa VIII: Los estudiantes entregaron primero el material relacionado con la documentación del juego, basado en lo que estaban aprendiendo en la asignatura (perfil de usuario, personas, lista de requisitos, diagramas UML, prototipos de pantallas, escenarios, etc.). Posteriormente, codificaron el juego en el lenguaje que eligieron, diseñaron el manual y redactaron el informe de implementación.
- Etapa IX: El grupo presentó el juego a la profesora, quien podía opinar sobre posibles mejoras. Los estudiantes tuvieron una semana más para aplicar el juego con un grupo de usuarios potenciales, recopilar datos y calcular la eficacia, eficiencia y satisfacción. A partir de este material, generaron un informe final del juego desarrollado. Además, invitaron a un grupo de especialistas en usabilidad para realizar una evaluación heurística de los juegos. Se generó otro informe que contenía todos los puntos problemáticos de los juegos, el grado de criticidad y observaciones sobre cómo mejorarlos.
- Etapa X: Se realizaron las siguientes evaluaciones: evaluación de la profesora sobre el desempeño del grupo y del juego en sí, y una evaluación informal de los estudiantes respecto a la asignatura. Como este grupo obtuvo un resultado bastante prometedor en el proyecto, la profesora involucrada los invitó a escribir un artículo sobre el proyecto.
- Realización de encuestas bibliográficas, geográficas y sociales sobre los temas relacionados: Estas encuestas permitieron identificar conceptos esenciales sobre reciclaje y educación ambiental, fundamentales para el desarrollo del software. Además, el análisis de la situación en la ciudad de São Paulo ayudó a entender las necesidades específicas y desafíos locales, asegurando que el juego abordara problemas relevantes y tuviera un impacto significativo.
- Estudio de tecnologías relacionadas con los lenguajes de programación Java y Android Studio, que son necesarios para la construcción del juego digital: Elegir estas herramientas fue clave para crear un juego interactivo y accesible en dispositivos Android, asegurando que las funcionalidades fueran adecuadas para el público infantil.
- Búsqueda de recursos sin derechos de autor que pudieran formar parte del juego: Se seleccionaron imágenes y sonidos atractivos para niños, respetando las restricciones legales y económicas. Estos recursos enriquecieron el diseño visual y educativo del juego.
- Concepción y desarrollo centrado en el usuario (análisis, diseño e implementación), utilizando técnicas de interacción humano-computadora, de un juego para enseñar y entrenar a los niños a reciclar: El enfoque centrado en el usuario garantizó que el juego fuera intuitivo, educativo y visualmente atractivo, adaptándose a las capacidades y preferencias de los niños.
- Pruebas del juego con tres expertos para verificar su aceptación: Los expertos evaluaron la jugabilidad y la efectividad educativa, ofreciendo sugerencias clave para mejorar la experiencia y cumplir los objetivos pedagógicos.

## 4. Desarrollo del juego

### 4.1 Descripción del Juego

El proyecto consiste en un juego para dispositivos móviles dirigido a niños de entre 7 y 12 años que ya asisten a alguna forma de escolarización, ya sea en casa o en un entorno escolar tradicional, y que tienen habilidades básicas de alfabetización. El objetivo es ayudar a los jugadores a comprender, tener acceso a situaciones cotidianas y aprender a lidiar con estas situaciones de manera divertida y práctica. Los escenarios se centran en el proceso de enseñanza, que puede ser introducido por profesores en la escuela o por los padres en casa.

Las principales habilidades que se practican son: a) memoria: recordar qué desecho va en cada contenedor de basura; b) razonamiento: relacionar el desecho con el contenedor de basura correcto; y c) memoria muscular: realizar movimientos rápidos y correctos, ya que el tiempo se reduce a medida que se obtienen puntos.

### 4.2 Metodología y Desarrollo del Proyecto

Para lograr el objetivo general de este proyecto, que era el desarrollo de un juego para enseñar a los niños a reciclar y reconocer la importancia de mantener el medio ambiente seguro y limpio, se llevaron a cabo los siguientes pasos:

La metodología para el desarrollo de este juego se basa en un enfoque iterativo de desarrollo de sistemas de software. Esto genera prototipos que se refinan sucesivamente hasta alcanzar un nivel de madurez que cumpla con el Proyecto Mínimo Viable (Sommerville, 2011). En este tipo de enfoque, el éxito del proyecto depende de tener un juego jugable y completo, de que los diseñadores conozcan a sus usuarios, de que el equipo trabaje en conjunto y de que las diversas versiones creadas sean probadas y mejoradas.

### 4.3 Creación de Personas, Escenarios y Pantallas

El desarrollo de escenarios y personas es una etapa crucial en el proceso de creación de productos, servicios y contenidos que satisfagan de manera efectiva las necesidades de los usuarios. Estos elementos son esenciales para entender y visualizar al público objetivo de manera detallada, lo que permite que el diseño, la comunicación y las estrategias de marketing sean más precisos e impactantes.

La importancia de desarrollar escenarios y personas radica en la capacidad de estos recursos para guiar el proceso de diseño y

desarrollo hacia soluciones más centradas en el usuario. Al tener una comprensión clara de quiénes son los usuarios y cómo interactúan con un producto, se pueden crear experiencias más relevantes, atractivas y efectivas. Además, estos elementos facilitan la comunicación dentro del equipo de desarrollo y con las partes interesadas, asegurando que todos compartan una visión común del objetivo final.

Los escenarios son narrativas o historias que describen cómo los usuarios interactúan con un producto o servicio en situaciones específicas. Ayudan a contextualizar el uso del producto dentro del día a día de los usuarios, permitiendo a los diseñadores y desarrolladores anticipar las necesidades, problemas y comportamientos de los mismos. Al crear escenarios, es posible identificar oportunidades de mejora, desafíos potenciales y aspectos clave que pueden ser optimizados para mejorar la experiencia del usuario.

En el caso presentado, se desarrollaron escenarios específicos para María y João. María, una estudiante entusiasta del reciclaje, ilustra cómo un juego interactivo puede despertar el interés por la sostenibilidad en los niños. João, un profesor comprometido, muestra cómo las herramientas educativas digitales pueden ser efectivas para enseñar prácticas ecológicas en el aula. Ambos escenarios permiten explorar diferentes facetas del proceso educativo y su impacto en la conciencia ambiental.

Las personas son representaciones ficticias de los usuarios ideales, creadas a partir de investigaciones y datos reales. Estas representaciones incluyen detalles como edad, intereses, comportamientos, motivaciones y desafíos. Las personas ayudan a humanizar el proceso de diseño, recordando a los creadores que están desarrollando soluciones para personas reales con necesidades y expectativas específicas.

En el caso del proyecto, se crearon varias personas, como Ana, Enzo, Sofía y María, cada una con un perfil distinto que refleja un segmento particular del público infantil. Ana, la aventurera; Enzo, el curioso; Sofía, la creativa; y María, la competitiva, representan diferentes enfoques y preferencias en el aprendizaje, lo que permite diseñar juegos y actividades que resuenen con cada tipo de usuario.

#### 4.4 Análisis de Requisitos

Basado en el ítem anterior, fue posible establecer el análisis de requisitos para el juego. El análisis de requisitos determina las funcionalidades y restricciones que son necesarias en el sistema, cruciales para que el software funcione (requisitos funcionales) y otros aspectos necesarios para que el usuario tenga una gran experiencia (requisitos no funcionales), antes de comenzar su desarrollo. De esta manera, la fase de implementación tiene objetivos claros para determinar dónde comenzar y qué hacer en la construcción del software, ya que

esta etapa también determina la prioridad de cada requisito. Entre los requisitos funcionales determinados por los desarrolladores se encuentran:

- El juego muestra un menú con opciones de configuración, tutorial y botones para jugar.
- El juego incluye un tutorial para enseñar al usuario cómo jugar.
- El juego genera aleatoriamente un tipo de desecho para ser reciclado.
- El juego incluye cuatro contenedores de basura en el escenario del juego.
- El juego reconoce los toques del usuario para mover el desecho.
- El juego debe mantener un historial de los puntos obtenidos por el jugador y su puntuación más alta.
- El juego incluye un contador de puntos de vida.
- El juego debe tener un sistema de dificultad basado en la puntuación del jugador, lo que significa que, para cada eliminación correcta, el jugador tendrá menos tiempo para elegir el contenedor de basura correcto.
- Los requisitos no funcionales para el juego son:
- El juego tiene una interfaz de usuario fácil de usar.
- El juego debe ajustarse al smartphone del usuario.
- El sistema debe ser capaz de almacenar registros y estadísticas (tipos de desechos reciclados, errores, puntuación más alta, etc.).

#### 4.5 Diseño Conceptual e Interactivo del Software

Durante esta etapa, nuestro equipo dedicó sus esfuerzos a materializar un prototipo que se alinea estrechamente con el producto completo previsto. Central en este proceso fue la cuidadosa planificación del producto final. Las Figuras 1, 2, 3 y 4 sirvieron como nuestras guías principales, representando las aspiraciones visuales y funcionales de nuestro proyecto. Estas figuras fueron conceptualizadas antes de comenzar la programación, diseñadas estratégicamente para proporcionar al equipo un plan claro de ejecución.

La importancia de esta planificación previa a la codificación no puede ser subestimada. No solo sirvió como un plano visual para nuestro proceso de desarrollo, sino que también aseguró que cada miembro del equipo supiera exactamente dónde comenzar y qué tareas tenía por delante. Las figuras encapsulan la convergencia armoniosa del diseño y la funcionalidad, representando la interfaz de usuario deseada, la mecánica del juego y el atractivo estético general que buscamos lograr en el producto final.

Al establecer un punto de referencia visual desde el principio, sentamos las bases para un proceso de desarrollo cohesivo y fluido. Esta previsión no solo facilitó una codificación eficiente, sino que también empoderó al equipo para tomar decisiones informadas durante toda la fase de implementación.

La integración de estas guías visuales en nuestra estrategia de desarrollo ejemplifica nuestro compromiso con la precisión y la previsión en la creación de un producto que no solo cumpla, sino que supere nuestra visión inicial.



Figura 1: Pantalla de menú prototipo hecha en Figma.

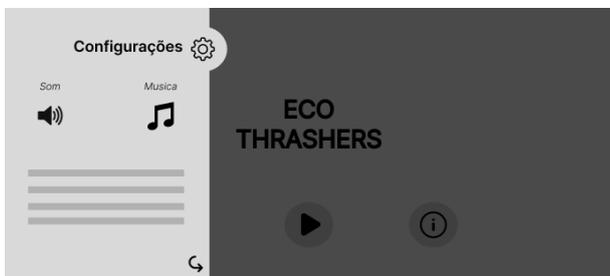


Figura 2: Pantalla de configuración prototipo hecha en Figma

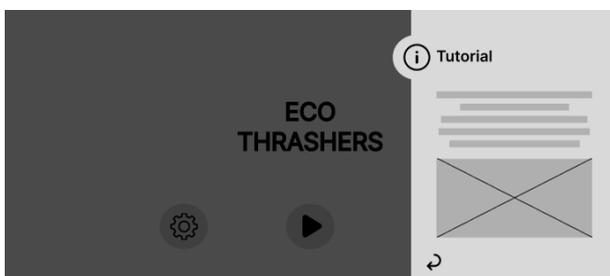


Figura 3: Pantalla de tutorial prototipo hecha en Figma

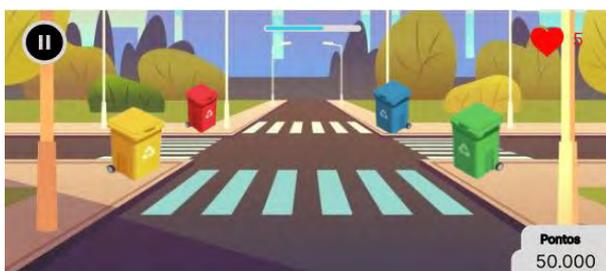


Figura 4: Pantalla principal de juego prototipo hecha en Figma

#### 4.6 Guidelines seguidas para el Desarrollo

Basado en el trabajo de (Valenza, Hounsell, Gasparini, 2018), que presenta directrices para el desarrollo de juegos serios para niños, se consideraron, principalmente, los siguientes aspectos:

- Simplificar el uso de los dispositivos de interacción.
- Relacionar las metáforas de la interfaz con el universo de los niños.
- Dar visibilidad a los elementos de interacción.
- Adecuar el tiempo de interacción a la edad.
- Utilizar íconos significativos para sustituir o complementar los textos.
- Usar una interfaz predominantemente visual.
- Presentar la información al usuario considerando su nivel de desarrollo.
- Presentar clasificación y/o puntuación claramente en la pantalla.
- Adecuar el lenguaje al público objetivo.
- Definir objetivos claros.

#### 4.7 Implementación del Proyecto

Después de mapear los detalles del juego, identificar todos los requisitos y diseñar el software, el equipo comenzó a planificar el proyecto. Dada la naturaleza móvil del juego y el hecho de que todos los miembros del equipo tenían dispositivos Android, decidimos optar por esta plataforma. A través de nuestra investigación, descubrimos que Android Studio sería una opción sólida para el desarrollo. La familiaridad con los lenguajes Java y XML, utilizados para la programación y el diseño de interfaces, reforzó la viabilidad de esta decisión. Android Studio nos proporcionó una base robusta para la programación y el diseño, facilitando la implementación de todas las funciones planificadas para el juego de reciclaje. Con los objetivos claramente definidos, el siguiente paso fue articular las tareas específicas necesarias para llevar a cabo el proyecto. Estas tareas fueron cuidadosamente delineadas para guiar al equipo a lo largo del proceso de desarrollo:

- Diseñar el menú principal: Crear un punto de entrada atractivo e intuitivo que establezca el tono para la experiencia de juego.
- Diseñar la disposición del juego: Desarrollar un entorno de juego visualmente atractivo y funcional que esté alineado con nuestra visión de diseño.
- Desarrollar un mecanismo para cambiar las disposiciones: Implementar un mecanismo de transición fluido para mejorar la navegación y la experiencia del usuario.
- Desarrollar un algoritmo para la generación aleatoria de desechos: Crear un algoritmo dinámico para introducir variabilidad en la generación de desechos, asegurando una jugabilidad desafiante e impredecible.
- Desarrollar un mecanismo para verificar la precisión de la eliminación de desechos: Implementar un sistema para verificar si el desecho arrojado en un contenedor de basura es correcto o incorrecto.
- Restar una vida por reciclaje incorrecto: Introducir consecuencias por reciclaje incorrecto restando una vida, añadiendo un elemento de desafío.

- Agregar puntos por reciclaje correcto: Recompensar a los jugadores por decisiones ambientalmente conscientes añadiendo puntos a su puntuación.
- Manejar el escenario de "game over": Si la vida del usuario llega a cero, realizar una transición suave a una pantalla de "game over" bien diseñada.
- Diseñar una pantalla de "game over": Crear una pantalla de "game over" visualmente atractiva e informativa para una experiencia satisfactoria del usuario.
- Restablecer vidas y puntos a los valores predeterminados: Al regresar al menú principal, asegurar que las vidas y los puntos del usuario se restablezcan a los valores predeterminados para un nuevo comienzo.
- Desarrollar una manera de pausar el juego: Implementar un mecanismo de pausa fácil de usar para permitir que los jugadores detengan temporalmente el juego.
- Diseñar la disposición de la pantalla de pausa: Crear una disposición visualmente coherente y funcional para la pantalla de pausa.

Considerando los objetivos delineados, nos embarcamos diligentemente en el proceso de desarrollo de la aplicación. Los esfuerzos colaborativos de nuestro equipo se materializaron en la creación del software, y estamos emocionados de presentar la última versión del juego. El menú principal (Fig. 5), aunque simple en su presentación, ha sido diseñado cuidadosamente para proporcionar un punto de entrada atractivo para los usuarios, estableciendo el tono para una aventura inmersiva de reciclaje. Cuenta con cuatro botones: un interruptor para silenciar o activar el sonido, un botón de tutorial, un botón de juego y un botón de perfil. Esta disposición mejora la interacción del usuario y facilita su uso.



Figura 5: Pantalla del menú principal

Al ingresar a la pantalla del tutorial (Fig. 6), los usuarios encuentran una pantalla con tres botones: uno para regresar al menú principal y dos botones de navegación que guían a los jugadores a través de una explicación paso a paso de cómo jugar. El tutorial utiliza una combinación de imágenes y texto para transmitir eficazmente las complejidades del juego, proporcionando a los usuarios una descripción completa de su mecánica.



Figura 6: Pantalla de tutorial

La pantalla de juego (Fig. 7) es el escenario central donde los jugadores participan activamente en la aventura de reciclaje. Cuatro contenedores (papel, vidrio, metal y plástico) están estratégicamente ubicados en las esquinas, y en el centro de la pantalla se genera una imagen de desecho, representando elementos como un periódico (papel), una botella (plástico), un frasco (vidrio) o una lata de refresco (metal). Esta disposición anima a los usuarios a identificar y desechar rápidamente los elementos de desecho en los contenedores correctos.

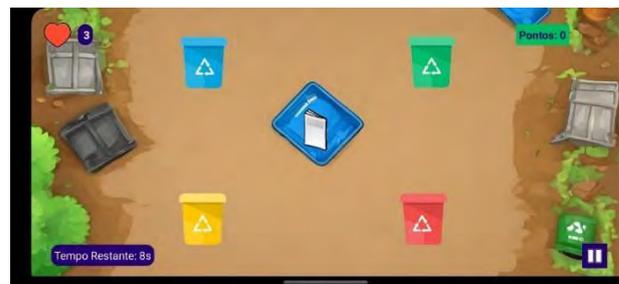


Figura 7: Pantalla de juego

Para añadir un elemento de desafío, un contador de vidas está posicionado en la esquina superior izquierda, representado por un corazón. Los jugadores tienen la flexibilidad de cometer hasta tres errores antes de perder el juego. Esto introduce un elemento de estrategia, incitando a los usuarios a equilibrar la velocidad y la precisión en sus decisiones de reciclaje.

La pantalla de juego también presenta un temporizador de cuenta regresiva, mostrado de manera prominente, indicando el tiempo restante para tomar una decisión. Si el temporizador llega a cero, el jugador pierde una vida. Este temporizador dinámico añade un elemento de urgencia, intensificando la jugabilidad a medida que se reciclan más elementos de desecho.

Como un componente crucial, el botón de pausa (Fig. 8) proporciona a los usuarios información y opciones esenciales. Muestra el tiempo restante para el desecho actual, el número de vidas restantes, la puntuación actual y ofrece opciones para reanudar el juego, salir o ajustar la configuración de sonido. Esta característica mejora el control del usuario y asegura una experiencia de juego fluida.

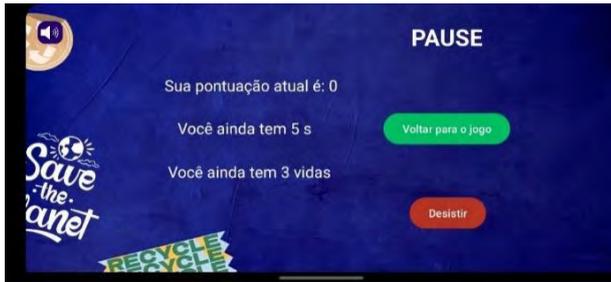


Figura 8: Pantalla de pausa

Cuando un jugador agota las tres vidas, señalando el agotamiento de sus oportunidades, se enfrenta a la culminación de su sesión de juego: la pantalla de "game over" (Fig. 9). Esta pantalla sirve como un punto final reflexivo, presentando al jugador un resumen de su desempeño en el intento actual. Se destacan de manera prominente métricas clave como la puntuación lograda en esa sesión particular, la puntuación más alta del jugador y su saldo general. El saldo, un total acumulado de todas las puntuaciones obtenidas por el jugador en múltiples intentos.



Figura 9: Pantalla de fin de juego

La pantalla de perfil (Fig. 10), en su simplicidad, sirve como un espacio sucinto pero informativo para los usuarios. Resume detalles esenciales sobre el jugador, mostrando métricas clave como su puntuación más alta (récord) y saldo acumulado. La puntuación más alta resalta el mayor logro del jugador en una sola sesión de juego, mientras que el saldo representa la suma de todas sus puntuaciones a lo largo de los intentos. Este enfoque minimalista asegura que los usuarios puedan acceder y seguir rápidamente su progreso, fomentando un sentido de logro y alentando el compromiso continuo con el juego de reciclaje.

#### 4.8 Evaluación del Juego

El juego desarrollado fue evaluado según el estudio de Valle et al. (2013), cinco categorías de criterios relacionados con juegos educativos: interfaces, elementos educativos, contenido, jugabilidad y multimedia. Cada categoría de criterios de evaluación tenía un conjunto de declaraciones según la escala Likert de cinco puntos.



Figura 10: Pantalla de perfil

Con este fin, se invitó a tres expertos en el campo de los juegos educativos a evaluar el juego "EcoTrashers". Los especialistas tienen, en promedio, 15 años de experiencia en el campo. El juego fue instalado en el celular de cada especialista, quienes decidieron utilizar el juego durante un día.

Los resultados de la evaluación, en general, recibieron una calificación de 4.04 (de 0 a 5), con las siguientes calificaciones parciales: interfaces - 4.1, elementos educativos - 3.0, contenido - 4.6, jugabilidad - 3.4 y multimedia - 5.0.

Dentro de cada una de las categorías, es posible analizar los valores métricos más bajos y una explicación para el bajo valor:

- Interfaces: La puntuación más baja ocurrió en la métrica "El usuario conoce su ubicación y visualiza fácilmente su estado en el juego". El juego no proporciona este tipo de información.
- Elementos educativos: Las puntuaciones más bajas ocurrieron en tres métricas, descritas a continuación: a) El juego debería permitir a los usuarios tener mayor autonomía en el proceso de aprendizaje, (re)configurando sus actividades, objetivos de aprendizaje, entre otros; b) El juego ofrece al usuario la posibilidad de elegir el nivel de dificultad; c) El juego presenta adaptabilidad, lo que significa que se reconocen las fortalezas y debilidades de los usuarios, y los elementos del juego se adaptan a ellos. Estas tres características del juego no fueron implementadas.
- Contenido: La métrica con la puntuación más baja fue: "El contenido educativo está dividido en temas y/o subtemas en el juego, a través de sus elementos". Además, esta característica no fue completamente implementada en el juego.
- Jugabilidad: Las métricas con las puntuaciones más bajas son: a) Los elementos del juego proporcionan identidad al usuario, es decir, es posible que el usuario construya el elemento que lo representa en el juego (por ejemplo, su avatar), así como el escenario en el que estará involucrado, de acuerdo con sus propias preferencias; b) El juego es capaz de ofrecer al usuario la posibilidad de

realizar más de una tarea simultáneamente. Estas características no están presentes en el juego.

- Finalmente, en la categoría de Multimedia, todas las métricas lograron puntuaciones máximas.

## 5. Consideraciones Finales

---

El proyecto involucró el desarrollo de una aplicación móvil para Android utilizando Java en Android Studio, con el objetivo principal de mejorar la educación ambiental de los niños en entornos escolares. Los resultados del proyecto fueron prometedores, ya que la aplicación obtuvo una aprobación significativa por parte de expertos en interacción humano-computadora, con una puntuación media de 4.04 sobre 5, destacando su efectividad y adecuación para su uso en el aula.

El enfoque del proyecto se basó en la metodología de Aprendizaje Basado en Problemas (ABP), lo que permitió a los estudiantes participar activamente en la resolución de problemas reales relacionados con la educación ambiental. A través de este enfoque, los estudiantes pudieron identificar necesidades, proponer soluciones y desarrollar un producto final que responde a los desafíos educativos actuales. La metodología ABP facilitó la integración de conocimientos teóricos y prácticos, lo que resultó en un proyecto bien estructurado y enfocado en objetivos claros.

Sin embargo, las restricciones de tiempo durante el curso de cuatro meses afectaron la funcionalidad y las pruebas de usabilidad. No hubo tiempo suficiente para obtener la

aprobación del Comité de Ética para probar el juego con el público objetivo, lo que limitó la validación directa con niños. Además, algunas características planificadas, como la implementación de una tienda personalizable dentro del juego, no pudieron ser abordadas.

La evaluación del juego, basada en un estudio heurístico adaptado a juegos educativos, reveló áreas de mejora, especialmente en términos de elementos educativos y jugabilidad. La falta de opciones para la autonomía del usuario y la adaptabilidad del contenido limitó la capacidad del juego para ofrecer una experiencia personalizada. Sin embargo, la categoría de multimedia recibió la puntuación más alta, lo que refleja un diseño visual y auditivo efectivo.

Para trabajos futuros, es crucial abordar estas limitaciones, refinar las características existentes y realizar pruebas más extensas con el público objetivo. El desarrollo de una versión para iOS y web ampliaría la accesibilidad y el alcance de la aplicación. Además, la implementación de nuevas funcionalidades, como una tienda personalizable y una tabla de clasificación global, podría enriquecer la experiencia del usuario y fomentar la competencia saludable entre los jugadores. Asimismo, la creación de nuevos modos de juego relacionados con el reciclaje y la sostenibilidad podría aumentar la conciencia pública y promover comportamientos sostenibles desde una edad temprana.

## Referencias

---

- Blumberg, M. F. C., Burke, L. C., Hodent, P. C., Evans, M. A., Lane, H. C., & Schell, J. (2014). Serious games for health: Features, challenges, next steps. *Games for Health: Research, Development, and Clinical Applications*, 3(5), 270-276.
- Colloca, N. A. M. S., Silva, L. M. A., Martinês, A. R., & Albino, J. P. (2018, October). Jogos sérios na educação: Importância e desafios. In VII JORNACITEC - Jornada Científica e Tecnológica.
- Constantinou, C. S., & Nicolaou, S. A. (2018). Motivation, challenges, support (MCS) cycle model for the development of PBL tutors. *Qualitative Research in Education*, 7(1), 1-35. <http://dx.doi.org/10.17583/qre.2018.3064>
- Correa, A. G. D., & Martins, V. F. (2014). Methodology applied problem-based learning in teaching HCI: A case study in usability evaluation of an online course Metodologia de Aprendizagem Baseada em Problema Aplicada no Ensino de IHC: Estudo de caso na avaliação de usabilidade de um curso online.
- da Rocha, R. V., Bittencourt, I. I., & Isotani, S. (2015). Análise, projeto, desenvolvimento e avaliação de jogos sérios e afins: uma revisão de desafios e oportunidades. In *Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação - SBIE)*, 26(1), 692.
- Dix, A., et al. (2004). *Human-computer interaction* (3rd ed.). Pearson Education.
- Dunlap, R. E., & Van Liere, K. D. (2008). The "new environmental paradigm." *The Journal of Environmental Education*, 40(1), 19-28.
- Granic, I., Lobel, A., & Engels, R. C. M. E. (2014). The benefits of playing video games. *American Psychologist*, 69(1), 66.
- Hammady, R., & Arnab, S. (2022). Serious gaming for behaviour change: A systematic review. *Information*, 13(3).
- Hewett, T., et al. (1992). *ACM SIGCHI curricula for human-computer interaction* (Technical report). ACM Press.
- Houghton, E., Aston, H., Featherstone, G., & Perrotta, C. (2013). *Game-based learning: Latest evidence and future directions*. Slough: NFER (NFER Research Programme: Innovation in Education).
- Hung, W. (2016). All PBL starts here: The problem. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 10(2). <https://doi.org/10.7771/1541->

5015.1604

- Ishoj-Paris, Y., Gravel-Villeneuve, A., Vermette-David, F., Dixon-Sequeira, L., Dicaire, M., Morin-Grandmont, M., & Côté, G. (2021). AXO: A video game that encourages recycling to preteens. In *Extended Abstracts of the 2021 Annual Symposium on Computer-Human Interaction in Play* (pp. 350-355).
- Johnson, D., Horton, E., Mulcahy, R., & Foth, M. (2017). Gamification and serious games within the domain of domestic energy consumption: A systematic review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 73, 249-264.
- Li, T., Yue, X. G., Qin, M., & Norena-Chavez, D. (2024). Towards Paris Climate agreement goals: The essential role of green finance and green technology. *Energy Economics*, 129, 107273.
- Li, T., & Li, H. -J. (2022). Development and exploration of serious games for anti-bullying education: The experience of developing the software of anti-bullying serious games. In *2022 3rd International Conference on Education, Knowledge and Information Management (ICEKIM)*, Harbin, China, pp. 376-380. <https://doi.org/10.1109/ICEKIM55072.2022.00091>
- Martins, V. F., CADLH, A., Silveira, I. F., & Eliseo, M. A. (2019). Problem-based learning applied to the development of accessible serious games *Problem-Based Learning aplicado ao desenvolvimento de jogos sérios acessíveis*.
- Panagiotopoulou, L., Cia Gayarre, N., Scurati, G. W., Etzi, R., Massetti, G., Gallace, A., & Ferrise, F. (2021). Design of a serious game for children to raise awareness on plastic pollution and promoting pro-environmental behaviors. *ASME Journal of Computing and Information Science in Engineering*, 21(6), 064502. <https://doi.org/10.1115/1.4050291>
- Pasinetti, N. J., Alvarado, Y., Fernández, J., Guerrero, R., & Rodríguez, G. (2015). A serious game about recycling rules. [s.l.: s.n.]
- Pletsch, M., Souza, F., & Orleans, L. A. (2017). A diferenciação curricular e o desenho universal na aprendizagem como princípios para a inclusão escolar. *Revista Educação e Cultura Contemporânea, América do Norte*, 1416.
- Rahimabad, R. M., & Rezvani, M. H. (2020). Identifying factors affecting the immersion and concentration of players in serious games. In *2020 International Serious Games Symposium (ISGS)*, Tehran, Iran, pp. 61-67. <https://doi.org/10.1109/ISGS51981.2020.9375239>
- S. N. Awang Noh, H. Mohamed, & N. A. Mat Zin. (2021). The effects of serious games on students' higher-order thinking skills in science education. In *2021 International Conference on Electrical Engineering and Informatics (ICEEI)*, Kuala Terengganu, Malaysia, pp. 1-5. <https://doi.org/10.1109/ICEEI52609.2021.9611147>
- Shahidi, M., Akhavian, R. R., & Sharifi, F. (2023). Analyzing the challenges of commercializing serious games in the field of health (A Case Study of Games Submitted in 2017-2022 in the Serious Games Festival: SEGAP). In *2023 International Serious Games Symposium (ISGS)*, Tehran, Iran, Islamic Republic of, pp. 1-6. <https://doi.org/10.1109/ISGS61252.2023.10559673>
- Sommerville, I. (2011). *Software engineering* (9th ed.). Pearson Education India.
- Tolentino, G. P., Battaglini, C., Pereira, A. C. V., de Oliveira, R. J., & de Paula, M. G. M. (2011). Usability of serious games for health. In *2011 Third International Conference on Games and Virtual Worlds for Serious Applications* (pp. 172-175). IEEE.
- UNEP. (2021). *Programme Performance Report*. [s.l.: s.n.]
- Valenza, M. V., Hounsell, S., & Gasparini, I. (2018, November). Guidelines para game design de jogos sérios para crianças. In *Brazilian Symposium on Games and Digital Entertainment*.
- Valle, P. H. D., Vilela, R. F., Parreira Junior, P. A., & Inocencio, C. G. (2013). Hedegheurísticas para avaliação de jogos educacionais digitais. *Nuevas Ideas en Informática Educativa TISE*.
- Wells, N. M. (2000). At home with nature: Effects of 'greenness' on children's cognitive functioning. *Environment and Behavior*, 32(6), 775-795.
- World Bank. (2018). *What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050*. Washington, DC: World Bank Group

# Videojuegos y Adicción: Estrategias para un Juego Sano

## Videogames and Addiction: Strategies for a Healthy Gameplay

**Karen A. Montaña-Navarro**  
Plan de estudios de ingeniería de sistemas  
Universidad Francisco de Paula Santander  
Ocaña, Norte de Santander, Colombia  
kamontanon@ufpso.edu.co

**Cristian Rangel-Duran**  
Plan de estudios de ingeniería de sistemas  
Universidad Francisco de Paula Santander  
Ocaña, Norte de Santander, Colombia  
crangeld@ufpso.edu.co

**Cesar A. Collazos**  
Departamento Sistemas  
Universidad del Cauca  
Popayán, Cauca, Colombia  
ccollazo@unicauca.edu.co

**Dewar Rico-Bautista**  
Departamento Sistemas e informática  
Universidad Francisco de Paula Santander  
Ocaña, Norte de Santander, Colombia  
dwracob@ufpso.edu.co

Recibido: 05.09.2024 | Aceptado: 10.12.2024

### Palabras Clave

Adicción  
Impulsores principales  
Gamificación  
Octalysis  
Videojuegos

### Resumen

La adicción a los videojuegos es un trastorno de creciente preocupación en la sociedad, ya que conlleva ciertas consecuencias negativas para la salud mental y el bienestar de los jugadores. Este artículo muestra los resultados de una revisión de la literatura en varias bases de datos, como Science Direct, Scopus e IEEE Xplore. Se identificaron las tendencias demográficas en la adicción a los videojuegos, así como la influencia de la motivación intrínseca y extrínseca. Se destacan los elementos adictivos por naturaleza, así como la influencia de los diseñadores y desarrolladores en estos juegos adictivos. También se menciona la influencia del COVID – 19 en el uso de los videojuegos. Los hallazgos sugieren que, aunque los videojuegos pueden ofrecer ciertos beneficios cognitivos, el uso excesivo impulsado por factores motivacionales específicos puede llevar a problemas de salud. El estudio subraya la necesidad de diseñar estrategias para abordar y mitigar la adicción a los videojuegos, basadas en el marco de Octalysis, que ayudará a crear juegos equilibrados y sanos. Basado en estos hallazgos, se presenta el progreso de una interfaz de videojuego que sigue las recomendaciones proporcionadas.

### Keywords

Addiction  
Core Drivers  
Gamification  
Octalysis  
Video games

### Abstract

Video game addiction is an increasingly concerning disorder in society due to its negative impacts on the mental health and well-being of players. This article presents the results of a literature review conducted across several databases, including Science Direct, Scopus, and IEEE Xplore. The review identified demographic trends in video game addiction and examined the influence of both intrinsic and extrinsic motivation. The article highlights the inherently addictive elements of video games, as well as the roles of designers and developers in creating these addictive experiences. It also addresses the impact of COVID-19 on video game usage. The findings suggest that while video games can offer certain cognitive benefits, excessive use driven by specific motivational factors can lead to health issues. The study underscores the need to design strategies to address and mitigate video game addiction, utilizing the Octalysis framework to create balanced and healthy games. Based on these insights, the article discusses the development of a video game interface that incorporates the recommended strategies.

## 1. Introducción

La adicción a los videojuegos se considera o define como un estado de dependencia compulsiva, excesiva o incontrolable que, con el tiempo, predispone a las personas a un aumento de

los síntomas de ansiedad, estrés y problemas de sueño. También puede definirse como el uso constante y repetitivo de Internet para jugar, que puede tener consecuencias negativas en muchos aspectos de la vida (Mohammad et al., 2023).

Actualmente, la mayoría de las personas dedican gran parte de su tiempo a actividades recreativas, representadas por los “videojuegos” (Esposito et al., 2020). Esta enorme industria, que ha conseguido cautivar a personas de todas las edades, géneros y clases sociales, domina el mundo con productos multiplataforma. Estos muestran efectos positivos en procesos mentales como la atención, la memoria y la toma de decisiones, ya que el uso de videojuegos no es intrínsecamente malo (Buiza-Aguado et al., 2017; Medina Cárdenas & Rico Bautista, 2014), e incluso la literatura reconoce el juego como una actividad intrínseca (Greipl et al., 2021; Triberti et al., 2018).

Ya que como menciona (Losa et al., 2021.) jugar videojuegos es una manera sana de realizar actividades que no podríamos en el mundo real, asimismo, los autores recalcan lo siguiente: “Asesinar en un videojuego no nos convierte en asesinos, al igual que ver una película de 007 no nos transforma en espías, o escuchar un disco de metálica no nos vuelve estrellas del heavy metal”.

Sin embargo, el abuso de los videojuegos puede convertirse en una adicción (Esposito et al., 2020). La Organización Mundial de la Salud (OMS) incluyó oficialmente en la 11ª revisión de la Clasificación Internacional de Enfermedades (CIE-11) los trastornos relacionados con los videojuegos, tanto online como offline (Esposito et al., 2020; Triberti et al., 2018). Del mismo modo, este problema fue confirmado en la quinta edición del Manual Diagnóstico y Estadístico de los Trastornos Mentales (DSM-5) (Triberti et al., 2018). La adicción puede provocar cambios en zonas del cerebro como el córtex prefrontal, el estriado ventral y el estriado dorsal (Mohammad et al., 2023). El elevado nivel de preocupación generado por la adicción llevó a la apertura del primer centro de desintoxicación para la adicción a los videojuegos en Países Bajos en 2006 (Mohammad et al., 2023).

Sin embargo, muchos autores no apoyan tal decisión, ya que consideran que los juegos son simplemente una actividad recreativa más y que no hay nada intrínsecamente malo en ello (van den Brink, 2017). Aun así, también destacan que al igual que otras actividades, pueden convertirse en un problema cuando la persona pierde el control de estas y sustituye sus actividades cotidianas por juegos (van den Brink, 2017), lo que llevaría a un deterioro mental.

Algunos autores analizan el aumento del TSP (tiempo dedicado a jugar) como un síntoma de adicción al juego, sin embargo, el uso intensivo es diferente de la adicción (van den Brink, 2017). Los jugadores pueden involucrarse con los videojuegos sin experimentar adicción. El juego se utiliza a menudo como medio de evasión de la vida cotidiana, pero la adicción puede reducirse o eliminarse con un tratamiento adecuado. Por otro lado, la edad podría analizarse como un factor en la relación entre adicción y videojuegos debido a las actividades y compromisos que deben cumplir las personas. Según la

literatura, los jóvenes son más susceptibles de desarrollar adicción a los videojuegos debido a que tienen más tiempo libre y menos responsabilidades (van den Brink, 2017). Además, puede ser beneficioso analizar los géneros de videojuegos específicos que están más fuertemente asociados con la adicción.

Igualmente, algunos autores sugieren que las recompensas obtenidas en los videojuegos pueden aumentar la motivación extrínseca mientras disminuyen la motivación intrínseca. Comprender estos dos tipos de motivación es esencial para entender los comportamientos adictivos (Mohammad et al., 2023).

El artículo está estructurado de la siguiente manera: Primero, la introducción presenta la situación problemática. En segundo lugar, la sección de metodología presenta el diseño del proceso de investigación para la obtención y evaluación de la solución propuesta. La sección de resultados se presenta en la tercera parte, con la discusión correspondiente.

## 2. Metodología

Esta revisión identificará la literatura para abordar las preguntas de investigación (Petersen et al., 2008, 2015):

- RQ1: ¿Existen tendencias demográficas en la adicción a los videojuegos?
- RQ2: ¿Cómo se relacionan la motivación intrínseca y la motivación extrínseca con la adicción a los videojuegos?

### 2.1 Bases de datos y estrategias de búsqueda

Se realizó una revisión bibliográfica utilizando las siguientes bases de datos: *Science Direct*, *Scopus* e *IEEE Xplore*. Además, se revisaron documentos de la Biblioteca Nacional de Medicina y un libro de 2014 perteneciente al creador del Octalysis Framework (Teixes Argilés, 2017). Adicional, se utilizaron 10 documentos de diferentes revistas de medicina y psicología para completar la investigación.

Para maximizar la búsqueda de investigaciones relacionadas con la adicción a los videojuegos, el diseño de videojuegos y el uso del octalysis a través de técnicas gamificadas para contrarrestar una adicción, se utilizaron los términos adicción, videojuegos, octalysis y gamificación. No se utilizaron sinónimos, ya que los sinónimos, al tener significados o connotaciones ligeramente diferentes, podrían conducir la búsqueda hacia información que no se ajusta al propósito de la investigación. La búsqueda se realizó con los términos tanto en español como en inglés. La Tabla 1 ilustra las palabras clave utilizadas en la búsqueda bibliográfica.

Tabla 1: Palabras claves utilizadas en la búsqueda

Palabra en español	Palabra en ingles
Adicción	Addiction
Videojuegos	Video Games
Octalysis	Octalysis
Gamificación	Gamification

No se utilizaron términos más específicos de diseño de videojuegos, implementaciones específicas de octalysis o tipos de adicción, ya que restringiría el análisis de la investigación, sesgando hacia ciertos elementos.

Es importante señalar que el término “videojuegos” fue seleccionado en la revisión de literatura debido a sus características únicas en comparación con los “juegos” en general. A diferencia de otros tipos de juegos, los videojuegos se desarrollan en entornos digitales que permiten altos niveles de interacción e inmersión constante. Estas características potencian el desarrollo de conductas adictivas. Al enfocarse en los videojuegos, esta revisión permite una búsqueda más profunda de las dinámicas adictivas y de los factores tanto psicológicos como tecnológicos que caracterizan a los videojuegos.

Para realizar la búsqueda bibliográfica, se limitó el alcance a artículos publicados a partir de 2018 para garantizar la actualización de la información. Se obtuvo un total de 779 investigaciones legibles, una visión general del número total de resultados de búsqueda por bases de datos, revistas y editoriales se muestra en la Figura 1.

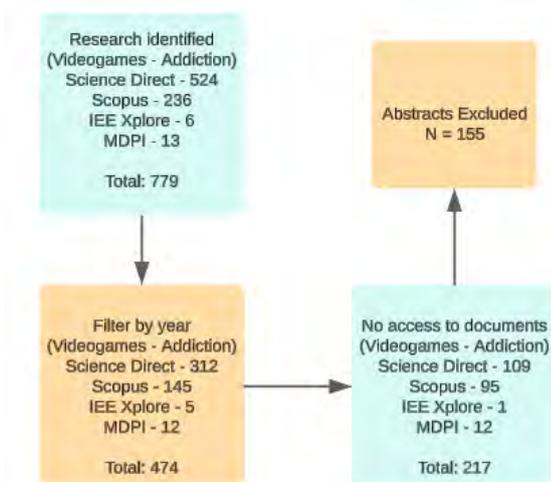


Figura 1: Diagrama de flujo del estudio

Además de la búsqueda sistemática en las bases de datos, se utilizó la herramienta Citation Gecko, que proporciona

artículos que contribuyen a la investigación. La Figura 2 muestra los artículos generados por las “semillas” que se importaron en la herramienta, y los puntos que las rodean representan las investigaciones relacionadas con cada “semilla”.



Figura 2: Documentos recomendados por Citación Gecko

Es importante destacar que, en Citation Gecko, el término “semillas” se refiere a los artículos iniciales seleccionados para iniciar la búsqueda de literatura. Estas “semillas” son investigaciones clave en el tema de interés y funcionan como punto de partida. A partir de estos artículos, Citation Gecko identifica otros artículos relevantes y construye una red de literatura relacionada con el tema de interés.

## 2.2 Criterios de inclusión y exclusión

Para garantizar la búsqueda de literatura relevante para el estudio, se establecieron criterios de inclusión y exclusión. La tabla 2 muestra los criterios de inclusión y exclusión de esta investigación.

Tabla 2: Criterios de inclusión y exclusión

Criterio de inclusión	Criterio de exclusión
Periodo: 2018 - 2024	Documentos sin acceso
Línea de investigación: Videojuegos, Octalysis, Gamificación, Adicción, salud mental.	Líneas de investigación: Inteligencia Artificial, Realidad Aumentada, COVID-19, Telemedicina, IoT, Ciberseguridad.
Tipo de artículo: Artículos, libros, revisiones sistemáticas.	Investigaciones de años inferiores a 2018.
Idioma: inglés, español	Duplicados

Como se muestra en la Figura 1, el proceso inicio con 799 investigación. Se identificaron 524 en Science Direct, 236 en Scopus, seis en IEEE Xplore y trece en MDPI. A continuación, se realizó el proceso de exclusión por año de publicación, obteniendo 474 documentos. Después, se aplicó el segundo filtro, excluyendo las investigaciones sin acceso, obteniendo 217 investigaciones a revisar. Posteriormente, se excluyeron investigaciones con temáticas relacionadas con el campo de la Inteligencia Artificial, realidad aumentada, COVID-19, Telemedicina, IoT y Ciberseguridad. Con este filtro, se eliminaron 72 documentos, obteniendo un total de 155 investigaciones a revisar. La exclusión de estos temas se debe a la necesidad de mantener un enfoque específico en la búsqueda, ya que dichos temas podrían introducir una variedad de enfoques que, aunque relevantes en otros escenarios, no contribuyen directamente al objetivo central de la investigación.

Como resultado, se obtuvo un total de 155 estudios de investigación para llevar a cabo la investigación, de los cuales cuarenta fueron seleccionados para apoyar el tema. Sin embargo, al realizar la investigación, se utilizaron treinta y tres estudios de investigación. La eliminación de los 122 artículos se debió a la priorización de investigaciones que ofrecieran unas perspectivas nuevas sobre el tema, excluyendo aquellos estudios que repetían información ya presentada en otras investigaciones revisadas. Además, se descartaron estudios que, aunque estaban relacionados con el tema general, no se alineaban con los objetivos de la investigación.

### 2.3 Análisis de datos

Una vez seleccionadas las investigaciones, se inicia el análisis crítico de las mismas. Durante este proceso, se realiza una revisión de los datos teniendo en cuenta la información relevante relacionada con la adicción a los videojuegos, el diseño de juegos, la aplicación del Octalysis y la gamificación. Además, se examinan patrones, tendencias y relaciones significativas en cada investigación.

## 3. Resultados

### 3.1 RQ1: ¿Existen tendencias demográficas en la adicción a los videojuegos?

En la investigación Esposito et al. (2020), se realizó un estudio transversal con una muestra de 622 alumnos preadolescentes y adolescentes de dos centros de primaria y dos de secundaria. Se utilizó un cuestionario basado en la Escala de Adicción a los Juegos (Game Addiction Scale, GAS) para medir la adicción a los videojuegos y a los juegos de ordenador utilizando los criterios clínicos para el juego patológico del DSM-5. La herramienta mostró que sólo el 1,93% de los estudiantes fueron identificados como jugadores problemáticos. El estudio confirmó una correlación positiva entre los inmigrantes procedentes de poblaciones africanas, asiáticas, sudamericanas

y centroamericanas y los jugadores adictos y problemáticos, debido a su gran interés por los videojuegos.

Se ha observado que la prevalencia es mayor en los varones que en las mujeres (García-Gil et al., 2023; Ramos-Díaz et al., 2018) y que los estudiantes son más susceptibles a la adicción. Debido a que tienden a percibir más las emociones, lo que puede provocar irritabilidad y cambios de humor (Esposito et al., 2020; García-Gil et al., 2023). Asimismo, el tiempo diario de juego representaba un claro indicador de adicción. Sin embargo, según (Chamarro et al., 2020; Larriou et al., 2023), la literatura sugiere que el tiempo de juego no deteriora la calidad de vida. Por otro lado, se identifica que un mayor nivel educativo implica una mayor capacidad de autocontrol (Esposito et al., 2020).

En el estudio Triberti et al., (2018), el análisis reveló relaciones significativas entre la edad, la preferencia por juegos específicos y el tiempo dedicado a jugar con la adicción. Como resultado, se concluyó que la edad influye en la adicción a los videojuegos, ya que es más probable que los jóvenes dispongan más tiempo para jugar en comparación con una persona que trabajan. Además, se identificó una preferencia por los juegos en línea. Estos juegos ofrecen diversos incentivos para jugar y a menudo permiten jugar con múltiples jugadores. Esto brinda la oportunidad de ganar reputación, competir y superar a otros participantes.

Igualmente, es importante identificar los géneros de juego que pueden estar asociados a conductas adictivas (Triberti et al., 2018). En este sentido, se identifica que los juegos tienen una naturaleza potencialmente adictiva que puede conducir a un juego problemático, y la literatura subraya que “los buenos juegos son adictivos”. Según Wei Kian & Shahrizal Sunar (2020), la mayoría de los diseñadores o desarrolladores de juegos son conscientes de las debilidades humanas y tienen el potencial de explotarlas.

Por ende, los juegos de disparos en primera y tercera persona, en los que los jugadores atacan y matan a otros jugadores con diversas armas, animan a los jugadores a pasar mucho más tiempo jugando, promoviendo un consumo excesivo (Antons et al., 2023).

Un factor que no se menciona tan a menudo, pero que tiene un impacto significativo en los videojuegos, son los avatares. En muchos juegos, las personas utilizan avatares para representar su yo ideal, dependiendo de su personalidad o de lo que quieran transmitir a otros jugadores. Crear un avatar es bastante común y ocurre con mucha frecuencia. Sin embargo, surgen problemas cuando los individuos se identifican demasiado con su avatar (Szolin et al., 2022), lo que lleva a compensar las deficiencias percibidas en el mundo físico.

Por otra parte, algunas investigaciones sugieren que el problema de la adicción a los videojuegos se debe a las

técnicas empleadas por los desarrolladores que, bajo la dirección de las empresas, diseñan juegos que resultan atractivos mediante mecanismos psicológicos, que fomenta una interacción prolongada con el juego (Király et al., 2023). Estos juegos tendrían un alto potencial adictivo, ya que poseen características que los hacen adictivos en personas vulnerables (Király et al., 2023).

A nivel internacional, un posible factor en la adicción a los videojuegos se centra en la violencia y agresividad. La agresividad es una característica inherente de los seres humanos que se manifiesta como un estado emocional complejo, en el cual se fluyen sentimientos de odio, hostilidad y un deseo de causar daño, ya sea a uno mismo, a otras personas, a animales o a objetos.

Por tanto, el conflicto que experimentas muchos jugadores dentro de su entorno familiar lleva a una tendencia de jóvenes con problemas de agresividad y control emocional.

En el contexto de los videojuegos, la literatura sugiere que, un jugador desplaza inicialmente su interés en los escenarios de los juegos. Sin embargo, después de un uso prologado de videojuegos con contenidos violentos o relacionados con armas, puede su interés dirigirse hacia el deseo de portarlas en la vida real (Hernandez & Isaac, 2022.). Como el caso “el asesino de la catana” mencionando por los autores (Losa et al., 2021.). El 1 de abril 2000, un joven cometido doble parricidio más fratricidio, se descubrió que dicho joven tenía una obsesión con el juego Final Fantasy VIII. Este caso subraya la posibilidad de que la exposición prolongada a ciertos generados de videojuegos puede influir en el comportamiento agresivo en ciertas situaciones de la vida real.

De acuerdo con una referencia citada por los autores Ventocilla et al. (2022), se encontró que un 57.3% de los jugadores que tienen preferencia por videojuegos de contenido violento, manifiestan conductas agresivas.

Otro factor relevante para considerar se basa en el síndrome de Hikikomori, cuyo término proviene del verbo hikikomoru, compuesto por los términos hiku (retroceder) y komoru (aislarse uno mismo), y traduce como “apartarse”. Este síndrome describe a las personas que no se sienten suficientes para las exigencias del mundo real. Llevando a que prefirieran encerrarse en sus casas, dejando de lado las obligaciones y dedicándose a aficiones o pasatiempos durante más de seis meses y hasta años (Losa et al., 2021). Durante este tiempo la vida de las personas se centra casi exclusivamente en su entorno virtual, es decir, su vida gira en torno al Internet o los videojuegos.

De acuerdo con una referencia citada en la investigación de los autores (Ventocilla et al., 2022.), la falta de apego emocional en la vida real puede generar un mayor apego a los videojuegos. Esta falta de apego emocional con el mundo real

incentiva a las personas a refugiarse en los contornos virtuales, donde pueden encontrar una fuente de pertenencia, desconocida en su vida cotidiana.

Igualmente, la búsqueda de nuevas emociones u experiencia, derivada de una insatisfacción persistente con las expectativas del mundo real, pueden contribuir a la aparición de depresión en las personas (De Arte et al., 2019). Lo cual podría en ciertos casos llevar a un prologado aislamiento en el entorno virtual.

### **3.2 RQ2: ¿Cómo se relacionan la motivación intrínseca y la motivación extrínseca con la adicción a los videojuegos?**

La motivación intrínseca se refiere a la realización de una actividad por el simple placer o diversión de hacerla, mientras que la motivación extrínseca se refiere más a la realización de una actividad para obtener una recompensa o evitar un castigo. Esto indica que la motivación intrínseca y extrínseca no pueden maximizarse simultáneamente y que es necesario un equilibrio (Reid, 2012).

Según Reid (2012), los jugadores habituales afirman que su principal motivación son los factores extrínsecos, mientras que los que juegan periódicamente afirman que su motivación es intrínseca.

En este sentido, la investigación Larriue et al. (2023) descubrió que los jugadores competitivos e intrínsecamente motivados obtenían puntuaciones más altas en autoestima, salud física y psicológica, relaciones sociales, calidad de vida ambiental, extraversión, consciencia y agradabilidad, así como puntuaciones más bajas en ansiedad, depresión, impulsividad no planificada y neuroticismo. Por otro lado, los jugadores de escape, aquellos que juegan sobre todo para sentirse motivados extrínsecamente, obtuvieron puntuaciones más bajas en autoestima y salud física y psicológica, así como puntuaciones más altas en neuroticismo, impulsividad motora y atencional, ansiedad y depresión.

La literatura recalca que los aspectos motivacionales del juego que pueden ser adictivos y conducir a un juego problemático (Biagioni et al., 2023). Estos elementos suelen ser de naturaleza extrínseca, las cajas de botín son un ejemplo destacado. Las cajas de botín implican apostar dinero en un evento con la esperanza de ganar un premio (Spicer et al., 2022). La apertura de estas cajas suele ir acompañada de sonidos e imágenes emocionantes, lo que crea una sensación de recompensa (Biagioni et al., 2023). Las investigaciones (Király et al., 2023) señalan igualmente que la “caja de botín” es un sistema de recompensa que genera un comportamiento de seguir comprando para obtener lo esperado, estas cajas generan una liberación de dopamina tanto cuando se anticipa una recompensa como cuando se obtiene, algunas personas sugieren que el placer de abrir la caja tiene una cualidad

adictiva (Nicklin et al., 2021) Debido a esta situación, en 2018 Bélgica prohibió el uso de cajas de recompensa.

Otra técnica que se relaciona con la adicción y la motivación extrínseca se basa en los logros (Deleuze et al., 2019), ya que, impulsada por la naturaleza gratificante de los videojuegos, puede generar en los jugadores un mayor reconocimiento y estatus dentro de la comunidad de jugadores, lo cual, para muchas personas no es posible dentro de su vida cotidiana (Király et al., 2023; Mohammad et al., 2023).

### 3.3 Contexto familiar y su relación con la adicción a los videojuegos

La familia desempeña un papel fundamental en la vida de cada persona, influyendo de manera significativa en el desarrollo como miembro social, ya que es la responsable de los valores, la cultura y las normas que se le inculcan a los individuos y que son esenciales para cada una de las etapas de la vida (Carita et al., 2023). Este papel puede ser tanto positivo como negativo, y su importancia aumenta en el contexto de la adicción a los videojuegos, donde el entorno familiar se convierte en un factor esencial en esta compleja ecuación de adicción.

En este contexto, aparece la “disfuncionalidad familiar”, la cual se presenta cuando los miembros de una familia se desintegran, este evento ocurre por una serie de problemas diferentes para cada núcleo familiar (Carita et al., 2023).

Como señala en una cita la autora Nieto et al. (2019), el entorno familiar puede transformarse en un elemento capaz de generar o incentivar las conductas adictivas. Ya que la misma autora, en una cita recalca lo siguiente: “Los factores hallados que pueden favorecer la adicción a los videojuegos son: no vivir con ambos padres, ser el último hijo, no practicar deportes, etc.”

Además, como mencionan Santos et al. (2020), el uso inadecuado y desmedido de los videojuegos en muchas ocasiones funciona como forma de evasión. Los videojuegos proporcionan un escape a un mundo alternativo donde no se tiene conciencia de los conflictos que se producen en el ambiente familiar. Esta constante evasión puede intensificar la adicción, ya que la persona busca en los videojuegos una forma de escapar de sus problemas reales.

En particular, los adolescentes son los que se encuentran en una etapa más vulnerable. Durante la adolescencia, los jóvenes suelen percibir con más fuerza los problemas dentro de la familia, y al no saber cómo afrontarlos adecuadamente, pueden buscar una salida fácil e inmediata, optando por drogas, alcohol, videojuegos, entre otras actividades similares que posiblemente le generaran una adicción con el pasar del tiempo (Carita et al., 2023) (Fernández Castillo et al., 2022).

### 3.4 Influencia del COVID – 19 en la adicción a los videojuegos

Dentro de los múltiples cambios que provocó el COVID – 19 en su momento, uno de los factores con mayor impacto fue el confinamiento. Mientras que algunas personas disfrutaban del distanciamiento con el mundo, viéndolo como una oportunidad para reflexionar y descansar. Había muchas otras que enfrentaron desafíos. Aquellos que vivían en entorno complejo se vieron obligados a convivir con sus agresores, siendo sometidos a malestares emocionales derivados del confinamiento (Johanna & Cristancho1, 2021).

En este contexto, como instrumento indispensable para continuar con el desarrollo de todas las actividades, se encontró en las tecnologías de la información un camino alternativo. En los videojuegos, los jugadores empezaron a gastar 40% más en los videojuegos, aumentando significativamente en un 30% el tiempo invertido en estas actividades (Johanna & Cristancho1, 2021). Este aumento en la utilización de videojuegos reflejó un cambio en los patrones de comportamiento.

A medida que el tiempo de uso de los videojuegos se incrementó, se evidencia con mayor fuerza los factores que según la literatura contribuyen a la adicción a los juegos. La combinación de largos periodos de aislamiento, problemas familiares, tiempo de uso y el estrés emocional pudo contribuir a una dependencia.

Es esencial destacar que, aunque las tecnologías pueden ofrecer un respiro y una forma de entrenamiento, su uso debe ser manejado con cuidado. La experiencia vivida en la pandemia subrayó la necesidad de un equilibrio en el uso de estas herramientas, para evitar que el refugio digital se convierta en una fuente de problemas adicional.

Igualmente, es crucial recordar que cualquier individuo es libre de usar a su gusto las tecnologías de la información, siempre y cuando se cumpla con los fines por las cuales fueron creadas.

### 3.5 Diseño de un videojuego teniendo en cuenta los Core Drivers de Octalysis

Teniendo en cuenta las preguntas de investigación y los resultados obtenidos, se ha llegado a la conclusión de que el diseño de los videojuegos facilita la pérdida de control sobre el manejo de los juegos (Rodríguez & Padilla, 2021), asimismo hay que tener en cuenta tres factores esenciales: los factores relacionados con el juego, los factores individuales, y los factores ambientales (Kian et al., 2022).

En este sentido, se dan una serie de recomendaciones para el diseño de videojuegos, basadas en los Core Drivers de Octalysis, ver Figura 3. Se presenta el diseño de un videojuego que implementa los Core Drivers de Epic Meaning, Accomplishment, y Avoidance (Toasa et al., 2020; Tobing et al., 2019). El diseño del videojuego que se presenta está

dirigido a los estudiantes de segundo grado de la institución educativa Las Vegas, ubicada en Chimichagua, Cesar. Este proyecto representa el trabajo de grado de los autores. El videojuego se denominará “EVG” (English Videogames Gamification), su función principal es apoyar la enseñanza del inglés a través de un videojuego gamificado.

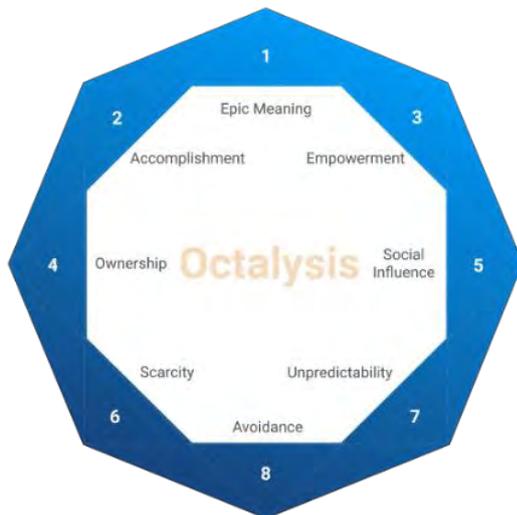


Figura 3: Marco Octalysis para la gamificación

Es importante resaltar que la elección de un videojuego dirigido a niños fue intencionada, con el fin de ilustrar una intervención preventiva desde una temprana edad, orientada a fomentar hábitos saludables en el uso de videojuegos antes de desarrollar una posible adicción.

Octalysis es un marco de gamificación creado por, Yu-Kai Chou (Teixes Argilés, 2017). Este marco recalca el diseño centrado en la persona más que en la funcionalidad (Deleuze et al., 2019). Presenta 8 Core Drivers: Epic Meaning, Achievement, Empowerment, Ownership, Social Influence, Scarcity, Unpredictability, y Avoidance, que en esta investigación se utilizarán para minimizar la adicción a los videojuegos. Según (Biagioni et al., 2023), la motivación humana es la prioridad en todo diseño (Firdaus et al., 2022).

Epic Meaning se centra en proporcionar a los usuarios un propósito a sus acciones, proporcionándoles un sentido de misión (Reid, 2012; Spicer et al., 2022). En este caso, se utiliza para proporcionar una historia convincente creando un camino claro y significativo para la educación y el aprendizaje.

Para el juego se propuso la historia “Max en el bosque de las palabras”. La historia trata de un cachorrito que vive en un tranquilo pueblo rodeado de un misterioso bosque. Un día, oye una voz que le llama desde el bosque encantado, intrigado, decide aventurarse en el bosque de las palabras. Donde tendrá que atravesar cuatro niveles, que pondrán a prueba sus conocimientos y le enseñarán pistas sobre la “Puerta del

Héroe”. Quien atraviese la puerta será coronado héroe de las palabras, ver Figura 4, Figura 5, Figura 6, Figura 7 y Figura 8.

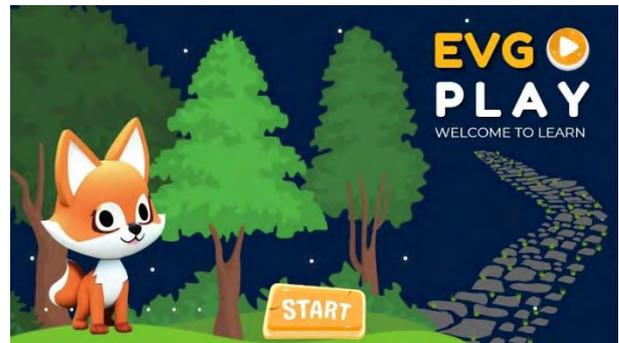


Figura 4: Pantalla principal de EVG. Las imágenes usadas para el diseño solo serán utilizadas para fines educativos



Figura 5: Menú de opciones del EVG. Las imágenes usadas para el diseño solo serán utilizadas para fines educativos



Figura 6: Niveles de EVG. Las imágenes usadas para el diseño solo serán utilizadas para fines educativos

De la misma manera, el Core Driver Achievement se utiliza para reconocer a los jugadores su progreso (Reid, 2012). Este motiva a los jugadores que tienen el deseo de crecer y lograr objetivos específicos (Spicer et al., 2022). En el videojuego, cada tema completado se marca en verde. El progreso se felicita para contrarrestar la necesidad de reconocimiento. Al terminar, se otorga un premio para destacar el esfuerzo. Asimismo, al establecer un límite de tiempo para el juego, los usuarios serán recompensados con puntos en su calificación, ver Figura 9.



Figura 7: Ejemplo de un reto de EVG. Las imágenes usadas para el diseño solo serán utilizadas para fines educativos



Figura 8: Ejemplo de juego para ganar una recompensa. Las imágenes usadas para el diseño solo serán utilizadas para fines educativos



Figura 9: Mensaje de felicitación. Las imágenes usadas para el diseño solo serán utilizadas para fines educativos

El Core Driver Avoidance es utilizado para aplicar una sanción por exceder el tiempo de juego, que se limita a un tiempo de aproximadamente 60 minutos para mantener un equilibrio entre el juego y otras actividades. De este modo, evitamos que el tiempo se convierta en un motivador para una posible adicción. Dado que los niños de entre 7 y 8 años se sienten más atraídos por los juegos, pueden pasar más tiempo jugando de lo deseable, ver Figura 10.



Figura 10: Advertencia de sanción. Las imágenes usadas para el diseño solo serán utilizadas para fines educativos

En cuanto al Core Driver Scarcity, se utiliza para el control de los avatares, se restringirá a los niños la creación de avatares que simulen una imagen virtual de sí mismos. Por este motivo, se diseña un avatar adaptado a la edad de los niños, para evitar que desarrollen un apego hacia él. Como menciona (Szolin et al., 2022), en muchos juegos las personas utilizan avatares que representan su yo ideal, o su yo real, dependiendo de su personalidad o de lo que quieran transmitir a otros jugadores, ver Figura 11.



Figura 11: Diseño del avatar. Las imágenes usadas para el diseño solo serán utilizadas para fines educativos.

En la investigación se destaca principalmente tres Core Drivers (Epic Meaning, Achievement, y Avoidance) debido a su estrecha relación con la adicción, sin embargo, es importante tener en cuenta otros Core Drives:

Social Influence es un Core Drive que aprovecha el poder de las interacciones y dinámicas sociales para motivar y afectar al comportamiento. Por un lado, puede fomentar la colaboración entre los jugadores, enriqueciendo el entorno de juego. Sin embargo, también puede llevar a la exclusión de ciertos jugadores que no se ajustan a las expectativas de un grupo de jugadores.

Además, los Core Drivers Empowerment y Ownership pueden utilizarse para mantener el interés de los jugadores, lo que afecta directamente la motivación extrínseca. Sin embargo, hay que mantener un equilibrio en cuanto a las oportunidades de empoderamiento y apropiación en el juego, evitando la creación de desigualdades. Igualmente, es esencial poner

límites a los comportamientos abusivos de los jugadores, que se ven influidos por la propiedad que han adquirido en el juego.

Por último, Scarcity puede aplicarse con el objetivo de incluir mensajes de advertencia sobre los riesgos del juego excesivo y animar a los jugadores a tomarse descansos. Asimismo, se pueden utilizar controles, que permitan al jugador definir el tiempo que pasará en el juego y establecer un horario de descanso. Por su parte, Unpredictability debe equilibrarse en el sentido de que los elementos del juego sean previsible. Por ejemplo, si se da a un jugador una caja sorpresa, lo más conveniente es darle una sensación de control y permitirle anticipar su recompensa, para reducir la ansiedad asociada a una excesiva imprevisibilidad.

### 3.6 Recomendaciones para el diseño y desarrollo de videojuegos.

Después de revisar la literatura encontrada, se definieron cinco recomendaciones básicas, de acuerdo con los resultados obtenidos de la investigación y considerando el Marco de Octalysis.

- Limitar el tiempo de juego, por ejemplo, después de cuatro horas de juego, se comenzarán a descontar puntos a los jugadores, y posteriormente se podrá bloquear la sesión por un periodo determinado.
- Limitar la personalización de detalles en los avatares, es decir, diseñar un avatar que no fomente la idealización del “yo ideal”.
- Recomendar a través de alertas en el juego, la realización de actividades sociales y físicas.
- Crear un sentido épico y una misión al jugador.
- Evitar crear juegos que fomenten la violencia.

## 4. Conclusiones y trabajos futuros

La adicción a los videojuegos es una discusión compleja de abordar, ya que afecta a personas de todas las edades y sexos, especialmente a los hombres. La investigación analizó la naturaleza de la adicción, identificando tendencias demográficas esenciales y exploró factores motivacionales, incluyendo el entorno familiar, que juega un papel crucial en el desarrollo de comportamientos adictivos. En concreto, examinó

la influencia de la motivación extrínseca, que puede conducir a la adicción cuando se excede.

Asimismo, los factores experimentados durante la pandemia tienen un impacto significativo en la adicción a los videojuegos.

Se ha observado que ciertos géneros de videojuegos tienen un alto potencial de adicción, sobre todo entre los jugadores jóvenes que dedican una parte importante de su tiempo libre a jugar.

Igualmente, la exposición a contenidos violentos en los videojuegos puede en los comportamientos agresivos. Casos como el del "asesino de la katana", vinculado con Final Fantasy VIII.

Además, factores extrínsecos como las recompensas y las sorpresas pueden ser poderosos motivadores para algunos jugadores, contribuyendo potencialmente a comportamientos adictivos si no se equilibran. A otros jugadores les motiva la diversión intrínseca, lo que contribuye a reducir o evitar posibles adicciones y a fomentar hábitos de juego más sanos.

Para abordar este problema, el uso de estrategias de gamificación, como el marco de Octalysis, proporciona una estructura para el diseño de juegos gamificados, utilizando Core Drivers. Mediante la inclusión de Core Drivers como Epic Gaming, se espera crear una experiencia más satisfactoria. Además, mediante la utilización de Core Drivers como Avoidance y Accomplishment se puede conducir a una experiencia más sana.

En conclusión, desarrollar juegos basados en la comprensión de la motivación del jugador puede conducir a un diseño más sano y equilibrado de los videojuegos priorizando la salud de la sociedad.

Como investigación futura se está desarrollando un videojuego que sigue estas recomendaciones e incorpora herramientas de evaluación de la adicción. Está previsto evaluar empíricamente las soluciones propuestas para validar su eficacia.

El objetivo es desarrollar juegos que promuevan un enfoque saludable y aborden la adicción a los videojuegos.

## Referencias

- Antons, S., Liebherr, M., Brand, M., & Brandtner, A. (2023). From game engagement to craving responses – The role of gratification and compensation experiences during video-gaming in casual and at-risk gamers. *Addictive Behaviors Reports*, 18, 100520. <https://doi.org/10.1016/j.abrep.2023.100520>
- Biagioni, S., Bastiani, L., Baroni, M., Scalese, M., Luppi, C., Potente, R., & Molinaro, S. (2023). Relationship between Gaming and other game related activities: Italian validation of the Screening Test for Problematic Gaming (STPG). *Entertainment Computing*, 47, 100583. <https://doi.org/10.1016/j.entcom.2023.100583>

- Buiza-Aguado, C., García-Calero, A., Alonso-Cánovas, A., Ortiz-Soto, P., Guerrero-Díaz, M., González-Molinier, M., & Hernández-Medrano, I. (2017). Los videojuegos: una afición con implicaciones neuropsiquiátricas. *Psicología Educativa*, 23(2), 129–136. <https://doi.org/10.1016/j.pse.2017.05.001>
- Carita, C., Rosario, M. Del, Hinojosa, M., Lucero, V., Optar El, P., Profesional, T., Gómez, M., Bazán, C., & Yanet, R. (2023). *Universidad Católica de Santa María Facultad de Ciencias y Tecnologías Sociales y Humanidades Escuela Profesional de Psicología FUNCIONALIDAD FAMILIAR Y ADICCIÓN A VIDEOJUEGOS EN ADOLESCENTES Tesis presentada por las bachilleres.*
- Chamarro, A., Oberst, U., Cladellas, R., & Fuster, H. (2020). Effect of the Frustration of Psychological Needs on Addictive Behaviors in Mobile Videogamers—The Mediating Role of Use Expectancies and Time Spent Gaming. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(17), 6429. <https://doi.org/10.3390/ijerph17176429>
- De Arte, C., Empresarial, D., Christopher, W., Pinedo, C., Pérez, R., Stuart, A., Rossel, R., & Lima -Perú, K. (2019). *FACULTAD DE HUMANIDADES LA ADICCIÓN A LOS VIDEOJUEGOS DEBIDO A LA INSATISFACCIÓN CON LA REALIDAD.*
- De, F., De, C., Salud, L. A., Profesional, E., & Psicología, D. E. (n.d.). *UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES.*
- Deleuze, J., Maurage, P., Schimmenti, A., Nuyens, F., Melzer, A., & Billieux, J. (2019). Escaping reality through videogames is linked to an implicit preference for virtual over real-life stimuli. *Journal of Affective Disorders*, 245, 1024–1031. <https://doi.org/10.1016/j.jad.2018.11.078>
- Esposito, M. R., Serra, N., Guillari, A., Simeone, S., Sarracino, F., Continisio, G. I., & Rea, T. (2020). An Investigation into Video Game Addiction in Pre-Adolescents and Adolescents: A Cross-Sectional Study. *Medicina*, 56(5), 221. <https://doi.org/10.3390/medicina56050221>
- Fernández Castillo, E., Concepción Martínez, A., & Herrera Jiménez, L. F. (2022). Uso de los videojuegos y su relación con factores protectores de la salud mental en adolescentes cubanos. *INFORMACIÓ PSICOLÒGICA*, 55–65. <https://doi.org/10.14635/ipsic.1927>
- Firdaus, Mgs. A., Indah, D. R., Sazaki, Y., Ariefin, E. P., Nuriza, M. F., & Rafly, M. (2022). Gamification using Octalysis Framework in Knowledge Management System for Vocational High Schools during the Covid-19 Pandemic. *2022 Seventh International Conference on Informatics and Computing (ICIC)*, 1–8. <https://doi.org/10.1109/ICIC56845.2022.10007026>
- García-Gil, M. Á., Revuelta-Domínguez, F.-I., Pedrera-Rodríguez, M.-I., & Guerra-Antequera, J. (2023). Exploring Video Game Engagement, Social–Emotional Development, and Adolescent Well-Being for Sustainable Health and Quality Education. *Sustainability*, 16(1), 99. <https://doi.org/10.3390/su16010099>
- Greipl, S., Klein, E., Lindstedt, A., Kiili, K., Moeller, K., Karnath, H.-O., Bahnmueller, J., Bloechle, J., & Ninaus, M. (2021). When the brain comes into play: Neurofunctional correlates of emotions and reward in game-based learning. *Computers in Human Behavior*, 125, 106946. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2021.106946>
- Hernandez, L., & Isaac, G. (n.d.). *FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD ESCUELA PROFESIONAL DE PSICOLOGÍA Videojuegos y Violencia: Una revisión sistemática AUTOR: TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE: Licenciado en Psicología.*
- Johanna, L., & Cristancho<sup>1</sup>, R. (n.d.). *Influence of the covid-19 pandemic on video game addiction in adolescents.*
- Kian, T. W., Sunar, M. S., & Su, G. E. (2022). The Analysis of Intrinsic Game Elements for Undergraduates Gamified Platform Based on Learner Type. *IEEE Access*, 10, 120659–120679. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3218625>
- Király, O., Konecz, P., Griffiths, M. D., & Demetrovics, Z. (2023). Gaming disorder: A summary of its characteristics and aetiology. *Comprehensive Psychiatry*, 122, 152376. <https://doi.org/10.1016/j.comppsy.2023.152376>
- Larrieu, M., Fombouchet, Y., Billieux, J., & Decamps, G. (2023). How gaming motives affect the reciprocal relationships between video game use and quality of life: A prospective study using objective playtime indicators. *Computers in Human Behavior*, 147, 107824. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2023.107824>
- Losa, N., Titor, B., Díez, O., & Manuel, J. (n.d.). *O SÍNDROME HIKIKOMORI E A SÚA RELACIÓ COS VIDEOXOGOS EL SÍNDROME HIKIKOMORI Y SU RELACIÓ CON LOS VIDEOJUEGOS HIKIKOMORI SYNDROME AND ITS RELATIONSHIP WITH VIDEO GAMES.*
- Medina Cárdenas, Y. C., & Rico Bautista, D. W. (2014). The tutorial function: Design of strategies for promoting collaborative learning in virtual environments. *CISCI 2014 - Decima Tercera Conferencia Iberoamericana En Sistemas, Cibernética e Informatica, Undecimo Simposium Iberoamericano En Educacion, Cibernética e Informatica, SIECI 2014 - Memorias.*
- Mohammad, S., Jan, R. A., & Alsaedi, S. L. (2023). Symptoms, Mechanisms, and Treatments of Video Game Addiction. *Cureus*. <https://doi.org/10.7759/cureus.36957>
- Nicklin, L. L., Spicer, S. G., Close, J., Parke, J., Smith, O., Raymen, T., Lloyd, H., & Lloyd, J. (2021). “It’s the Attraction of Winning That Draws You in”—A Qualitative Investigation of Reasons and Facilitators for Videogame Loot Box Engagement in UK Gamers. *Journal of Clinical Medicine*, 10(10), 2103. <https://doi.org/10.3390/jcm10102103>

- Petersen, K., Feldt, R., Mujtaba, S., & Mattsson, M. (2008, June). *Systematic Mapping Studies in Software Engineering*. <https://doi.org/10.14236/ewic/EASE2008.8>
- Petersen, K., Vakkalanka, S., & Kuzniarz, L. (2015). Guidelines for conducting systematic mapping studies in software engineering: An update. *Information and Software Technology, 64*, 1–18. <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2015.03.007>
- Ramos-Díaz, J., Guevara-Cordero, C., Kiraly, O., Demetrovics, Z., & Griffiths, M. D. (2018). Excessive gaming and internet use: Preliminary results with anxiety and depression among highly engaged Peruvian gamers. *2018 IEEE XXV International Conference on Electronics, Electrical Engineering and Computing (INTERCON)*, 1–4. <https://doi.org/10.1109/INTERCON.2018.8526465>
- Reid, G. (2012). Motivation in video games: a literature review. *The Computer Games Journal, 1*(2), 70–81. <https://doi.org/10.1007/BF03395967>
- Rodríguez, M. R., & Padilla, F. M. G. (2021). The use of video games in adolescents. A Public Health problema. *Enfermería Global, 20*(2), 575–591. <https://doi.org/10.6018/EGLOBAL.438641>
- Santos, M. C., Pinto Escalona, V., & Gualpa, J. M. (n.d.). YACHANA REVISTA CIENTÍFICA. *YACHANA Revista Científica, 9*, 41–51. <https://orcid.org/0000-0001-5159-2710>
- Spicer, S. G., Fullwood, C., Close, J., Nicklin, L. L., Lloyd, J., & Lloyd, H. (2022). Loot boxes and problem gambling: Investigating the “gateway hypothesis.” *Addictive Behaviors, 131*, 107327. <https://doi.org/10.1016/j.addbeh.2022.107327>
- Szolin, K., Kuss, D., Nuyens, F., & Griffiths, M. (2022). Gaming Disorder: A systematic review exploring the user-avatar relationship in videogames. *Computers in Human Behavior, 128*, 107124. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2021.107124>
- Teixes Argilés, F. (2017). Yu-Kai Chou (2016). Actionable Gamification: beyond points, badges and leaderboards. Octalysis Media: Fremont. CA. *Revista Internacional de Organizaciones, 18*, 137. <https://doi.org/10.17345/rio18.137-144>
- Toasa, R. M., Celi, E., & Herrera, L. (2020). Using accomplishment from Octalysis Framework in a Dynamic Game. *2020 15th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI)*, 1–5. <https://doi.org/10.23919/CISTI49556.2020.9140817>
- Tobing, D. M. L., Utami, E., & Fatta, H. Al. (2019). Analysis of Dominants Game Elements Using the Sillaots Parameters and Octalysis Framework on the Google Play Store. *2019 4th International Conference on Information Technology, Information Systems and Electrical Engineering (ICITISEE)*, 484–489. <https://doi.org/10.1109/ICITISEE48480.2019.9003955>
- Triberti, S., Milani, L., Villani, D., Grumi, S., Peracchia, S., Curcio, G., & Riva, G. (2018). What matters is when you play: Investigating the relationship between online video games addiction and time spent playing over specific day phases. *Addictive Behaviors Reports, 8*, 185–188. <https://doi.org/10.1016/j.abrep.2018.06.003>
- van den Brink, W. (2017). ICD-11 Gaming Disorder: Needed and just in time or dangerous and much too early? *Journal of Behavioral Addictions, 6*(3), 290–292. <https://doi.org/10.1556/2006.6.2017.040>
- Ventocilla, A., Miguel, E., Cristobal, A., & Sergio, J. (n.d.). *Adicción a los videojuegos y agresividad en estudiantes de nivel secundaria de la institución educativa santa isabel huancayo, 2021 Facultad de medicina humana tesis presentada por los bachilleres: Universidad Nacional del Centro Del Perú.*
- Wei Kian, T., & Shahrizal Sunar, M. (2020). Review of Addictive Product Experience via Gamified Motivation Models. In *Journal of Arts & Social Sciences* (Vol. 3).

## Tendencias en Usabilidad y Accesibilidad: Un Análisis Bibliométrico

### Trends in Usability and Accessibility: A Bibliometric Analysis

**Carlos Andrés Casas D**

Cauca

Universidad del Cauca

Popayán- Colombia

carlloscasas@unicauca.edu.co

**Andrés Felipe Solís Pino**

Cauca

Corporación Universitaria

Comfacauca

Popayán- Colombia

asolis@unicomfacauca.edu.co

**Vanessa Agredo Delgado**

Cauca

Universidad del Cauca

Popayán- Colombia

vagredo@unicauca.edu.co

**Pablo H. Ruiz**

Cauca

Universidad del Cauca

Popayán- Colombia

Pruiz@unicauca.edu.co

**Cesar A. Collazos**

Cauca

Universidad del Cauca

Popayán- Colombia

ccollazo@unicauca.edu.co

**Fernando Moreira**

Portugal

Universidade Portucalense & IEETA

Aveiro, Portugal

fmoreira@upt.pt

Recibido: 09.09.2024 | Aceptado: 18.12.2024

#### Palabras Clave

Usabilidad

Accesibilidad

Evaluación

Desarrollo de software

Tendencias

Revisión bibliométrica

#### Resumen

La usabilidad y accesibilidad se han convertido en pilares esenciales en el desarrollo de software, ya que ambos factores son claves para ofrecer una experiencia de usuario óptima, facilitando una interacción eficiente y efectiva entre las personas y los sistemas tecnológicos. Reconocer la evolución de estos aspectos y su creciente relevancia es crucial para maximizar sus beneficios, lo que a su vez impacta positivamente en la calidad de los productos software. En este sentido, el estudio mostrado en este artículo, llevó a cabo un análisis bibliométrico utilizando la herramienta Bibliometrix, cuyo objetivo fue explorar las tendencias actuales de investigación en la evaluación de la usabilidad y accesibilidad en productos software. Los resultados del análisis revelan un crecimiento anual en las publicaciones científicas relacionadas del 3,1% entre el año 1988 y 2024, lo que refleja el interés sostenido y en aumento de la comunidad investigadora en estos temas. De igual forma, el análisis ofrece una visión general del estado actual en este campo, resaltando nuevas tecnologías, tendencias emergentes, redes de colaboración, investigaciones recientes y nuevas oportunidades para desarrollar investigaciones centradas en la usabilidad y la accesibilidad, como se evidencia a lo largo de este artículo.

#### Keywords

Usability

Accessibility

Evaluation

Software development

Trends

Bibliometric Analysis

#### Abstract

Usability and accessibility have become essential pillars in software development since both factors provide an optimal user experience and facilitate efficient and effective interaction between people and technological systems. Recognizing the evolution of these aspects and their growing relevance is crucial to maximizing their benefits, which positively impacts the quality of software products. In this sense, the study shown in this article carried out a bibliometric analysis using the Bibliometrix tool, whose objective was to explore current research trends in evaluating the usability and accessibility of software products. The analysis results reveal an annual growth in related scientific publications of 3.1% between 1988 and 2024, reflecting the sustained and increasing interest of the research community in these topics. Similarly, the analysis provides an overview of the field's current state, highlighting new technologies, emerging trends, collaborative networks, recent research, and new opportunities for developing research focused on usability and accessibility, as evidenced throughout this article.

## 1. Introducción

---

A lo largo de la evolución tecnológica, varios factores han determinado cómo se diseñan e implementan las interfaces de usuario. En los años 90, con el auge de las tecnologías las interfaces eran mayoritariamente simples y basadas en texto, debido a que no existía una necesidad o preocupación por adaptar estas tecnologías a distintos dispositivos ni de considerar la diversidad de usuarios. Sin embargo, con el tiempo, factores como la aparición de internet, la proliferación de una amplia gama de dispositivos, la integración de tareas cotidianas en aplicaciones digitales, y la creciente variedad de perfiles de usuarios han transformado estas necesidades. Estos cambios han impulsado la creación de interfaces más versátiles y accesibles, capaces de responder a las demandas de un entorno tecnológico cada vez más complejo y diverso (Cepymenews, 2023; Koumaditis & Hussain, 2017). En este contexto, los factores de usabilidad y accesibilidad se han convertido en elementos determinantes en el desarrollo de aplicaciones modernas (Donal Norman, 1988; Donald A Norman, 2013). Ambos conceptos, la usabilidad y la accesibilidad, tienen un impacto profundo en la experiencia del usuario, influyendo directamente en la facilidad con la que los usuarios interactúan con un producto o servicio. Una buena usabilidad y accesibilidad no solo mejoran la satisfacción del cliente, creando una experiencia más intuitiva y agradable, sino que también son cruciales para la retención de usuarios. En última instancia, estos factores desempeñan un papel vital en el éxito comercial de una empresa, ya que aplicaciones bien diseñadas y accesibles pueden diferenciarse en un mercado competitivo, aumentar la lealtad del cliente, y mejorar la reputación de la marca, contribuyendo significativamente a la rentabilidad y sostenibilidad del negocio (Baj-Rogowska & Sikorski, 2023; Gannouni et al., 2023; Santos et al., 2023). La implementación de una buena usabilidad en un proyecto tiene como resultado la satisfacción del cliente final, la fidelidad a la marca y la aceptación del producto como tal; por otro lado, una buena accesibilidad garantiza un mayor alcance de las personas que pueden utilizar el producto y, por lo tanto, respeta los principios éticos y legales de inclusividad (Baj-Rogowska & Sikorski, 2023; Gannouni et al., 2023; Santos et al., 2023).

En el contexto empresarial, es crucial conocer y aplicar estos principios, ya que, en un mercado cada vez más competitivo y centrado en el cliente, ignorarlos puede significar quedarse atrás, perder oportunidades valiosas o no destacar frente a la competencia (Bin Deraman & Salman, 2022; Kraeling & Tania, 2019; Toshihiro et al., 2020). Dado que actualmente no se ha realizado un análisis bibliométrico (Aria & Cuccurullo, 2017; Codina, 2018; Donthu et al., 2021) que abarque de manera integral tanto la usabilidad como la accesibilidad, llevar a cabo este estudio resulta fundamental. Un análisis bibliométrico proporciona una evaluación cuantitativa de las publicaciones científicas, permitiendo identificar y evaluar las

tendencias y patrones de investigación en estos campos. Este tipo de análisis permitirá descubrir las tendencias actuales, las áreas de investigación más activas, y las lagunas o brechas en el conocimiento existente. Además, facilitará la identificación de oportunidades de investigación y tecnologías emergentes relevantes. Contar con esta información es crucial para orientar futuros proyectos de investigación, optimizar el desarrollo de nuevas contribuciones y mantenerse a la vanguardia en un campo en constante evolución (Aria & Cuccurullo, 2017; Codina, 2018). Por otro lado, analizar el número de publicaciones y citas en un periodo determinado permite evaluar el impacto de la investigación en estos temas de usabilidad y accesibilidad para la comunidad en general y las empresas, ayudando a determinar la importancia del campo y su contribución al desarrollo del conocimiento que posteriormente puede ser aplicado (Aria & Cuccurullo, 2017; Donthu et al., 2021; Wang et al., 2021). Considerando esta información, este artículo presenta un estudio bibliométrico exhaustivo sobre los enfoques, métodos y herramientas utilizados en la evaluación de la usabilidad y la accesibilidad. Se examinan las tendencias históricas de ambos temas, se identifican y destacan a los autores más relevantes, se mencionan los países con mayor contribución y se señalan las revistas que contienen la mayor cantidad de información sobre estos temas. Además, se analizan los temas clave, los temas básicos y los de nicho en el ámbito de la usabilidad y la accesibilidad.

Este análisis pretende ofrecer una visión global de la evolución y estado actual de estos campos, identificar las referencias primarias, señalar las bases de datos más relevantes y, a partir de ello, reconocer áreas emergentes de investigación y posibles direcciones futuras que puedan contribuir a resolver las necesidades y problemas detectados a lo largo del estudio. Para ello, se organiza el siguiente artículo: material y métodos, resultados, discusión y conclusiones, y trabajos futuros.

## 2. Materiales y Métodos

---

Esta investigación lleva a cabo un análisis bibliométrico centrado en las tendencias y lo relacionado con evaluación de la usabilidad y accesibilidad. El objetivo fue identificar la evolución y el estado actual de estos factores, las tendencias contemporáneas, las necesidades actuales, y cómo a partir de este análisis se puede contribuir en generar e identificar nuevos enfoques de estudio de estos dos factores, además ofrecer información valiosa para orientar futuros proyectos y estrategias en el campo del desarrollo de software y tecnología. Para llevar a cabo el análisis, se siguieron las directrices establecidas por Donthu en (Donthu et al., 2021), que definen las pautas principales para efectuar este tipo de análisis estadístico en un campo específico. Además, se aplicó la metodología denominada Science Mapping Workflow (Aria & Cuccurullo, 2017), ampliamente reconocida en el ámbito de

la bibliometría. También se integraron los enfoques propuestos por (Koumaditis & Hussain, 2017), que permiten un análisis específico de la usabilidad y accesibilidad, así como la metodología sugerida por Wang (Wang et al., 2021). Dado que Scopus fue utilizado como fuente de datos, los resultados reflejan solo los estudios indexados en esta base de datos, excluyendo otros repositorios relevantes como ACM Digital Library, IEEE Xplore y SpringerLink, que también contienen investigaciones significativas en usabilidad y accesibilidad. Esta limitación puede introducir un sesgo en la cobertura de publicaciones y restringir la diversidad de perspectivas, particularmente en áreas menos representadas en Scopus. No obstante, Scopus fue elegido por su amplia cobertura de estudios de alta calidad en ingeniería y tecnología, lo que ofrece un panorama robusto de investigaciones relevantes en estos campos (Wang et al., 2021). Finalmente, RStudio(Posit, 2011) fue utilizado para la elaboración de los gráficos generados por el análisis.

### 2.1 Recopilación de información

Para obtener una recopilación sistemática de la información, se utilizó la cadena de búsqueda presentada en la Tabla 1. El objetivo era obtener una visión general de ambos ámbitos, teniendo en cuenta tanto conferencias como artículos sobre la evolución de la usabilidad y, así como los sinónimos de los términos a lo largo del tiempo. Esto se evidencia en la segunda parte de la cadena de búsqueda, que limitó la exploración sólo a los contextos de interés, que en este caso son las áreas de informática e ingeniería, dejando de lado áreas como matemáticas y ciencias sociales, entre otras. Para el análisis de datos, se utilizó la librería Bibliometrix de R, una herramienta que permite realizar análisis bibliométricos avanzados y visualizaciones detalladas de las redes de coautoría, palabras clave y citas. La elección de Bibliometrix se fundamenta en su flexibilidad y en la capacidad de generar análisis visuales que facilitan la identificación de tendencias, relaciones y patrones clave. Sin embargo, Bibliometrix presenta una limitación al depender de datos exportados de repositorios específicos, lo que puede influir en los resultados al restringir la inclusión de otros repositorios. Para los gráficos, se empleó RStudio (Singh et al., 2021). que facilitó una visualización clara de los resultados obtenidos.

Tabla 1 Cadena de búsqueda

---

```
(TITLE-ABS-KEY ("Accessibility") OR TITLE-ABS-KEY ("usability" OR "Easy to use") AND TITLE-ABS-KEY ("evaluate" OR "Measure" OR "validate") AND TITLE-ABS-KEY ("Software development" OR "software development company")) AND (LIMIT-TO (SUBJAREA, "COMP") OR LIMIT-TO (SUBJAREA, "ENGI"))
```

---

### 2.2 Ejecución de la búsqueda

La aplicación de la cadena de búsqueda se limitó a los títulos, resúmenes y palabras clave de los documentos científicos. Todos los textos utilizados fueron revisados por pares para garantizar su calidad académica. No se estableció un marco temporal específico para la búsqueda, ya que se pretendía cartografiar el dominio desde sus inicios hasta la actualidad. La búsqueda se realizó en marzo de 2024 y se encontraron 421 documentos, que abarcaban publicaciones desde 1988 hasta la actualidad.

De los 421 artículos, se filtraron aquellos que no cumplían con los criterios de búsqueda requeridos para realizar el análisis en las herramientas necesarias, limitándolos a los contextos específicos requeridos, dando como resultado 374 documentos finales. Por último, los documentos obtenidos se exportaron a la herramienta Bibliometrix para su análisis descriptivo e inferencial.

## 3. Resultados

A continuación, se presenta un análisis descriptivo e inferencial de los resultados obtenidos en la búsqueda realizada sobre la evolución, tendencias, artículos, documentos y demás trabajos relacionados con la usabilidad y accesibilidad a lo largo del tiempo. Como se mencionó antes, el estudio se enfocó en identificar a los autores más relevantes, los artículos con mayor número de citas, las revistas más frecuentemente utilizadas, la producción científica por país y las afiliaciones de los investigadores, así como las conexiones existentes dentro del dominio. Este enfoque permitió evaluar el estado actual de la investigación en el área y detectar las tendencias, desafíos y oportunidades para futuras investigaciones.

### 3.1 Información general del dominio

Como se observa en la Figura 2, las publicaciones científicas en el ámbito de la evaluación de la usabilidad y accesibilidad abarcan un periodo desde 1988 hasta 2024, con un total de 374 documentos publicados, distribuidos en 220 fuentes como revistas y libros. Esto refleja un crecimiento sostenido de la investigación en este campo. La tasa media de crecimiento anual es del 3,1%, lo que indica un aumento constante en la producción de publicaciones a lo largo del tiempo. La antigüedad media de los documentos es de aproximadamente ocho años lo cual se afirma indicando que En los últimos 5 años se publicaron 129 artículos, lo que representa el 34.5% del total. En comparación, en las dos décadas previas, el promedio anual de publicaciones fue menor, lo que indica un crecimiento exponencial reciente (ver Figura 3). Este crecimiento refleja el creciente interés y relevancia de estos temas en el contexto tecnológico actual. Además, el número medio de citas por documento es de 9,275 lo que indica que las publicaciones en este campo no solo son frecuentemente referenciadas, sino también muy valoradas por la comunidad

científica. Esto subraya la importancia de la evaluación de la usabilidad y accesibilidad como áreas clave de referencia para el desarrollo tecnológico y la innovación (Cepymenews, 2023; Erick Alejandro García, 2020; Politécnica et al., 2008).



Figura 2 información general del dominio

De igual forma, considerando la Figura 2, el número total de referencias asciende a 10.601, lo que refleja una considerable diversidad temática y un amplio respaldo científico a las publicaciones analizadas. El número total de autores, en el periodo de tiempo analizado, es de 1.194, con una colaboración media por artículo del 3,48% y un porcentaje de coautoría internacional del 18,98%, lo que destaca la frecuencia y relevancia de las colaboraciones internacionales en este campo de investigación, subrayando su carácter global y multidisciplinario (Baj-Rogowska & Sikorski, 2023; De Godoi et al., 2020; Francis Xavier Engineering College & Institute of Electrical and Electronics Engineers, 2019; Koumaditis & Hussain, 2017; Meinel & von Thienen, 2016; Rodrigues et al., 2018).

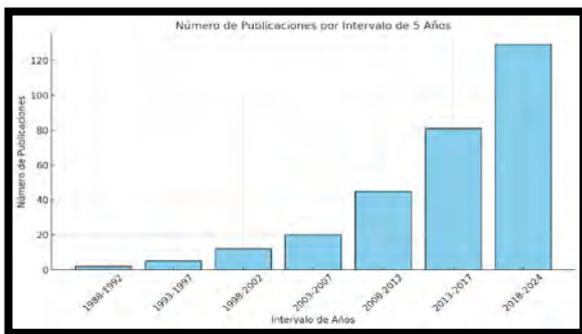


Figura 3 Intervalo años

Los documentos identificados en el análisis comprenden una diversidad significativa de formatos, tales como artículos científicos, libros, capítulos de libros, ponencias y revistas de congresos, documentos de datos, cartas editoriales, revisiones sistemáticas y revisiones de literatura. Esta variedad sugiere un enfoque multidimensional hacia la investigación en el campo de la usabilidad y la accesibilidad, abarcando desde estudios empíricos y teóricos hasta análisis exhaustivos del estado del arte. Teniendo en cuenta estos resultados, se puede afirmar que la investigación en este ámbito ha mostrado un crecimiento continuo y sostenido. La alta colaboración observada entre autores, con contribuciones conjuntas a nivel nacional e internacional, evidencia que el campo es dinámico

y está en constante expansión. Este nivel de cooperación científica no solo fortalece el desarrollo de nuevas ideas, sino que también facilita la transferencia de conocimientos y la innovación a través de fronteras geográficas. Además, la creciente colaboración sugiere un potencial incremento en la cantidad y calidad de las investigaciones futuras, lo que, a su vez, abrirá nuevas brechas y desafíos por explorar. La evolución constante del campo augura una demanda creciente de soluciones que aborden las necesidades emergentes de usabilidad y accesibilidad, lo que consolidará su relevancia en el desarrollo tecnológico y académico.

### 3.2 Producción científica anual en el dominio

Como se ilustra en la Figura 4, las publicaciones en el campo de la usabilidad y la accesibilidad han observado una tendencia constante a lo largo de casi 36 años, de 1988 a 2024. Sin embargo, en la última década se observa un marcado aumento del número de artículos, con un crecimiento notable a partir de 2011. En particular, 2022 marca el pico más alto de publicaciones con 39 artículos, mientras que los años 2020 y 2021 también destacan con 34 y 32 artículos, respectivamente, consolidando una tendencia al alza en el interés por estos temas. Por otro lado, existen periodos como 1990 y entre 1992 y 1994, no se registraron publicaciones en este campo, lo que sugiere que la investigación en usabilidad y accesibilidad no era prioritaria ni relevante durante esos años. A partir de 2002, se empieza a evidenciar un crecimiento gradual, coincidiendo con la expansión del acceso a internet, el desarrollo de tecnologías más avanzadas y la diversificación de dispositivos interactivos. Este análisis permite inferir que entre los años 1990 y 2000, las cuestiones de usabilidad y accesibilidad no ocupaban un lugar relevante en la investigación científica. Sin embargo, en la última década, el creciente número de publicaciones refleja una mayor atención a la mejora de la experiencia del usuario y a la adaptación de las tecnologías a los distintos perfiles de usuario, lo que ha impulsado una mayor producción académica en estas áreas, además que el interés en estos temas ha crecido en correlación con el aumento de dispositivos y aplicaciones más versátiles, lo cual exige más atención en usabilidad y accesibilidad. Esto sugiere que la importancia de estos factores ha crecido en paralelo a la complejidad y diversificación de los entornos tecnológicos, consolidándose como áreas críticas de estudio en el desarrollo de software y sistemas interactivos.

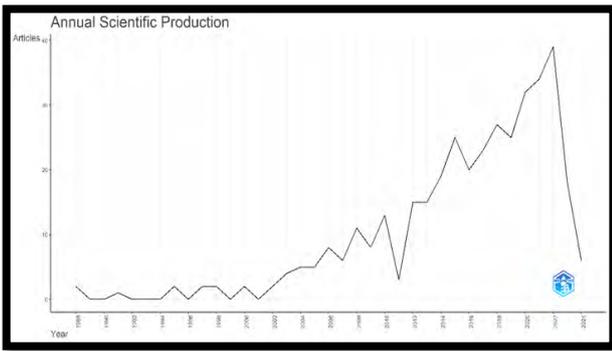


Figura 4 Frecuencia de Publicaciones anuales en el dominio

Esto puede deberse a varios factores, como el auge de las tecnologías en la década de 1990 (De Lima Salgado et al., 2019; Khan et al., 2017), debido a que la tecnología se encontraba en las primeras etapas de desarrollo. En este sentido, si comparamos una interfaz de aquella época con las actuales, notaremos una mayor simplicidad, la gran mayoría basada en texto. Sin la inclusión de nuevas tecnologías que permitieran nuevos medios de interacción, por otro lado, no existía un acceso a internet tan sobresaliente ni diferentes dispositivos digitales, lo que limitaba la preocupación o relevancia de la usabilidad y accesibilidad en las aplicaciones realizadas; asimismo, en la actualidad se consideran diferentes tipos de usuarios, y se busca eliminar las brechas en el uso de la tecnología que tienen los usuarios con discapacidad (Donald Norman, 1988; Donald A Norman, 2013). En el contexto empresarial, muchas empresas y desarrolladores no comprendían del todo cómo la usabilidad y la accesibilidad podían afectar a la experiencia del usuario y al éxito comercial de un producto (Ben Shneiderman, 1997; Francis Xavier Engineering College & Institute of Electrical and Electronics Engineers, 2019; Jakob Nielsen, 1994). Si se realiza una comparación de épocas se puede observar que, muchos de los procesos o tareas de la vida cotidiana diaria y actual, se empezaron a ejecutar con aplicaciones o dispositivos tecnológicos, a diferencia de la época pasada, un claro ejemplo es específicamente en el año 2020 con la pandemia por COVID 19, hubo un cambio forzado en la sociedad que obligó a la misma a adoptar el mundo digital para el desarrollo continuo de cada una de las tareas (De Godoi et al., 2020; Mateus et al., 2020; Mower et al., 2020), la creciente demanda de una experiencia del usuario satisfactoria y accesible impulsa a investigadores y profesionales a explorar nuevas técnicas, metodologías y herramientas para abordar los desafíos en el diseño y desarrollo de productos digitales, que sean más naturales, más fáciles de usar y que permitan el uso a una gran cantidad de usuarios. Con el crecimiento constante en el número de usuarios que adoptan tecnologías digitales, la relevancia de la usabilidad y accesibilidad continúa en ascenso (Andrés Paniagua L et al., 2020; Ben Shneiderman, 1997; De Lima Salgado et al., 2019; Víctor Chimarro C et al., 2015). No obstante, este avance también presenta nuevos desafíos, ya

que las investigaciones deberán centrarse en cerrar brechas emergentes y garantizar que todos los usuarios, independientemente de sus habilidades o limitaciones, puedan acceder y utilizar productos y servicios digitales de manera eficiente y satisfactoria (Carlos et al., n.d.; Donald A Norman, 2013; Francis Xavier Engineering College & Institute of Electrical and Electronics Engineers, n.d.). Estas iniciativas serán clave para asegurar que la tecnología siga siendo inclusiva y efectiva en un entorno digital cada vez más diversificado.

### 3.3 Fuentes relevantes en el dominio

En el contexto de la evaluación de usabilidad y accesibilidad, se identificaron 220 fuentes en el dominio, es decir los recursos como revistas que sustentan o apoyan el conocimiento en el contexto de usabilidad y accesibilidad. La Figura 5 muestra las 13 fuentes más destacadas y relevantes en este campo. Cabe mencionar que la fuente con el mayor número de artículos publicados es "Lecture Notes in Computer Science" (incluyendo las subseries "Lecture Notes in Artificial Intelligence" y "Lecture Notes in Bioinformatics"), conocida por su amplia cobertura y significativa contribución al avance del conocimiento en computación, con un total de 34 documentos. Esto representa más del doble de los artículos publicados por la segunda fuente más importante, "ACM International Conference Proceeding Series", que cuenta con 17 artículos. Esto resalta la importancia de las conferencias en la comunidad informática para la difusión de resultados de investigación y la promoción de la colaboración entre investigadores. Ambas publicaciones son series de libros en ciencias de la computación que recogen los resultados de investigaciones presentadas en diversas conferencias, talleres y monografías. Es notable que, entre las fuentes más publicadas en este dominio, las seis primeras sean series de libros. En cuanto a las revistas, las dos más influyentes en este ámbito son "Computers in Human Behavior" y "IEEE Access".

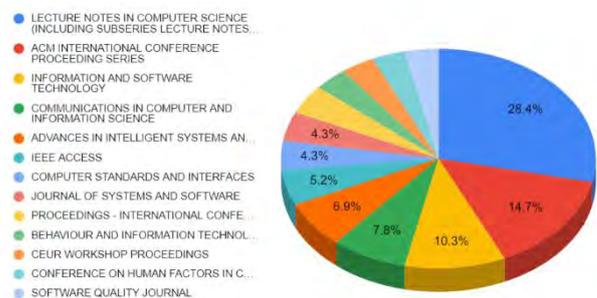


Figura 5 Distribución de fuentes de revistas y conferencias

El análisis revela que muchas de las revistas están clasificadas como A1 y A2 según la clasificación Nacional de MinCencias (Publindex -Metodología Para La Homologación de Revistas, 2010) lo que refleja un alto impacto en el campo. Además, se observa que la mayoría de

las publicaciones son en conferencias y algunas en secciones de libros, lo que sugiere una necesidad de contribuciones rápidas en esta área. Por ello, resulta beneficioso realizar estudios más detallados que se publiquen en revistas con procesos de revisión por pares más exhaustivos y rigurosos, con el objetivo de generar resultados sólidamente fundamentados que puedan tener un impacto más significativo tanto en la investigación actual como en futuras exploraciones (Delgado et al., 2020; Stake, 1998). En términos generales, se puede concluir que este campo está experimentando un crecimiento notable. La usabilidad y la accesibilidad están adquiriendo la relevancia que merecen, lo cual se refleja en el aumento de publicaciones en revistas de alta calidad. Este impulso está siendo alimentado tanto por las demandas emergentes de la era digital actual (Alahmadi, 2017; De Godoi et al., 2020) como por la dedicación de autores y revistas que buscan promover y avanzar en el conocimiento de estas áreas críticas.

**3.4 Autores relevantes en el dominio**

Tras analizar los resultados obtenidos, se identifican a los autores más destacados en el campo de la evaluación de la usabilidad y la accesibilidad. Esta sección presenta un análisis detallado de sus contribuciones, destacando las influencias más significativas y su impacto en la evolución de la investigación en estos temas. En la Figura 6, los autores se ordenan según el número de artículos publicados. El autor con más publicaciones es Macias José Antonio, de la Universidad autónoma de Madrid-España, con cinco artículos, seguido de Grundy Jhon C. la Universidad Monash de Clayton-Australia, con cuatro artículos en este dominio. De acuerdo con los resultados, Brasil lidera en número de publicaciones en el campo de la evaluación de la usabilidad y accesibilidad, mientras que España ocupa el cuarto lugar, y Australia se sitúa en la novena posición. Sin embargo, no hay una correlación directa entre el país con mayor cantidad de publicaciones y el autor con más publicaciones individuales (Ali et al., 2022; Ben Shneiderman, 1997; Jesus et al., 2022). Además, la presencia de autores de diversos países refleja una rica variedad cultural y metodológica en el abordaje de problemas relacionados con la usabilidad y accesibilidad. Esta diversidad cultural permite que los problemas se analicen desde múltiples perspectivas, lo que puede dar lugar a soluciones más innovadoras y contextualizadas. La variedad de enfoques también fomenta la creación de colaboraciones internacionales, ya que investigadores de diferentes partes del mundo aportan distintas experiencias y conocimientos, trabajando conjuntamente hacia objetivos comunes o intereses compartidos (Lopez et al., 2023).

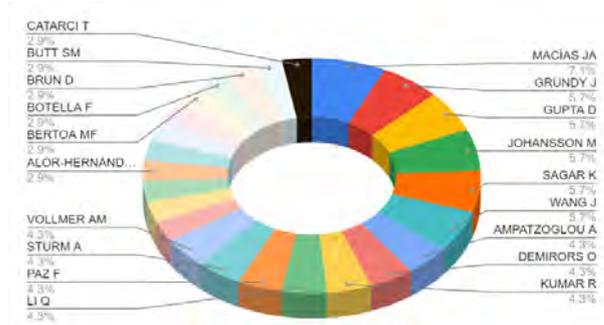


Figura 6 Distribución de los 10 autores más destacados

Este entorno colaborativo internacional no solo enriquece la investigación, sino que también facilita el intercambio de ideas y la generación de contribuciones más robustas en el campo. Al examinar la producción de cada autor a lo largo del tiempo, se observa que la cantidad de citas por artículo varía considerablemente entre los autores y los años. Algunos artículos tienen un impacto más significativo en el campo de la usabilidad y la accesibilidad que otros. Esta variabilidad sugiere que ciertos trabajos han logrado una mayor influencia en el área, lo cual puede estar relacionado con su relevancia, calidad o novedad (Henderson Sellers et al., 2014; Maida & Pacienza, 2015; Sandra M. Hurtado et al., 2018). Para mantener la relevancia y el impacto en el ámbito, es crucial generar una consistencia en la publicación. Esto no solo contribuye a fortalecer la influencia de los autores, sino que también ayuda a establecer un estándar en el campo. Al analizar la actividad de publicación de los autores, se pueden identificar áreas de enfoque específicas dentro del amplio campo de la usabilidad y la accesibilidad. Por ejemplo, algunos autores se especializan en temas concretos como el diseño centrado en el usuario, métricas de evaluación, monitoreo, calidad de software, o diseño, entre otros (Jakob Nielsen, 1994). Entender estas áreas de especialización y la trayectoria de los autores puede proporcionar una perspectiva valiosa para abordar temas desde ángulos específicos. Esto permite continuar el estudio de temas ya investigados con un enfoque renovado o identificar lagunas en la literatura existente donde se pueda hacer una contribución significativa. De esta manera, se pueden detectar oportunidades para avanzar en el conocimiento y cubrir aspectos que aún no han sido suficientemente explorados.

**3.5 Países más productivos en el contexto**

En cuanto a la producción científica de los países, como se muestra en la Figura 7, Brasil y Estados Unidos destacan como los principales países con mayor producción en este tema, con 125 y 121 artículos, respectivamente. Esto indica que estos países tienen una fuerte presencia en la investigación sobre usabilidad y accesibilidad en el ámbito del desarrollo de software. Este fenómeno puede deberse a varios factores, como la presencia de instituciones académicas de renombre y centros de investigación dedicados al estudio de la

tecnología y la informática en ambos países. Por su parte, Brasil y Estados Unidos poseen una sólida infraestructura de investigación que apoya la producción científica en áreas especializadas como usabilidad y accesibilidad (*Índice Mundial de Innovación 2022, 2022*; Samimi & Roshan, 2011). Estos países también cuentan con industrias tecnológicas consolidadas, maduras y dinámicas, con una gran cantidad de empresas dedicadas al desarrollo de software y tecnología, una alta inversión en investigación y desarrollo del campo de la tecnología, y ambos países cuentan con comunidad académica activa y colaborativa (Grupo Banco Mundial, 2023; Samimi & Roshan, 2011). Por otro lado, Alemania y España también presentan una representación significativa en la producción científica, con 91 y 85 artículos, respectivamente.



Figura 7 Contribución científica de los países

Australia y Canadá contribuyen de manera notable a la producción científica con 45 y 39 artículos, respectivamente. Esto sugiere que los países de habla inglesa también están activamente involucrados en la investigación sobre usabilidad y accesibilidad en el desarrollo de software.

En general, estos datos muestran que la investigación sobre usabilidad y accesibilidad es un tema de interés en todo el mundo, con una amplia participación de diversos países.

### 3.6 Relaciones entre países por autores

Al analizar la autoría de correspondencia de los artículos en los dominios de evaluación de la usabilidad y accesibilidad, se pueden distinguir dos categorías principales de publicaciones: aquellas realizadas exclusivamente dentro de un solo país (por sus siglas en inglés - SCP) y aquellas elaboradas en colaboración con investigadores de múltiples países (por sus siglas en inglés - MCP). Las publicaciones de un solo país reflejan la cantidad de artículos producidos dentro de las fronteras de un único país, mientras que las publicaciones de varios países representan el número de artículos resultantes de colaboraciones internacionales entre investigadores de diferentes naciones. Esta clasificación permite evaluar no solo la actividad investigativa interna de cada país, sino también la extensión y la intensidad de las colaboraciones internacionales

en el campo, proporcionando una visión más completa de la dinámica global de la investigación en usabilidad y accesibilidad (Sik-Lanyi & Orbán-Mihálykó, 2019a, 2019b). Como se evidencia en la Figura 8, entre los países más destacados en este ámbito, se encuentra Estados Unidos con el mayor número de publicaciones de un solo país, con 16, mientras que en publicaciones en conjunto con otros países cuenta con dos. En cuanto a la colaboración en los primeros países productores en el dominio, España tiene el mayor porcentaje de publicaciones en colaboración, con un 47% del total de sus publicaciones, seguido de China con un 18.7% en colaboración.

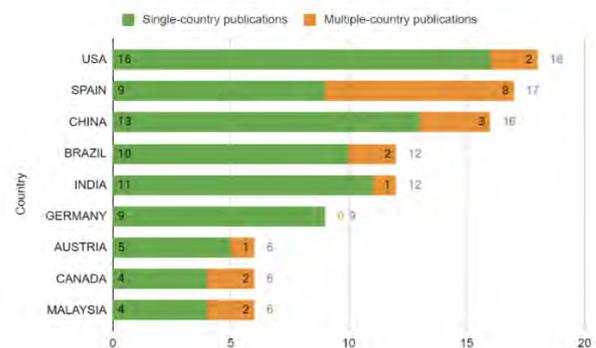


Figura 8 Relación país – autor

Se puede identificar que Estados Unidos cuenta con una colaboración baja en comparación a los demás países, aunque se encuentra en el liderazgo de más documentos publicados estos son de forma individual. En relación con lo mencionado previamente, se puede observar que los porcentajes de autoría en colaboración con autores de múltiples países son generalmente bajos en comparación con los de autoría nacional exclusiva. Esto contrasta con lo que se ha reportado en la literatura, donde se indica que la colaboración internacional puede ser beneficiosa para el intercambio de conocimientos y recursos, así como para mejorar la calidad y alcance de la investigación (Rani et al., 2023; Sagar & Saha, 2017). Por lo tanto, este es un aspecto que podría ser objeto de mayor atención en este dominio, a fin de fortalecer aún más este indicador.

### 3.7 Producción de los países a lo largo del tiempo

Al continuar con el análisis de los países como centros clave de avances en el campo, la Figura 9 ilustra los países que han realizado las contribuciones más significativas desde 1988 hasta la fecha. Estados Unidos ha mantenido una posición de liderazgo a lo largo del tiempo, mostrando un crecimiento constante desde el inicio del período analizado (Mascheroni et al., 2013; Ribeiro et al., 2018). Esto se debe a su sólida inversión en investigación y desarrollo, situándolo a la vanguardia en temas como usabilidad y accesibilidad. Estos factores, como se ha evidenciado a lo largo del estudio, son esenciales para el desarrollo de software.

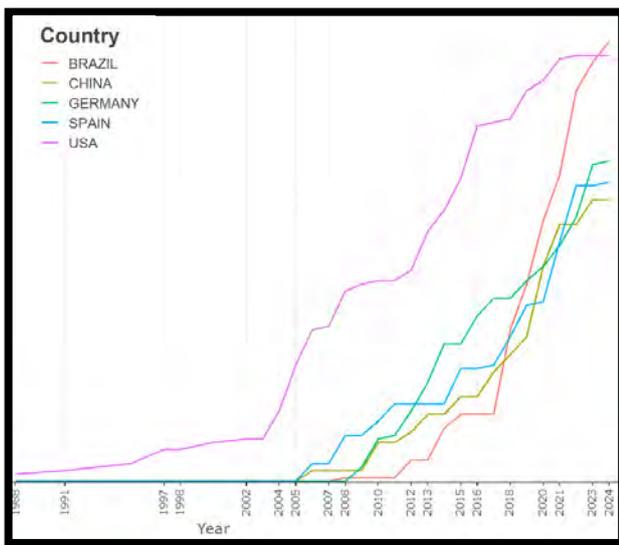


Figura 9 Producción Países a lo largo del tiempo

Por otro lado, China ha experimentado un crecimiento exponencial, especialmente a partir de la década de 2000. Aunque inicialmente el tema no recibió tanta atención, el ritmo de su avance es notablemente más rápido en comparación con otros países. Brasil y España también han mostrado un crecimiento significativo, aunque su tasa de incremento es más gradual en comparación con la de China y Estados Unidos. Sin embargo, el aumento constante en ambos países refleja un mayor enfoque en la investigación y producción académica relacionada con usabilidad y accesibilidad. Alemania, por su parte, presenta un crecimiento más moderado y estable, lo que puede indicar una inversión continua en investigación sin grandes fluctuaciones en su política científica. El análisis de la producción de artículos científicos revela que China se ha consolidado como un líder global en este aspecto, lo que sugiere un cambio en la dinámica global de la ciencia y la tecnología, con Asia desempeñando un papel cada vez más prominente. Estos datos indican que los países están aumentando su producción científica en relación con la usabilidad y accesibilidad, subrayando la creciente importancia de estos temas a nivel mundial. El gráfico refuerza la idea de que la usabilidad y accesibilidad son factores fundamentales en el desarrollo de productos y en la vida cotidiana, confirmando su relevancia creciente en diferentes regiones del mundo.

### 3.8 Evolución de la tendencia de temas

El análisis de las tendencias en el uso de palabras clave por parte de los autores, tal como se presenta en la Figura 10, revela que desde 2014 la usabilidad ha comenzado a emerger como una tendencia prominente en los procesos de desarrollo de software, testing e ingeniería. No obstante, la importancia de la usabilidad se acentuó considerablemente a partir de 2018. Este cambio puede explicarse por la evolución tecnológica y la creciente necesidad de herramientas

tecnológicas adaptadas a las demandas del usuario final, especialmente con el impacto de la pandemia, que transformó la usabilidad de una característica adicional en una necesidad esencial.

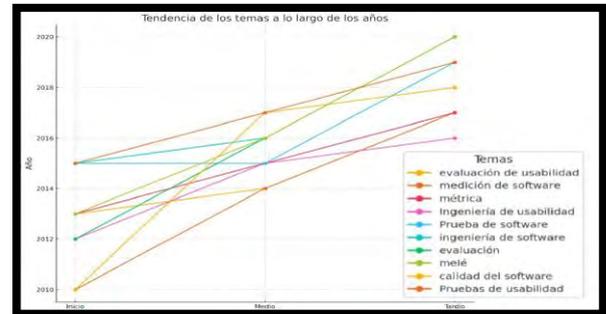


Figura 10 Evolución tendencia de temas

El término 'accesibilidad' comienza a ser relevante a partir de 2020 (De Godoi et al., 2020; Mateus et al., 2020), aunque aún permanece relativamente desconocido en comparación con la usabilidad. Esto indica que, a pesar de los avances e investigaciones en el campo de la accesibilidad, persisten numerosas brechas y áreas sin explorar. Mientras que la usabilidad cuenta con una trayectoria consolidada de estudios y desarrollos, la accesibilidad requiere una mayor atención y difusión para ser plenamente integrada en los productos tecnológicos.

En conclusión, el enfoque actual se centra en la experiencia del usuario, ya que el objetivo principal en estos ámbitos es ofrecer un software o herramienta de alta calidad que garantice una experiencia satisfactoria, facilite el uso y promueva la adopción de las herramientas.

### 3.9 Análisis del mapa temático

Un mapa temático es una representación visual que organiza datos en torno a un tema específico, facilitando el análisis y la comprensión de diversos aspectos relacionados con ese tema (López-Robles et al., 2019). Esta representación gráfica permite visualizar la información de manera clara y comprensible, lo que ayuda a identificar patrones, tendencias y relaciones que podrían no ser evidentes en presentaciones de datos tradicionales, como tablas (López-Robles et al., 2019). Los mapas temáticos son herramientas valiosas para explorar y organizar temas de investigación, identificando áreas clave como temas motores, nichos, emergentes y básicos. En el análisis de la evaluación de usabilidad y accesibilidad, el mapa temático mostrado en la Figura 11 destaca los temas predominantes. En el cuadrante superior derecho, los temas motores, como heurísticas, diseño centrado en el usuario, y APIs de usabilidad, son fundamentales para dirigir la investigación en este campo. Además, el mapa revela temas nicho, que abordan aspectos especializados, y temas emergentes, que están ganando relevancia y podrían convertirse en futuros temas motores (ver Figura 12). Los

temas básicos proporcionan una base fundamental para entender el campo, aunque no sean el foco principal de la investigación actual. Este análisis ayuda a identificar las áreas clave y orientar futuros estudios y desarrollos en usabilidad y accesibilidad.

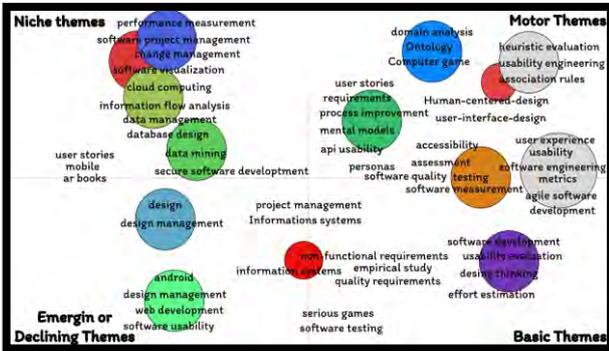


Figura 11 Mapa temático

La mayoría de los documentos se enfocan en estos temas, ofreciendo una visión detallada de los aspectos más relevantes y fundamentales del campo. Este análisis resalta las áreas clave que están en el centro de la investigación actual, las cuales tienen una alta probabilidad de recibir nuevas investigaciones y aportaciones en el futuro (Åberg & Sandahl, 2017; Nemeth & Bekmukhambetova, 2022).

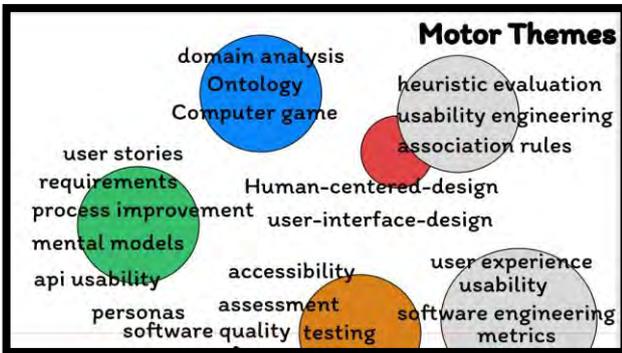


Figura 12 Temas motor

En el cuadrante inferior derecho, conocido como Temas básicos (ver Figura 13), se incluyen temas como pruebas de software, estudios empíricos, desarrollo ágil de software, diseño de usabilidad y scrum. Estos temas son fundamentales y pueden ser explorados por áreas con menos experiencia o para introducirse en este campo. Al analizar algunos de estos temas primarios, es posible que se conviertan en temas motores (De Godoi et al., 2020; Rodrigues et al., 2018). Un tema importante a destacar en este sector es el tema de la accesibilidad, de esta manera podemos ver y concluir que la accesibilidad es un tema relevante e importante pero que al día de hoy no cuenta con la importancia o relevancia necesaria, el tener en cuenta estas características aparte de beneficiar directamente al usuario final, beneficia al desarrollador y al

producto en general dado que se tendrá en cuenta un rango mayor de público objetivo, para que esto funcione es importante la experiencia de usuario dado que es un factor determinante, conocer e identificar las necesidades reales del usuario no las que se piensan o se asumen en el proceso de desarrollo.



Figura 13 Temas Básicos

En el cuadrante superior izquierdo, conocido como de temas nichos (ver Figura 14), se agrupan temas como el desarrollo seguro de software, la medición del rendimiento, la gestión de proyectos de software, el diseño de bases de datos, el pensamiento de datos, la computación en la nube y la gestión del cambio. Estos temas constituyen una parte poco o nada atendida en el contexto analizado, es decir, han tenido una relevancia insuficiente, están poco abordados y han recibido escaso enfoque en cuanto a investigación. Por lo tanto, también representan áreas que pueden ser exploradas para generar innovación y contribuciones significativas en el futuro (Bin Deraman & Salman, 2022; Paz et al., 2016; Quintal & Macías, 2021).

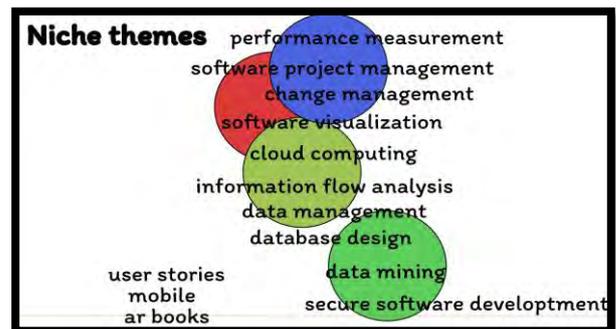


Figura 14 Temas Nicho

Finalmente, el cuadrante inferior izquierdo, conocido como temas emergentes o en declive (ver Figura 15), incluye temas como Android, usabilidad de software, procesos de desarrollo de software, mejora de procesos de software y gestión del diseño. Estos temas representan áreas que están comenzando a ganar atención y relevancia en el campo, pero que aún no han alcanzado la prominencia de los temas motores. La clasificación de estos temas como emergentes indica que están en una fase de desarrollo y expansión, señalando la necesidad



Otro punto de vista importante en este contexto, es la variedad de temas que pueden ser abordados para realizar investigaciones que puedan aportar a la usabilidad y accesibilidad, o los diferentes enfoques en los que estos factores pueden ser aplicados o centrados, si se analiza la imagen se puede concluir que la usabilidad es el centro de esta investigación, en cuanto a la accesibilidad se ve como una rama de esta misma. La accesibilidad aun en estos tiempos modernos no cuenta con una relevancia o importancia necesaria, esta debería estar cerca al nivel de importancia de la usabilidad, por lo cual, un tema relevante para realizar una investigación es la accesibilidad. Por lo tanto, una red de concurrencia nos facilita la detección de temas para abordar nuevas investigaciones, además de mostrar la importancia de un tema central y de su cohesión con temas que en un principio no se pensaba que podía existir.

#### 4. Discusión

---

El análisis bibliométrico realizado proporciona una base sólida para investigar la evaluación de usabilidad y accesibilidad en el desarrollo de software. Este trabajo ha permitido identificar autores clave, citas relevantes, temas de interés, áreas emergentes y tendencias actuales, así como las revistas más influyentes en el campo. Con esta información, ahora disponemos de una herramienta valiosa para avanzar en investigaciones más específicas y profundas, enriqueciendo nuestra comprensión y contribución en esta área (Codina, 2018). Este análisis proporciona una herramienta valiosa para nuevos investigadores, ofreciendo una visión integral de los aspectos clave en el estudio de la usabilidad y accesibilidad en el desarrollo de software. A diferencia de los enfoques tradicionales que tienden a analizar estos factores de manera individual, este trabajo destaca la importancia de un análisis integrado de ambos temas (Ahmad et al., 2020; Wang et al., 2021). El estudio revela que la usabilidad goza de una mayor relevancia y cantidad de investigación en comparación con la accesibilidad, la cual, aunque está emergiendo y ganando importancia, aún no alcanza el mismo nivel de enfoque. A medida que avanzamos hacia una era moderna y futura, es crucial que tanto la usabilidad como la accesibilidad se aborden de manera conjunta. Por lo tanto, se sugiere que futuras investigaciones exploren cómo integrar estos dos factores o cómo combinar estudios separados para desarrollar productos que realmente satisfagan las necesidades contemporáneas y futuras.

Finalmente resaltar la importancia y los resultados de ejecutar un buen análisis bibliométrico, dado que es una de las bases para iniciar con el desarrollo de una buena investigación.

#### 5. Conclusiones y trabajos futuros

---

En el presente estudio se realizó un análisis bibliométrico sobre el campo de la evaluación de la usabilidad y accesibilidad a lo largo del tiempo, para ello se utilizó la

herramienta Bibliometrix, que permitió examinar un total de 374 documentos de estos 129 han sido publicados en los últimos cinco años, lo que representa aproximadamente el 34.5% del total. Este dato reafirma que el interés y relevancia de estos temas sigue en aumento en la comunidad investigadora., de los que se extrajo información cuantitativa que abarcaba un periodo de publicación desde 1988 hasta la actualidad, haciendo hincapié en los autores principales, los países de origen y la estructura del conocimiento. Se observó que el campo presenta una tasa de crecimiento anual de publicaciones del 3,1%, lo que sugiere que está en constante evolución. Además, se identificaron redes consolidadas de investigación colaborativa entre diferentes países, siendo Estados Unidos y España los líderes en publicaciones. Igualmente se identifican los autores que más han contribuido en los temas de usabilidad y accesibilidad entre los que se encuentran en primer lugar Macías, José Antonio de Madrid-España y en segundo lugar Grundy, John C. de Clayton-Australia. Este análisis bibliométrico permite identificar diversas formas de mejorar la evaluación de la usabilidad y la accesibilidad. Este análisis permitió detectar los enfoques, métodos y herramientas más utilizados en la investigación sobre estos factores, sirviendo de base para detectar y actualizar puntos específicos que han cambiado con el tiempo, como que las necesidades de los usuarios de la era moderna son muy diferentes a las de épocas pasadas. Al identificar áreas emergentes, se pueden descubrir necesidades de investigación que aún no han sido ampliamente exploradas, lo que puede orientar a los profesionales a enfocarse en aspectos menos estudiados e innovar en prácticas que mejoren la evaluación de estos factores. Además, el conocimiento sobre colaboraciones internacionales permite identificar grupos o autores internacionales clave para una investigación. Reconocer a los principales autores, países y revistas que contribuyen a estos temas ayuda a los investigadores y profesionales a encontrar rápidamente las fuentes más influyentes y relevantes. En conjunto, este análisis no solo ofrece una visión del estado actual de la investigación en usabilidad y accesibilidad, sino que también proporciona una guía estratégica para mejorar las prácticas de evaluación en estos campos. A partir de los resultados, se puede observar que los temas de mayor tendencia actualmente incluyen la experiencia del usuario o el diseño centrado en el usuario, y el ciclo de vida en el desarrollo de software. Estos temas son de gran relevancia y deben ser considerados en futuras investigaciones, contribuciones y la formulación de nuevos desafíos en estas áreas. Se han identificado autores que pueden servir como base para iniciar nuevas investigaciones, así como revistas que pueden ser fuentes valiosas para futuras publicaciones y para obtener información importante y relevante en cada estudio. Además, se tiene una visión general de las tendencias temáticas por autor a lo largo del tiempo y se identifican los países que más contribuyen en este campo, lo cual es útil para establecer colaboraciones internacionales. Esta visión global proporciona un conocimiento integral del tema, facilitando la toma de decisiones y el inicio de nuevas investigaciones. Se puede evidenciar que existen muchos temas dentro del ámbito del análisis, hay diferentes ramas que pueden ser objetivo de futuras investigaciones, y con los resultados obtenidos se puede tener una vista más general de los temas en investigación, tendencias, temas relevantes y no

tan relevantes, con toda la información obtenida a través de este proceso, se puede contextualizar de mejor manera, de acuerdo a los objetivos, metas, propósitos, y con ello se puede encaminar futuras investigaciones en algún tema en específico, y buscar apoyo y colaboración entre los entes que más trabajos tienen y realizan en dichas temáticas. Por lo tanto, el desarrollo de análisis bibliométricos es un paso bastante fundamental que contribuye de manera eficaz en el inicio de nuevos procesos de investigación en temas específicos como por ejemplo los temas emergentes que se evidencian en el estudio entre los que encontramos desarrollo web, diseño, Android, administración de diseño, procesos de desarrollo de software o por otra parte centrar investigaciones en temas motores como usabilidad, diseño centrado en el usuario, ingeniería de requerimientos, accesibilidad, diseño de interfaz, ontologías, juegos serios, entre otros, el análisis bibliométrico se puede entender como una guía o sugerencia para abordar y aportar en temas ya abordados o iniciar nuevos procesos. Los resultados obtenidos proporcionan una guía

para nuevas investigaciones y mejoras prácticas en los campos de usabilidad y accesibilidad. Los temas de mayor tendencia, como el diseño centrado en el usuario y el ciclo de vida en el desarrollo de software, junto con áreas emergentes como desarrollo web y accesibilidad, ofrecen oportunidades de estudio que podrían impactar significativamente en la práctica de desarrollo de software.

Es importante señalar que el estudio está limitado a documentos en inglés y al repositorio Scopus, lo que podría introducir ciertos sesgos al excluir otros idiomas y repositorios relevantes como ACM DL, IEEEExplore y SpringerLink. Esta limitación puede impactar en la diversidad de perspectivas culturales sobre usabilidad y accesibilidad, y sería valioso incluir en futuras investigaciones una sección dedicada a discutir estas limitaciones.

## Referencias

- Åberg, J., & Sandahl, K. (2017). *Software Development Methods and Usability: A Systematic Literature Review*. LiU Electronic Press. <https://ep.liu.se/>
- Ahmad, M., Kanwal, S., Habib, M. A., & Faisal, C. N. (2020, November 5). Usability and Accessibility Based Quality Evaluation of Apparel Websites in Pakistan. *Proceedings - 2020 23rd IEEE International Multi-Topic Conference, INMIC 2020*. <https://doi.org/10.1109/INMIC50486.2020.9318163>
- Alahmadi, T. (2017, April 2). A multi-method evaluation of university website accessibility: Foregrounding user-centred design, mining source code and using a quantitative metric. *Proceedings of the 14th Web for All Conference, W4A 2017*. <https://doi.org/10.1145/3058555.3058580>
- Ali, R., Kaindl, H., & Maciaszek, L. A. (Eds.). (2022). *Evaluation of Novel Approaches to Software Engineering* (Vol. 1556). Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-96648-5>
- Andrés Paniagua L, Diana Bedoya R, & Carlos Mera. (2020). Un método para la evaluación de la accesibilidad y la usabilidad en aplicaciones móviles. *Tecnológicas*, 23, 99–117.
- Aria, M., & Cuccurullo, C. (2017). bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis. *Journal of Informetrics*, 11(4), 959–975. <https://doi.org/10.1016/j.joi.2017.08.007>
- Baj-Rogowska, A., & Sikorski, M. (2023). Exploring the usability and user experience of social media apps through a text mining approach. *Engineering Management in Production and Services*, 15(1), 86–105. <https://doi.org/10.2478/emj-2023-0007>
- Ben Shneiderman. (1997). *Designing the User Interface: Strategies for Effective Human-Computer Interaction*.
- Bin Deraman, A., & Salman, A. (2022). Usability evaluation practices within agile development: engaging with usability agile practitioners' concerns. *Journal of Theoretical and Applied Information Technology*, 15(21). [www.jatit.org](http://www.jatit.org)
- Carlos, J., Guzmán, N., Llanos Álvarez, J. J., Manuel, E., Hoyos, S., José, M., & Sanjuan, M. (n.d.). Accesibilidad y usabilidad web para la inclusión de personas con discapacidad Accessibility and usability web for the inclusion of people with disabilities. In *Revista I+D en TIC* (Vol. 8, Issue 1). <http://revistas.unisimon.edu.co/index.php/identific/index>
- Cepymenews. (2023). Estadísticas de experiencia de usuario (UX) 2023. <https://cepymenews.es/estadisticas-experiencia-usuario-ux-2023>
- Codina, L. (2018). *Revisiones bibliográficas sistematizadas Procedimientos generales y Framework para Ciencias Humanas y Sociales*. Master Universitario En Comunicación Social. <https://repositori.upf.edu/>
- De Godoi, T. X., Garcia, L. S., & Valentim, N. M. C. (2020, October 26). Evaluating a usability, user experience and accessibility checklist for assistive technologies for deaf people in a context of mobile applications. *IHC 2020 - Proceedings of the 19th Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems*. <https://doi.org/10.1145/3424953.3426631>
- De Lima Salgado, A., Federici, F. M., De Mattos Fortes, R. P., & Motti, V. G. (2019, October 4). Startupworkplace, mobilegames, andolderadults: A practical guide on UX, usability, and accessibility evaluation. *SIGDOC 2019 - Proceedings of the 37th ACM International Conference on the Design of Communication*. <https://doi.org/10.1145/3328020.3353948>
- Delgado, J., Medina, N., Becerra, M., Delgado Fernández, J. R., Medina Cepeda, N. M., & Becerra de Romero, M. X. (2020). La evaluación por pares. Una alternativa de evaluación entre estudiantes universitarios. <https://revistas.utm.edu.ec/index.php/Rehuso/article/view/1684>
- Donal Norman. (1988). *La psicología de los objetos cotidianos NEREA*.
- Donald A Norman. (2013). *El diseño de las cosas cotidianas: edición revisada y ampliada*. MIT Press.

- Donthu, N., Kumar, S., Mukherjee, D., Pandey, N., & Lim, W. M. (2021). How to conduct a bibliometric analysis: An overview and guidelines. *Journal of Business Research*, 133, 285–296. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2021.04.070>
- Erick Alejandro García. (2020). 94 ESTADÍSTICAS SOBRE EXPERIENCIA DEL CLIENTE. <https://erickalejandrogarcia.com/2018/05/13/94-estadisticas-sobre-experiencia-del-cliente/>
- Francis Xavier Engineering College, & Institute of Electrical and Electronics Engineers. (2019). *Proceedings of the 2nd International Conference on Smart Systems and Inventive Technology (ICSSIT 2019)*: 27-29, November 2019.
- Gannouni, S., Belwafi, K., Aledaily, A., Aboalsamh, H., & Belghith, A. (2023). Software Usability Testing Using EEG-Based Emotion Detection and Deep Learning. *Sensors*, 23(11), 5147. <https://doi.org/10.3390/s23115147>
- Garrido, A., Firmenich, S., Grigera, J., Rossi, G., & Staf, I. (2017). Data driven usability refactoring-Tools and challenges. *IEEE*.
- Grupo Banco Mundial. (2023). Gasto en inversión y desarrollo (% del PIB). <https://datos.bancomundial.org/indicador/GB.XPD.RSDV.GD.ZS>
- Guerino, G. C., & Valentim, N. M. C. (2020). Usability and user experience evaluation of natural user interfaces: A systematic mapping study. In *IET Software* (Vol. 14, Issue 5, pp. 451–467). Institution of Engineering and Technology. <https://doi.org/10.1049/iet-sen.2020.0051>
- Hayat, H., & Cerradura, R. (2020). Usability Evaluation in Practice: Selecting the Appropriate Method. : : ICHCIUEM 2020 : International Conference on Human-Computer Interaction and Usability Evaluation Methods.
- Henderson Sellers, B., Ralyté, J., Ågerfalk, P. J., & Rossi, M. (2014). Situational Method Engineering. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-41467-1>.
- Índice Mundial de Innovación 2022. (2022). [https://www.wipo.int/pressroom/es/articles/2022/article\\_0011.html](https://www.wipo.int/pressroom/es/articles/2022/article_0011.html)
- Jakob Nielsen. (1994). *Usability Engineering*.
- Jesus, E., Guerino, G., Valle, P., Nakamura, W., Oran, A., Balancieri, R., Coleti, T., Morandini, M., Ferreira, B., & Silva, W. (2022). An Experimental Study on Usability and User Experience Evaluation Techniques in Mobile Applications. *Proceedings of the 24th International Conference on Enterprise Information Systems*, 340–347. <https://doi.org/10.5220/0011083000003179>
- Khan, A. I., Al-Khanjari, Z., & Sarrab, M. (2017). Crowd sourced evaluation process for mobile learning application quality. *Proceedings - 2017 2nd International Conference on Information Systems Engineering, ICISE 2017, 2017-January*, 1–5. <https://doi.org/10.1109/ICISE.2017.17>
- Koumaditis, K., & Hussain, T. (2017). Human computer interaction research through the lens of a bibliometric analysis (Vol. 10271, pp. 23–37). Springer Verlag. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-58071-5\\_2](https://doi.org/10.1007/978-3-319-58071-5_2)
- Kraeling, M., & Tania, L. (2019). Software Development Process. In *Software Engineering for Embedded Systems* (pp. 33–87). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809448-8.00002-3>
- Lee, H. J., Lee, J. S., Jee, E., & Bae, D. H. (2017). A User eXperience Evaluation Framework for Mobile Usability. *International Journal of Software Engineering and Knowledge Engineering*, 27(2), 235–279. <https://doi.org/10.1142/S0218194017500097>
- Lopez, G., Gaytan-Lugo, L. S., Collazos, C., García Luna, V. M., Lopez, C., Prietch, S. S., & Wong-Villacres, M. (2023). Todo Cambia: Desafíos y Oportunidades en HCI en LATAM. *Proceedings of the XI Latin American Conference on Human Computer Interaction*, 1–3. <https://doi.org/10.1145/3630970.3631076>
- López-Robles, J.-R., Guallar, J., Gamboa-Rosales, N.-K., Otegi-Olaso, J. R., & Cobo, M. J. (2019). Mapa de la estructura intelectual de El profesional de la información de 2014 a 2018. *Hipertext.Net*, 19, 115–125. <https://doi.org/10.31009/hipertext.net.2019.i19.09>
- Maida, E. G., & Pacienza, J. (2015). Metodologías de desarrollo de software [Pontificia Universidad Católica Argentina (UCA)]. <chrome-extension://efaidnbmnnpkcepnjkeefnjamkj/https://repositorio.uca.edu.ar/bitstream/123456789/522/1/metodologias-desarrollo-software.pdf>
- Mascheroni, M. A., Greiner, C. L., Dapozo, G. N., & Estayno, M. G. (2013). Ingeniería de Usabilidad. Una Propuesta Tecnológica para Contribuir a la Evaluación de la Usabilidad del Software. In *Revista Latinoamericana de Ingeniería de Software* (Vol. 1, Issue 4).
- Mateus, D. A., Silva, C. A., Eler, M. M., & Freire, A. P. (2020, October 26). Accessibility of mobile applications: Evaluation by users with visual impairment and by automated tools. *IHC 2020 - Proceedings of the 19th Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems*. <https://doi.org/10.1145/3424953.3426633>
- Meinel, C., & von Thienen, J. (2016). Design Thinking. *Informatik-Spektrum*, 39(4), 310–314. <https://doi.org/10.1007/s00287-016-0977-2>
- Mower, A., Nguyen, R., & Frank, K. (2020, April 25). Evaluation of technology accessibility and user sentiment in learning through virtual reality modality. *Conference on Human Factors in Computing Systems - Proceedings*. <https://doi.org/10.1145/3334480.3375205>
- Nemeth, A., & Bekmukhambetova, A. (2022). Achieving Usability: Looking for Connections between User-Centred Design Practices and Resultant Usability Metrics in Agile Software Development. *Periodica Polytechnica Social and Management Sciences*. <https://doi.org/10.3311/ppso.20512>
- Paz, F., Pow-Sang, & José Antonio. (2016). A systematic mapping review of usability evaluation methods for software development process. *International Journal of Software Engineering and Its Applications*, 10(1), 165–178. <https://doi.org/10.14257/ijseia.2016.10.1.16>
- Politécnica, U., Madrid, D. E., De Máster, T., En, M., De, T., Información, L. A., & Rodríguez González, P. (2008). Facultad de Informática Estudio de La Aplicación de Metodologías Ágiles para la Evolución de Productos Software.
- Posit. (2011). RStudio Desktop. <https://posit.co/download/rstudio-desktop/>
- Publindex -Metodología para la homologación de revistas. (2010). <https://scienti.minciencias.gov.co/publindex/#/revistasHomologadas/busador>
- Quintal, C., & Macías, J. A. (2021). Measuring and improving the quality of development processes based on usability and accessibility. *Universal Access in the Information Society*, 20(2), 203–221. <https://doi.org/10.1007/s10209-020-00726-7>

- Rani, P., Blasi, A., Stulova, N., Panichella, S., Gorla, A., & Nierstrasz, O. (2023). A decade of code comment quality assessment: A systematic literature review. *Journal of Systems and Software*, 195. <https://doi.org/10.1016/j.jss.2022.111515>
- Reimpresión-de-Gartner. (n.d.).
- Ribeiro, S., Furtado, E. S., Furtado, J. V., & Cavalcante, N. (2018). It professional preferences to evaluate systems usability. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, 607, 437–448. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-60492-3\\_42](https://doi.org/10.1007/978-3-319-60492-3_42)
- Rodrigues, S. S., Scuracchio, P. E., & De Mattos Fortes, R. P. (2018). A support to evaluate web accessibility and usability issues for older adults. *ACM International Conference Proceeding Series*, 97–103. <https://doi.org/10.1145/3218585.3218597>
- Sagar, K., & Saha, A. (2017). Qualitative usability feature selection with ranking: a novel approach for ranking the identified usability problematic attributes for academic websites using data-mining techniques. *Human-Centric Computing and Information Sciences*, 7(1). <https://doi.org/10.1186/s13673-017-0111-8>
- Samimi, A. J., & Roshan, H. R. (2011). *Scientific Output and GDP: Evidence from Countries around the World* (Vol. 2, Issue 2).
- Sandra M. Hurtado, Jessica Pimentel, & Gabriel E. Chanchí. (2018). Estudio comparativo de métodos de evaluación de usabilidad para sitios web. *DIALNET*, 126–136.
- Santos, S. de O., Rodrigues, A. B. A. M., & Ribeiro, Í. M. da S. (2023). Usability Evaluation of mobile banking applications in the context of the elderly in a city of Ceará. *Proceedings of the XXII Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems*, 1–11. <https://doi.org/10.1145/3638067.3638087>
- Sik-Lanyi, C., & Orbán-Mihálykó, É. (2019a). Accessibility Testing of European Health-Related Websites. *Arabian Journal for Science and Engineering*, 44(11), 9171–9190. <https://doi.org/10.1007/s13369-019-04017-z>
- Sik-Lanyi, C., & Orbán-Mihálykó, É. (2019b). Accessibility Testing of European Health-Related Websites. *Arabian Journal for Science and Engineering*, 44(11), 9171–9190. <https://doi.org/10.1007/s13369-019-04017-z>
- Singh, V. K., Singh, P., Karmakar, M., Leta, J., & Mayr, P. (2021). The journal coverage of Web of Science, Scopus and Dimensions: A comparative analysis. *Scientometrics*, 126(6), 5113–5142. <https://doi.org/10.1007/s11192-021-03948-5>
- Stake, R. E. (1998). Investigación con estudio de casos.
- Toshihiro, K., Shin'ichi, F., Motoei, A., Hironori, W., & Naohiko, T. (2020). Usability of Software-Intensive Systems from Developers' Point of View. In M. Kurosu (Ed.), *Human-Computer Interaction. Design and User Experience* (pp. 450–463). Springer International Publishing.
- Víctor Chimarro C, Bertha Mazón O, & Joffre Cartuche C. (2015). La usabilidad en el desarrollo del software. *Utmach*.
- Wang, L. L., Mack, K., McDonnell, E. J., Jain, D., Findlater, L., & Froehlich, J. E. (2021). A bibliometric analysis of citation diversity in accessibility and HCI research. 1–7. <https://doi.org/10.1145/3411763.3451618>

## VocationalLab: Una Experiencia Inmersiva con Realidad Virtual para Apoyo a la Orientación Vocacional

### VocationalLab: Immersive Experience with Virtual Reality to Support Vocational Guidance

**Leandro Silva**

FCI

Universidade Presbiteriana Mackenzie

São Paulo, SP, Brasil

leandro-2703@hotmail.com

**Leandro Pupo Natale**

FCI

Universidade Presbiteriana Mackenzie

São Paulo, SP, Brasil

leandro.natale@mackenzie.br

Recibido: 13.09.2024 | Aceptado: 18.12.2024

#### Palabras Clave

Serious Game

Orientación Profesional

Tecnología Educativa

Desarrollo Profesional

#### Resumen

Este artículo tiene como objetivo explorar el potencial de un enfoque lúdico con la realidad virtual (RV) como herramienta auxiliar en el campo de la orientación profesional enfocada en estudiantes de secundaria. Para tal fin, se presenta el desarrollo e implementación de un serious game que permita al jugador experimentar un entorno profesional de manera inmersiva e interactiva, ofreciendo un enfoque práctico para la orientación profesional.

#### Keywords

Serious Game

Professional guidance

Educational Technology

Professional Development

#### Abstract

This article aims to explore the potential of a playful approach with virtual reality (VR) as an auxiliary tool in the field of career guidance aimed at high school students. To this end, the development and implementation of a serious game is presented that allows the player to experience a professional environment in an immersive and interactive way, offering a practical approach to professional guidance.

### 1. Introducción

La cuestión de la deserción universitaria es extremadamente compleja, involucrando una serie de causas que se entrelazan, incluyendo factores individuales, institucionales y sociales. A nivel individual, se observa una desconexión de los estudiantes con sus objetivos de carrera o intereses personales, junto con la dificultad o falta de percepción sobre la relevancia práctica del contenido del curso. Estos desafíos son especialmente visibles en un contexto educativo que no ofrece una visión clara de la carrera profesional (Vieira et al., 2020).

Para abordar los factores individuales relacionados con la deserción universitaria, se destacan la orientación vocacional profesional (OVP) y diversos tipos de asesoramiento, que son esenciales para los estudiantes que ingresan a cursos de nivel superior. La capacitación a los estudiantes para comprender y visualizar más claramente sus metas de carrera puede ser

lograda por medio de la incorporación de esos estudiantes de forma temprana en prácticas profesionales. Este enfoque no solo proporciona una comprensión tangible de la relevancia del curso en el mercado laboral, sino que también ofrece una experiencia práctica valerosa, alineando los objetivos académicos con los desafíos y demandas del mundo profesional.

Además, la implementación de métodos de enseñanza activos demuestra ser una estrategia prometedora. La adopción de enfoques como el aprendizaje basado en problemas, el aprendizaje colaborativo y la integración de tecnologías innovadoras, incluyendo prácticas de realidad virtual y aumentada, puede transformar significativamente la dinámica del proceso educativo. Estas prácticas no solo hacen que el aprendizaje sea más dinámico y atractivo, sino que también brindan un puente eficaz entre la teoría académica y la aplicación práctica, contribuyendo así a una educación más

alineada con las necesidades y expectativas del mercado tecnológico actual (Gati y Saka, 2001; Biggs y Tang, 2011).

Por medio de una integración efectiva entre la OVP y la participación activa de los estudiantes en prácticas profesionales unido al uso innovador de tecnologías educativas, es propuesto un enfoque integral para enfrentar la deserción escolar y fortalecer la conexión entre la educación y las aspiraciones profesionales de los estudiantes. Este enfoque holístico no solo busca mitigar los desafíos inmediatos, sino también cultivar una mentalidad orientada hacia el futuro, preparando a los estudiantes para enfrentar con confianza los desafíos y oportunidades en constante evolución en el ámbito tecnológico y profesional.

En el contexto brasileño, el proceso de OVP ha sido objeto de debates y reflexiones entre estudiosos, orientadores e investigadores. Estos diálogos resaltan la importancia de un proceso robusto de orientación profesional dentro de las instituciones educativas, destacando su papel fundamental en la construcción de los proyectos de vida y profesionales de los estudiantes. En el panorama de la Educación Profesional, alineado con los principios y directrices que la fundamentan, se observa que la OVP desempeña un papel crucial en la formación de estos estudiantes.

Es notorio que la mayoría de los estudiantes en instituciones de educación profesional toma la primera decisión profesional a una edad temprana, muchas veces a los 13 a 14 años, al optar por un curso técnico. Esta elección, muchas veces, no es madura ni consciente, necesitando de criterios claros basados en el autoconocimiento y en la comprensión de la realidad profesional. Al finalizar el curso, surge una nueva encrucijada, exigiendo una decisión con respecto a la continuidad de los estudios, el ingreso a la educación superior o la inserción directa en el mercado laboral (Vieira et al., 2020; Gati y Saka, 2001; Biggs y Tang, 2011; Prince, 2004).

En este contexto, la OVP se presenta como una herramienta fundamental para ayudar a estos estudiantes a comprender la elección del curso técnico y a reflexionar sobre sus proyectos de carrera. La orientación profesional efectiva no solo facilita la toma de decisiones informadas, sino que también contribuye al desarrollo de una visión más amplia y consciente sobre las posibilidades educativas y profesionales disponibles, alineándose así con los objetivos de fortalecer la conexión entre la formación académica y las aspiraciones profesionales de los estudiantes en el contexto de la tecnología y la innovación.

La desconexión de los estudiantes con sus objetivos de carrera y la falta de percepción sobre la relevancia práctica de los cursos contribuyen significativamente a esta problemática. Estrategias como la orientación profesional, la incorporación temprana de los estudiantes en prácticas profesionales y la adopción de métodos de enseñanza activos, incluidas tecnologías innovadoras, se destacan como enfoques eficaces

para enfrentar estos desafíos. En el contexto brasileño, la OVP se destaca como una herramienta fundamental para guiar a los estudiantes desde la toma de la primera decisión profesional hasta las elecciones de continuidad en la educación superior o ingreso directo al mercado laboral. De esta forma, este trabajo presenta una estrategia integrada uniendo esas prácticas a la creación de una herramienta innovadora basada en realidad virtual y aumentada en un contexto de gamificación.

La creación de un *serious game* en este entorno tecnológico tiene como objetivo no solo cautivar a los estudiantes de manera dinámica y atractiva, sino también proporcionar una experiencia práctica e inmersiva que estimule el autoconocimiento, la comprensión de las carreras y la toma de decisiones informadas. Esto contribuye, por consiguiente, a la reducción de la deserción escolar y al fortalecimiento de la conexión entre la formación académica y las aspiraciones profesionales de los estudiantes en el ámbito de la tecnología e innovación.

De este modo, este trabajo presenta un enfoque que busca abordar el problema presentado con anterioridad por medio de la implementación de un *serious game* utilizando realidad virtual. La gamificación crea un entorno lúdico y dinámico, permitiendo que los estudiantes experimenten de una manera más práctica los roles y responsabilidades de un profesional en el área elegida, promoviendo una reflexión profunda y una elección más fundamentada (Oliveira, 2020). La realidad virtual se presenta como un factor importante, ya que al aplicar los tres pilares de la realidad virtual (interacción, inmersión e imaginación), es posible incrementar la motivación y el compromiso en el aprendizaje, ofreciendo una representación más vívida y atractiva de las profesiones en comparación con otros métodos (Aureliano Jr, Mendonça y Leite, 2019).

Sin embargo, para la aplicación efectiva de este concepto, es necesario considerar el equilibrio entre la visión real del profesional y lo atractivo que es el juego. Un juego con enfoque pedagógico debe, por lo tanto, presentar una estructura envolvente con una percepción similar a la que ya existe en el mercado del entretenimiento, que sea al mismo tiempo educativa, manteniendo la fidelidad de la experiencia que se pretende transmitir. Esta estructura debe ser claramente perceptible y fundamental para la progresión y el éxito en el juego, asegurando que el aprendizaje sea una parte integral e indispensable de la experiencia lúdica (Costa, 2009).

Esa sinergia entre la gamificación, la realidad virtual y una estructura de juego bien diseñada tiende a potenciar la percepción del mercado laboral sobre un área determinada, haciéndola más interactiva, realista y efectiva.

## 2. Referencial teórico y trabajos similares

### 2.1 Orientación Vocacional profesional (OVP)

La orientación profesional es un proceso en el que un especialista que posee competencias necesarias para actuar como orientador, contando con preparación teórica y técnica, colabora con una persona o un grupo de personas con la finalidad de elaborar y ejecutar un proyecto de vida profesional u ocupacional. Este proceso involucra varios aspectos del comportamiento vocacional del individuo o grupo, incluyendo: Conocimiento del proceso de elección (Comprensión de cómo se toman las decisiones profesionales, lo que puede incluir la evaluación de intereses, habilidades, valores y otras influencias en la elección de una carrera.), Autoconocimiento (Comprender sus características, intereses, habilidades y limitaciones para ajustar mejor la elección profesional), Conocimiento del mundo laboral (Entender las diversas carreras, profesiones y ambientes de trabajo disponibles, así como las tendencias de mercado y exigencias profesionales.), Modelos de elaboración de proyecto (metodologías y herramientas utilizadas para planificar y ejecutar proyectos de vida profesional, incluyendo establecimiento de objetivos, planificación de carrera y estrategias para alcanzar metas profesionales) (Ribeiro y Silva, 2016).

### 2.2 Realidad virtual (RV)

El concepto de realidad virtual no es una novedad, ya que fue abordado de la manera que lo conocemos hoy en 1965 por Ivan Sutherland en *'The Ultimate Display'*. Él planteó como puntos principales la creación y el mantenimiento en tiempo real de un entorno 3D generado por computadora, un medio para que el usuario interactúe de manera realista con objetos del mundo virtual y el uso de un dispositivo de visualización de cabeza que rastrea movimientos y proporciona respuestas táctiles y sonoras en 3D (Sutherland, 1965).

Con el avance tecnológico, en los años 90, fue posible realizar diferentes experimentaciones y el surgimiento de herramientas comerciales, aunque con un costo financiero elevado. Sin embargo, tras algunas décadas, nuevos avances tecnológicos hicieron que el uso de RV se volviera casi obligatorio en diferentes tipos de aplicaciones cotidianas, convirtiendo esta tecnología en algo omnipresente en muchos sentidos.

La situación de este concepto en el mercado ha cambiado drásticamente desde las últimas décadas. En 2021, grandes empresas de tecnología como Google, Meta y Microsoft han estado invirtiendo en la tecnología, resultando en un valor de mercado estimado de USD 19.44 mil millones, con principales aplicaciones en juegos, entretenimiento y en la industria automotriz (Fortune Business Insights, n.d.).

### 2.3 Juegos Serios (*Serious Game*)

Al inicio de cada proyecto de *serious game*, necesitamos entender qué debe ser transmitido al usuario, lo que

determinamos como el objeto de conocimiento, y a partir de esto, pensar en cómo funcionarán las mecánicas de jugabilidad. La jugabilidad es un punto muy importante que diferencia a un *serious game* eficaz de otros, considerando que el compromiso y la diversión del jugador son esenciales para un mejor aprendizaje del objeto de conocimiento.

La estructura del *serious game* también debe ser perceptible y similar a lo ya visto en juegos de entretenimiento, creando una asimilación con contenidos consumidos anteriormente. Por lo tanto, la estructura del juego debe ser intuitiva y envolvente, facilitando la inmersión del usuario en el contenido educativo sin sacrificar la diversión. Esto implica un diseño que equilibre didáctica y entretenimiento, donde cada elemento del juego, desde la narrativa hasta los desafíos y recompensas, esté cuidadosamente planeado para reforzar los objetivos de aprendizaje, manteniendo al mismo tiempo el interés y la motivación del jugador (Costa, 2009).

En el contexto de orientación profesional, donde tenemos como objeto de conocimiento el día a día de una profesión, los juegos inmersivos e interactivos en plataformas virtuales son la mejor elección, dada la posibilidad de estas herramientas para recrear el ambiente de trabajo y colocar al jugador en el papel del profesional. En la industria de los juegos de entretenimiento, ejemplos de juegos que se destacan con características similares incluyen Job Simulator (Owlchemy Labs, n.d.), *Surgeon Simulator VR* (TinyBuild, n.d.) y VTOL VR (Boundless Dynamics, n.d.).

Job Simulator utiliza la realidad virtual orientada al entretenimiento para satirizar el entorno laboral. Con un enfoque lúdico y divertido, se crean entornos de trabajo en un futuro donde los robots han reemplazado los empleos humanos. El juego se destaca por su toque cómico, ofreciendo experiencias de "empleo" (como, por ejemplo, mecánico automotriz, dependiente de tienda de conveniencia, chef de cocina y empleado de oficina) con una serie de tareas exageradas e interactivas, permitiendo a los jugadores manipular un entorno rico en objetos (Owlchemy Labs, n.d.).

*Surgeon Simulator VR* insiere el jugador en el papel de un cirujano, donde a través de la realidad virtual, es posible experimentar el estrés y la precisión exigidos en una sala de cirugía, aunque con un tono humorístico y exagerado que caracteriza el juego. Este simula diversas cirugías, desde trasplantes de corazón hasta procedimientos en un entorno de gravedad cero, desafiando al jugador a realizar tareas complejas bajo presión (TinyBuild, n.d.).

VTOL VR, por su parte, ofrece una inmersión en donde el jugador se convierte en un piloto de avión de combate vertical (VTOL). Este juego se destaca por la precisión y el realismo en la simulación de vuelo, donde los jugadores utilizan controles de realidad virtual para operar los instrumentos de la cabina y completar misiones (Boundless Dynamics, n.d.).

Estos ejemplos demuestran la versatilidad y el potencial de los juegos en realidad virtual como herramientas educativas y de orientación profesional, al ofrecer simulaciones realistas e interactivas de diversas profesiones, permitiendo a los jugadores explorar y experimentar aspectos de varias carreras de manera envolvente e informativa. Basándonos en este contexto, identificamos el interés y la oportunidad de desarrollar un *serious game* que utilice realidad aumentada como mecanismo de inmersión. Esta estrategia no solo cautiva a los estudiantes de forma dinámica y atractiva, sino que también proporciona una experiencia práctica e inmersiva que fomenta el autoconocimiento, la comprensión de las carreras y la toma de decisiones informadas. Además, la elección de la realidad aumentada permite integrar elementos del mundo real con el entorno simulado, creando un puente entre la teoría y la práctica y ofreciendo una perspectiva más amplia y accesible de las demandas y desafíos del mundo profesional.

### 3. Prototipo

La elección de un *serious game* para el área de la medicina se basó en el interés y la importancia social inherente a este campo. La carrera de médico, especialmente la de médico general, tiene un papel destacado en el sistema de salud. La elección de la práctica de médico general está muy alineada con el objetivo educativo de este proyecto, visto que, a diferencia de la representación común de juegos que retratan este tema, en la que frecuentemente se concentra en cirugías dramáticas y escenarios de alta intensidad, la práctica de la clínica general ofrece un enfoque más amplio y realista de la profesión médica.

La flexibilidad en la creación de escenarios de aprendizaje se ve ampliada al abordar esta profesión; un juego basado en la práctica de médico general puede explorar una variedad de contextos, desde consultorios hasta situaciones de emergencia, proporcionando una experiencia educativa más rica y variada. De esta manera, la primera versión de la experiencia presenta un consultorio médico, el día a día de trabajo de un médico general. El jugador asume el papel del médico atendiendo pacientes, con variedad de diagnósticos y tipos de abordaje con el paciente.

La propuesta de gamificación para el juego se integra principalmente en las etapas de diagnóstico del paciente, prescripción del medicamento adecuado y la interacción constante con el paciente. El enfoque principal es asegurar que el paciente esté plenamente informado sobre sus condiciones de salud y proporcionar apoyo en su proceso de tratamiento. Esta estrategia de interacción tiene como objetivo no solo mejorar la experiencia del paciente, sino también fomentar su compromiso activo con su propio bienestar, lo cual representa un elemento clave en la gamificación de este proyecto. Estos elementos están detallados en los próximos párrafos.

Para esta primera versión del juego, y como parte de la reducción de alcance, no se incluyó la puntuación explícita para cada acción realizada por el jugador. Sin embargo, se ha diseñado el juego de forma que se puedan agregar estos elementos en futuras iteraciones, lo que permitirá enriquecer la experiencia del usuario con niveles, insignias y recompensas que refuercen el componente motivacional. La inclusión de estos elementos sería una etapa posterior en la que también se evaluaría con mayor profundidad el impacto del juego como herramienta de investigación, asegurando así un enfoque más investigativo que permita diferenciarlo de una simple herramienta técnica.

La plataforma elegida para construir la aplicación fue *Unity* en la versión *2022.3.11.f1*, visto que posee características esenciales para RV, como un buen rendimiento, optimización, soporte de bibliotecas esenciales utilizadas como *Meta XR Core SDK* y *Meta XR Interaction SDK*, que permiten la integración con dispositivos como el *Meta Quest 2* y *joysticks Oculus Touch*. Esta elección no solo garantiza una experiencia inmersiva, sino que también facilita el acceso al juego, dado que estos dispositivos son ampliamente utilizados en diversos tipos de juegos. Con esto, se busca no solo proporcionar una experiencia envolvente, sino también hacer el juego más accesible y atractivo para una variedad de jugadores, expandiendo así su potencial de alcance y compromiso.

Así, la primera versión del juego crea un escenario que imita un consultorio médico usando objetos 3D. El jugador asume el papel de un médico general que atiende a un paciente, como se muestra en la figura 1.

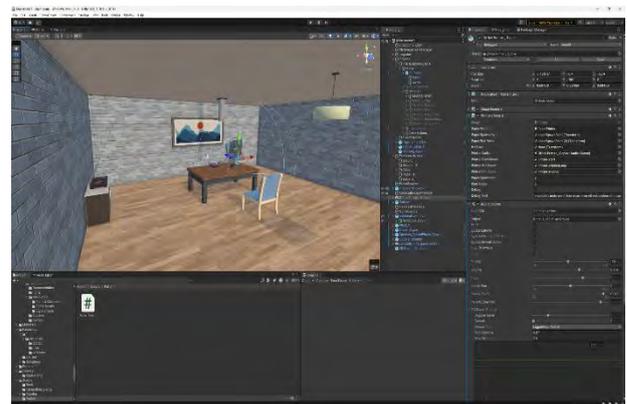


Figura 1: Consultorio médico reconstruido por medio de la herramienta Unity. Fuente: Código fuente de los mismos autores

Los comandos de interacción del jugador se han estructurado exclusivamente para el uso de controles de realidad virtual. Las interacciones con objetos en el entorno virtual se realizan a través de gestos manuales directos, donde el jugador posiciona la mano cerca y presiona el botón del control de agarre. Además, las interacciones a distancia son posibles a través de menús virtuales, en los cuales un rayo se emite desde la mano del jugador hasta la pantalla del menú mientras está dirigida hacia él, facilitando la selección de opciones.

El movimiento del jugador por el entorno virtual es flexible, permitiendo dos modalidades principales: movimiento continuo o teletransporte a puntos predefinidos. Esta dualidad de elección está diseñada para acomodar las preferencias individuales de los jugadores, garantizando una experiencia más personalizada y cómoda durante la simulación. Este enfoque asegura no solo la inmersión y la interactividad, sino que también se adapta a las diferentes tolerancias de movimiento de los usuarios en el entorno de realidad virtual.

Los pacientes virtuales se configuran individualmente en cada nuevo registro, incluyendo información personal, apariencia, medicamentos, enfermedades, síntomas y diálogos. Para el modelo 3D de los personajes, se utilizó la herramienta *Ready Player Me*, como se muestra en la imagen 2; esta herramienta permite una personalización detallada, integrada a la plataforma *Unity*.



Figura 2: Modelo 3D del paciente hecho por medio de la herramienta *Ready Player Me*. Fuente: Código fuente de los mismos autores

La información, medicamentos, síntomas y diálogos se gestionan a través de *Scriptable Objects* de *Unity*, una clase *serializable* que almacena datos de forma modular y reutilizable, esencial para el funcionamiento de la aplicación. La clase de paciente almacena datos de otras clases, siendo considerada como principal para la definición de comportamientos y en la interacción con algoritmos que dirigen la dinámica del juego. Un ejemplo de estructura de *scriptable object* puede ser observado en la imagen 3.

```
public class ScObPatient : ScriptableObject
{
    public int id;
    public AudioClip firstContactAudioClip;
    public string fullName;
    public string gender;
    public int age;
    public string job;
    public ScObDisease disease;
    public string reportedSymptoms;
    public Sprite photo;
    public ScObMedication[] usedMedication;
    public ScObPatientQuestion[] questions;
    public ScObSymptoms[] firstSymptoms;
    public AudioClip thanksAudioClip;
    [Range(0,5)]
    public int diagnosisComplexity;
}
```

Figura 3: Ejemplo de un *Scriptable Object* utilizado para los datos del paciente. Fuente: Código fuente de los mismos autores

Durante la primera interacción con el juego, el jugador se posiciona detrás de una mesa equipada con un proyector holográfico, un contador de tiempo que funciona solo durante las consultas y un cuaderno de información sobre síntomas y enfermedades que sirve como apoyo en la progresión del juego y en el aprendizaje para determinar el diagnóstico correcto. Justo después del inicio, una voz emitida por un reloj de pulsera captura la atención del jugador. Esta voz pertenece al asistente virtual, que se destaca por su personalidad carismática y cómica, facilitando el aprendizaje de las mecánicas del juego y ofreciendo consejos durante las consultas. La interactividad y la personalidad del asistente buscan aumentar el compromiso del jugador, evocando características de personajes icónicos de los videojuegos, como CL4P-TP de la franquicia *Borderlands* y *Codsworth* de *Fallout 4*.

Luego de los diálogos iniciales, el asistente sugiere seleccionar la opción "Comenzar" para llamar al primer paciente y iniciar la partida. Este botón elige un paciente aleatoriamente de la lista configurada y lo establece como el paciente actual. A continuación, la interfaz del proyector muestra información detallada del paciente elegido (como se muestra en la imagen 4), con opciones de "Entrevistar", "Medicamento" y "Diagnóstico" inicialmente desactivadas. El modelo 3D del paciente se crea fuera del consultorio y recibe comandos para entrar en la sala, sentarse en la silla y relatar los síntomas al jugador. A medida que el paciente narra, nuevas pistas se agregan como anotaciones en el cuaderno.



Figura 4: Monitor holográfico presentando informaciones y opciones para diagnosticar al paciente. Fuente: Código fuente de los mismos autores

La opción de "Entrevistar" se utiliza para realizar la anamnesis con el paciente, permitiendo preguntar sobre síntomas, hábitos, medicación e historial clínico o familiar. Una pregunta realizada puede liberar nuevas preguntas para hacer y/o nueva información para ayudar en el diagnóstico. La información sobre síntomas o causas de una enfermedad, obtenida a través de una pregunta, se añade al cuaderno auxiliar y al contador de pistas descubiertas de enfermedades relacionadas en la pantalla de diagnóstico.

La opción de "Medicamentos" se utiliza para instanciar todos los medicamentos consumidos por el paciente frente al jugador, exhibiendo un panel al recogerlo que informa para qué tratamiento es utilizado y cuáles son los efectos secundarios. Esta información del medicamento se utiliza para desbloquear un nuevo cuestionamiento para el paciente y fundamentar la decisión del diagnóstico.

La opción "Diagnóstico" permite al jugador seleccionar la enfermedad que más se alinea con la información recolectada, con cada diagnóstico potencial ordenado en lista de acuerdo con la cantidad de síntomas y causas identificadas relacionadas con esa enfermedad. El proceso de diagnóstico se hace de forma *gamificada*, asignando puntuaciones basadas en el tiempo de respuesta, cantidad de preguntas realizadas y precisión del diagnóstico. Puntuaciones altas desbloquean nuevos elementos interactivos, decorativos y pistas sonoras para el ambiente del juego.

La imagen 5 demuestra el cuaderno, una herramienta indispensable para el jugador, que contiene información esencial sobre el paciente que es vital para establecer un diagnóstico preciso. El cuaderno presenta una lista de síntomas y enfermedades relacionadas, con cada entrada detallando los síntomas y causas de cada enfermedad. A medida que el jugador interactúa con el paciente a través de diálogos, se añaden nuevos detalles sobre síntomas o causas al cuaderno. Estas anotaciones permiten que el jugador identifique posibles enfermedades comparando las coincidencias de síntomas y causas anotadas, lo que ayuda en la toma de decisiones diagnósticas.

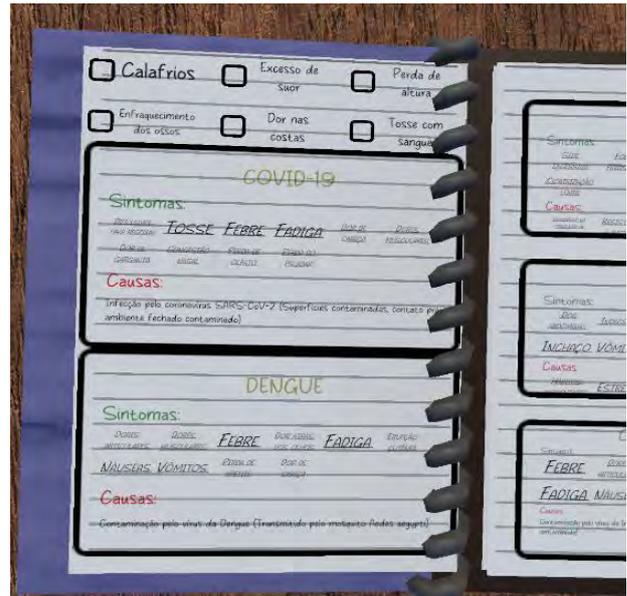


Figura 5: Informaciones de síntomas y enfermedades en el cuaderno auxiliar del jugador. Fuente: Código fuente de los mismos autores

#### 4. Perspectivas futuras

La propuesta y el alcance de este proyecto se centraron principalmente en el desarrollo inicial del juego, cumpliendo con los objetivos fundamentales establecidos en el marco de una Iniciación Tecnológica. Dado el tiempo limitado característico de este tipo de proyectos, no fue posible realizar pruebas más amplias en relación con la usabilidad ni profundizar en mecanismos que pudieran ampliar significativamente su potencial como herramienta de Orientación Vocacional y Profesional (OVP). Sin embargo, el juego ha sido diseñado de forma que permite futuras ampliaciones de manera sencilla, mediante la inclusión de nuevos diálogos, interacciones y acciones que pueden incrementar su eficacia y alcance en esta área.

Como paso siguiente, se recomienda llevar a cabo una evaluación más detallada y exhaustiva con usuarios reales, de modo que se puedan identificar aspectos específicos de mejora y optimización. Esta evaluación permitirá abordar con mayor profundidad la experiencia de usuario y los elementos que potencialmente refuercen la utilidad del juego como una herramienta educativa y de orientación profesional, maximizando así su efectividad en contextos de capacitación y desarrollo vocacional.

El prototipo presentado en este artículo constituye así una versión inicial del juego desarrollado en el marco del proyecto de Iniciación Tecnológica. Se han identificado mejoras a implementar, especialmente en aspectos de usabilidad, ya que algunas interacciones mediante los controles no resultan tan efectivas o naturales para el jugador.

De forma complementaria, se contempla la identificación de nuevos requisitos y propuestas de mejora, para lo cual se

plantea como siguiente paso el testeo ampliado con usuarios reales. Este proceso permitirá recopilar datos valiosos que orienten la evolución del juego de forma informada y centrada en la experiencia del usuario.

Asimismo, se sugiere una expansión a través de la integración con herramientas de Inteligencia Artificial (IA) que enriquezcan la interacción del jugador. Estas herramientas podrían generar diálogos dinámicos y situaciones desafiantes, proporcionando una experiencia más personalizada y estimulante.

Por otro lado, este proyecto cuenta con un gran potencial, dado que los mecanismos ya implementados permiten su aplicación

no solo como un juego serio de Orientación Vocacional y Profesional (OVP), sino también como una herramienta de capacitación adaptable para diversos equipos de trabajo. Este enfoque proporciona un entorno inmersivo que posibilita la incorporación de situaciones específicas y personalizadas para la formación profesional, contribuyendo así a la preparación de los usuarios para escenarios complejos y realistas.

## Referencias

---

- Aureliano Jr., M. J., Mendonça, D. C. M., & Leite, A. P. M. (2019). Uso da realidade virtual e da realidade aumentada como ferramentas para aprendizagem. In 2ª Jornada de Linguagens, Tecnologia e Ensino, Timóteo: CEFET-MG, 115-122.
- Biggs, J., & Tang, C. (2011). *Teaching for quality learning at university*. McGraw-Hill Education (UK).
- Boundless Dynamics, LLC. (n.d.). VTOL VR. Disponível em: <https://vtolvr.bdynamicstudio.com/>. Acesso em 5 de setembro de 2024.
- Costa, L. D. (2009). O que os jogos de entretenimento têm que os jogos educativos não têm. In VIII Brazilian Symposium on Games and Digital Entertainment, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. Rio de Janeiro: SBGAMES.
- Fortune Business Insights. (n.d.). Virtual Reality Market. Disponível em: <https://www.fortunebusinessinsights.com/industry-reports/virtual-reality-market-101378>.
- Gati, I., & Saka, N. (2001). High school students' career-related decision-making difficulties. *Journal of Counseling & Development*, 79(1), 61-71.
- Oliveira, F. K. (2020). Uma experiência de orientação profissional com jogos por meio do GamFique. In 31º Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE), Online. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 511-521.
- Owlchemy Labs. (n.d.). Job Simulator. Disponível em: <https://jobsimulatorgame.com/>. Acesso em 5 de setembro de 2024.
- Prince, M. (2004). Does active learning work? A review of the research. *Journal of Engineering Education*, 93(3), 223-231.
- Ribeiro, M. A., & Silva, L. L. M. (2016). *Compêndio de orientação profissional e de carreira: enfoques teóricos contemporâneos e modelos de intervenção* (1ª ed.). São Paulo: Vetor.
- Sutherland, I. E. (1965). *The ultimate display*.
- TinyBuild Games, Bossa Studios Limited. (n.d.). Surgeon Simulator: Experience Reality. Disponível em: <https://www.meta.com/pt-pt/experiences/pcvr/1014328505355842/>. Acesso em 5 de setembro de 2024.
- Vieira, J. D. A., et al. (2020). Evasão nos cursos superiores de tecnologia. *SENPE-Seminário Nacional de Pesquisa em Educação*, 3(1).