INTERACCION

Revista Digital de AIPO

Asociación Interacción Persona-Ordenador

Vol. 4, No 2 (2023)

INTERACCION
Revista Digital de AIPO
Asociación Interacción Persona-Ordenador
Vol. 4, No 2 (2023)
ISSN 2695-6578

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: 2023

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 Martinez Plasencia, University College London

Gonzalo Méndez, Universidad Complutense de Madrid

Fernando Moreira, Universida de Portucalense

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

INTERACCION
Revista Digital de AIPO
Asociación Interacción Persona-Ordenador
Vol. 4, No 2 (2023)
ISSN 2695-6578

Revisores adicionales en este número

Juan Enrique Garrido, Universitat de Lleida (España)

Ferran Lega Lladós, Universitat de Lleida (España)

Afra Pascual, Universitat de Lleida (España)

Monserrat Sendín Veloso, Universitat de Lleida (España)

Mercè Teixidó Cairol, Universitat de Lleida (España)

INTERACCION
Revista Digital de AIPO
Asociación Interacción Persona-Ordenador
Vol. 4, No 2 (2023)
ISSN 2695-6578

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 4, Número 2:

Este número se centra en una Sección Especial dedicada a una selección de trabajos del XXIII Congreso Internacional de Interacción Persona-Ordenador que tuvo lugar en Lleida del 4 al 6 de septiembre del 2023. Se presentan siete artículos extendidos cuyas temáticas de investigación abarcan desde sistemas interactivos para salud y bienestar como sistemas dirigidos a personas con discapacidad. Los editores invitados de esta Sección Especial son Sergio Sayago y Manel Díaz de la Universitat de Lleida.

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

INTERACCION
Revista Digital de AIPO
Asociación Interacción Persona-Ordenador
Vol. 4, No 2 (2023)
ISSN 2695-6578

Tabla de contenidos

Sección Especial: Interacción 2023 6

Editorial Interacción 2023

Sergio Sayago y Manel Díaz 7

Hacia una Metodología de Evaluación de la Experiencia del Consumidor de Información

María Paz Godoy, Cristian Rusu y Toni Granollers 9

Diseño de Aplicaciones mHealth Dirigidas a la Monitorización y Seguimiento de Pacientes Oncológicos Mayores

Julia Morer, Raquel Lacuesta y Ana Ferrer 19

Un Modelo de Objetivos de Aprendizaje y una Metodología basados en Tutoriales para el Entrenamiento en Escenarios de Emergencia Radiológica

Alejandro Villar Rubio y Carlos León 33

Diseño y Evaluación de una Experiencia Conversacional con un Asistente Virtual para Usuarios Sordos

Ana Julia de Oliveira y Tobias Mulling 42

Arte Interactivo desde la Danza para Estimular la Expresión Personal en Jóvenes con TEA

Nicolás Araya, Javier Gomez y Germán Montoro 51

i-Teddy: Exploración de la Robótica Terapéutica a Través de la Terapia con Muñecos para Mejorar la Interacción Humana

Ana B. Gil-González, Sergio Márquez Sánchez y Juan Manuel Corchado 59

Propuesta de un Gamepad para Sensar Movimientos del Jugador y su Integración a un Exergame

Aldana del Gener, Cecilia Sanz y Luciano Iglesias 68

INTERACCION
Revista Digital de AIPO
Asociación Interacción Persona-Ordenador
Vol. 4, No 2 (2023)
ISSN 2695-6578

.

Sección Especial: Interacción 2023

INTERACCION
Revista Digital de AIPO
Asociación Interacción Persona-Ordenador
Vol. 4, No 2 (2023)
ISSN 2695-6578

Editorial Interacción 2023

La XXIII edición del Congreso Internacional de Interacción Persona-Ordenador, INTERACCIÓN 2023, se celebró en Lleida durante los días 4, 5 y 6 de septiembre, en los campus de Cappont e Igualada de la Universitat de Lleida.

En este congreso, promovido por la Asociación Interacción Persona-Ordenador (AIPO) y por el capítulo español de ACM SIGCHI (Special Interest Group on Computer-Human Interaction, CHISPA), ha sido organizado por el grupo GRIHO (Grupo de Investigación en Interacción Humano-Ordenador) de la Escuela Politécnica Superior de la Universitat de Lleida.

En esta edición especial se presenta una selección de seis artículos cortos originales, aceptados y presentados durante la celebración de INTERACCIÓN 2023. Se decidió dar más visibilidad a los artículos cortos porque representan investigación incipiente con potencial para generar futuras investigaciones y discusión. Las temáticas de los seis artículos presentados en esta edición especial son esenciales actualmente para el uso de la tecnología por parte del mayor número de personas posible, objetivo principal de nuestra disciplina. En concreto, estas temáticas son; Evaluación de la Experiencia de Usuario, Realidad Virtual y Aprendizaje y Bienestar y Mejora de la Calidad de Vida. En este último apartado, los artículos presentados están relacionados con asistentes virtuales y accesibilidad, arte interactivo para usuarios con autismo y robótica terapéutica.

En cuanto a la evaluación de la experiencia de usuario, los autores María Paz Godoy, Cristian Rusu y Toni Granollers de la Universidad de Valparaiso en Chile y la Universitat de Lleida, en su artículo “Hacia una Metodología de Evaluación de la Experiencia del Consumidor de Información”, presentan una metodología estructurada para la evaluación de la experiencia del consumidor de información en organizaciones, compuesta de una serie de etapas y aplicables a organizaciones que gestionen una gran demanda de información

Por otro lado, dentro del ámbito de la realidad virtual, Alejandro Villar y Carlos León de la Universidad Complutense de Madrid, presentan el su artículo “Un modelo de objetivos de aprendizaje y una metodología basados en tutoriales para el entrenamiento en escenarios de emergencia radiológica” una metodología y un modelo de representación de objetivos de aprendizaje basados en técnicas de tutoriales interactivos para una situación de emergencia radiológica, representada en un entorno virtual. Se evalúa la eficiencia del sistema mediante la medición del rendimiento del usuario en una emergencia radiológica simulada

En el ámbito de la tecnología aplicada al bienestar y la mejora de la calidad de vida, Julia Morer, Raquel Lacuesta y Ana Ferrer, de la Universidad de Zaragoza y el Servicio Aragonés de Salud, presentan “Diseño de aplicaciones mHealth dirigidas a la monitorización y seguimiento de pacientes oncológicos mayores”, donde se destaca el creciente potencial de las estrategias digitales en servicios de salud, como eHealth y mHealth. En concreto, el estudio se centra en la mejora de un entorno digital dirigido a mejorar el seguimiento y bienestar de pacientes oncológicos mayores

Siguiendo con la misma temática, Ana Julia de Oliveira y Tobias Mulling de la Universidad Federal de Pelotas, en Brasil, presentan el artículo titulado “Diseño y evaluación de una experiencia conversacional con un asistente virtual para usuarios sordos”, donde mediante el uso de un asistente virtual, se brinda una interacción a través de gestos en el aire representando una comunicación en la Lengua Brasileña de Señas (LIBRAS) y retroalimentación gráfica, ofreciendo a las personas sordas una mayor independencia y acceso a información y servicios

Así mismo, Aldana del Gener, Cecilia Sanz y Luciano Iglesias, de la Universidad Nacional de La Plata en Argentina, presentan el artículo titulado “Propuesta de un gamepad para sensar movimientos del jugador y su integración a un exergame”. En este artículo, los autores presentan el desarrollo de un prototipo de controlador de videojuegos con la capacidad para obtener datos del movimiento del jugador, para ser integrado en un exergame. Además, realizan el análisis de usabilidad y experiencia de usuario de “Capitán Aldana”, un exergame creado por los propios autores

También relacionado con la temática de la accesibilidad y la mejora de la calidad de vida, Nicolás Araya Quintar de la Universidad Autónoma de Madrid, presenta el trabajo titulado “Arte interactivo desde la danza para estimular la expresión personal en jóvenes con TEA”. En este artículo se plantean las bases para el desarrollo y la evaluación de una herramienta interactiva par incentivar la expresión corporal en niños con Trastorno del Espectro Autista (TEA), con el fin de servir de herramienta terapéutica para los niños con TEA

El último de los artículos presentados también se enmarca en el ámbito de la mejora de la calidad de vida y el bienestar de las personas. Ana Belén Gil González, Sergio Márquez y Juan Manuel Corchado, de la Universidad de Salamanca, presentan el artículo “i-Teddy: Exploración de la Robótica Terapéutica a Través de la Terapia con Muñecos para Mejorar la Interacción Humana”. En él se describe un prototipo de muñeco terapéutico que incorpora diferentes elementos de sensorización que permite abordar diferentes patologías en la

Vol. 4, No 2 (2023)
ISSN 2695-6578

aplicación de terapias no farmacológicas. Con el prototipo desarrollado se demuestra que se pueden aplicar este tipo de terapias uniendo los campos de la robótica terapéutica, la muñecoterapia y la computación afectiva.

Finalmente, los editores queremos expresar nuestro profundo agradecimiento a los autores y a los revisores de los artículos presentados en esta edición especial de la revista Interacción, por su trabajo orientado a la divulgación de artículos de calidad dentro de la disciplina de la interacción persona-ordenador. Así mismo, también queremos agradecer a las editoras de la revista, la publicación de este número especial con una muestra de los trabajos presentados en INTERACCIÓN 2023, y a los patrocinadores y colaboradores del congreso.

Sergio Sayago

Manel Díaz
Editores invitados

INTERACCION
Revista Digital de AIPO
Asociación Interacción Persona-Ordenador
Vol. 4, No 2 (2023)
ISSN 2695-6578

Hacia una Metodología de Evaluación de la Experiencia del Consumidor de Información

Towards a Methodology for Evaluating the Information Consumer Experience

María Paz Godoy
Universidad de Valparaíso
Valparaíso, Chile
mariapaz.godoy@uv.cl

Cristian Rusu
Pontificia Universidad Católica de Valparaíso
Valparaíso, Chile
cristian.rusu@pucv.cl

Toni Granollers
Universidad Lleida
Lleida, España
toni.granollers@udl.cat

Recibido: 04.10.2023 | Aceptado: 04.12.2023
DOI: https://doi.org/10.65234/interaccion.94

Palabras Clave

Experiencia del Consumidor de Información

Experiencia del Cliente

Metodología de Evaluación

Resumen

La información es uno de los bienes más preciados para las organizaciones en la búsqueda de ganar ventajas competitivas frente a sus competidores. Actualmente, el uso de información organizacional permite identificar las preferencias de los clientes, mejorar procesos internos, entre otros beneficios. Si bien el consumo de información se ha estudiado en la literatura, la Experiencia del Consumidor de Información (ICX) carece de una metodología formal para su evaluación. En este sentido, este estudio presenta una metodología estructurada para la evaluación de ICX en organizaciones, como una iteración del trabajo desarrollado previamente por los autores. Esta metodología se compone de tres etapas: Caracterización, Experimentación y Análisis. En la etapa de Caracterización para realizar un análisis exploratorio de los consumidores y proveedores de información de la organización. La etapa de Experimentación se enfoca aplicar instrumentos cualitativos y cuantitativos para recopilar información acerca de la percepción de los consumidores. Mientras que en la etapa de Análisis se procesan dicha información para generar métricas de evaluación. Esta metodología representa el primer enfoque formal para evaluar la ICX, aplicable en cualquier tipo de organización que gestione una gran demanda de información, a fin de evaluar la experiencia de los consumidores y ofrecer recomendaciones para su mejora.

Keywords

Information Consumer Experience

Customer Experience

Evaluation Methodology

Abstract

Information is one of the most valuable assets for organizations striving to gain a competitive edge over their rivals. Currently, the use of organizational information enables the identification of customer preferences, the enhancement of internal processes, and various other benefits. While information consumption has been studied in the literature, the field of Information Consumer Experience (ICX) lacks a formal methodology for its evaluation. In this regard, this study introduces a structured methodology for ICX assessment within organizations, building upon previous work by the authors. This methodology consists of three stages: Characterization, Experimentation, and Analysis. The Characterization stage involves an exploratory analysis of information consumers and providers within the organization. The Experimentation stage employs both qualitative and quantitative instruments to collect information regarding consumer perceptions. Finally, in the Analysis stage, the gathered information is processed to generate evaluation metrics. This methodology represents the initial formal approach to evaluate ICX, applicable to any organization dealing with substantial information demands. Its primary goal is to assess the information consumer experience and offer recommendations for improvement.

1. Introducción

El acceso a información y herramientas para la gestión y difusión de información en las organizaciones modernas es fundamental para que los empleados puedan desempeñar satisfactoriamente sus tareas y tomar mejores decisiones (Ganeshan, 2020). Para facilitar esto, las organizaciones a menudo establecen departamentos de informática o analítica encargados de recopilar, almacenar y proporcionar acceso a datos e información (Strong, 1997). Estos departamentos ofrecen diversas herramientas y servicios relacionados con la información, como sistemas de reportería, sistemas de gestión de datos, herramientas de análisis y servicios de visualización de datos. Estas herramientas permiten a los empleados de diferentes departamentos acceder y utilizar la información de forma rápida y oportuna (Rowley, 1998).

Tradicionalmente, la literatura se ha centrado en la satisfacción del usuario que utiliza un sistema de información en particular (Pigg et al, 2017), proponiéndose una gran variedad de heurísticas de usabilidad (Quiñones & Rusu, 2017), pruebas de software (Kashfi et al, 2017), pruebas de accesibilidad (Petrie & Bevan, 2009), hasta encuestas y otros instrumentos de análisis de la percepción de los usuarios (Díaz-Oreiro et al, 2019). Sin embargo, en un contexto de trabajo al interior de una organización, estos usuarios interactúan con múltiples sistemas o servicios de información para realizar sus labores diarias. En este sentido, el análisis de un sistema en particular no es una herramienta suficiente para analizar la experiencia de la persona, que se ve influenciada por otros sistemas y factores que afectan su percepción acerca de cómo se usa la información en la organización.

Además de la interacción con múltiples sistemas de información, también existen otros factores que pueden influenciar la experiencia de los consumidores de información, factores relacionados a la calidad de los datos entregados por la organización tales como precisión, completitud u oportunidad (Zarraga-Rodriguez & Alvarez, 2015). También existen factores relacionados con el contexto laboral en la organización, tales como, políticas de uso de tecnología, políticas de uso de los equipos y normas de ejecución de tareas (Klesel et al, 2015), también reglas relacionadas con la autoridad, Nivel jerárquico, y responsabilidad del personal (Meske et al, 2020).

Por otra parte, también se han señalado factores asociados a las relaciones sociales en el contexto organizacional, tales como la actividad de comunicación y niveles jerárquicos (Meske et al, 2020), calidad de vida laboral (Ishak & Azizan, 2021)(Alwis et al, 2022), oportunidades de amistad (Goetz et al, 2020) y nivel de experiencia (Kabicher-Fuchs et al, 2013). Desde el punto de vista interno del consumidor, se han identificado factores tales como el nivel de acceso y exposición a la información (Oldham & Silva, 2015), distancia de poder (Meske et al, 2020), habilidades de sociabilidad y dominancia (Ahmad et al, 2018), estrés (Kordsmeyer et al, 2018), comportamiento de resistencia al cambio (Laumer et al, 2016), autosuficiencia (Zaza & Junglas, 2016), entre otros.

Esta diversidad de factores requiere de un enfoque amplio que los integre y permita evaluar a cabalidad el fenómeno de consumo de información. Por este motivo, en el presente estudio se propone una segunda iteración de una metodología preliminar para el análisis y evaluación de la Experiencia del Consumidor (ICX), que permita evaluar de forma integral todos los aspectos que pudiesen afectar la experiencia del consumo de información la Experiencia del Consumidor de Información (ICX).

El concepto de ICX se fundamenta en la Experiencia del Cliente (CX), por lo que tanto su enfoque, como muchos de los métodos e instrumentos de evaluación de CX pueden ser adaptados para su aplicación en ICX. En este sentido, la metodología propuesta tiene como objetivo analizar las necesidades, dificultades y beneficios de los consumidores de información y evaluar su experiencia con diferentes recursos informativos, abarcando todos los aspectos del manejo de la información dentro de una organización.

Las secciones posteriores del estudio profundizan en conceptos fundamentales relacionados con ICX, investigaciones previas sobre la evaluación del consumo de información y la presentación de la metodología preliminar de evaluación de ICX. El estudio concluye resumiendo sus hallazgos clave.

2. Antecedentes Teóricos

En esta sección, se exponen una serie de conceptos fundamentales que son utilizados posteriormente en la propuesta de Metodología para Evaluar la Experiencia del Consumidor de Información (ICX). Estos conceptos se hallan asociados a las distintas etapas de la metodología.

En esta sección, se exponen una serie de conceptos fundamentales que son utilizados posteriormente en la propuesta de Metodología para Evaluar la Experiencia del Consumidor de Información (ICX). Estos conceptos se hallan asociados a las distintas etapas de la metodología.

2.1 Experiencia del Cliente (CX)

A pesar de la popularidad del enfoque de Experiencia del Cliente (CX) en la literatura, no existe aún una definición estandarizada. CX se refiere a la percepción del cliente, originada por sus interacciones con productos, sistemas y servicios de una marca (Lemon & Verhoef, 2016). Esta percepción se divide en seis dimensiones (Gentile et al, 2007): Emocional, Sensorial, Cognitiva, Pragmática, Estilo de Vida y Relacional. Estas interacciones se llaman Puntos de Contacto y describen el recorrido del cliente basado en dichas interacciones antes, durante y después del consumo de un producto o servicio. En este trabajo, definimos el concepto de Experiencia del Consumidor de Información (ICX) como una

extensión de CX, donde los consumidores de información difieren de los clientes en función del alcance de los productos o servicios con los que pueden interactuar. Los consumidores de información solo interactúan con productos, sistemas o servicios de información, mientras que los clientes pueden interactuar con cualquier tipo de productos, sistemas y servicios.

2.2 Experiencia del Consumidor de Información (ICX)

La Experiencia del Consumidor de Información (ICX) estudia las interacciones en las cuales, en un contexto organizacional, los trabajadores que consumen información provista por la organización interactúan diversos productos, sistemas y servicios de información (Godoy et al, 2022). Estas interacciones incluyen actividades tales como el uso de información en alguna labor específica (reportes, informes, toma de decisión, entre otras), la generación de datos, el intercambio de información entre departamentos, la colaboración en equipo y la toma de decisiones. Esta diversa variedad de interacciones representa entonces puntos de contacto entre los trabajadores y todos los productos, sistemas y servicios de información provistos por la organización. De esta manera, ICX puede extenderse como una extensión de CX aplicada a un contexto específico organizacional, en la cual se pueden utilizar los métodos de instrumentos de evaluación de CX, adaptados al contexto específico de ICX.

2.3 Mapa del Viaje del Cliente

En el ámbito de CX, esta herramienta basa su funcionamiento a través de las interacciones de que los clientes desarrollan con uno o varios productos. El medio o lugar donde tienen lugar estas interacciones se denominan puntos de contacto (Temkin, 2010), los cuales son componentes esenciales en la creación del Mapa del Viaje del Cliente (CJM). El CJM, por lo tanto, es una herramienta estratégica que permite visualizar la CX en una empresa de manera gráfica, identificando todos los puntos de contacto, junto con sus canales, expectativas y emociones asociadas durante la interacción del cliente (Temkin, 2010). Aunque no existe una definición única de la estructura del CJM, (Marquez et al, 2015) establece cuatro elementos clave del CJM: Persona, Puntos de Contacto, Canales y Emociones. El Mapa se rige como una herramienta crucial para comprender la CX y cómo los clientes perciben el conjunto de puntos de contacto de la empresa. Agregar referencia.

2.4 Calidad de Datos

En una organización los procesos de producción y almacenamiento de datos se destacan tres roles claves: los productores de información, los responsables de la gestión y seguridad de la información y los consumidores de información. En un contexto organizacional, se define la calidad de la información como un conjunto de características que determinan su aptitud para su uso por parte de los consumidores de información, con especial énfasis en su utilidad y usabilidad. Las características de calidad de datos se distribuyen en cuatro categorías: intrínsecas, de accesibilidad, contextuales y representacionales (Strong et al, 1997).

Respecto a la calidad de datos Intrínseca, se ha definido características como la precisión, objetividad, credibilidad y reputación de los datos. La calidad de datos de accesibilidad contempla características como accesibilidad y seguridad de Acceso. Por otra parte, la calidad de datos contextual involucra características como la relevancia, valor agregado, oportunidad, completitud y cantidad de datos. Mientras que la calidad de datos representacional incluye la interpretabilidad, facilidad de comprensión, calidad de representación concisa y a representación coherente de la información

3. Trabajos Relacionados

En la literatura, se han abordado diversas investigaciones relacionadas con el consumo de información dentro de las organizaciones utilizando enfoques variados. Uno de estos enfoques se ha centrado en analizar las dimensiones propuestas en el modelo de éxito de sistemas de información (DeLone & Mclean, 2018). Además, se ha investigado cómo la satisfacción del usuario impacta en la utilización de sistemas de información, mediante el análisis de factores relacionados con el uso del sistema, la calidad del sistema, la calidad de la información y el rendimiento del usuario (Igbaria & Tan, 1997).

En cuanto a la calidad de la información, varios autores han ofrecido diferentes definiciones de este concepto, destacando atributos como utilidad, actualidad y precisión (Rieh, 2002). En una etapa posterior, (Azemi et al, 2018) abordó la calidad de la información desde la perspectiva de mejorar la toma de decisiones. Por otro lado, bajo un enfoque de información auditada, (Lim et al, 2018) exploró la generación de valor a través del uso de servicios ricos en datos e identificó nueve factores clave que caracterizan esta generación de valor. También se ha evaluado otro enfoque para abordar el consumo de información en una organización, enfocándose en la Gestión de Información Personal (PIM) (Peters, 2021).

Otros autores (Hepworth, 1992) han analizado las necesidades de los consumidores de información en el diseño de herramientas de software relacionadas con la gestión de la información y sistemas de archivo, mientras que (Stone et al, 2007) examinó los impactos percibidos del uso de tecnología de la información en el desempeño de la organización de marketing de la empresa. Además, algunos estudios se han centrado en la experiencia de los empleados en diversos tipos de trabajos, incluidos aquellos no basados en información (Vasilieva & Tochilkina, 2020), así como en la gestión y compartición de información dentro de las organizaciones (Gunadham & Thammakoranonta, 2019) (Meske et al, 2020). Además, se han abordado temas de aceptación y éxito de

sistemas de información (Hepworth, 1992) (Hossain et al, 2021) (Molino et al ,2021).

La literatura ha utilizado diversos métodos de análisis y evaluación para enfoques relacionados con el consumo de información (Godoy et al, 2022). La mayoría de estos métodos se basan en la implementación de cuestionarios personalizados (Hossain et al, 2021) (Shamsi et al, 2021), diseñados para recopilar datos sobre las percepciones de los empleados o consumidores de información con respecto a construcciones o factores de medición específicos que pueden afectar esas percepciones. Estos cuestionarios suelen derivarse de instrumentos existentes como el Cuestionario ACRL (Wu, 2018), el Cuestionario WEISSR (Dorsey et al, 2016) y la Encuesta de Satisfacción Laboral (Dhamija et al, 2018), entre otros. Tras la recopilación de datos, se han empleado diversas técnicas estadísticas, como la regresión múltiple y jerárquica, PLS, SEM y modelado LGM, para validar los enfoques de los autores y determinar métricas y correlaciones de percepciones (Hossain et al, 2021) (Shamsi et al, 2021).

Estos enfoques son ampliamente aceptados debido a su capacidad de adaptación a organizaciones específicas, departamentos y muestras de consumidores. En contraste, otros métodos, como el Análisis de Redes Sociales (Fabbri et al, 2019) y la modelización teórica (Pigg et al, 2017), carecen de la misma flexibilidad. Sin embargo, debido a la diversidad de métodos personalizados, construcciones y factores empleados, es necesario validar la robustez de estos métodos a través de enfoques complementarios. Con este fin, se han utilizado alternativas como entrevistas semiestructuradas y abiertas (Gunadham & Thammakoranonta, 2019) (Klesel et al, 2015) (Malik et al, 2021), que ofrecen una perspectiva complementaria al proporcionar explicaciones y arrojar luz sobre las causas subyacentes de los resultados cuantitativos.

4. Metodología de Evaluación ICX

En esta sección se presentará la metodología con su estructura y las dependencias que existen a través de sus distintas etapas, subetapas y tareas que la componen.

4.1. Presentación de la Metodología

Como propuesta presentamos una metodología para formalizar el proceso de evaluación de la Experiencia del Consumidor de Información (ICX) dentro de la organización. Esta metodología ha sido inspirada en sus primeras versiones de acuerdo con trabajos previos realizados (Godoy et al, 2023). Con el fin de abordar la evaluación de ICX, proponemos tres etapas secuenciales, que a su ves está compuesta por subetapas secuenciales y que están interconectadas entre sí con distintas etapas del proceso de evaluación. Todas las tareas de evaluación involucradas en cada etapa se pueden observar en la Figura 1.

I. Etapa de Caracterización

El propósito de la Etapa de Caracterización es llevar a cabo un diagnóstico exploratorio con el fin de analizar la organización, sus consumidores de información y proveedores de información. Esta etapa se divide en tres subetapas. En la primera subetapa, denominada “Planificación”, se realizan cuatro tareas para seleccionar y elegir la información de cuatro elementos fundamentales que se utilizarán en etapas posteriores: los departamentos consumidores de información (que pueden incluir toda la organización), los proveedores de información, los participantes (muestra) y los productos, sistemas o servicios de información. Luego, en la segunda subetapa, llamada "Recolección de Datos Preliminares", se aplica un instrumento de recopilación de datos que incluye una entrevista y un cuestionario personalizado con el objetivo de obtener información preliminar acerca de la percepción de los consumidores. Finalmente, en la tercera subetapa, denominada "Exploración del Comportamiento del Consumidor", se realiza un diagnóstico del comportamiento, identificando las necesidades y perfiles de los consumidores y generando una versión preliminar del mapa del viaje del cliente.

- **1. Subetapa de Planificación**
  - **1A. Identificar a los Consumidores:** El propósito de esta tarea es identificar los a los consumidores de información dentro de la organización.
  - **1B. Identificar a los Proveedores de Información:** El objetivo de esta tarea es identificar los departamentos proveedores de información dentro de la organización, niveles o personas que se dedican a proporcionar información al resto de la organización.
  - **1C. Seleccionar Participantes** En esta tarea, se debe definir y seleccionar a los consumidores y proveedores de información que participarán en los experimentos programados para las próximas etapas de la metodología. Se sugiere enfáticamente la inclusión de una variada y sustancial cantidad de participantes, garantizando, al menos, la representación de los distintos departamentos de la organización. Esto se realiza con el propósito de obtener una representación más completa de los actores involucrados en el proceso.
  - **1D. Selección de Productos, Sistemas o Servicios de Información** El objetivo de esta tarea es seleccionar los productos, sistemas o servicios de información que se utilizan dentro de la organización para consumir información. Se recomienda abarcar un número razonable de productos, sistemas o servicios para realizar un análisis a nivel organizacional completo.



.

Figura 1: Propuesta de Metodología de Evaluación de la Experiencia del Consumidor

- **2. Recolección de Datos Preliminares**
  - **2A. Entrevista Adaptada:** En esta tarea se aplica una entrevista adaptada a un subgrupo de participantes seleccionados en la etapa anterior de caracterización. Basándonos en ciertas características de la organización, de acuerdo con la identificación de sus consumidores y proveedores de información
  - **2B. Encuesta Adaptada:** En esta tarea aplicamos una encuesta personalizada que se construye a partir de la información recopilada en las entrevistas realizadas en la tarea anterior. Aplicándose al 50% de los participantes seleccionados en la etapa anterior.
- **3. Exploración del Comportamiento del Consumidor**
  - **3A. Identificación de necesidades y perfiles de consumidores:** El propósito de esta tarea es explorar el comportamiento preliminar del consumidor de información, identificando las necesidades y perfiles de los consumidores de la organización. esto se debe realizar con la información recopilada en la subetapa "Recolección de Datos Preliminares."
  - **3B. Mapa Preliminar del viaje del Consumidor:** En esta tarea se debe elaborar una versión preliminar del mapa del viaje del consumidor (Temkin, 2010). Este instrumento nos permite representar la Experiencia del Consumidor de Información (ICX) en una empresa de manera gráfica, identificando todos los puntos de contacto junto con sus canales, expectativas y emociones asociadas durante las interacciones con el cliente.

II. Etapa de Experimentación

El objetivo de la segunda etapa, denominada etapa de experimentación es generar información a través de los diferentes instrumentos de recolección de datos de percepción, que se aplicarán en los distintos experimentos. Esta etapa se divide en tres subetapas, las cuales se pretende abordar las percepciones de los consumidores de información, proveedores y calidad de datos en la organización y finalmente la percepción de un panel de expertos. En primer lugar, esta etapa comienza con la subetapa llamada "Recolección de Datos de

Percepción", donde se pretende utilizar un instrumento mixto cualitativo y cuantitativo para extraer información sobre las expectativas y percepciones de los consumidores. Posteriormente, en la subetapa denominada "Evaluación Proveedores de Información" se debe aplicar un instrumento cualitativo para extraer la percepción de los proveedores de información, además de realizar una evaluación a la calidad de los datos que tiene la organización. Finalmente, en la etapa "Evaluación de Expertos" se debe realizar una simulación de los procesos que un consumidor de información llevaría a cabo al interactuar con un sistema, producto o servicios en la organización.

- **4. Recolección de Datos de Percepción del Consumidor**
  - **4A. Instrumento mixto cualitativo y cuantitativo:** A partir de los dos instrumentos aplicados en la subetapa de "Recolección de Datos Preliminares", se explorará una adaptación de instrumentos de ICX utilizados en la literatura con el fin de recopilar datos de expectativas y percepciones en diferentes dimensiones de medición de los consumidores de información, que estarían relacionadas con la subetapa de "Exploración del Comportamiento del Consumidor de información". Además, este instrumento incluirá preguntas abiertas para complementar la recopilación de datos cuantitativos con datos cualitativos obtenidos a partir de las explicaciones de los consumidores sobre sus expectativas, percepciones y opiniones sobre la experiencia de consumo de información.
- **5. Evaluación Proveedores de Información**
  - **5A. Instrumento Cualitativo:** En relación con la identificación de los proveedores de información, se plantea aplicar un instrumento cualitativo con el propósito de obtener una comprensión detallada del proceso de extracción de información y de la percepción que tienen los proveedores al respecto. Este enfoque cualitativo busca profundizar en aspectos específicos relacionados con la extracción de información, explorando las perspectivas, experiencias y opiniones de los proveedores de información en relación con dicho proceso.
  - **5B. Evaluación de Calidad de Datos:**
    Con base en los productos, sistemas o servicios identificados en la subetapa de Planificación, se plantea evaluar la calidad de los datos asociados a cada uno de estos productos, sistemas o servicios de manera individual.
    Su objetivo principal será proporcionar una métrica o indicador que refleje de manera precisa y detallada la integridad, exactitud y relevancia de los datos utilizados por cada uno de estos componentes dentro de la organización.

- **6. Evaluación de Expertos**
  - **6A. Recorrido Cognitivo:** A partir de los productos, sistemas o servicios identificados en la subetapa de 'Planificación' y los perfiles de consumidores identificados en la subetapa de 'Exploración del Comportamiento del Consumidor', se plantea la necesidad de llevar a cabo un proceso de simulación cognitiva por parte de expertos del área de CX. El objetivo de esta simulación es trazar el mismo recorrido que realiza un consumidor de información en un producto específico.
    Este ejercicio de simulación cognitiva implica que los expertos se adentren en la experiencia del consumidor, paso a paso, para comprender de manera profunda y detallada cómo interactúa un consumidor con un producto determinado.

III. Etapa de Análisis

El propósito de la tercera fase, denominada "Análisis", consiste en llevar a cabo una serie de análisis acerca del comportamiento y la percepción de los consumidores de información. Inicialmente, en la subetapa titulada "Análisis del Comportamiento", se elaborará un mapa de la trayectoria del cliente definitivo a partir de los datos recopilados en todas las etapas previas. A continuación, en la subetapa "Análisis de la Experiencia", se realizará un análisis cualitativo y cuantitativo basado en los instrumentos empleados durante la fase de "Experimentación". Por último, en la subetapa "Análisis de ICX", se desglosará en tres tareas fundamentales. En primer lugar, se llevará a cabo la integración de resultados, culminando en un informe de dicha tarea. Posteriormente, se generarán indicadores tanto para cada perfil de consumidor de información identificado en la subetapa "Exploración del Comportamiento del Consumidor", como un indicador global para la organización en su conjunto.

- **7. Análisis del Comportamiento**
  - **7A. Mapa del viaje del Consumidor:** Durante esta fase, se procede a la confección del mapa definitivo del recorrido del consumidor, estableciendo una comparación con su versión preliminar. Este mapa se construye tomando como base tanto la información previamente registrada en el mapa anterior como los datos recopilados durante la etapa de "Experimentación". El objetivo es determinar los puntos de contacto y analizar la experiencia de los consumidores de información. Cabe destacar que se debe elaborar un mapa específico para

cada perfil identificado en las fases anteriores del análisis.

- **8. Análisis de la experiencia**
  - **8A. Análisis cualitativo:** En esta tarea, se procederá a realizar un análisis cualitativo de los datos obtenidos a través del instrumento mixto de recopilación de datos, además del instrumento cualitativo aplicado a los proveedores. La información recopilada por ambos instrumentos será sometida a un análisis cualitativo. Para llevar a cabo esta evaluación, se examinará las respuestas utilizando algunos de los métodos aún por explorar en la literatura.
  - **8B. Análisis Cuantitativo:** En esta tarea se procederá a realizar un análisis cuantitativo de los datos recolectados a partir del instrumento mixto de recopilación de datos, que se aplicó durante la subetapa de "Recopilación de Datos de Percepción", como parte de la etapa de "Experimentación". Dicho análisis se llevará a cabo mediante la aplicación de una combinación de métodos estadísticos que se han utilizado previamente en la literatura (Parasuraman et al, 1998) (Shamsi et al, 2021) (Hossain et al, 2021).
- **9. Análisis ICX**
  - **9A. Integración de Resultados:** Con respecto a la Integración de Resultados, se procederá a la elaboración de un informe que incluirá un conjunto de recomendaciones basadas en el mapa definitivo del viaje del consumidor, la evaluación de expertos y los análisis efectuados en la subetapa "Análisis de la Experiencia". El propósito primordial de cada recomendación formulada se vincula con la atención de aspectos mal evaluados o la mejora de aquellos elementos bien evaluados en la experiencia de consumo de información. Este enfoque tiene como objetivo final la mejora de la experiencia de consumo de información en la organización.
  - **9B. Indicador ICX según perfil del consumidor:** Se anticipa la creación de un indicador para cada perfil de consumidor de información identificado en la subetapa "Exploración del Comportamiento del Consumidor" de la etapa de Planificación. Este indicador facilitará la evaluación de la experiencia en el consumo de información para cada perfil particular de consumidores de información. El propósito subyacente de este indicador es brindar un diagnóstico personalizado para un perfil específico de consumidores de información y llevar a cabo un análisis de sus necesidades particulares, así como de su nivel de satisfacción o insatisfacción con su experiencia actual.
  - **9C Indicador ICX de la Organización:** Se desarrollará un indicador de ICX a nivel organizacional mediante la consolidación de los diversos indicadores de Perfil del Consumidor. El objetivo principal es brindar un diagnóstico global de la experiencia de consumo de información en toda la organización o en la unidad específica objeto de estudio. Así como llevar a cabo un análisis de las necesidades generales y de las satisfacciones o desafíos experimentados por los miembros de la organización.

4.2. Relación de Dependencia

La estructura de la metodología propuesta, se establece un patrón en el cual algunas subetapas se dedican a la recopilación de información, mientras que otras se encargan de evaluar y analizar dicha información con el propósito de generar productos que servirán como insumos para otras subetapas. Esta disposición genera interdependencias entre las subetapas y tareas. Esta interdependencia entre los resultados de ciertas subetapas o tareas y la información de entrada requerida se encuentra documentada en la Tabla 1, donde se asocia cada código de subetapa o tarea con otra correspondiente (estos códigos se pueden ver en figura 1), donde se proporciona una explicación de la relación que existe entre ellas.

5. Conclusiones y Trabajos Futuros

En la literatura especializada, gran parte de los métodos que han abordado el tema del consumo de información dentro de una organización se han centrado en analizar y evaluar la interacción entre un solo consumidor de información y un sistema de información específico. Estos enfoques presentan una limitación importante al no considerar que los consumidores de información interactúan con otros consumidores y se desenvuelven en escenarios organizativos que comprenden el uso de una variedad de productos, sistemas o servicios de información provistos por la organización.

En este contexto, en nuestro trabajo hemos propuesto una metodología preliminar para la evaluación de la ICX. Esta metodología abarca todas las etapas y tareas fundamentales que deben llevarse a cabo para analizar y evaluar la ICX dentro de una organización. Además, hemos sugerido un conjunto inicial de instrumentos y métodos que están disponibles en la literatura y que podrían adaptarse para llevar a cabo esta evaluación de la ICX. Todos estos instrumentos tienen el propósito de mejorar el enfoque de análisis de la Experiencia del Consumidor (CX), desde el cual se desprende la definición de ICX.

En términos de proyectos futuros, planeamos perfeccionar y validar esta metodología de evaluación de ICX, incorporando más detalles relacionados con la recopilación y análisis de datos y la selección de instrumentos de evaluación a explorar. Esto nos permitirá definir la estructura de la primera metodología completa de evaluación de la ICX y su posterior validación experimental.

Tabla 1: Relación de dependencia entre las Tareas de la metodología propuesta

Tarea de Origen	Tarea Destino	Comentarios
1C	4A	Se debe aplicar el instrumento mixto de acuerdo con los participantes seleccionados en la tarea 1C, esto debido que se debe tener una representación fidedigna de la organización.
1A	1C	Se deben identificar los consumidores que tiene la organización en sus distintos niveles y departamentos para luego de acuerdo con lo identificado se seleccione a los participantes en una distribución representativa de la organización.
1B	1C	Se deben identificar los proveedores de información que cuenta la organización para luego de acuerdo con lo identificado se seleccione a los participantes en las etapas posteriores.
1C	5A	La selección de participantes realizada a los proveedores de información nos indicara a quien se de aplicar el instrumento cualitativo en la etapa 5A
1D	6A	De acuerdo con los productos, sistemas o servicios seleccionados se tendrá que realizar la evaluación de expertos a partir sólo de dichos productos.
3A	6A	La evaluación de expertos se tendrá que repetir de acuerdo por todos los perfiles de consumidores de información identificados de acuerdo con la interacción con los productos, sistemas o servicios.
1	2	La subetapa de planificación servirá para establecer con quien se debe trabajar en etapa siguiente con respecto a consumidores que se le aplicaran los instrumentos preliminares.
1D	5B	La selección de sistemas, productos o servicios nos servirá para evaluar la calidad de los datos que entregan dichas herramientas.
2	4A	Los instrumentos adaptados aplicados en la subetapa 2 se utilizarán para construir el instrumento mixto que se deberá aplicar en la subetapa 4.
2	3	La información recogida en la subetapa 2, incluyendo aplicación de ambos instrumentos serán de insumo relevante para llevar a cabo la exploración del comportamiento del consumidor de información.
3A	9B	La identificación de perfiles de consumidores servirá para establecer el indicador que se entregara por perfil anteriormente identificado.
3B	7A	El mapa del viaje del consumidor preliminar servirá como base para establecer comparaciones cuando se realice el mapa del viaje del consumidor definitivo.
4A	7A	El instrumento mixto aplicado se utilizará para modificar el CJM preliminar y establecer la versión definitiva.
4A	8	El instrumento aplicado servirá para los análisis posteriores tanto cuantitativo y cualitativo.
5A	8A	En instrumento cualitativo aplicado a los proveedores servirá como insumo para el análisis cualitativo realizado en la tarea 8A.
5B	9C	La evaluación que se realiza a la calidad de los datos servirá como insumo para establecer el indicador general ICX para la organización.
6A	9A	La evaluación de expertos servirá para realizar la integración de resultados con las percepciones capturadas en las etapas anteriores.
7A	9A	El mapa del viaje del consumidor definitivo servirá como insumo para realizar la integración de resultados.
8	9A	Los análisis realizados en la en la subetapa 8 servirá como insumo para la integración de los resultados.
8B	9B	El análisis cualitativo servirá para generar los indicadores ICX por perfil del consumidor.
9B	9C	Los indicadores generados por perfil de consumidor servirán como base para general el indicador global ICX para la organización.

.

Referencias

Ahmad, K. Z. B., Jasimuddin, S. M., & Kee, W. L. (2018). Organizational climate and job satisfaction: do employees' personalities matter? Management Decision, 56(2), 421–440. doi:10.1108/md-10-2016-0713

Azemi, N. A., Zaidi, H., & Hussin, N. (2018). Information quality in organization for better decision-making. International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences, 7(12). doi:10.6007/ijarbss/v7-i12/3624

De Alwis, S., Hernwall, P., & Adikaram, A. S. (2022). “It is ok to be interrupted; it is my job” – perceptions on technology-mediated work-life boundary experiences; a sociomaterial analysis. Qualitative Research in Organizations and Management An International Journal, 17(5), 108–134. doi:10.1108/qrom-01-2021-2084

DeLone, W. H., & McLean, E. R. (1992). Information systems success: The quest for the dependent variable. Information Systems Research : ISR, 3(1), 60–95. doi:10.1287/isre.3.1.60

Dhamija, P., Gupta, S., & Bag, S. (2019). Measuring of job satisfaction: the use of quality of work life factors. Benchmarking An International Journal, 26(3), 871–892. doi:10.1108/bij-06-2018-0155

Díaz-Oreiro, I., López, G., Quesada, L., & Guerrero, L. (2019). Standardized questionnaires for user experience evaluation: A systematic literature review. UCAml 2019, 14.

Dorsey, J., Kaye, M., Barratt, J., Biondi, J., Habrial, A., Lane, A., … Singletary, A. (2016). Using the WEIS-SR to evaluate employee perceptions of their college work environment. Work (Reading, Mass.), 54(1), 103–111. doi:10.3233/WOR-162281

Emran Hossain, M., Mahmud, I., & M Idrus, R. (2021). Modelling end users’ continuance intention to use information systems in academic settings: Expectation-confirmation and stress perspective. Interdisciplinary Journal of Information Knowledge and Management, 16, 371–395. doi:10.28945/4841

Fabbri, T., Mandreoli, F., Martoglia, R., & Scapolan, A. C. (2019, July). Employee attitudes and (digital) collaboration data: A preliminary analysis in the HRM field. 2019 28th International Conference on Computer Communication and Networks (ICCCN). Presented at the 2019 28th International Conference on Computer Communication and Networks (ICCCN), Valencia, Spain. doi:10.1109/icccn.2019.8846957

Ganeshan, M. K. C. (2020). Electronic Human Resource Management Practices And Employees Perception Towards Information Technology Industry. International Journal of Scientific Technology Research, 9, 86–90.

Gentile, C., Spiller, N., & Noci, G. (2007). How to sustain the customer experience:: An overview of experience components that co-create value with the customer. European Management Journal, 25(5), 395–410. (N.d.-b). doi:10.3390/app122412630,

Godoy, M. P., Rusu, C., & Ugalde, J. (2022). Information Consumer Experience: A Systematic Review. Applied Sciences, 12(24), 12630.

Godoy, M., Rusu, C., & Ugalde, J. (2023, July). A Preliminary Methodology for Information Consumer Experience Evaluation. In International Conference on Human-Computer Interaction (pp. 506-519). Cham: Springer Nature Switzerland.

Goetz, T. M., & Boehm, S. A. (2020). Am I outdated? The role of strengths use support and friendship opportunities for coping with technological insecurity. Computers in Human Behavior, 107, 106265.

Gunadham, T., & Thammakoranonta, N. (2019, June). Knowledge management systems functionalities enhancement in practice. Proceedings of the 5th International Conference on Frontiers of Educational Technologies. Presented at the ICFET 2019: The 5th International Conference on Frontiers of Educational Technologies, Beijing China. doi:10.1145/3338188.3338213

Hepworth, J. B., Vidgen, G. A., Griffin, E., & Woodward, T. (1992). Adopting an information management approach to the design and implementation of information systems. Health Services Management Research, 5(2), 115–122. doi:10.1177/095148489200500204

Igbaria, M., & Tan, M. (1997). The consequences of information technology acceptance on subsequent individual performance. Information & Management, 32(3), 113–121. doi:10.1016/s0378-7206(97)00006-2

Ishak, N., & Azizan, M. A. (2021, July). Efficiency management of quality working environment in construction industry. In AIP Conference Proceedings (Vol. 2347, No. 1). AIP Publishing.

Kabicher-Fuchs, S., Mangler, J., & Rinderle-Ma, S. (2013). Experience breeding in process-aware information systems. In Notes on Numerical Fluid Mechanics and Multidisciplinary Design. Notes on Numerical Fluid Mechanics and Multidisciplinary Design (pp. 594–609). doi:10.1007/978-3-642-38709-8_38

Kashfi, P., Nilsson, A., & Feldt, R. (2017). Integrating User eXperience practices into software development processes: implications of the UX characteristics. PeerJ Computer Science, 3, e130.

Klesel, M., Mokosch, G., & Niehaves, B. (2015). Putting flesh on the duality of structure: The case of it consumerization.

Kordsmeyer, A. C., Mette, J., Harth, V., & Mache, S. (2019). Job demands and resources in virtual teamwork. Zentralblatt für Arbeitsmedizin, Arbeitsschutz und Ergonomie, 69, 239-244.

Laumer, S., Maier, C., Eckhardt, A., & Weitzel, T. (2016). Work routines as an object of resistance during information systems implementations: Theoretical foundation and empirical evidence. European Journal of Information Systems, 25, 317-343.

Lemon, K. N., & Verhoef, P. C. (2016). Understanding customer experience throughout the customer journey. Journal of Marketing, 80(6), 69–96. doi:10.1509/jm.15.0420

Lim, C., Kim, K. H., Kim, M. J., Heo, J. Y., Kim, K. J., & Maglio, P. P. (2018). From data to value: A nine-factor framework for data-based value creation in informationintensive services. International Journal of Information Management, 39, 121–135.

Malik, N., Tripathi, S. N., Kar, A. K., & Gupta, S. (2022). Impact of artificial intelligence on employees working in industry 4.0 led organizations. International Journal of Manpower, 43(2), 334–354. doi:10.1108/ijm-03-2021-0173

Marquez, J. J., Downey, A., & Clement, R. (2015). Walking a mile in the user’s shoes: Customer journey mapping as a method to understanding the user experience. Internet Reference Services Quarterly, 20(3–4), 135–150. doi:10.1080/10875301.2015.1107000

Meske, C., Kissmer, T., & Stieglitz, S. (2020). Bridging formal barriers in digital work environments – Investigating technology-enabled interactions across organizational hierarchies. Telematics and Informatics, 48(101342), 101342. doi:10.1016/j.tele.2020.101342

Molino, M., Cortese, C. G., & Ghislieri, C. (2021). Technology acceptance and leadership 4.0: A Quali-quantitative study. International Journal of

Environmental Research and Public Health, 18(20), 10845. doi:10.3390/ijerph182010845

Oldham, G. R., & Da Silva, N. (2015). The impact of digital technology on the generation and implementation of creative ideas in the workplace. Computers in Human Behavior, 42, 5–11. doi:10.1016/j.chb.2013.10.041

Parasuraman, A. B. L. L., Zeithaml, V. A., & Berry, L. (1988). SERVQUAL: A multiple-item scale for measuring consumer perceptions of service quality. 1988, 64(1), 12-40.

Peters, R. (2001, March 31). Exploring the design space for personal information management tools. CHI '01 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems. Presented at the CHI01: Human Factors in Computing Systems, Seattle Washington. doi:10.1145/634067.634309

Petrie, H., & Bevan, N. (2009). The evaluation of accessibility, usability, and user experience. The universal access handbook, 1, 1-16.

Pigg, S., Lauren, B., & Keller, E. J. (2017, August 11). Designing for learning experiences. Proceedings of the 35th ACM International Conference on the Design of Communication. Presented at the SIGDOC '17: The 35th ACM International Conference on the Design of Communication, Halifax Nova Scotia Canada. doi:10.1145/3121113.3121127

Quiñones, D., & Rusu, C. (2017). How to develop usability heuristics: A systematic literature review. Computer standards & interfaces, 53, 89-122.

Rieh, S.-Y. (2002). Judgment decision, and choice in web searching behavior - information quality and cognitive authority -. Journal of the Korean Society for Library and Information Science, 36(2), 119–138. doi:10.4275/kslis.2002.36.2.119 (N.d.-c). doi:10.3390/ijerph182211888,

Rowley, J. (1998). Towards a framework for information management. International Journal of Information Management, 18(5), 359–369. doi:10.1016/s0268-4012(98)00025-5

Shamsi, M., Iakovleva, T., Olsen, E., & Bagozzi, R. P. (2021). Employees' work-related well-being during COVID-19 pandemic: An integrated perspective of technology acceptance model and JD-R theory. International Journal of Environmental Research and Public Health, 18(22), 11888. doi:10.3390/ijerph182211888

Stone, R. W., Good, D. J., & Baker-Eveleth, L. (2007). The impact of information technology on individual and firm marketing performance. Behaviour & Information Technology, 26(6), 465–482. doi:10.1080/01449290600571610

Strong, D. M., Lee, Y. W., & Wang, R. Y. (1997). Data quality in context. Communications of the ACM, 40(5), 103-110.

Temkin, B. D. (2010). Mapping the customer journey. Forrester Research, 3, 20.

Vasilieva, E., & Tochilkina, T. (2020). Design thinking and process transformation: Synergy of these approaches. In CEUR Workshop Proceedings.

Wu, M.-S. (2019). Information literacy, creativity and work performance. Information Development, 35(5), 676–687. doi:10.1177/0266666918781436.

Zarraga-Rodriguez, M., & Alvarez, M. J. (2015). Experience. ACM Journal of Data and Information Quality, 6(2–3), 1–14. doi:10.1145/2774223 (N.d.-a). doi:10.1063/5.0051520.

Zaza, I., & Junglas, I. IT Self-Service Engagement: A Theory of Trying Perspective.

INTERACCION
Revista Digital de AIPO
Asociación Interacción Persona-Ordenador
Vol. 4, No 2 (2023)
ISSN 2695-6578

Diseño de Aplicaciones mHealth Dirigidas a la Monitorización y Seguimiento de Pacientes Oncológicos Mayores

Evaluation and Redesign of a mHealth App aimed at Education, Wellbeing and Monitoring of Elderly Oncology Patients

Julia Morer
Universidad de Zaragoza y Escuela de Ingeniería y Arquitectura (EINA). España
718943@unizar.es

Raquel Lacuesta
Informática e Ingeniería de Sistemas. Universidad de Zaragoza e Instituto de Investigación en Ingeniería de Aragón (I3A). España
lacuesta@unizar.es

Ana Ferrer
Servicio Aragonés de Salud. Hospital Obispo Polanco. España
aiferrer@salud.aragon.es

Recibido: 14.10.2023 | Aceptado: 30.11.2023
DOI: https://doi.org/10.65234/interaccion.95

Palabras Clave

Salud digital
Usabilidad
Experiencia de usuario
Design Thinking
Bienestar de los pacientes oncológicos
Diseño centrado en el paciente oncológico mayor

Resumen

Las estrategias digitales dentro de los servicios de la salud son una realidad en desarrollo con alto potencial. Es a través de las tecnologías como la eHealth (electronic Health), o la específica mHealth (mobile Health), que se están popularizando medios dedicados al seguimiento y vía de contacto entre pacientes y profesionales de la salud. Este preludio ha sido el idóneo para centrar los objetivos del presente estudio, centrándonos en la mejora de un entorno digital para ayudar a mejorar el seguimiento y bienestar de pacientes oncológicos mayores. El presente estudio se centra en el rediseño y optimización de una primera conceptualización de un producto digital a través del uso de la metodología de Doble Diamante utilizada como soporte para el proceso de innovación.

El proceso de diseño utilizado en el desarrollo ha sido aquel que se centra en la perspectiva del usuario a través de un enfoque de Design Thinking, haciéndole partícipe del proceso de diseño y realizando de forma conjunta las evaluaciones correspondientes. Se presentan la evaluación realizada y los principios de diseño a considerar en el rediseño de esta misma. Estos principios servirán de guía para el desarrollo de otras aplicaciones de seguimiento mHealth para pacientes oncológicos mayores.

Keywords

mHealth
Usability
User experience
Design Thinking
Oncology patients' wellbeing
Elderly Oncology patients design center

Abstract

Digital strategies within healthcare services are a developing reality with high potential. It is through technologies such as eHealth (electronic Health), or the specific mHealth (mobile Health), that means dedicated to monitoring and contact between patients and health professionals are becoming popular. This prelude has been the ideal place to focus the objectives of this study, focusing on the improvement of a digital environment to help improve the monitoring and well-being of elderly cancer patients. The present study focuses on the redesign and optimization of a first conceptualization of a digital product through the use of the Double Diamond methodology used as a support for the innovation process.

The design process used in the development has been the one that focuses on the user's perspective through a Design Thinking approach, making the user participate in the design process and jointly performing the corresponding evaluations. The evaluation carried out and the design principles to be considered in the redesign are presented. These principles will serve as a guide for the development of other mHealth monitoring applications for elderly oncology patients.

1. Introducción

1.1 Marco contextual

La población mundial está envejeciendo rápidamente, ya que la gente vive más tiempo y la tasa de fertilidad disminuye (Robert et al., 2021) En España, según el INE, el Índice de Envejecimiento de la población tiene una proyección de aumento durante más de 25 años (INE, 2022). Actualmente, el grupo de edad de mayores de 65 años representa en España el 20,1% de la población. Estos índices no dejan de resaltar la necesidad de prestar atención a este grupo poblacional, ya que llegan a pasar una media de 9,4 horas del día siendo sedentarios (Harvey et al., 2013) y no cumplen las recomendaciones actuales de actividad. La idea de que el coaching de salud y bienestar, un proceso centrado en el paciente y basado en la teoría del cambio de comportamiento, ayudaría a los usuarios a alcanzar sus objetivos de estilo de vida y de forma física (Simmons & Wolever, 2013). Un cambio de hábitos en relación con la actividad física ha demostrado mejoras en enfermedades como cáncer, osteoporosis, diabetes de tipo 2, llegando a obtener resultados positivos en composición muscular y grasa, densidad ósea, bienestar cardiovascular, entre otros (Picón-Ruiz et al., 2017, Ferioli et al. 2018). Concretamente, en 2020 hubo 663.200 personas enfermas de cáncer en España (1,66% del total de la población de 15 años o más) (INE, 2022) destacando como un nicho de actuación con el que poder colaborar a medrar esta situación.

Además, la edad avanzada es el factor de riesgo más importante de cáncer. Se estima que en España se diagnosticarán más de 164.000 casos de cáncer en mayores de 65 años en este año 2023. Está previsto que en las próximas décadas se incremente sustancialmente el número de pacientes ancianos con cáncer. Esto supondrá un gran desafío para el sistema sanitario. El paciente anciano, y específicamente el paciente anciano con cáncer, es un perfil de paciente muy complejo dado que se trata de una población muy heterogénea. Los ancianos suelen llevar asociadas varias patologías, tienen con más frecuencia limitaciones funcionales o sensoriales y tienen más vulnerabilidad y fragilidad social. Todo esto hace que sea muy complicado el análisis de fragilidad específica de cada anciano para elegir un correspondiente y adecuado tratamiento contra el cáncer de acuerdo a dichas condiciones de fragilidad.

En la práctica clínica habitual se han desarrollado herramientas para realizar una Valoración Geriátrica Integral (VGI), como el test g8, permite evaluar de forma global todas las esferas a estos pacientes. Se trata de cuestionarios que se realizan al paciente en la consulta que analizan cuestiones como: nutrición, funcionalidad, memoria, apoyo social, enfermedades asociadas… Estas herramientas clínicas han demostrado que permiten detectar la fragilidad de los pacientes para evitar tratamientos agresivos y pacientes lo suficientemente robustos para soportar los tratamientos oncológicos. Sin embargo, esta herramienta g8 no está muy extendida debido a que pasar este cuestionario requiere mucho tiempo de consulta.

Pensamos que nuestra aplicación puede servir para optimizar el uso de escalas como el g8 en nuestros hospitales, ya que podría realizarse la entrevista previamente a la consulta, con lo que el facultativo podría disponer de toda la información contenida en el g8 y tomar mejores decisiones de tratamiento en cada paciente.

Para asegurar este cambio de hábitos existen muchas estrategias; las más exploradas y desarrolladas actualmente son las eHealth, o en específico mHealth. Cada vez son más los usuarios que utilizan aplicaciones móviles para conseguir cambios en su vida relacionados con su salud (Helf & Hlavac, 2016), convirtiendo a los teléfonos inteligentes en nuevas plataformas de distribución de las intervenciones sanitarias (Riley et al., 2011). Y aunque a los adultos mayores no se les considera usuarios comunes de aplicaciones, su representación en el uso de aplicaciones de salud está aumentando progresivamente (Smith, 2014), de forma paralela al envejecimiento de la población. Por tanto, las aplicaciones móviles se posicionan como estrategias potenciales a explorar para proporcionar esta conexión salud usuario de manera que se propicie ese cambio en el comportamiento (Middelweerd et al., 2014), dado que son intervenciones más rentables y también más escalables al poder aplicarlas en grupos de gran tamaño al igual que más reducidos.

Para obtener la estrategia adecuada en el diseño de la aplicación específica será necesaria la colaboración de las diferentes partes interesadas en el producto (profesionales de la salud, desarrolladores y diseñadores, usuarios, entidades públicas, etc.) para crear una estructura adecuada y fundamentada salud (Helf & Hlavac, 2016) y la realización de un diseño adaptado y colaborativo desde las primeras fases hasta la implementación y evaluación para atraer realmente resultados de calidad.

1.2 Objetivo

La aplicación miBienestar v.1 (Torrijo & Cerezo, 2021) alberga funcionalidades dirigidas a la mejora de los hábitos de personas mayores, las cuales se han diseñado en una primera aproximación y conceptualización del producto. La aplicación miBienestasr v.2 se centrará en el seguimiento y bienestar de pacientes oncológicos mayores. Este producto se ha comenzado a conceptualizar por el grupo de investigación Affective LAB de la Universidad de Zaragoza y, en particular, con la colaboración de los hospitales: Hospital Nuestra Señora de Gracia, Hospital Obispo Polanco y el Complejo Residencial San Hermenegildo en Teruel, llegando a diseñar una primera versión.

El objetivo final de este proyecto es el rediseño de la aplicación miBienestar v.1. y la creación de nuevos contenidos para la misma que den solución a las necesidades de sus usuarios. La consecución de este gran objetivo está supeditada a los siguientes micro-objetivos:

- Transmitir información de calidad a los usuarios.
- Convertir la información del formato físico en trípticos entregados al paciente al formato digital e integrarlos en la aplicación.
- Incorporar un espacio donde albergar recomendaciones realizadas por el perfil médico profesional que sean personalizadas para el paciente.
- Asegurar la comunicación y asimilación de información para el amplio espectro de potenciales usuarios.
- Permitir la navegación y la libertad de movimiento a los usuarios a través de la información.
- Permitir la monitorización de los usuarios frágiles, de cara a obtener un seguimiento por parte de los profesionales óptimo que permita:
    - Detectar situaciones de fragilidad del paciente antes de que acuda a la consulta.
    - Valorar eficacia/toxicidad de un tratamiento crónico.

La necesidad de realizar esta iteración se ha visto apoyada por la metodología Design Thinking y su enfoque del Doble Diamante del Design Council (Design Council, 2022). Esta metodología ha sido seleccionada teniendo en cuenta que: 1) en el diseño de los prototipos iniciales de miBienestar v1 se realizó un análisis previo del contexto del usuario, estableciendo requisitos de usuario y evaluando las soluciones con usuarios, aplicando un primer diseño centrado en el usuario. 2) en esta segunda iteración se pretende ofrecer nuevas experiencias de satisfacción a dichos usuarios manteniéndolos en todo momento como centro del rediseño en las diferentes fases del proceso.

2. Métodos

El momento de actuación en el que arranca este proyecto, siguiendo el marco metodológico del Doble Diamante (Figura 1), se corresponde a una primera iteración sobre la versión miBienestar v1. Será necesario continuar con el proceso iterativo para asegurar la efectividad de la metodología en futuras iteraciones. Es por esto por lo que se realiza una nueva investigación y análisis de la información, conceptualización, prototipado y evaluación.

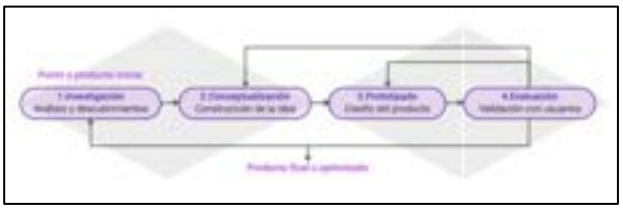


Figura 2: Metodología del proyecto

Descubrimiento. Investigación y análisis del contexto en el que se desarrolla la aplicación. Es necesario estudiar nuevos casos de referencia acordes a los objetivos establecidos y crear un marco del proyecto que resulte adecuado. En el caso práctico, además de la revisión científica de la información, se ha realizado un análisis del producto utilizando herramientas de investigación centrada en la usabilidad como: un análisis heurístico, una serie de recorridos cognitivos y un contraste de los criterios de conformidad de WCAG (Kirkpatrick, 2014).

Definición. La investigación pasa a focalizarse en la evaluación del primer y actual diseño de la aplicación para detectar ineficiencias y nuevas posibilidades. Dándole forma a las nuevas funcionalidades, esquemas de organización del contenido, y una primera aproximación al rediseño. En la práctica, se actualizaron las bases de conceptualización de la aplicación miBienestar v1, siendo el inventario de contenidos y la arquitectura de la Información analizados adicionalmente como base para el rediseño.

Diseño y prototipado. Esta fase busca conseguir un diseño y desarrollo de la solución más adecuada con mayor detalle, partiendo de modelos de baja definición y terminando por construir todos los recursos asociados al producto. En este punto se trabaja de manera estrecha con el perfil clínico y el perfil usuario, el cual asegura la transmisión de conceptos de calidad al paciente a través de los diseños. El resultado de esta fase es la mayor expresión de cambio, donde se materializa en la aplicación las modificaciones pertinentes para optimizar la primera conceptualización que tomábamos como punto de partida.

Evaluación. Realización de pruebas de usabilidad basadas en la metodología Think Aloud (Wright & Monk, 1991) contando con participantes que responden al perfil del usuario objetivo con los que poder poner a prueba la conceptualización. En esta ejecución se obtienen conclusiones y aprendizajes con los que optimizar el desarrollo y buscar una mejor versión del producto en una iteración final, además de obtener datos cuantificables.

3. Descubrimiento y definición

Esta fase de descubrimiento y definición viene dada por un análisis exhaustivo de la primera versión de la aplicación inicial. En la Figura 2 se observan dos de las pantallas de esta primera versión de la aplicación miBienestar v1.



(a) (b)

Figura 2: Pantalla inicial de miBienestar v1 (a) y Sección Ejercicios de miBienestar v1 (b)

Se presenta a continuación los principales resultados de análisis sobre este primer prototipo.

El análisis heurístico se ha basado en el análisis de los 10 principios heurísticos de usabilidad de Nielsen y las leyes de la Gestalt. El resultado arroja un listado de incidencias; pantalla, elemento de interacción o momento del flujo en el que aparece; descripción de la incidencia y severidad de la misma. Dicha evaluación recoge también diferentes recomendaciones de solución a las incidencias, las cuales se toman de referencia para el rediseño priorizándolas en función del esfuerzo que supone desarrollarlas técnicamente. Esta priorización ha generado una hoja de ruta de acciones, estableciendo recomendaciones de alta prioridad (A) en un momento más temprano o urgente frente a las de baja prioridad (D). La definición de la prioridad es asignada en función de una matriz que enfrenta las variables “Severidad” o gravedad del problema detectado frente a “Esfuerzo” o recursos necesarios a invertir para solucionar el mismo.

Las incidencias de alta prioridad detectadas son:

- Bajo contraste entre texto y fondo. En determinados elementos no se consigue un nivel de contraste entre texto y fondo adecuado. Los degradados de colores terminan por dificultar la legibilidad del texto.
- Contraste entre fotografía e icono reproductor de audio. Las pastillas de selección de las fichas nutricionales poseen una imagen como fondo y un icono de reproducción de audio como figura. El contraste entre ambos elementos no es adecuado, impidiendo una correcta visualización de ambos.
- Las encuestas no incluyen iconografía o descripción visual. Las preguntas de las encuestas no incluyen ningún tipo de elemento visual que refuerce el contenido en texto, aumentando así la carga cognitiva de los usuarios quienes no pueden hacer una lectura rápida.
- Se incluye terminología no adaptada al lenguaje del usuario. Términos como "Calidad de vida" no se consideran adecuados a incluir dentro de una valoración, encuesta o interacción directa con el usuario, ya que puede desde no entenderlo, hasta sentirse herido por el mismo.
- No se incluyen tooltips o descripciones en elementos desconocidos. Términos como "Racha" o bloques que pueden resultar novedosos para los usuarios deberían incluir un acceso a ayuda. Esta ayuda ha de describir qué son esos elementos, cómo funcionan o cómo debe interactuar el usuario para un buen uso de la app.
- No se incluye contexto a las diferentes opciones y elementos interactivos. Al acceder a uno de los ejercicios, directamente se lanza al usuario a la pantalla del vídeo en reproducción, sin haberle ofrecido un breve resumen del ejercicio o series de ejercicios, información sobre recomendaciones del lugar, de la hora, etc.

A continuación, en el proceso de evaluación, se realiza un recorrido cognitivo para la determinación del diseño del flujo de la información, con el objetivo de optimizar procesos y funcionalidades. Se obtienen las siguientes conclusiones:

- El punto de acceso e identificación a la aplicación no está definido. Aparentemente, es el usuario quien ha de acceder con unas credenciales entregadas por el profesional médico.
- Existen pantallas en las que no existe el retroceso, bloqueando al usuario u obligándolo a avanzar en un proceso contra su voluntad.
- Existen pantallas intermedias en procesos donde solo existe una única opción a seleccionar, lo que se acaba convirtiendo en una “doble acción” para el avance en el producto digital.

Finalmente se realiza un contraste de los criterios de conformidad de WCAG (Web Content Accessibility Guidelines) adaptado a contenidos móviles. En el análisis se han encontrado las siguientes ineficiencias en la aplicación miBienestar actual:

- 4 ineficiencias de nivel A. Por ejemplo: “Contenido no textual. Todo contenido no textual que se presenta al usuario tiene una alternativa textual que cumple el mismo propósito.”
- 4 ineficiencias de nivel AA. Por ejemplo: “Múltiples vías. Se proporciona más de un camino para localizar un contenido, excepto cuando la pantalla es el resultado, o un paso intermedio, de un proceso.”

- 20 ineficiencias de nivel AAA. Por ejemplo: “Encabezados de sección. Se usan encabezados de sección para organizar el contenido.”

Además, se ha hecho un análisis de navegabilidad y de arquitectura de la información.

En el análisis realizado fruto de las fases de descubrimiento y definición sobre la primera versión se detectaron los siguientes puntos de rediseño, los cuales pueden servir como nuevas hipótesis, aprendizajes y criterios de diseño para los próximos pasos. Siendo:

- Comunicación visual: la información textual ha de ser reducida y acompañada, en la medida de lo posible, de iconos, imágenes o cualquier otro recurso que resulte llamativo.
- Contenido dinámico: los archivos multimedia tipo vídeo y audio mejorarán la comunicación al hacerla más atractiva.
- Uso básico de la psicología del color: emplear los códigos visuales más habituales para enfatizar las diferencias.
- Repetición constante en la interacción: utilizar un número reducido de patrones de interacción mejorará la curva de aprendizaje en el uso.
- Evitar el scroll: es probable que mucho contenido que quede por debajo del área útil pase desapercibido, ya que el público partícipe de este estudio no sigue estos comportamientos.
- Avance fluido: reducir en la medida de lo posible el número de clics e interacciones que los usuarios han de realizar para conseguir los diferentes objetivos.
- Reducir el tiempo de dedicación del usuario a la comunicación de la información de seguimiento
- Utilizar estrategias con las que asegurar el aprendizaje: utilizaremos encuestas o test que se centren en los conceptos clave. Estos ejercicios no pueden ser extensos y las preguntas incluidas deben ser muy concisas en su enunciado.

3.1 Encuesta diaria de seguimiento

Para la valoración y cribaje de la fragilidad se utilizan test estandarizados, destacando entre ellos el test G8 para la VGI que previene de tratamientos no adaptados o toxicidad aumentada. Estos test incluyen factores de análisis de la función del paciente (autonomía, calidad de vida) en los ámbitos de contexto social, situación física, fármacos, estado nutricional, condición médica y reserva cognitiva y psicológica, interrogando a través de preguntas fáciles de entender a los usuarios Ej: ¿toma más de 3 medicamentos al día? En comparación con la gente de su edad, ¿cómo siente usted su estado de salud?, etc.

El perfil del usuario incluido en el estudio es: -Independiente para las Actividades de la Vida Diaria Básicas -AVD B- (aseo, vestido, caminar, ...) y para las Instrumentadas -AVD I- (prepararse la medicación, coger el teléfono, ...), sin deterioro cognoscitivo.

A partir de este test y teniendo en cuenta el perfil establecido se ha elaborado un test más reducido que permita evaluar la evolución de la fragilidad de los pacientes. El análisis de las preguntas a realizar ha sido estudiado por un equipo de geriatras especializados. En concreto las preguntas incluidas en la encuesta son:

- ¿Se ha caído en el día de hoy? Si/No
- ¿Cómo ha sido el contacto con las personas de tu alrededor? Buen contacto, como siempre, buen contacto, aunque un poco menos que otros días, poco contacto o no tan bueno, hoy no te tenido contacto
- ¿Cómo evaluarías tu día de hoy en términos generales? He tenido un muy mal día, he tenido un día ni bueno ni malo, he tenido un buen día, he tenido un día excelente.
- ¿Cuánta dificultad has tenido para asearte, vestirte o comer? Ninguna dificultad, poca dificultad, alguna dificultad, mucha dificultad.
- ¿Cuánta dificultad has tenido para realizar otras tareas del día a día? Ninguna dificultad, poca dificultad, alguna dificultad, mucha dificultad.

De forma alineada a los objetivos establecidos en la investigación, se han actualizado la Arquitectura de la Información de la aplicación y, a su vez, el Inventario de Contenidos

Para alcanzar esta conceptualización, se ha trabajado de manera colaborativa con el profesional médico y realizando pequeñas iteraciones contando con usuarios reales. Todas las respuestas y opiniones recopiladas se han consolidado en la versión 2.0.

4. Diseño y Prototipo

4.1 Pantallas iniciales

Tras la información recopilada en el momento de la investigación, se muestra aquí un detalle del proceso de diseño y prototipado seguido en el producto que sirva como ejemplo para materializar los diferentes hallazgos y conclusiones. Destacar que el objetivo de este apartado es mostrar cómo se ha tenido en cuenta la evaluación realizada para rediseñar la aplicación y con ello mostrar principios aplicados de diseño que deberían tenerse en cuenta en el desarrollo de futuras aplicaciones para mayores.

Tras la conceptualización del diseño visual mediante wireframes de baja fidelidad, se ha desarrollado un prototipo funcional con el diseño visual final. Este diseño y prototipado se ha llevado a cabo utilizando el software Adobe xd, perteneciente al Adobe Cloud Software System. Se ha empleado esta herramienta dado que fue la utilizada en un primer momento, manteniendo los esfuerzos ya realizados por el equipo de investigación que está actualmente implementando y desarrollando la aplicación.

Para la consecución de los diseños finales y el prototipo funcional se ha desarrollado un sistema de diseño que permita estandarizar todos los elementos de la interfaz. La actual guía de estilos utilizada en la primera versión del producto quedaba desactualizada y presentaba las anteriores ineficiencias de usabilidad mencionadas anteriormente. Es por esto que se ha trabajado sobre un nuevo sistema que termina por aportar coherencia y efectividad, partiendo desde los elementos más básicos hasta construir grandes células de información, tomando como referencia el diseño atómico de componentes.

Como referencia, se han empleado los documentos y materiales del Google Material Design, ya que en un primer momento se decidió realizar el diseño para dispositivos Android, por lo que utilizar elementos con los que el usuario esté familiarizado será un éxito para la curva de aprendizaje.

Los materiales de diseño se dividen en tokens/átomos (colores, distribución de la pantalla, iconos, imágenes y tipografías) y componentes (botones, navegación y cabeceras). Los tokens y átomos, como unidades más pequeñas y guías base de cualquier elemento de diseño del UI kit (User Interaction Kit) y los componentes como unidades más complejas, reutilizables en diferentes secciones de la app. Estos elementos han sido aplicados en el rediseño de la aplicación.

La pantalla principal de miBienestar v1 es el punto inicial de la aplicación, presenta toda la información disponible al usuario de la forma más intuitiva posible. En el nuevo diseño de miBienestar v2 se mantiene la conceptualización inicial (Figura 3a y 3b), trabajando en ofrecer una mayor o menor prioridad visual a los diferentes elementos interactivos.

En la zona superior el usuario puede acceder a su información personal, así como a su progreso en diferentes logros establecidos para gamificar su uso del producto, siendo esta una de las estrategias con las que aumentar la atención dedicada a la aplicación. A continuación, se incluye la gráfica de seguimiento diario del usuario, aplicando códigos más emocionales (figura 4).



Figura 3: Pantalla inicial de miBienestar v1 (a) y Sección Ejercicios de miBienestar v1 (b)



Figura 4: Sección de encuesta semanal

Este gráfico será actualizado día a día para destacar el día de hoy y cambiará de estado en función de si el usuario todavía no lo ha completado, lo ha completado o en su momento no llegó a completarlo. Este gráfico además da acceso a información detallada sobre cuáles son esos objetivos para conseguir diariamente. En la zona central se incluye la distribuidora clave de la aplicación. A partir de esta distribución, se estructuran los tres pilares informacionales y que son de especial interés para estos pacientes oncológicos frágiles mayores. Uno de los cambios significativos en el diseño visual es que cada una de estas secciones pasará a estar diferenciada por un color para una mayor diferenciación y ayuda cognitiva para los usuarios. Por último, se encuentra la barra de navegación inferior, donde se incluyen los accesos a otras funciones: objetivos de la semana, pantalla principal, ajustes y perfil. Vemos como los accesos a los objetivos y a la información personal se encuentran duplicados; esto se debe a que son áreas de especial interés y debemos facilitar al usuario completar la tarea. Al existir más caminos para moverse, podemos dar solución a todo el rango de necesidades navegaciones.

Volviendo a los contenidos de la sección de la app, destaca la 'Encuesta diaria' (Figura 5), esta información será utilizada en las consultas médicas para evaluar el índice de fragilidad que presenta el paciente oncológico, lo cual es un factor decisivo a

la hora de seleccionar el tratamiento y próximos pasos. Las preguntas de esta encuesta se han construido con la misma dinámica de interacción que el resto de ejercicios de la aplicación, y su contenido se ha ajustado lo máximo a este protocolo médico, adecuándose a los lenguajes del usuario de la aplicación y haciéndolo atractivo al mismo. Esto es especialmente importante, ya que dependemos de la proactividad del usuario para completar esta información que tiene un alto valor para el perfil médico.



Figura 5: Seguimiento estado de fragilidad (encuesta diaria, pregunta 1 y 2)

4.2. Recomendaciones nutricionales

La sección 'Nutrición' (Figura 6) contiene toda la información sobre recomendaciones nutricionales y hábitos alimenticios aconsejables y desaconsejables. Se han facilitado fichas nutricionales y recomendaciones dietéticas referidas a posibles efectos adversos del tratamiento oncológico (fichas proporcionadas desde el servicio de oncología): 1. Consejos generales, 2. Falta de apetito o anorexia, 3. Boca seca o xerostomía, 4. Diarrea 5. Estreñimiento, 6. Dificultad para tragar o disfagia, 7. En caso de las alteraciones del gusto y/o del olfato, 8. Mucositis o llagas en la boca (Figura 8), 9. Vómitos y náuseas. Además, existe material personalizado para aquellos pacientes que están siguiendo un tratamiento de inmunoterapia, ya que en estos casos las recomendaciones médicas son diferentes: 1. Contacto del Hospital Obispo Polanco en Teruel y recomendaciones de asistencia a Urgencias, 2. Información sobre la inmunoterapia.

También se estructura en distribuidoras. La primera decisión del usuario es en cómo de específica es su consulta y, por tanto, la información que está buscando, pudiendo encontrar 'Consejos generales' como información genérica o 'Pautas específicas' para obtener un detalle más adecuado para diferentes situaciones personales. Es en estas 'Pautas específicas' (Figura 13) donde se incluye un buscador, para ahorrar tiempo en la búsqueda y que está dirigido a usuarios más expertos o más digitalizados, a modo de atajo en las distribuidoras.



Figura 6: Nutrición (a) y pautas específicas(b)

El detalle y contenido informacional de cada una de las pantallas surge de la necesidad de los profesionales de la salud de digitalizar las fichas y trípticos físicos presentados previamente que entregan a los pacientes que están bajo tratamiento, como quimioterapia o inmunoterapia. Realmente, estas pautas específicas, se estructuran bajo recomendación médica en función de los efectos secundarios más comunes de estos tratamientos. Esta segunda capa de la información está camuflada para el paciente tratando de utilizar un lenguaje más amigable, tratando de evitar efectos negativos en el estado emocional de los usuarios más frágiles.

Todas las pantallas de detalle (Figura 7) se estructuran en tres grandes bloques: información genérica sobre hábitos recomendables, hábitos muy positivos y hábitos a evitar. Se utiliza el código de colores neutro, verde y rojo para reforzar visualmente este mensaje, haciendo uso de la psicología del color. Constantemente se hace énfasis en qué ficha se encuentra el usuario para evitar que se sienta perdido en la navegación.



Figura 7: Pautas específicas "llagas en la boca"

Una funcionalidad de estas fichas es la posibilidad de transformar el contenido de texto y lectura en un vídeo y audio explicativo con el accionable 'Reproducir audioguía'. Al pulsarlo, el usuario pasa a la siguiente visualización de la información (Figura 8).



Figura 8: Detalle alimentos beneficiosos pauta específicas (a) y visualización audioguía(b)

Al finalizar la consulta, es importante comprobar si el paciente ha asimilado los contenidos, por lo cual se incluye en la app un ejercicio gamificado para el usuario. Se trata del 'Test de repaso' (Figura 9 y 10) sobre cada una de las fichas, los cuales contienen los 3 conceptos más importantes y son esenciales para la correcta recuperación y alimentación del usuario. La dinámica es de selección de una única opción, dando respuesta al usuario sobre si su opción escogida es correcta o incorrecta.



Figura 9: Test de repaso



Figura 10: Test de repaso

4.3 Ejercicios

Toda la información sobre los ejercicios de la aplicación se ha recogido en los siguientes grupos: ejercicios en la cama, ejercicio en la silla, ejercicio de pie. Todos ellos se pueden repetir hasta 3 veces al día y, mientras no se especifique lo contrario, se repite cada ejercicio entre 5 y 10 veces.

La sección 'Ejercicios' (figura 11) posee de nuevo una distribuidora de información. A diferencia de los botones o Call To Actions (CTAs) que encontrábamos en la pantalla principal, ahora pasan a utilizarse desplegables para agrupar la información, así permitimos que los usuarios se muevan rápidamente entre los diferentes grupos de ejercicios. Los grupos de ejercicios se han diferenciado, en primer lugar, en función del contexto en el que el usuario realizará la actividad física.



Figura 11: Sección de ejercicios

Dentro de estos desplegables, se encuentran los ejercicios nuevamente diferenciados, ahora por el grupo muscular sobre el que actúan y/o si se han de realizar con material. El listado de ejercicios y sus respectivos contenidos han sido detallados por el área de oncología del Hospital Obispo Polanco. Los usuarios aquí pueden seleccionar el poder consultar un único ejercicio, varios de ellos, o todos ellos.

Las páginas de detalle (figura 12) de cada ejercicio posee información textual en cuanto a título, número de repeticiones a ejecutar y descripción del movimiento; y también información visual a través de un archivo multimedia. En este caso, se incluye un archivo .GIF desarrollado por alumnos del Instituto junto con un audio descriptivo. Esta información multimedia trata de simular la dinamización de un monitor de la actividad, lo cual es un contenido más amigable para el usuario objetivo de la aplicación. Los usuarios tienen en todo momento el control para comenzar, pausar y detener completamente el ejercicio si así lo desean; al finalizar, aparece la pantalla de éxito.



Figura 12: Detalle del ejercicio

4.4 Bienestar cognitivo

La tercera sección de 'Bienestar' recoge una serie variada de ejercicios mentales para conservar y mejorar la agilidad mental. Estos ejercicios son variados en tipología; mayoritariamente, los ejercicios son de selección de la respuesta correcta entre 2, 3 o 4 opciones; también existen cálculos matemáticos a responder utilizando el teclado integrado de la app; y otros de escribir palabras empleando el teclado nativo del dispositivo.

La información sobre los ejercicios mentales se han especificado también por los profesionales estableciendo la categoría Refranes (continuar un refrán comenzado), Contrarios (escribir la palabra contraria), Festivos (relacionar fechas con festividades), Preguntas (¿Dónde compraría los siguientes objetos? Ejemplo: revistas), Palabra qué empieza por, Familiares y Verdadero o Falso.

Además, existe la diferenciación de 'Práctica diaria' (Figura 13), la cual es una funcionalidad de atajo que selecciona de manera automática y aleatoria de uno de los ejercicios, acortando así el periodo de decisión y ofreciendo inmediatez al usuario. Se ha incluido este atajo ya que este tipo de ejercicios se han realizar con alta frecuencia y así convertimos una interfaz más amigable para su uso diario.

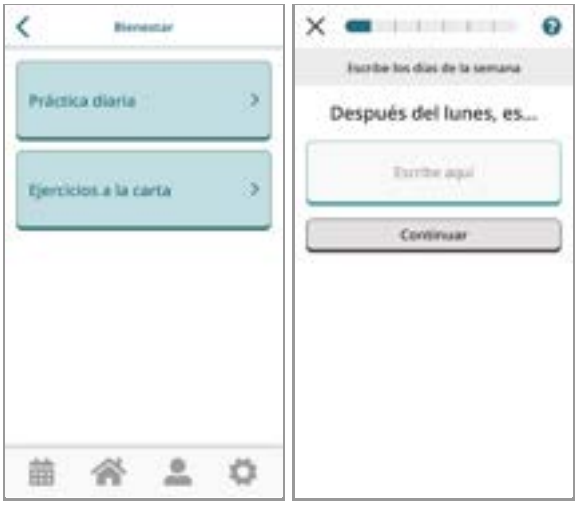


Figura 13: Práctica diaria (a) y ejemplo de ejercicio (b)

4.5 Perfil y logros

En el 'Perfil' (figura 14) se recoge toda la información individual y personalizable del usuario. La visualización general permite obtener un resumen de cuál es la información que se ha introducido y cuál es el progreso en los logros y objetivos del usuario. Es especialmente importante la información sobre los 'Logros' ya que también representa esa gamificación que buscamos en la aplicación. Estos logros son definidos ya por la propia aplicación y el usuario, en el uso diario de esta aplicación, poco a poco irá completándolos.

Como la consecución de los mismos es progresiva, se asigna un nivel, para aumentar consecuentemente la dificultad o el nivel de cada uno de los logros.



Figura 14: Perfil y logros

La información personal es editable (figura 15) y puede albergar diferentes grupos de propiedades, desde detalles biológicos hasta preferencias, gustos o experiencias; buscando así una vinculación más emocional y especial del usuario con el producto.



Figura 15: Información personal

5. Evaluación y Resultados

Para el análisis de usabilidad, debido a que las plataformas referenciadas presentaban características similares y pretendían objetivos parecidos: seguimiento a personas covid-19, se tomó como referencia una plataforma web de cada país antes mencionado (ocho (8) en total). Para facilitar la evaluación, se utilizó la aplicación web desarrollada por Chanchi, et al, que utiliza las heurísticas de Torres-Burriel.

.Para la evaluación, se continúa utilizando la metodología Think Aloud, la cual permite obtener las opiniones de los usuarios de una manera natural en el propio desarrollo de la sesión. La aplicación de esta tecnología a la situación particular del proyecto se ha realizado solicitando a los usuarios que, mientras se encuentran en una serie de escenarios y completan unas actividades, verbalicen en voz altas sus pensamientos, expectativas y dudas. Buscando obtener información representativa del público mayoritario de la aplicación, para las sesiones iniciales de evaluación se ha contado con usuarios mayores de 65 años de edad, que poseen un smartphone propio. De forma previa a la realización de las tareas, se ha de realizar una contextualización en la que se ponga en valor la participación del usuario, agradeciendo su predisposición y explicando el objetivo a conseguir. También, se realizará un cuestionario previo para cerciorarse del perfil del participante, siendo los datos recogidos: Sexo, Edad, ¿Cuál es su nivel de autonomía?,¿Problemas de audición? ¿Problemas de vista? ¿Problemas de movilidad?, ¿Tiene smartphone? En caso afirmativo, ¿desde hace cuánto que lo tiene?,¿Qué uso habitual hace del smartphone? Por ejemplo, llamadas, WhatsApp, Redes sociales u otro tipo de aplicaciones, etc. ¿Qué apps tiene instaladas? ¿Tiene aplicaciones relacionadas con la salud, nutrición o ejercicio físico en su smartphone? En caso afirmativo, ¿cuáles?

A continuación, podemos comenzar con las actividades o tareas principales. La muestra inicial de 5 usuarios participantes en el estudio son actuales residentes del Conjunto Residencial San Hermenegildo en Teruel, todos ellos cumplen con el perfil definido y se equilibran demográficamente en género y edad. Las tareas se estructuraron alrededor de las cuatro actividades principales de la aplicación, ya que era especialmente importante validar en detalle la interacción y los contenidos de cada una de estas áreas. Las tareas han sido: Tarea 1 Ejercicios. “Tu médico te ha recomendado que realices unos ejercicios sentados en la silla todas las mañanas antes de desayunar. Sabes que en esta aplicación puedes encontrar una serie de ejercicios para completarlos todos a la vez. Encuentra en esta aplicación una serie de ejercicios de brazos para realizar sentado en la silla”, Tarea 2 Bienestar. “Tu médico te ha dicho que tienes que intentar completar todos los días una actividad para mantener la mente activa. Trata de encontrar dónde se encuentra esta práctica mental que tienes que realizar diariamente y complétala.” Tarea 3 Nutrición. “En los últimos días te has notado algunas molestias en la boca mientras comes, crees que podrían ser llagas ya que es muy incómodo y te duele también en el día a día. Busca en la aplicación una información sobre qué hábitos alimenticios es mejor evitar, en el caso de que tuvieras llagas en la boca”. Tarea 4. Encuesta diaria. “Tu médico te ha pedido que todos los días rellenes en esta aplicación una serie de preguntas de forma diaria, para conseguir tus objetivos de salud. Busca en la aplicación la

encuesta que tienes que rellenar de forma diaria sobre tu estado de salud y rellénala".

Las tareas se han realizado en orden aleatorio para cada usuario, evitando así un sesgo en la prueba por el orden de estas, consiguiendo con ello que no siempre la "Tarea 1" fuera la más difícil por ser la primera y la" Tarea 4" fuera la más fácil por ser la última y haberse el usuario acostumbrado al sistema o al revés, la última tarea la más tediosa por "estar más cansado el usuario". Además, se ha tratado de comparar la información recogida con los primeros tests de usuario que se llevaron a cabo en la conceptualización de la versión original de la aplicación para, así, poder realizar un ejercicio comparativo y retrospectivo. Una vez realizada cada tarea se llevaba a cabo el test post-tarea. Para cada tarea se ha preguntado [Participante] ¿Cómo de cómodo o sencillo te ha sido encontrar la información solicitada? Siendo 1-Muy difícil y 5-Muyfácil. El Evaluador a su vez responde respecto a la observación acerca de si el usuario ha tenido o no éxito en la realización de la tarea. [Evaluador] ¿Éxito? 1-Directo o -Sin éxito. Al finalizar todas las actividades, se completarán las métricas seleccionadas para evaluar al completo la aplicación, siendo estas la Escala de Usabilidad del Sistema (System Usability Scale, SUS) y la Puntuación Neta del Promotor (Net Promoting Score, NPS). El test SUS incluye las siguientes preguntas: Indica el grado de acuerdo con las siguientes afirmaciones (siendo 1-Muy en desacuerdo y 5-Muy de acuerdo): 1. Me gustaría visitar esta app con frecuencia.2. Encontré esta aplicación innecesariamente compleja. 3. La aplicación me resultó fácil de utilizar. 4. Creo que necesitaría la ayuda de un experto para navegar por la aplicación. 5. Encontré las diferentes posibilidades de la aplicación bien integradas. 6. Creo que había demasiada inconsistencia en la app. 7. Creo que la mayoría de personas entenderían muy rápido al usar la app. 8. Encontré la app muy incómoda al navegar por ella. 9. Me sentía confiado en el manejo de la app. 10. Necesitaría aprender muchas cosas antes de manejarme en la app. Respecto al test NPS se incluyeron las siguientes preguntas: 1. ¿En qué nivel recomendarías el uso de esta aplicación a tus amigos y familiares? Siendo 1-Nada recomendable y 5-Muy recomendable. 2. ¿Cómo de satisfactoria ha sido la experiencia de uso de esta aplicación? Siendo 1-Nada satisfactoria y 5- Muy satisfactoria

Durante las sesiones, se han realizado también anotaciones sobre el guion por parte del moderador. Dichas observaciones han sido realizadas para las 4 tareas realizadas para cada usuario evaluado. Presentamos por ejemplo algunas de las conclusiones observadas con respecto a la tarea de "Ejercicios" y en un usuario concreto (las anotaciones realizadas apuntan a, en primer lugar, el ítem analizado y en segundo lugar, respecto a la observación apuntada para un participante): 1. Éxito al llegar- El usuario encuentra con facilidad el acceso a la información concreta. Reconoce el camino. 2. Poca visibilidad del ejercicio - Dentro de la ficha del ejercicio, la información textual pasa completamente desapercibida.3. Se basa en las imágenes. Estiramientos. - Toda la información se transmite correctamente a través de la imagen y vídeo. 4. Audio- Los usuarios esperan que el audio también agregue información adicional, como ánimos, o correcciones de postura. Como segundo ejemplo hablaremos de las tareas de "Bienestar": 1. Bienestar -El usuario encuentra con facilidad el acceso a la información concreta. Reconoce el camino. 2. No leen - Dentro de la ficha del ejercicio, la información textual pasa completamente desapercibida.3. No pasa automáticamente - A la hora de interactuar en los ejercicios y encuestas de selección de la respuesta, no hay un avance automático cuando se selecciona la opción correcta. Esto termina por entorpecer la navegación. 4. Código de color - El código verde-correcto y rojo-incorrecto se reconoce con facilidad. 5. Se cansa, no ve el progreso - No se aprecia el progreso en los ejercicios y puede llegar a resultar cansado para los usuarios. 5. Error - Cuando aparece un error, el usuario reconoce el camino para solventarlo y avanzar. Como tercer ejemplo hablaremos de la "Encuesta Diaria": 1. Duda - se ha ido a ajustes. El usuario no reconoce el acceso. Se le guía a la página principal para tratar de reconocerlo. 2. Objetivos - Accede al contenido a través del bloque de Objetivos de la 'Pantalla principal'. 3. Dormir por la noche - El usuario demanda preguntas acerca de su sueño.4. Servicio - El usuario demanda preguntas acerca de su experiencia diaria yendo al servicio.

El proceso final de rediseño ha concluido, respecto a la usabilidad, con el análisis del resultado promedio de la métrica SUS. El valor obtenido es de 82 en el rango de 0-100, dentro del percentil 90-95. En comparación con el resultado de la versión inicial (86,5, dentro del percentil 96-100), se ha obtenido una menor puntuación, pero sin una diferencia significativa. Esta ligera diferencia puede deberse a la evaluación en muestras independientes y con una ejecución no completamente similar en un entorno de ancianos no familiares, sino usuarios potenciales finales en residencias, por lo que la estricta comparación no puede ser posible.

A continuación, se presentan los resultados realizados por el evaluador respecto a la observación realizada en el desempeño de las tareas por parte de los participantes. Se observa respecto a la evaluación (Tabla 1) los siguientes aspectos: 1) la primera columna hace referencia a cómo de fácil o difícil ha sido para ellos encontrar la información solicitada siendo 1-Muy difícil y 5-Muyfácil, en este apartado hay que tener en cuenta que el resultado mostrado para cada ejercicio es la media de las valoraciones de las tareas aleatorizadas para cada item y para todos los participantes, siendo este el valor subjetivo del usuario, 2) la segunda columna hace referencia a la evaluación del evaluador respecto al correcto desempeño por parte de los participantes (en una escala: Éxito 1 Sin éxito o), el éxito se considera que el usuario ha podido realizar la tarea por sí mismo. De esta forma se observa que en media los

usuarios son capaces de llevar a cabo las tareas “Ejercicios, Bienestar y Nutrición”, siendo muy difícil para ellos llevar a cabo las tareas de “Encuesta Diaria”. Sin embargo, los usuarios consideran cómo “Fácil”, una vez que conocen la forma de acceder a la encuesta, la forma en la que se ha realizado el diseño del acceso a la encuesta. Otro aspecto a destacar es, cuando los usuarios realizan por sí mismos las tareas ello conlleva un mayor esfuerzo cognitivo y en ocasiones responden con una respuesta más del tipo “me ha sido difícil realizar la tarea” aunque la hayan conseguido. En cambio cuando les ayudas a progresar en ocasiones responden con respuestas del tipo “no era difícil” pues les ha requerido poca carga cognitiva al ser ayudados por el evaluador. Al ser un primer uso de la aplicación sería necesario estudiar si esta ayuda no sería necesaria en subsiguientes interacciones (tras la primera toma de contacto). Entre las apreciaciones encontradas en este último punto “Tarea 4. Encuesta diaria” se encuentran: “no se observa el progreso” lo cual puede resultar cansado para los usuarios, “no hay un avance automático” lo cual entorpece la navegación, “el usuario no lee las preguntas”.

Tabla 1: Resultado de evaluación y éxito en la tarea

Tarea	Evaluación	Éxito
Ejercicios	3,75	75 %
Bienestar	4	100 %
Nutrición	3,6	60 %
Encuesta diaria	4	25 %

A continuación, se muestra los resultados individuales de las encuestas SUS y NPS. La evaluación SUS y NPS refiere a la valoración de la aplicación por parte de cada usuario.

Tabla 2: Resultado medio SUS y NPS

Participante	SUS	NPS
01	100	100%
02	65	100%
03	67,5	60%
04	75	-
05	100	80%
TOTAL	82	85%

El valor actual refleja una correcta usabilidad de la interfaz, pudiéndose extrapolar a una correcta valoración de la aplicación. Uno de los aprendizajes obtenidos de esta métrica es cómo los participantes en las sesiones se han visto expuestos a una evaluación compleja que requiere una alta dedicación cognitiva, lo cual era un obstáculo tras haber realizado un extenso periodo de atención dedicado a la aplicación. Por lo tanto, invita a pensar que los resultados a la hora de finalizar las sesiones han podido verse afectados.

Además, el contexto y espacio en el que se realizaron las evaluaciones ha terminado afectando al desarrollo y resultados del proyecto, ya que los residentes resuelven sus necesidades existentes en los entornos de nutrición, ejercicio físico y bienestar mental ayudados de los cuidadores y terapeutas trabajadores en las instalaciones; por lo que podría no existir una vinculación natural con el producto digital. De manera paralela a la evaluación con usuarios, también se ha contado con las respuestas por parte del personal médico del área de oncología del Hospital Obispo Polanco en Teruel. Esta evaluación se ha centrado en un reconocimiento de los contenidos, consolidación de los ejercicios físicos, mentales y fichas de nutrición, y verificación de las encuestas de seguimiento, analizando fortalezas, debilidades y posibles medidas para resolver dichas situaciones.

En resumen, este último punto de evaluación ha sido muy importante en la fase de la evaluación, ya que, la encuesta de seguimiento, es el contenido y fuente de datos de la aplicación que repercute en mayor grado en las decisiones médicas a valorar en el tratamiento de cada paciente. Una iteración a considerar sobre el producto es la modificación de las preguntas realizadas al usuario, que ahora mismo se encuentran consolidadas y agrupadas en una misma pregunta varios conceptos, pero resulta más adecuado preguntarlos de manera individual para poder evaluar correctamente la fragilidad del paciente. El resto del feedback sobre la aplicación ha resultado satisfactoriamente positivo.

Como aspectos beneficiosos de los comentarios realizados por los usuarios y los profesionales médicos se ha detectado que el uso de la aplicación podría ayudar a disminuir el nivel de ansiedad basal del paciente al sentirse supervisado por el equipo médico; además los registros reportados diariamente proporcionarían al equipo médico una información más fiable y completa de la evolución del paciente respecto a la práctica habitual de encuestar al paciente el día de la consulta basándose en los recuerdos de los días previos. Lo que refiere el paciente el día de la visita médica puede estar condicionado por el estado de nerviosismo de ese momento, falta de relajación en el entorno hospitalario, sentimiento de cohibición, minimización del dolor pasado referido al estar clínicamente estable, por lo que el hecho de recoger la información previa y rutinariamente a través de la aplicación ayudaría a mejorar su seguimiento. Otro aspecto a destacar por los sanitarios ha sido la capacidad para ver la evolución de

cada paciente y la posibilidad de realizar comparaciones entre diferentes pacientes. Otras ventajas potenciales de esta aplicación sería que puede favorecer el empoderamiento del paciente ya que contribuye a que el usuario tenga más consciencia sobre su estado de salud y emocional, lo que puede ayudar a disminuir la frustración. Además, da la opción de incluir otra información que el paciente considera importante y que el equipo médico no la haya contemplado. Todo esto gracias a una interacción sencilla y muy visual.

Centrándonos en el análisis del paciente oncológico en el proceso de interacción se han analizado aspectos concretos del diseño:

- Posibilidad de cansancio visual debido a tratamientos médicos intensivos, lo que podría implicar la perdida de interés al interactuar con el producto. Es necesario trabajar en uso de interfaces sencillas con códigos de color y pocos elementos.

- Estado emocional de angustia o depresión, falta de motivación en el seguimiento si “no me siento con ánimo”. Se han incluido aspectos de motivación, gamificación y agradecimiento de la colaboración en lucha contra el cáncer.

- Malestar general físico, náuseas, vómitos, “hoy no puedo usar la aplicación”. Se informará al usuario en días sucesivos el registro de la información

- Ansiedad. En el caso de interfaces sobrecargadas podría tener sensación de incomodidad. Se intentan usar en la medida de lo posible tonos de colores claros.

- Motivación. Para mejorar la motivación se han diseñado contenidos de interés, además se contempla incorporar más información cómo “fases de tratamiento” para que sean conocedores del camino a llevar.

- Temor, miedo a los resultados de las encuestas, dado que pueden reflejar un empeoramiento de su enfermedad oncológica. La información será visualizada en primera instancia al profesional médico, el cual trasmitirá la evolución al paciente.

La falta de registros de un usuario podría deberse a un empeoramiento de su estado de salud. Esto podría conducir a un sesgo en la valoración clínica, ya que podría darse el caso que sólo los pacientes con buen estado general rellenaran los registros o bien al revés, que sólo los pacientes con nerviosismo sean los interesados en comunicar su avance. Todo esto se deberá estudiar en investigaciones futuras cuando la aplicación esté en funcionamiento.

6. Discusión

A través del proceso y metodología aplicada en este estudio, se ha conseguido iterar un producto ya conceptualizado de partida a una versión optimizada y más adecuada a las expectativas y necesidades de los usuarios. Frente a las diferentes perspectivas de todas las partes implicadas en el proyecto, se ha conseguido un producto satisfactorio y un resultado que cumple con los objetivos planteados.

El paso más inmediato sobre el producto debe ser la profundización en la evaluación, procurando la triangulación de la información, tanto con diferentes técnicas como con diferentes muestras de usuarios evaluadores. Especialmente, es necesario replicar las pruebas con usuarios en otro contexto, con usuarios autónomos y, a poder ser, que no convivan en un entorno asistido como puede ser un complejo residencial. Así, se podrá verificar adecuadamente cuáles son los puntos de fricción que todavía puede presentar el producto antes de pasar a su implementación y distribución.

Poniendo el foco en un largo plazo, el trabajo deberá centrarse en la implementación del producto digital en un entorno piloto de un hospital colaborador, pudiendo contar con usuarios beta que comiencen a relacionarse con la aplicación y ver en este campo el desarrollo de esta. Además, se deberá trabajar en la plataforma a la que tienen acceso los profesionales médicos, verificando las funcionalidades que estas les ofrecen y enriquecen su trabajo diario de seguimiento de los pacientes. Las métricas que devolverá esta plataforma médica han quedado reflejadas con el prototipo funcional, pero esa integración visual y técnica en sus entornos de trabajo será un requerimiento.

Como trabajos futuros adicionalmente se pretende desarrollar una guía de principios de diseño de aplicaciones de mHealth centradas en pacientes oncológicos mayores.

7. Conclusiones

En este proyecto se ha analizado, rediseñado, desarrollado y testeado una aplicación móvil centrada en el seguimiento de pacientes oncológicos mayores en riesgo de fragilidad en términos de nutrición, ejercicio físico y bienestar cognitivo a través de la metodología de Design Thinking y su enfoque del Doble Diamante del Design Council. A través del proceso y metodología aplicada en este estudio, se ha conseguido iterar un producto ya conceptualizado de partida a una versión optimizada y más adecuada a las expectativas y necesidades de los usuarios. Frente a las diferentes perspectivas de todas las partes implicadas en el proyecto, se ha conseguido un producto satisfactorio y un resultado que cumple con los objetivos planteados

La aplicación miBienestar posee un alto contenido informacional para todos aquellos usuarios mayores de 65 años que estando en situación de enfermedad oncológica tengan una mayor dificultad de acceso a esta misma, favoreciendo un contacto más estrecho con los profesionales médicos, lo cual convierte a la aplicación en un producto disruptivo en el mercado de las aplicaciones. A partir del

análisis de la aplicación v1 se presentan nuevos criterios de diseño aplicados en el diseño de la versión v2 y que podrán ser considerados para el diseño de nuevas aplicaciones mHealth enfocadas al uso de personas mayores.

Para conseguir de miBienestar un proyecto más ambicioso, una estrategia que ha quedado fuera del alcance de este estudio, pero sería interesante valorar, es la integración de un sistema de comunicaciones y notificaciones, además del seguimiento a través de dispositivos vestibles como relojes inteligentes o bandas de actividad física; consiguiendo la integración de todas las condiciones idóneas para asegurar la vinculación del usuario con el producto digital.

8. Agradecimientos

Este proyecto ha sido parcialmente financiado por el proyecto PID2022-136779OB-C31 del Ministerio de Ciencia e innovación y por el Gobierno de Aragón, grupo: T60_23R Grupo de Investigación en Interfaces Avanzadas (Affectivelab)

Referencias

Andrew Kirkpatrick (2018). “WCAG 2.1 is a W3C recommendation”. W3C. Obtenido de https://www.w3.org/blog/2018/06/wcag21-rec/

Design Council (2 de octubre de 2022). The Double Diamond: A universally accepted depiction of the design process. Obtenido de https://www.designcouncil.org.uk/our-work/news-opinion/double-diamond-universally-accepted-depiction-design-process/.

Ferioli, M., Zauli, G., Martelli, A. M., Vitale, M., Mccubrey, J. A., Ultimo, S., Capitani, S. y Neri, L. M. (2018) Impact of physical exercise in cancer survivors during and after antineoplastic treatments. Disponible en: www.impactjournals.com/oncotarget.

Harvey, J. A., Chastin, S., & Skelton, D. A. (2013). Prevalence of sedentary behavior in Older adults: a systematic review. International Journal of Environmental Research and Public Health, 10(12), 6645-6661. https://doi.org/10.3390/ijerph10126645

Helf, C., & Hlavacs, H. (2016). Apps for Life Change: Critical Review and solution Directions. Entertainment Computing, 14, 17-22. https://doi.org/10.1016/j.entcom.2015.07.001.

INE (30 de septiembre 2022). Instituto Nacional de Estadística. Obtenido de https://www.ine.es/jaxiT3/Datos.htm?t=36667#!tabs-grafico.

INE (30 de septiembre 2022). Instituto Nacional de Estadística. Obtenido de https://www.ine.es/infografias/infografia_enfermos_cancer.pdf.

Middelweerd, A., Mollee, J. S., van der Wal, C. N., Brug, J. y te Velde, S. J. (2014) "Apps to promote physical activity among adults: A review and content analysis", International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity. BioMed Central Ltd. doi:10.1186/s12966-014-0097-9.

Navarro-Alamán, J., Sanz, J. J. G., García-Magariño, I., & Lloret, J. (2022). EmotIoT: an IoT system to improve users’ wellbeing. Applied sciences, 12(12), 5804. https://doi.org/10.3390/app12125804

Picón-Ruiz, M., Morata-Tarifa, C., Valle-Goffin, J. J., Friedman, E. R., & Slingerland, J. M. (2017). Obesity and adverse breast Cancer Risk and Outcome: Mechanistic Insights and Strategies for intervention. CA: A Cancer Journal for Clinicians, 67(5), 378-397. https://doi.org/10.3322/caac.21405.

Riley, W. T., Rivera, D. E., Atienza, A. A., Nilsen, W., Allison, S. M. y Mermelstein, R. (2011) . Health behavior models in the age of mobile interventions: Are our theories up to the task?", Translational Behavioral Medicine, pp. 53-71. doi:10.1007/s13142-011-0021-7.

Robert, C., Erdt, M., Lee, J., Cao, Y., Naharudin, N. B. y Theng, Y.-L. (2021) Effectiveness of eHealth Nutritional Interventions for Middle-Aged and Older Adults: Systematic Review and Meta-analysis, Journal of Medical Internet Research. doi:10.2196/15649.

Simmons, L. A., & Wolever, R. Q. (2013). Integrative Health Coaching and Motivational Interviewing: Synergistic Approaches to Behavior Change in Healthcare. Global advances in health and medicine, 2(4), 28-35. https://doi.org/10.7453/gahmj.2013.037.

Smith, A., 2014. Older Adults and Technology Use, Pew Research Center: Internet, Science & Tech. United States of America. Disponible en: https://policycommons.net/artifacts/620165/older-adults-and-technology-use/1601368/. CID: 20.500.12592/95zsg4.

Torrijos P, Cerezo E (2021). Diseño de una aplicación para la promoción del Envejecimiento Activo en personas mayores frágiles (TFG). Universidad de Zaragoza, EINA, 2021

Wright, P., & Monk, A. (1991). The use of think-aloud evaluation methods in design. SIGCHI bulletin, 23(1), 55-57. https://doi.org/10.1145/122672.122685

INTERACCION
Revista Digital de AIPO
Asociación Interacción Persona-Ordenador
Vol. 4, No 2 (2023)
ISSN 2695-6578

Un Modelo de Objetivos de Aprendizaje y una Metodología Basados en Tutoriales para el Entrenamiento en Escenarios de Emergencia Radiológica

A Tutorial-Based Learning Objectives Model and Methodology for Training in Radiation Emergency Scenarios

Alejandro Villar Rubio
Departamento de Ingeniería Informática e Inteligencia Artificial
Universidad Complutense de Madrid
Madrid, España
avillarrubio@ucm.es

Carlos León
Departamento de Ingeniería Informática e Inteligencia Artificial
Universidad Complutense de Madrid
Madrid, España
cleon@ucm.es

Recibido: 15.10.2023 | Aceptado: 29.11.2023
DOI: https://doi.org/10.65234/interaccion.96

Palabras Clave

Realidad virtual
Entorno virtual
Estrés
Proceso de aprendizaje
Detección
Emergencia radiológica
Interacción persona ordenador

Resumen

La realidad virtual es una tecnología cada día más accesible con un gran potencial en su uso para entrenamiento de emergencias, particularmente para profesionales como bomberos, militares, y personal sanitario, los cuáles a veces enfrentan situaciones estresantes. Sin embargo, es muy posible que muchos de estos profesionales no tengan experiencia con la realidad virtual. Esto dificulta la integración de esta tecnología en sus procesos de entrenamiento. Este efecto puede suponer dificultades en el aprendizaje y la actuación efectiva en entornos virtuales. Por ello, varios estudios sugieren el uso de tutoriales para que los usuarios se familiaricen con el entorno virtual y así mejorar su desempeño. Se han propuesto una metodología y un modelo de representación de objetivos de aprendizaje, basado en técnicas de tutorial interactivo, para enseñar a los usuarios a interactuar con los elementos de una emergencia radiológica representada en un entorno virtual. La eficacia de este tutorial será evaluada midiendo el desempeño conseguido por el usuario en la emergencia radiológica simulada.

Keywords

Virtual reality
Virtual environment
Stress
Learning process
Detection
Radiation emergency
Human computer interaction

Abstract

Virtual reality technology is an increasingly accessible technology with great potential for use in emergency training, particularly for professionals such as firefighters, military personnel, and healthcare staff who often face stressful situations. However, many of these individuals may not have experience with virtual reality, making it difficult to integrate this technology into their training. This effect can hinder their ability to effectively learn and perform in virtual environments. To overcome this, studies have suggested using tutorials to familiarize users with the virtual environment and improve their performance. This research proposes a methodology and a formal learning objectives representation model, based on interactive tutorials to train users on how to interact with a virtual environment simulating a radiation emergency. The efficacy of this tutorial will be evaluated by measuring the performance achieved by the user in a simulated radiation emergency

1. Introducción

Sectores que gestionan emergencias donde la salud de las personas corre peligro suelen realizar entrenamientos basados en simulaciones para mejorar los resultados del aprendizaje de sus profesionales. Estas simulaciones suelen ser llevadas a cabo en entornos donde los individuos deben acometer pasos específicos. Estos pasos suelen estar monitoreados para evaluar su proceso de aprendizaje. Las simulaciones son muy beneficiosas en escenarios de riesgo porque se pueden replicar con total seguridad situaciones que pueden conllevar consecuencias peligrosas. Los sujetos que son entrenados en este tipo de simulaciones suelen ser profesionales como militares, bomberos o personal sanitario. La efectividad del entrenamiento y la evaluación del proceso de adquisición de habilidades son cruciales en estas situaciones de riesgo donde su resultado puede ser fatal si no se maneja correctamente. Sin embargo, organizar estos entrenamientos supone costes económicos y temporales muy elevados. Esto provoca que la posibilidad de entrenar sea escasa y con ello, el proceso de aprendizaje sea en ocasiones ineficiente.

La tecnología de realidad virtual (RV) se ha vuelto muy accesible para el público general y está siendo utilizada en diversos campos. La tecnología de realidad virtual se aplica hoy en día en muchos sectores. Una de las mayores ventajas es la de reproducir situaciones en el mundo real que son difíciles de replicar o conllevan costes y riesgos grandes. Con el objetivo de crear una experiencia satisfactoria en un entorno de realidad virtual, las interacciones que el usuario puede realizar con el entorno han de ser diseñadas con mucha atención. El usuario debe poder interactuar con los elementos del entorno de una manera muy aproximada a como lo haría en el mundo real. De esta manera, podrá aplicar los conocimientos de su entrenamiento a una situación en el mundo real.

Una de las técnicas más comunes para enseñar a cómo interactuar con el entorno virtual es el uso de *tutoriales*. Los tutoriales son fases relativamente cortas donde el usuario aprende cómo interactuar con los elementos del entorno virtual a través de acciones guiadas en mayor o menor medida y sin un impacto negativo en el caso de posibles errores. Al dejar al usuario proceder con cierta libertad, podrá entender las relaciones causa-efecto que hay entre las acciones y los elementos del entorno.

Este trabajo propone el diseño de unos criterios y unas métricas para medir la efectividad de un tutorial para simulaciones en realidad virtual para emergencias radiológicas. Con ello, se busca mejorar la adaptación del usuario al nuevo entorno virtual y así poder romper la barrera que le impide el correcto aprendizaje de los protocolos de emergencia. También se propone una metodología de evaluación preliminar para medir la eficacia del tutorial.

2. Estado del arte

2.1 Entornos virtuales para el entrenamiento

Diversos estudios evidencian que el proceso de aprendizaje puede ser mejorado, en varios escenarios, con el uso de RV (Freina & Ott, 2015; Kaplan et al., 2021; Kavanagh et al., 2017; Reznek et al., 2002; Ruesseler et al., 2010). Como herramienta de experimentación, los entornos virtuales permiten un control muy detallado de las acciones que pueden realizar los estudiantes, haciendo posible el análisis de su desempeño y una potencial mejora en los resultados de su aprendizaje.

Desde 2010, el uso de sistemas de realidad virtual para obtener un entrenamiento eficaz ha tenido un gran auge como comenta Radhakrishnan et al. (Radhakrishnan et al., 2021). Según sus estudios el uso de realidad virtual parece ser efectivo en el entrenamiento para habilidades en el sector industrial. Los cuerpos militares llevan bastantes años haciendo uso de esta tecnología para sus entrenamientos (Lele, 2013). También se pueden encontrar progresos en el sector de la minería (Gürer et al., 2023), de la salud (Sakowitz et al., 2020) e incluso en situaciones de emergencias (Engelbrecht et al., 2019; Villar Rubio & León, 2023). Esto es posible gracias a los avances en esta tecnología. Esta evolución ha permitido que los usuarios sientan un nivel de inmersión suficientemente alto como para poder realizar un correcto entrenamiento (Narciso et al., 2020). Lo cual conlleva también una perturbación en el estado fisiológico de los participantes. Estado similar al que se consigue con los entrenamientos reales (Clifford et al., 2019).

Sin embargo, se observa que los usuarios no suelen estar adaptados a la tecnología de RV y la adaptación a este tipo de interacción puede llevar potencialmente a sobrecargas cognitivas debido a la inexperiencia usando *Head Mounted Displays* (HMD) o sistemas de RV similares (Wu et al., 2013). Esta carga cognitiva extra puede limitar el proceso de aprendizaje de los usuarios como puntualiza (Huang, 2020). Además, esto también supone un problema de usabilidad (Bevan et al., 1991) en la experiencia de usuario, que también puede conllevar a que el entrenamiento no se haga correctamente (Checa et al., 2021) o incluso obtenga peores resultados que métodos tradicionales (Gavish et al., 2015). La adaptación a esta tecnología es un problema general. Empresas como Meta[1] y Steam[2] buscan mejorar la usabilidad de sus productos con un tutorial inicial. Sin embargo, estos tutoriales son genéricos y susceptibles a modificaciones en base a las

[1] Primeros pasos de Meta: https://www.meta.com/es-es/experiences/1863547050392688/, accedido el 04/10/2023

[2] SteamVR: https://store.steampowered.com/app/250820/SteamVR/?l=english, accedido el 04/10/2023

necesidades de la aplicación que se vaya a usar. Esto lleva a que videojuegos comerciales como Skyrim VR (Bethesda Softworks, 2017), Beat Saber (Beat Games, 2019) o Windlands 2 (Psytec Games Ltd, 2018) tengan que crear sus propios tutoriales. Este problema también se observa en la ciencia. Estudios con realidad virtual han desarrollado tutoriales genéricos (Miguel-Alonso et al., 2023) o específicos previos para enseñar a sus usuarios a interactuar con el entorno (Bhargava et al., 2018; Kleven et al., 2014; Makransky et al., 2019). La adaptación no es el único problema por el que se necesita aplicar técnicas de tutorización. La complejidad de los entornos también es importante (Andersen et al., 2012). Teniendo en cuenta la complejidad que supone actuar ante situaciones de riesgo, se considera necesaria la implementación de dichos tutoriales.

2.2 Tutoriales en aplicaciones de realidad virtual

Como se ha comentado, la realidad virtual es una herramienta muy potente para el entrenamiento de personal profesional. Sin embargo, la usabilidad y la complejidad de los conceptos hacen necesaria la aplicación de algunas técnicas para mejorar el aprendizaje. Estas técnicas se pueden extraer los tutoriales. Los cuales en su mayoría proceden del mundo del videojuego. Los tutoriales influyen de manera positiva en el desempeño en un escenario virtual. Particularmente, son conocidos por su efectividad en la realidad virtual (Kao et al., 2021). Estudios previos usan los tutoriales como introducción para los usuarios al mundo virtual y para ganar familiaridad con los dispositivos de interacción y sus funcionalidades reduciendo así el efecto novedad (Bhargava et al., 2018; Fussell et al., 2019; Shewaga et al., 2020).

Es importante comprender cómo se le muestra la información al usuario. Frommel et al. (Frommel et al., 2017) dan importancia a que dicha información debe ser *sensibles al contexto*. Esto quiere decir que el tutorial debe formar parte de la experiencia. La información que proporcione tiene que estar relacionada con la tarea actual para no perder inmersión. Green et al. (Green et al., 2017) proponen la existencia de 3 tipos de tutoriales. Estos se basan en (1) instrucciones que guían al usuario paso a paso, (2) ejemplos presentación de consecuencias y (3) en experiencias diseñadas cuidadosamente para dar libertad total al usuario para que practique. Kao et al. (Kao et al., 2021) mencionan que el mayor porcentaje de tutoriales presentan la información de forma textual. Es la que peores resultados obtiene, pero es la más común en todas las aplicaciones. La *Multimedia Learning Theory of Mayer* (Mayer, 2014) proporciona un listado de 12 principios que se pueden utilizar para favorecer el aprendizaje de aplicaciones de escritorio. Algunos de los más importantes son, el *principio de coherencia* que dice que todo material irrelevante debe ser evitado. El *principio de personalización* donde la información debe aparecer usando narrativa informal. El *principio de la señalización* que comenta la importante de destacar aquellos materiales importantes. Los tutoriales también pueden incorporar indicadores para que el usuario sepa su siguiente tarea. Para ello, las notificaciones en el *head-up display* parecen ser las más efectivas. Son muy intrusivas, pero siempre son detectadas por el usuario. Algo muy importante a tener en cuenta si se busca que el usuario cumpla tareas específicas. Otra manera de que el usuario no se pierda es poner indicadores visuales (Dillman et al., 2018). Estos indicadores le ayudarán a saber con qué objetos debe interactuar o hacia dónde tiene que ir.

Entrenar a los profesionales en el uso de la realidad virtual puede suponer un coste similar a su entrenamiento en escenarios de emergencia. Cómo interactuar con los dispositivos y el entorno, entender las limitaciones de espacio, o identificar los principales puntos de interés suponen un desafío que aumenta el espacio que hay entre los potenciales beneficios del uso de RV y su aplicación. Los problemas específicos tienen diversas particularidades. Basándose en esto, un conjunto de pautas para crear tutoriales serán propuestas en relación con los resultados obtenidos por (Miguel-Alonso et al., 2023). Esta contextualización se centrará especialmente en las características específicas añadidas para el personal implicado y las dificultades típicas a las que suelen encontrar.

3. Particularidades del entrenamiento en emergencias radiológicas

Como caso de estudio, el tutorial propuesto en este trabajo busca mejorar la experiencia y el proceso de aprendizaje en un entorno de entrenamiento controlado para emergencias radiológicas. El objetivo de este tutorial es minimizar los desafíos que estos profesionales en ocasiones deben enfrentar cuando usan realidad virtual, ya que los intervinientes (bomberos, policía, sanitarios) no tienen, en general, formación específica para el uso de estas herramientas. Por ejemplo, el escenario contempla problemas como no saber cómo medir correctamente la dosis de radiación por no comprender cómo se interactúa con los elementos del entorno.

Como se ha comentado anteriormente, entrenar a profesionales es un proceso económico costoso y reducir este coste es uno de los objetivos de los entrenamientos basados en simulaciones. Esto se consigue con un desarrollo de escenarios a los que poder acceder fácilmente y una gran reproducibilidad. Por lo tanto, la creación de tutoriales está en línea con los objetivos generales. Esto significa que los profesionales entrenados deben poder adquirir las habilidades requeridas con el menor número de sesiones posibles. Mientras que el tutorial debe abordar los mecanismos de interacción básica de la realidad virtual, se puede beneficiar de la combinación con los procedimientos básicos y reacciones correctas ante emergencias.

En las simulaciones de emergencias radiológicas, el usuario debe actuar ante una situación donde puede haber elementos radiactivos. Además, la simulación contiene diversos desafíos

externos al tutorial que el usuario debe afrontar. Una vez que el proceso de entrenamiento haya empezado, el usuario debe reaccionar de la manera más apropiada en base al entrenamiento previo teórico. Este entrenamiento teórico es común, pero en muchos casos no se lleva a cabo.

En este punto, el conjunto mínimo de acciones es complejo. El usuario debe adquirir información sobre el suceso hablando con las personas involucradas. Otro aspecto por considerar es la interpretación de la información proporcionada por los detectores de radiación. El usuario debe aprender a usar estos detectores, interpretar su información y detectar la fuente emisora de radiación. La vestimenta también es un factor importante. Con la información adquirida, el participante debe ser consciente del riesgo y la vestimenta que debe usar en cada situación. Adicionalmente, hay escenarios donde el usuario debe utilizar ciertos objetos de maneras específicas, como el uso de conos de tráfico para accidentes en carretera.

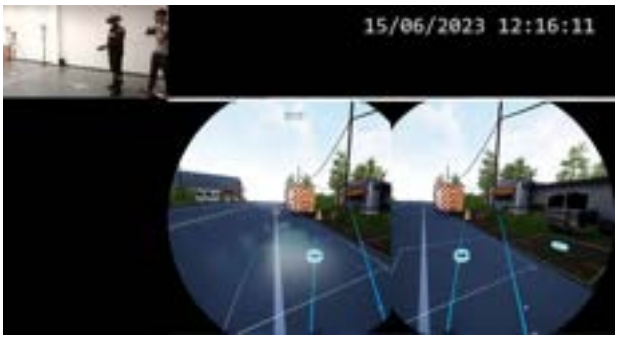


Figura 1. Representación del uso del teletransporte para realizar el movimiento en el escenario. Arriba a la izquierda se puede observar un usuario usando la RV en una sala limitada por paredes, mientras que abajo a la derecha se observa el entorno virtual que tiene lugar en las inmediaciones de un poblado

Estos desafíos requieren diversas acciones específicas, las cuales corresponden con cada uno de los desafíos en el objetivo del aprendizaje. Las acciones que el usuario debe aprender son:

- *Configuración del sistema de realidad virtual.* Antes de iniciar el proceso de entrenamiento con realidad virtual, el usuario debe configurar el dispositivo. Esta configuración puede variar dependiendo del propio sistema. Algunas de las configuraciones son: cómo especificar el espacio real disponible, cómo colocar correctamente el casco de realidad virtual, cómo enfocar la vista, o cómo coger los controladores, entre otros.
- *Uso de controladores.* En la mayoría de los casos, cada sistema de realidad virtual tiene controladores específicos. El usuario debe familiarizarse con ellos para poder interactuar con el entorno. Por ejemplo, el usuario puede usar guantes hápticos para mejorar el realismo y la inmersión.
- *Evitar sensación de malestar.* Las personas que no están familiarizadas con esta tecnología suelen experimentar sensaciones de malestar (Saredakis et al., 2020). Los tutoriales, como experiencias iniciales, deben definir interacciones que reduzcan la probabilidad de malestar en aquellos usuarios no entrenados.
- *Conocer los límites de la realidad virtual.* La realidad virtual es una tecnología perfecta para desarrollar experiencias que no pueden ser experimentadas en el mundo real. Sin embargo, tiene ciertas limitaciones. El espacio necesario, las interacciones tan complejas, o la libertad de movimiento son algunas de ellas. Es importante que el usuario conozca las limitaciones. De esta manera, podrá entender por qué no puede realizar ciertas acciones que sí puede en la vida real. Por ejemplo, en la aplicación, los usuarios se moverán usando teletransportes debido a que el espacio del que disponen en la vida real es limitado en comparación con el entorno virtual.
- *Detección de elementos interactuables.* Como en la vida real, el usuario debe saber cuáles son los elementos con los que puede interactuar y cuáles no. Con el objetivo de manipular un detector de radiación sin entrenamiento previo, el usuario debe poder intuir que es un elemento que puede coger y que puede tener cierto uso.
- *Interacción de elementos de maneras específicas.* Algunos elementos suponen interacciones muy complejas. Hay objetos que además de poder ser cogidos, pueden usarse para realizar ciertas acciones. El uso de detectores de radiación ha sido mencionado, pero abrir puertas o iniciar conversaciones con personas también son algunos ejemplos de interacciones.
- *Uso de elementos en lugares específicos.* Por ejemplo, los conos de tráfico pueden ser posicionados en lugares específicos para detener el tráfico.
- *Gestión de personas.* En las emergencias se pueden encontrar testigos, personas heridas, o estresadas. El usuario debe aprender a gestionar este tipo de situaciones.
- *Aplicación de protocolos.* Los tipos de protocolos están relacionados con la emergencia en específico. Esto también conlleva la posibilidad de que diversos tipos de profesionales acudan a la actuación. Es importante conocer estos protocolos para poder actuar correctamente.
- *Movimiento libre por el entorno.* Las limitaciones físicas de espacio en el mundo real impiden que el movimiento sea completamente libre. Por ejemplo, las sesiones de realidad virtual necesitan ser realizadas en habitaciones de tamaño limitado mientras que el entorno virtual puede representar una ciudad completa. En estos casos, el usuario necesita

alguna manera de navegar por ese entorno tan inmenso. El desafío consiste en enseñar a los usuarios cómo realizar este movimiento a través del teletransporte (ver Figura 1). La solución a este problema es el uso del teletransporte (Bozgeyikli et al., 2016).

El tutorial propuesto será diseñado para mitigar el efecto de los desafíos listados. De esta manera, se espera que el usuario haya adquirido las habilidades mínimas para interactuar y pueda enfocarse exclusivamente en el proceso de entrenamiento para la respuesta ante emergencias radiológicas.

4. Tutorial en realidad virtual para una adquisición efectiva de habilidades

El diseño propuesto para el tutorial se enfoca en entrenar a profesionales en cómo actuar en situaciones de emergencia radiológicas. Estos profesionales conforman un conjunto diverso que incluye bomberos, personal sanitario, policías o militares. Estas personas están acostumbradas a un tipo diferente de modalidad de interacción que puede entrar en conflicto con las diferencias presentadas por la realidad virtual. Necesitan aprender cómo interactuar con un entorno que es similar al mundo real pero que requiere un enfoque diferente. La intrusión del casco de realidad virtual es un problema adicional, ya que no han tenido que utilizar este tipo de dispositivos con cable durante su formación y trabajo. Dado que la mayoría de estas personas no ha utilizado previamente tecnología de realidad virtual, un tutorial es esencial para que se familiaricen con ella.

Por lo tanto, teniendo en cuenta las características de los sujetos y los desafíos del entorno virtual, se proponen las siguientes pautas para la implementación del tutorial:

1. *Introducción a la aplicación y a la situación de emergencia*. Para muchos de los entrenados, el tutorial implica el primer contacto con la realidad virtual. El usuario debe recibir instrucciones sobre cómo configurar el dispositivo a sus necesidades. Una vez el usuario puede ver el entorno virtual e interactuar con él, podrá ver información sobre la aplicación.
2. *Interacciones simples con elementos.* El usuario debe aprender a interactuar con los elementos de una manera simple. Por ejemplo, coger o soltar objetos. Al principio, los objetos deben ser simples y a medida que el usuario vaya avanzando, se le presentará objetos más específicos. Por ejemplo, al inicio el usuario verá cajas de cartón y posteriormente podrá ver conos de tráfico o detectores de radiación.
3. *Interacciones complejas, uso de objetos y conversaciones con personajes.* Existen elementos con los que la interacción puede llegar a ser más compleja. Abrir puertas o activar botones y palancas son algunas de las acciones. Después, se le mostrará que existen objetos que pueden ser usados para determinadas tareas. Como el detector de radiación para medir la dosis de radiación de un elemento. En la experiencia también existen elementos con los que se puede interactuar con no son objetos. El usuario puede tener conversaciones con personas. Al acercarse y mirarlos, el personaje empezará a hablar automáticamente.
4. *Interacción con la interfaz.* En determinados momentos es posible que el usuario necesite interactuar con botones o paneles de las interfaces. Por ejemplo, para que el usuario pueda obtener información sobre cómo interactuar con un objeto, podrá acceder a un menú y navegar por él.
5. *Movimiento libre.* Como se ha mencionado, la realidad virtual tiene limitaciones de espacio, especialmente si el dispositivo tiene una conexión por cable. Esta mecánica no es trivial ya que el teletransporte no se puede realizar en la vida real y el usuario no imagina que pueda hacerlo en el mundo virtual.
6. *Interacción completa y libre.* Es importante tener en mente siempre que el usuario debe poder interactuar libremente con los elementos que vea por el entorno. De esta manera, ira aprendiendo lo que es de su interés en cada momento.
7. *Learning by doing.* Finalmente, el usuario debe enfrentar una situación de emergencia. El usuario debe poner en práctica lo que ha ido aprendiendo a través del tutorial.

Las pautas mencionadas aparecen listadas, pero no tiene que seguir dicho orden necesariamente. El tutorial que se propone debe ser *sensible al contexto* y debe buscar la libertad total del usuario. Por ello, el usuario recibirá la información en el orden que las vaya necesitando. Un orden de ejemplo sería: (1) introducción a la herramienta RV, (2) moverse usando el teletransporte, (3) coger y soltar objetos del entorno, (4) interactuar con la interfaz con explicaciones bajo demanda, (5) hablar con personajes, y (6) usar conos de tráfico y detectores de radiación.

5. Modelo de tutorial de interacciones basado en objetivos de aprendizaje

En la metodología de creación de tutoriales para adquisición de competencias de interacción, proponemos un proceso desde los objetivos de aprendizaje a los elementos concretos del tutorial. Estos objetivos concretos están basados en los resultados obtenidos por (Miguel-Alonso et al., 2023) y los protocolos de

actuación[3] ante las emergencias radiológicas. Por ejemplo, cortar el tráfico, medir la radiación del entorno o recabar información hablando con testigos. Para poder completar estos objetivos y llevar a cabo una correcta ejecución de los protocolos, es importante realizar ciertas operaciones con los elementos del entorno. El tutorial busca que el usuario aprenda a realizar este tipo de interacciones. Se propone un modelo con:

- *Objetivos de aprendizaje (S).* Tareas que el usuario debe aprender para completar una emergencia de una manera correcta (ver ejemplo en Tabla 1).
- *Acciones (A).* Interacciones que puede realizar el usuario con los elementos del entorno con el objetivo de cumplir ciertas tareas (ver ejemplo en Tabla 2). Si el usuario realiza unas acciones determinadas y en un orden concreto, conseguirá completar los objetivos.
- *Elementos del tutorial (T).* Funcionalidades y explicaciones internas del tutorial que permiten al usuario tener un aprendizaje sobre la herramienta y el entorno virtual (ver ejemplo en Tabla 3).

Tabla 1. Ejemplo de lista de objetivos de aprendizaje que se busca enseñar

Identificador	Objetivo de aprendizaje
S_1	Saber moverse por el entorno real y virtual
S_2	Saber qué elementos del entorno son interactuables y tienen un uso real
S_3	Saber recoger información del suceso
S_4	Saber medir la radiación del entorno y de elementos
S_5	Saber informar del suceso a la oficina central
S_6	Saber cortar el tráfico
S_7	Saber acordonar la zona
S_8	Saber poner a salvo a las personas implicadas
S_9	Saber utilizar la vestimenta correspondiente en base a la radiación del entorno
S_{10}	Saber salvaguardar los elementos emisores de radiación
S_{11}	Saber pedir ayuda bajo demanda

Tabla 2. Ejemplo de acciones que el usuario puede realizar con los elementos del entorno para poder completar las operaciones

Identificador	Acciones
A_1	Teletransportarse por el mundo
A_2	Abrir puerta del furgón especializado
A_3	Coger cono de tráfico
A_4	Coger detector de radiación
A_5	Coger vestimenta
A_6	Coger postes para acordonar la zona
A_7	Coger cordón policial
A_8	Poner cono de tráfico en la carretera
A_9	Acercar detector de radiación
A_{10}	Vestir el traje, mascarilla y guantes anti radiación
A_{11}	Poner postes para acordonar la zona
A_{12}	Atar cordón policial a los postes
A_{13}	Hablar con los testigos del suceso
A_{14}	Hablar con las personas involucradas en la emergencia
A_{15}	Poner a salvo a las personas implicadas
A_{16}	Coger *walkie-talkie*
A_{17}	Usar *walkie-talkie* para informar a la central
A_{18}	Coger pinzas para recoger elementos
A_{19}	Coger objetos usando las pinzas
A_{20}	Coger caja anti radiación
A_{21}	Guardar elementos emisores de radiación en la caja
A_{22}	Interactuar con panel de información

Tabla 3. Ejemplo de elementos del tutorial con los que se busca enseñar a los usuarios a interactuar con los elementos del entorno y a comprender sus funcionalidades

Identificador	Elementos del tutorial
T_1	Movimiento en la vida real
T_2	Movimiento en el mundo virtual con teletransporte
T_3	Límites del movimiento en la vida real
T_4	Límites de movimiento en el teletransporte
T_5	Detección de elementos interactuables
T_6	Coger y soltar objetos
T_7	Uso específico de los objetos
T_8	Iniciar y finalizar conversaciones
T_9	Interacciones específicas con personajes
T_{10}	Abrir y cerrar las interfaces de usuario
T_{11}	Interactuar con los elementos de las interfaces

[3] Planes de Emergencia Radiológica Interior decretados por el Consejo de Seguridad Nuclear: https://www.csn.es/planes-de-emergencia/radiologico-interior-pei accedido el 29/11/2023

Por ejemplo, si tuviéramos el objetivo de aprendizaje S_1 (saber medir la radiación del entorno), tendríamos que para poder completar S_1 hay que realizar las acciones A_1, coger los detectores de radiación del furgón especializado, y A_2, usar el detector de radiación en personas. Para poder aprender a realizar estas acciones, el tutorial propone T_5, detectar objetos interactuables, y T_6, para coger elementos. En algunas ocasiones estos objetivos de aprendizaje no tienen acciones. Algunos de estos se aprenden directamente con los elementos del tutorial propuesto. Así, por ejemplo, para los objetivos de aprendizaje, operaciones, acciones y elementos listados, obtendríamos las relaciones dispuestas en Tabla 4:

Tabla 4. Ejemplo de relación entre los objetivos de aprendizaje, las acciones y los elementos que propone el tutorial para un correcto aprendizaje

Objetivos de aprendizaje	Acciones	Elementos del tutorial
S_1	-	T_1, T_2, T_3, T_4
S_2	-	T_5
S_3	A_1, A_2, A_4, A_9, A_{13}, A_{14}	$T_1 – T_8$
S_4	A_2, A_4, A_9	T_5, T_6, T_7
S_5	A_2, A_{16}, A_{17}	T_5, T_6, T_7
S_6	A_1, A_2, A_3, A_8	$T_1 – T_7$
S_7	A_1, A_2, A_6, A_7, A_{11}, A_{12}	$T_1 – T_7$
S_8	A_1, A_{15}	T_1, T_2, T_3, T_4, T_8, T_9
S_9	A_2, A_5	T_5, T_6, T_7
S_{10}	A_2, A_{10}, A_{18}, A_{19}, A_{20}, A_{21}	T_5, T_6, T_7
S_{11}	A_{22}	T_{10}, T_{11}

6. Experimento propuesto

Siguiendo este modelo y esta metodología, se propone un experimento para analizar el correcto desempeño en el ejercicio y la opinión sobre la usabilidad de la herramienta. Para ello, se contará con dos grupos de participantes para probar la efectividad del tutorial. La simulación será diseñada para bomberos, policías y otros profesionales involucrados en emergencias radiológicas, por ello, se espera que los participantes sean profesionales de estos sectores. El primer grupo recibirá entrenamiento a través del tutorial propuesto en este estudio, mientras que el segundo grupo no pasará por el proceso de tutorización. Posteriormente, ambos grupos participarán en la emergencia desarrollada en realidad virtual para detectar las diferencias de sus acciones. Durante el experimento, se recogerán datos sobre las interacciones y acciones llevadas a cabo por los integrantes de cada grupo durante la sesión. Se compararán los resultados de ambos grupos y se analizarán cualitativa y cuantitativamente. Esto permitirá observar si los datos apoyan la hipótesis de que el tutorial tiene un impacto positivo en el uso de realidad virtual. Además, los usuarios deberán completar un cuestionario sobre la inmersión y la usabilidad de la aplicación. Así se analizará si la experiencia de usuario mejora durante el entrenamiento si se ha pasado por un proceso de tutorización previo.

Mientras que el grupo principal del experimento serán profesionales, es importante probar la efectividad del tutorial en usuarios que no suelen verse involucrados en estas emergencias. Otro aspecto que se tendrá en cuenta de los participantes es si han usado previamente realidad virtual. Esto permitirá analizar los resultados finales en base al conocimiento previo sobre esta tecnología. Independientemente de sus habilidades, se espera que el grupo que recibirá entrenamiento con el tutorial obtenga mejores resultados.

7. Métricas para analizar el desempeño de los usuarios

El análisis desempeño del usuario en la ejecución de las tareas permitirá comprender la eficacia del tutorial planteado. Existen varios sistemas de métricas para analizar el desempeño de los usuarios (Kavanagh et al.). En base a estas, se han definido las siguientes para el modelo propuesto:

- *Tiempo de actuación.* En una situación de emergencia es importante ser rápido para evitar posibles accidentes. Medir el tiempo que tarda el usuario en completar las tareas propuestas en el escenario es importante para conocer si el usuario es eficiente en su trabajo.
- *Radiación recibida.* Existen límites de radiación recibida que el ser humano no puede alcanzar. De ser así, podría provocar daños irreparables en su cuerpo. El usuario debe medir constantemente la radiación del entorno y la radiación acumulada para evitar estos problemas. Conocer la radiación recibida durante la simulación ayudará a saber si el usuario ha sido consciente del tiempo de exposición que ha estado ante dicho elemento radiactivo.
- *Objetivos completados.* Los protocolos de actuación se pueden resumir como un listado de objetivos que pueden variar dependiendo del momento. Se evaluará si el usuario ha podido completar todos los objetivos propuestos en el entorno controlado.
- *Interacciones realizadas.* Esta propuesta se centra en el aprendizaje de las interacciones que puede realizar el usuario con el entorno. Esto es importante para que pueda ser eficiente durante la ejecución de las tareas. Por ello, se estudiará las interacciones que realiza con los elementos y qué relación existe con los objetivos realizados y el tiempo de actuación.
- *Eficiencia en el desplazamiento.* Uno de los objetivos de la tutorización es explicar el desplazamiento a

través de teletransporte. El uso eficiente del teletransporte permitirá al usuario ir directamente a aquellos puntos de interés sin realizar desplazamientos innecesarios.

Estas métricas se pueden estudiar de maneras independientes. Sin embargo, es importante realizar un análisis de estas teniendo en consideración las demás. Con ello, se podrán hacer comparativas entre aquellos grupos que componen el experimento y estudiar la diferencia de resultados entre aquellos usuarios que han sido entrenados con el tutorial y aquellos que no. El tiempo que tarda un usuario en completar cada objetivo indica el tiempo que le toma al usuario llevar a cabo una acción. Las acciones están compuestas de interacciones y desplazamientos que también indicarán la eficiencia en la resolución del problema. El tutorial propuesto se centra en estas dos últimas. Observando las interacciones realizadas con cada objeto y por cada tarea, permitirá conocer si el usuario ha comprendido la interacción con dichos elementos. Por otro lado, el análisis del desplazamiento, tanto distancia recorrida en metros como número de teletransportes, permitirá saber si el usuario comprende cuáles son sus objetivos.

8. Conclusiones y trabajo futuro

La realidad virtual es una tecnología que permite a profesionales entrenar con un coste económico inferior a las simulaciones tradicionales que se realizan con este propósito. Sin embargo, la falta de familiaridad con esta tecnología dificulta el proceso de aprendizaje. Las pautas propuestas para la creación de un tutorial buscan solucionar este problema ayudando a los profesionales a entender y aprender a cómo usar la tecnología de realidad virtual de una manera efectiva, al mismo tiempo que se les introduce a la gestión de emergencias radiológicas. El objetivo es enseñar los mecanismos de interacción y evitar que sea una barrera para el entrenamiento con realidad virtual permitiendo que se puedan centrar exclusivamente en el aprendizaje y la adquisición de habilidades.

Una vez implementado, la efectividad del tutorial será probada con un experimento comparativo. Además, los resultados obtenidos sobre usuarios familiarizados con esta tecnología serán comparados con aquellos datos obtenidos del público objetivo. Esto ayudará a determinar el nivel inicial que tiene el público objetivo con esta tecnología y el impacto de enseñarles determinadas habilidades.

Es importante destacar que las situaciones emergencias suelen involucrar a más de un perfil profesional. Esto incrementa el número de elementos e interacciones que se pueden realizar con estos objetos específicos de cada profesión. Por ello, se debe diseñar y probar la eficacia de tutoriales específicos para cada perfil profesional. De todas formas, se espera que las pautas citadas puedan ser aplicadas para todos los casos. En este sentido, estas experiencias virtuales que involucran múltiples usuarios al mismo tiempo requerirán una revisión de las directrices nombradas para tener en cuenta diversos aspectos como la interacción entre usuarios o los conflictos entre las acciones de los mismos.

.

Referencias

Andersen, E., O'Rourke, E., Liu, Y.-E., Snider, R., Lowdermilk, J., Truong, D., Cooper, S., & Popovic, Z. (2012). The impact of tutorials on games of varying complexity. Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems, 59-68. https://doi.org/10.1145/2207676.2207687

Bhargava, A., Bertrand, J. W., Gramopadhye, A. K., Madathil, K. C., & Babu, S. V. (2018). Evaluating Multiple Levels of an Interaction Fidelity Continuum on Performance and Learning in Near-Field Training Simulations. IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics, 24(4), 1418-1427. https://doi.org/10.1109/TVCG.2018.2794639

Bozgeyikli, E., Raij, A., Katkoori, S., & Dubey, R. (2016). Point & Teleport Locomotion Technique for Virtual Reality. Proceedings of the 2016 Annual Symposium on Computer-Human Interaction in Play, 205-216. https://doi.org/10.1145/2967934.2968105

Checa, D., Miguel-Alonso, I., & Bustillo, A. (2021). Immersive virtual-reality computer-assembly serious game to enhance autonomous learning. Virtual reality, 1-18.

Clifford, R. M. S., Jung, S., Hoermann, S., Billinghurst, M., & Lindeman, R. W. (2019). Creating a Stressful Decision Making Environment for Aerial Firefighter Training in Virtual Reality. 2019 IEEE Conference on Virtual Reality and 3D User Interfaces (VR), 181-189. https://doi.org/10.1109/VR.2019.8797889

Dillman, K. R., Mok, T. T. H., Tang, A., Oehlberg, L., & Mitchell, A. (2018). A Visual Interaction Cue Framework from Video Game Environments for Augmented Reality. Proceedings of the 2018 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems, 1-12. https://doi.org/10.1145/3173574.3173714

Engelbrecht, H., Lindeman, R. W., & Hoermann, S. (2019). A SWOT Analysis of the Field of Virtual Reality for Firefighter Training. Frontiers in Robotics and AI, 6. https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/frobt.2019.00101

Freina, L., & Ott, M. (2015). A literature review on immersive virtual reality in education: State of the art and perspectives. The international scientific conference elearning and software for education, 1(133), 10-1007.

Frommel, J., Fahlbusch, K., Brich, J., & Weber, M. (2017). The Effects of Context-Sensitive Tutorials in Virtual Reality Games. Proceedings of the

Annual Symposium on Computer-Human Interaction in Play, 367-375. https://doi.org/10.1145/3116595.3116610

Fussell, S. G., Derby, J. L., Smith, J. K., Shelstad, W. J., Benedict, J. D., Chaparro, B. S., Thomas, R., & Dattel, A. R. (2019). Usability Testing of a Virtual Reality Tutorial. Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting, 63(1), 2303-2307. https://doi.org/10.1177/1071181319631494

Gavish, N., Gutiérrez, T., Webel, S., Rodríguez, J., Peveri, M., Bockholt, U., & Tecchia, F. (2015). Evaluating virtual reality and augmented reality training for industrial maintenance and assembly tasks. Interactive Learning Environments, 23(6), 778-798. https://doi.org/10.1080/10494820.2013.815221

Green, M., Khalifa, A., Barros, G., & Togellius, J. (2017). «Press Space to Fire»: Automatic Video Game Tutorial Generation. Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence and Interactive Digital Entertainment, 13(2), Article 2. https://doi.org/10.1609/aiide.v13i2.12977

Gürer, S., Surer, E., & Erkayaoğlu, M. (2023). MINING-VIRTUAL: A comprehensive virtual reality-based serious game for occupational health and safety training in underground mines. Safety Science, 166, 106226. https://doi.org/10.1016/j.ssci.2023.106226

Huang, W. (2020). Investigating the novelty effect in virtual reality on stem learning.

Kao, D., Magana, A. J., & Mousas, C. (2021). Evaluating Tutorial-Based Instructions for Controllers in Virtual Reality Games. Proceedings of the ACM on Human-Computer Interaction, 5(CHI PLAY), 234:1-234:28. https://doi.org/10.1145/3474661

Kaplan, A. D., Cruit, J., Endsley, M., Beers, S. M., Sawyer, B. D., & Hancock, P. A. (2021). The effects of virtual reality, augmented reality, and mixed reality as training enhancement methods: A meta-analysis. Human factors, 63(4), 706-726.

Kavanagh, S., Luxton-Reilly, A., Wuensche, B., & Plimmer, B. (2017). A systematic review of virtual reality in education. Themes in Science and Technology Education, 10(2), 85-119.

Kleven, N. F., Prasolova-Førland, E., Fominykh, M., Hansen, A., Rasmussen, G., Sagberg, L. M., & Lindseth, F. (2014). Training nurses and educating the public using a virtual operating room with Oculus Rift. 2014 International Conference on Virtual Systems & Multimedia (VSMM), 206-213. https://doi.org/10.1109/VSMM.2014.7136687

Lele, A. (2013). Virtual reality and its military utility. Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing, 4(1), 17-26. https://doi.org/10.1007/s12652-011-0052-4

Makransky, G., Terkildsen, T. S., & Mayer, R. E. (2019). Adding immersive virtual reality to a science lab simulation causes more presence but less learning. Learning and Instruction, 60, 225-236. https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2017.12.007

Mayer, R. E. (2014). Cognitive Theory of Multimedia Learning. En R. E. Mayer (Ed.), The Cambridge Handbook of Multimedia Learning (2.a ed., pp. 43-71). Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/CBO9781139547369.005

Miguel-Alonso, I., Rodriguez-Garcia, B., Checa, D., & Bustillo, A. (2023). Countering the Novelty Effect: A Tutorial for Immersive Virtual Reality Learning Environments. Applied Sciences, 13(1), Article 1. https://doi.org/10.3390/app13010593Narciso, D., Melo, M., Raposo, J. V., Cunha, J., & Bessa, M. (2020). Virtual reality in training: An experimental study with firefighters. Multimedia Tools and Applications, 79(9), 6227-6245. https://doi.org/10.1007/s11042-019-08323-4

Nigel Bevan, N., Jurek Kirakowskib and Jonathan Maissel. 1991. What is usability. In Proceedings of the 4th International Conference on HCI (pp. 1-6)

Radhakrishnan, U., Koumaditis, K., & Chinello, F. (2021). A systematic review of immersive virtual reality for industrial skills training. Behaviour & Information Technology, 40(12), 1310-1339. https://doi.org/10.1080/0144929X.2021.1954693

Reznek, M., Harter, P., & Krummel, T. (2002). Virtual reality and simulation: Training the future emergency physician. Academic Emergency Medicine, 9(1), 78-87.

Ruesseler, M., Weinlich, M., Müller, M. P., Byhahn, C., Marzi, I., & Walcher, F. (2010). Simulation training improves ability to manage medical emergencies. Emergency Medicine Journal, 27(10), 734-738.

Sakowitz, S. M., Inglehart, M. R., Ramaswamy, V., Edwards, S., Shoukri, B., Sachs, S., & Kim-Berman, H. (2020). A comparison of two-dimensional prediction tracing and a virtual reality patient methods for diagnosis and treatment planning of orthognathic cases in dental students: A randomized preliminary study. Virtual Reality, 24(3), 399-409. https://doi.org/10.1007/s10055-019-00413-w

Saredakis, D., Szpak, A., Birckhead, B., Keage, H. A. D., Rizzo, A., & Loetscher, T. (2020). Factors Associated With Virtual Reality Sickness in Head-Mounted Displays: A Systematic Review and Meta-Analysis. Frontiers in Human Neuroscience, 14. https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fnhum.2020.00096

Shewaga, R., Uribe-Quevedo, A., Kapralos, B., & Alam, F. (2020). A Comparison of Seated and Room-Scale Virtual Reality in a Serious Game for Epidural Preparation. IEEE Transactions on Emerging Topics in Computing, 8(1), 218-232. https://doi.org/10.1109/TETC.2017.2746085

Villar Rubio, A., & León, C. (2023). User performance analysis in guided and non-guided stressful virtual reality scenarios. https://doi.org/10.54941/ahfe1004038

Wu, H.-K., Lee, S. W.-Y., Chang, H.-Y., & Liang, J.-C. (2013). Current status, opportunities and challenges of augmented reality in education. Computers & Education, 62, 41-49. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2012.10.024

INTERACCION
Revista Digital de AIPO
Asociación Interacción Persona-Ordenador
Vol. 4, No 2 (2023)
ISSN 2695-6578

Diseño y Evaluación de una Experiencia Conversacional con un Asistente Virtual para Usuarios Sordos

Design and Evaluation of a Conversational Experience with a Virtual Assistant for Deaf Users

Ana Julia de Oliveira
Departamento de diseño
Universidad Federal de Pelotas
Pelotas, Rio Grande do Sul, Brazil
anajtdeoliveira@gmail.com

Tobias Mulling
Departamento de diseño
Universidad Federal de Pelotas
Pelotas, Rio Grande do Sul, Brazil
tobias.mulling@ufpel.edu.br

Recibido: 15.10.2023 | Aceptado: 01.12.2023
DOI: https://doi.org/10.65234/interaccion.97

Palabras Clave

Interfaz conversacional
Interacción gestual
Experiencia del usuario
Accesibilidad digital
Asistente virtual

Resumen

El uso de asistentes virtuales ha crecido exponencialmente, pero a pesar de la facilidad que trajo la interacción de voz, esta tecnología no es accesible para todos al no incluir a las personas sordas que utilizan la lengua de signos, especialmente la Lengua Brasileña de Señas (Libras). Este trabajo tiene como objetivo diseñar una experiencia conversacional entre un asistente virtual y usuarios sordos, donde la entrada de datos se producirá a través de gestos en el aire y retroalimentación realizada mediante el uso de una interfaz gráfica (GUI). La intención es brindar al usuario sordo que utiliza Libras una interacción más natural, teniendo en cuenta el uso de su lengua materna para establecer la comunicación, ofreciendo a las personas sordas mayor independencia, acceso a información y servicios.

Keywords

Conversational interface
Gestural interaction
User experience
Digital accessibility
Virtual assistant

Abstract

The use of virtual assistants has grown exponentially, but despite the facility that voice interaction brought, this technology is not accessible to all, not including deaf people who use sign language, especially the Brazilian Sign Language (Libras). This work aims to design a conversational experience between a virtual assistant and deaf users, where data input will occur through mid-air gestures and feedback performed by the use of a graphical interface (GUI). The intention is to provide the deaf user who uses Libras a more natural interaction, taking into account the use of their native language to establish communication, offering deaf people greater independence, access to information and services. Future work should include usability evaluation with the target audience.

1. Introducción

Los asistentes virtuales son cada vez más populares. Mediante comandos de voz y altavoces, realizan tareas y proporcionan información, ayudando a los usuarios en actividades diarias y aumentando potencialmente su productividad. Los asistentes virtuales son programas capaces de realizar acciones interpretadas mediante inteligencia artificial. Algunos ejemplos son Siri (Apple), Alexa (Amazon), Google Assistant (Google) y Cortana (Windows), entre otros.

A pesar de la facilidad de uso que el comando y respuesta por voz ha traído, esta tecnología no atiende a todos, ya que no cubre a las personas sordas que utilizan la Lengua Brasileña de Señas (Libras) para comunicarse. Según la Encuesta Nacional de Salud (Pesquisa Nacional de Saúde, en el original) - PNS (IBGE, 2019), entre las personas de 5 a 40 años que

presentaban mucha dificultad para oír, el 22,4% utilizaba Libras. También según la encuesta, entre las personas del mismo grupo de edad que no oían en absoluto, el porcentaje era del 61,3%. Teniendo esto en cuenta, las personas con pérdida de audición severa no podrían beneficiarse de la herramienta, ya que no podrían recibir la respuesta de la interfaz a través del sentido del oído, y las personas sordas que utilicen la lengua de signos no podrían interactuar a través del habla. Al fin y al cabo, "la accesibilidad de un producto consiste en considerar la diversidad de sus posibles usuarios y las peculiaridades de su interacción con el producto" (TORRES; MAZZONI, 2004, p.152).

Una interfaz gestual puede permitir una comunicación más sencilla y natural a los usuarios sordos cuya lengua materna es la Libras, haciendo posible la interacción mediante la lengua de signos. Dado que ya existen tecnologías que permiten interactuar mediante gestos, este estudio es factible.

Las interfaces de signos pueden interpretar una amplia gama de gestos, lo que, junto con las tecnologías existentes y otros recursos de accesibilidad, puede ayudar a la comunidad sorda. De esta forma, esta investigación tiene como objetivo comprender las características de la estructura de Libras y la interacción conversacional, con el fin de proponer una experiencia conversacional con un asistente virtual a través de la interacción gestual - donde los gestos se utilizan como elementos de entrada de datos, combinados con otros elementos gráficos en el proceso de salida de datos (pantalla) - uniendo la tecnología a la accesibilidad y buscando satisfacer las necesidades de esta gama de usuarios. En este sentido, este proyecto no se caracteriza necesariamente como un dispositivo o recurso de accesibilidad, sino como una propuesta exploratoria que podría aplicarse a un asistente virtual ya existente (añadiendo hardware para el mapeo de gestos) o a un asistente virtual específico diseñado para este fin.

Aunque la comunidad sorda es diversa y está formada por personas que utilizan audífonos, personas que leen los labios y personas que hablan, por ejemplo, el enfoque de este proyecto se centra en las personas sordas que utilizan Libras, y no abarca completamente el diverso grupo de personas que existen dentro de la comunidad sorda.

2. Referencial teórico

2.1 UX para asistentes virtuales

Para definir una interacción conversacional, es necesario entender cómo interpretan el lenguaje los asistentes virtuales. El portugués tiene verbos, sustantivos y otras clases gramaticales, y este lenguaje necesita ser reinterpretado para que pueda ser entendido por el asistente. La interacción conversacional comienza cuando el usuario utiliza una wakeword, es decir, una palabra para "despertar" al asistente de modo que el dispositivo entienda que el usuario está listo para comunicarse. La figura 1 muestra la estructura de una conversación con Alexa, donde se puede ver parte de la terminología utilizada en el desarrollo de skills para Alexa. Las skills son aplicaciones que añaden nuevas funcionalidades a los dispositivos conectados a Alexa.

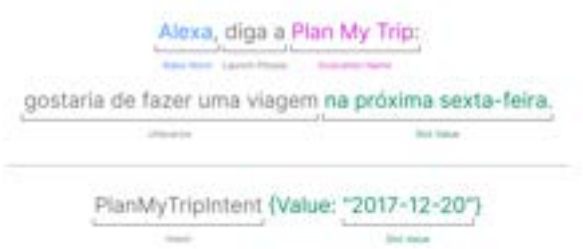


Figura 1: Estructura de la interacción conversacional. Fuente: Autores.

Es esencial comprender la estructura de una interacción conversacional, ya que el software del asistente virtual traduce el lenguaje humano en su forma oral al lenguaje de la máquina.

- Palabra de lanzamiento (launch phrase): actúa como palabra de conexión entre la wakeword y el nombre de apertura. Suelen ser verbos como: decir, preguntar, abrir;
- Nombre de apertura (invocation name): nombre que dirán los usuarios cuando quieran interactuar con una skill concreta. En el ejemplo anterior, el nombre de apertura es "Plan My Trip";
- Enunciado (utterance): cómo se formula la petición, indica la intención detrás del discurso del usuario. En el ejemplo: "Me gustaría ir de viaje";
- Slot: variable que proporciona a Alexa más información sobre la petición del usuario. En este caso, "el próximo viernes" es la variable de fecha;
- Función (intent): interpretación del enunciado para la acción que se va a realizar, atendiendo a la petición del usuario.

La comprensión de estas terminologías permite estructurar interacciones funcionales con el asistente. Esta investigación pretende comprender cómo la interacción conversacional de las personas sordas -mediada por signos - puede ser asimilada por un asistente virtual. En este sentido, si la interpretación de los datos de entrada es correcta, la función (intent) será entonces ejecutada y activada por el asistente virtual.

2.2 Transposición de la interacción de signos en Libras a un asistente virtual

Saffer sugiere que un gesto es "cualquier movimiento físico que un sistema digital pueda detectar y al que pueda responder, sin la ayuda de un dispositivo señalador tradicional como un ratón o un bolígrafo digital" (2008, p. 14). Así, moverse las manos, un toque, un movimiento de cabeza o incluso una ceja levantada pueden ser un gesto. Para interactuar con la interfaz, es necesario rastrear los signos utilizados por el usuario sordo.

Actualmente existen en el mercado tecnologías que permiten interactuar mediante gestos, como el seguimiento del mano ejemplificado en la Figura 2.

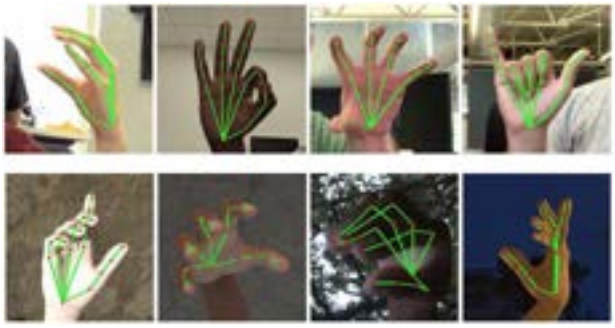


Figura 2: Seguimiento de manos en tiempo real. Fuente: Google.

Según Silva (2013, p.12), este modelo de interacción permitiría a los usuarios sordos interactuar de forma más natural con las interfaces digitales, ya que utilizan los gestos como medio. De esta forma, podrían utilizar su primera lengua para interactuar. Entre los problemas de comunicación e interacción que enfrentan las personas sordas que utilizan Libras está la dificultad de traducirlo al portugués:

> *"[...] Pienso en Libras y necesito escribir en portugués. Así que es como si el oyente brasileño que piensa en portugués ¡necesitara escribir en japonés! Cuando mis pensamientos se "traducen" de Libras al portugués, confundo las reglas gramaticales. Esta dificultad no ocurre solo al escribir. Incluso leer es difícil, porque la sintaxis de la lengua portuguesa es muy diferente de la sintaxis de Libras. Además, la propia lengua portuguesa presenta diferencias si consideramos sus formas oral y escrita." (CARNEIRO, 2016, p. 26. Traducción por autores)*

La Lengua Brasileña de Señas (Libras) utiliza gestos y expresiones faciales y corporales para la comunicación, donde la información lingüística es recibida por los ojos y producida en el espacio. Según Schlindwein y Aquino (2023, p.93), el orden básico de Libras es la estructura SVO (sujeto + verbo + objeto) y otras construcciones se derivan de este ordenamiento sintáctico.

A pesar de la diferencia entre las lenguas de signos y las lenguas orales, según Pereira, ambas "siguen los mismos principios en lo que se refiere al hecho de que tienen un léxico, es decir, un conjunto de símbolos convencionales, y una gramática, es decir, un sistema de reglas que rigen el uso y la combinación de estos símbolos en unidades mayores". (2011, p.5).

3. Procedimientos metodológicos

Se trata de una investigación cualitativa exploratoria, que comprende un estudio bibliográfico y una investigación de usuarios. Según Gil, "puede decirse que el principal objetivo de esta investigación es mejorar las ideas" (2002, p. 41). Así, tuvo como objetivo comprender las mejores prácticas de Experiencia de Usuario (UX) para el desarrollo de asistentes virtuales, cuáles podrían ser los posibles desafíos de la interacción a través de gestos en Libras y, con la comprensión de estos aspectos, desarrollar el proyecto de interacción para una interfaz conversacional, utilizando la metodología del Doble Diamante (Figura 3).

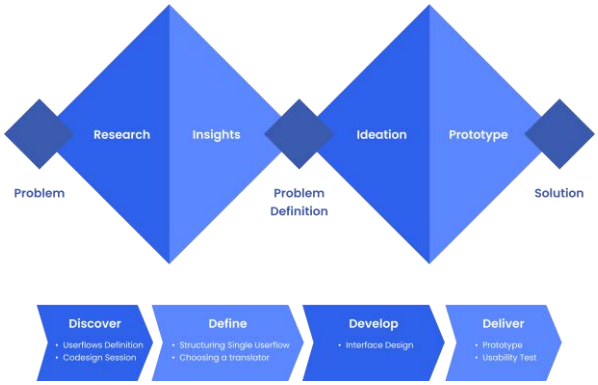


Figura 3: Metodología del doble diamante. Fuente: Autores.

La fase de Descubrimiento tuvo como objetivo comprender el problema, es decir, identificar las interacciones con asistentes virtuales que podrían conformar una experiencia conversacional para un asistente virtual, con entrada de datos gestuales y salida de datos a través de una interfaz gráfica (GUI). Para ello, se definieron como objeto de investigación tres flujos de interacción conversacional asociados a interacciones recurrentes con asistentes virtuales: la previsión meteorológica, la consulta de las noticias y la realización de una videollamada. Tras esta etapa, se celebró una sesión de codiseño junto a un profesor de Libras para comprender las especificidades del lenguaje y aplicar las mejores soluciones al proyecto. En la etapa de Definición, los flujos previamente producidos fueron reevaluados y reestructurados en un único flujo con el fin de proporcionar una prueba final más concisa, delimitando así las funcionalidades necesarias para desarrollar la interacción. En la etapa de Desarrollo, se llevó a cabo el diseño visual de la interfaz y en la última etapa, la de la Entrega, se desarrolló el prototipo de la interfaz y se comprobó con usuarios sordos mediante una prueba de usabilidad, utilizando el enfoque del Mago de Oz (MOZ).

4. Desarrollo de interacciones conversacionales para la comunidad sorda

4.1 Contextualización del proyecto

Para desarrollar interacciones conversacionales dirigidas a usuarios que utilizan Libras, se diseñaron tres flujos: consultar la previsión meteorológica, ver las noticias principales y realizar una videollamada. La propuesta fue explorar diferentes formas de estructurar el enunciado de cada una de esas proposiciones, que pudieran servir como guía para implementar futuras interacciones.

Esta investigación está dirigida a personas sordas que utilizan Libras como su principal forma de comunicación y se configura como un recurso de accesibilidad que podría integrarse en asistentes virtuales existentes, como Alexa, dado que la línea de productos del asistente ya cuenta con dispositivos con pantalla.

Los datos de interacción se introducirán mediante gestos en el aire; el asistente decodificará el lenguaje y devolverá el resultado utilizando principalmente recursos visuales y un avatar 3D (Maya, de la plataforma *Hand Talk*[4]), minimizando los elementos textuales y buscando que el contenido sea más fácil de asimilar para las personas sordas, que pueden tener dificultades con el lenguaje escrito. En las siguientes secciones se ofrecen enlaces a los entregables de diseño utilizados en el proceso de desarrollo; recomendamos acceder a ellos para comprender mejor el diseño de las interacciones conversacionales propuestas.

4.2 Descubrimiento

Los flujos de interacción sirven para representar las etapas de interacción del usuario con el producto, predecir errores, puntos de atención y establecer un recorrido para las pruebas de usuario. Los flujos desarrollados en este trabajo se basaron en algunas acciones recurrentes utilizadas en los asistentes de voz. Se utilizaron tres flujos diferentes: consultar la previsión meteorológica, ver las principales noticias y realizar una videollamada. Estos flujos pueden consultarse a través del enlace de Figjam.

En esta primera fase, la intención era explotar el mayor número posible de expresiones del usuario y de errores del asistente. En el primer flujo, la comprobación de la previsión meteorológica (Figura 4), el objetivo era comprender cómo el asistente podría tratar los errores cuando se trata de la ubicación del usuario, dado que en Libras cada ciudad tiene un signo específico, pero los traductores actuales tienen pocos registros de estos signos. En el segundo flujo, la visualización de las principales noticias, el objetivo era comprender cómo el asistente podía tratar con cantidades expresivas de texto y cuál era la mejor forma de presentar este contenido. En el tercer flujo, la realización de una videollamada, el objetivo era comprender cómo podía responder el asistente en caso de malinterpretar signos muy similares, como algunos signos utilizados para dactilología.

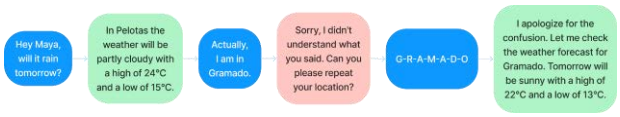


Figura 4: Detalle del flujo "Consultar la previsión meteorológica". Fuente: Autores.

Se celebró una sesión de codiseño de una hora de duración con un profesor de Libras para comprender las especificidades del lenguaje y cómo aplicar las mejores soluciones al proyecto. Según Lupton (2017, p.96) esta técnica "hace hincapié en la experiencia del usuario como resultado final del diseño en lugar de en las características físicas de un objeto, sitio web u otro resultado".

Al participante se le mostraron los flujos y se le pidió que los tradujera al lenguaje de signos (Figura 5). Cuando se le preguntó por las dificultades de traducir del portugués a Libras, dijo que Libras es diferente del portugués en cuanto a la estructura gramatical, por lo que la traducción es compleja, como en cualquier otra lengua.



Figura 5: Estructura de la frase "¿Lloverá mañana?" en Libras. Fuente: Autores

En el primer flujo, la tarea elegida fue "consultar la previsión meteorológica". En primer lugar, la participante señalaba los enunciados en azul en el flujo y, a continuación, se le mostraba la respuesta de la interfaz, preguntándole si le parecía adecuada. En este mapeo se pudo confirmar, por ejemplo, que los usuarios sordos prefieren los signos y sólo utilizan la dactilología en los casos en que la comunicación por signos no resulta eficaz. Como indican los colores de la Figura 5, se observa que el orden de las palabras cambia e incluso algunas se suprimen. Cuando se formulan preguntas, se utiliza la expresión facial de duda junto con el signo. Esta etapa fue muy relevante para la investigación, permitiendo una mayor comprensión de la percepción de los usuarios sordos al realizar

[4] Disponible en la herramienta Hand Talk - https://www.handtalk.me/br

diálogos y el consecuente mapeo de enunciados, fundamentales para traducir el lenguaje verbal a una máquina (por ejemplo, Alexa).

4.3 Definición

En esta fase, se planteó la necesidad de establecer un nuevo flujo que combinara los tres anteriores (consultar la previsión meteorológica, ver las noticias principales y realizar una videollamada), delimitando así las interacciones en base al feedback de la sesión de codiseño realizada previamente. Para ello, se redujeron las tareas, obteniéndose como resultado el flujo que se puede visualizar en este enlace. Para poder probar el flujo con los usuarios, fue necesario establecer un breve onboarding de introducción al producto, explicando cómo activar el asistente y que todas las tareas formaran parte de una misma experiencia de usuario, por lo que cuando se completa una tarea el usuario sigue "hablando" con la interfaz para solicitar la siguiente tarea.

Se eligió Hand Talk entre las plataformas de traducción de lengua de signos disponibles. Después de probar otras herramientas como VLibras y SENAI Libras, se descubrió que Hand Talk tenía mejores capacidades de traducción. Según el sitio web de la empresa[5], Hand Talk también fue votada por la ONU como "la mejor aplicación social del mundo". La aplicación tiene dos avatares digitales, Hugo y Maya.

Se eligió a Maya porque el signo del personaje se hace con una sola mano, mientras que el signo de Hugo se hace con ambas. Pensando en el mecanismo de activación de la interfaz en diferentes contextos de uso, una persona que tiene una mano ocupada aún puede señalar "Maya". En este punto, se definió la "wakeword" del asistente, de forma similar a otros asistentes ("Hey Google", "Hey Cortana" y "Hey Siri") que se llamará gesto de activación, representado por signos que en portugués sería el equivalente a "Hey Maya".

El personaje Maya también transmite una imagen menos formal, mientras que Hugo lleva una corbata, así que su elección se dio buscando acercarse al público y porque está estéticamente más cercana a la interfaz. Además, si pensamos en los asistentes existentes, podemos ver el patrón de "personajes" femeninos (Alexa, Cortana y Siri, por ejemplo). Otro punto importante es que Hand Talk lanzó el nuevo traductor virtual con el objetivo de aumentar la diversidad de su producto, buscando representar a las mujeres y a las personas de raza negra.

4.4 Desarrollo

Tras estudiar los puntos planteados en las fases anteriores, se desarrolló la interfaz gráfica utilizada para mediar la interacción conversacional. Se puede acceder a las pantallas diseñadas a través del enlace Figma. En la página de inicio (Figura 6) el objetivo era presentar a la asistente, mostrar su gesto de activación y proporcionar una lista de sugerencias de lo que podría hacer, con el fin de guiar al usuario si no supiera qué preguntar. También aparece un icono animado que indica que se puede mover la página utilizando el gesto o tocando la pantalla. El objetivo al mantener a la intérprete siempre presente en la interfaz, incluso en las pantallas de contenido, es crear proximidad con el usuario, ya que en la comunidad sorda mirar a la persona que se comunica es esencial.



Figura 6: Página de inicio de la interfaz. Adaptado por los autores a partir de la ilustración del asistente Maya, desarrollada por Hand Talk.

Tras esta presentación, el asistente pregunta: "¿En qué puedo ayudar?" En este punto, el usuario empieza a interactuar, señala lo que necesita y la asistente sigue observando e interpretando las señales, lo que se muestra al usuario mediante el anillo azul que gira alrededor de la intérprete virtual. En esta pantalla, la asistente hace pequeños movimientos con la cabeza para mostrar que está "prestando atención".

En las pantallas de error, la asistente señala "Lo siento, no lo he entendido" y describe el error y/o sugiere cómo puede proceder el usuario. En la pantalla proyectada, sugiere "¿Podría deletrearme su ubicación?" (Figura 7). En este caso, se espera que el usuario sordo prefiera utilizar el signo para la ciudad de "Gramado", pero como la asistente no tiene registrado este signo, le resulta difícil interpretarlo, por lo que el usuario recurre a la dactilología, donde deletrea la palabra utilizando los signos de Libras que corresponden al alfabeto.

[5] Disponible en: https://www.handtalk.me/br



Figura 7: Pantalla de error de interfaz. Adaptado por los autores a partir de la ilustración del asistente Maya, desarrollada por Hand Talk.

Tras el flujo meteorológico, el usuario pregunta "Maya, ¿puedes mostrarme las principales noticias de Brasil?", y en la pantalla de presentación de noticias se utilizan iconos animados que representan los números en Libras. De este modo, el usuario puede seleccionar la noticia que desea leer con sólo hacer una señal (Figura 8). El objetivo es que la interacción sea fundamentalmente gestual y que el usuario sólo toque la pantalla como último recurso. La noticia seleccionada se representa mediante la selección azul alrededor de la tarjeta y, tras abrir la noticia, la asistente dice "Abriendo noticia 1. ¿Quieres que te la traduzca?".

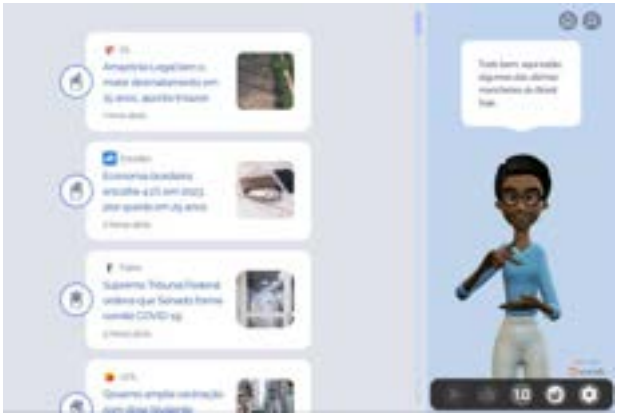


Figura 8: Pantalla de noticias. Adaptado por los autores a partir de la ilustración del asistente Maya, desarrollada por Hand Talk

.

La traducción se muestra mediante una barra azul que resalta la frase que se está traduciendo (Figura 9). Es importante destacar aquí que la traducción se hace por frases y no por cada palabra del portugués, ya que, como en otros idiomas, la traducción no se hace literalmente, sino adaptada a la dinámica organizativa de cada lengua. La traducción se hace secuencialmente sin necesidad de que el usuario seleccione cada frase, sólo haciendo una breve pausa entre cada párrafo traducido, y puede interrumpirse en cualquier momento mediante un comando gestual.



Figura 9: Maya traduciendo las noticias. Adaptado por los autores a partir de la ilustración del asistente Maya, desarrollada por Hand Talk.

El último flujo consiste en que el usuario pide llamar a un contacto diciendo "Maya, haz una videollamada con Ana Lucia en Zoom". En este punto, la asistente tiene dificultades para entender la dactilología y sugiere "¿Querías decir Ana Julia?" y, como prevención de errores, aparece una pantalla de confirmación, con la foto y la dirección de correo electrónico y el número de teléfono del contacto. El usuario repite entonces el comando diciendo "No, he dicho Ana Lucia". El asistente encuentra 3 contactos con el mismo nombre y pregunta "Correcto, he encontrado tres contactos con el nombre Ana Lucia. ¿A cuál quieres llamar?" En esta pantalla, vuelve a aparecer la misma función mencionada anteriormente, con iconos que representan los números en Libras para su selección (Figura 10).

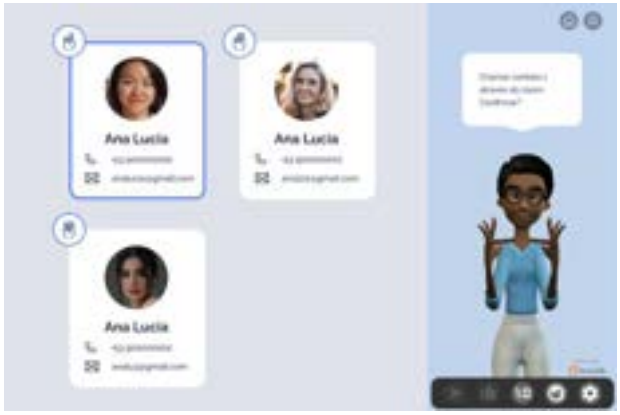


Figura 10: Pantalla de selección de contactos. Adaptado por los autores a partir de la ilustración del asistente Maya, desarrollada por Hand Talk.

Tras seleccionar el contacto, para evitar errores, el asistente pregunta "Llamar al contacto 1 mediante zoom. ¿Confirmar?". El usuario confirma y aparece la pantalla de llamada, con un botón rojo de "colgar", a continuación aparece una persona saludando en la pantalla y así finaliza el flujo.

4.5 Entrega

A partir de las soluciones trazadas en las fases anteriores, el prototipo se desarrolló utilizando el enfoque del Mago de OZ (MOZ) para crear la ilusión de un producto funcional. El enfoque MOZ permite simular el uso de la interfaz, en la que una persona maneja el prototipo, dando al usuario la ilusión de que el sistema funciona. La interacción fue simulada por los investigadores mediante comandos de teclado, y el flujo se guionizó. Al tratarse de una interfaz conversacional, este enfoque permitió probar el prototipo sin necesidad de desarrollar un proyecto 100% funcional. Para analizar los resultados, se grabó el procedimiento con el consentimiento de los participantes. A partir de ahí, fue posible evaluar la experiencia de los posibles usuarios sordos y recoger los comentarios de una prueba de usabilidad.

4.5.1 Prueba de usabilidad

Las pruebas de usabilidad son una herramienta importante para evaluar la eficacia y eficiencia de un producto o sistema a la hora de satisfacer las necesidades y expectativas de los usuarios. Permite evaluar los problemas y puntos de mejora que repercuten en la experiencia del usuario y tomar decisiones basadas en los datos recogidos. La prueba inicial, de carácter formativo, contó con la participación de una persona oyente, profesora de Libras en la UFPel. Se le pidió que leyera las frases cuando se le pidiera, que realizara la señalización y que esperara a que la interfaz respondiera. En este punto, la intención era comprender si el prototipo funcionaría realmente para lo que se proponía y validar el diseño de las pantallas. No se encontró ningún problema y la participante hizo una valoración muy positiva, pero insistió en que sería necesario realizar las pruebas con personas sordas, ya que tienen Libras como lengua materna.

Tras esta primera fase de pruebas, se organizó una prueba de usabilidad, que se llevó a cabo en un ordenador portátil de 14 pulgadas y en la que participaron dos personas, profesores de la UFPel, que tienen Libras como lengua materna, pero que también se consideran buenos conocedores del portugués. El participante 1 tiene 47 años y el participante 2 tiene 36 años. La prueba se realizó a través de la traducción de un profesor oyente. Ambos dijeron que podían entender claramente el portugués básico, como acceder a noticias y leer novelas, pero tenían más dificultades cuando se trataba de textos más formales y académicos.

Cuando se les preguntó por el uso de asistentes virtuales, ninguno de los participantes sabía qué eran los asistentes de voz ni cómo funcionaban. Cuando se les preguntó qué aplicaciones utilizaban, el participante 1 mencionó Youtube, aplicaciones bancarias, Icon (una herramienta que facilita la comunicación entre personas oyentes y sordas en tiempo real, a través de una videollamada, con la mediación de un intérprete de Libras), Google (para buscar y traducir a otros idiomas), Instagram y Facebook (para acceder a producciones artísticas y culturales) y Hand Talk para traducir a Libras. El participante 2 también mencionó redes sociales como Instagram, Facebook, Whatsapp, Youtube (para buscar palabras en libras) y Hand Talk para la traducción.

Para realizar la prueba se utilizó un guion en el que cada discurso se colocaba en una hoja de papel A4 y se mostraba a los usuarios tal y como estaba prevista la interacción en el prototipo, pudiendo los participantes señalar las frases como lo harían en su vida cotidiana. Los usuarios se sorprendieron al darse cuenta de que la interfaz "respondía" a sus preguntas.

La participante 1 completó la prueba sin dificultad. Se pudo comprobar que realmente quería hablar con la interfaz, porque en los momentos del flujo en los que se produjo un error, ya volvió a hacer señas antes incluso de que se recogiera la hoja con las frases. Utilizaba mucho sus expresiones faciales para hacer señas. Al final de la prueba, la participante comentó la palabra "legal" que en la pantalla de noticias (Figura 9) Maya traduce como "interesante, guay" y no el aspecto legal de "legalidad" al que se refería la noticia. Comenta que le pareció interesante que, cuando el asistente no entendía algo, se le pedía que volviera a hacer la seña utilizando la dactilología -citando el momento en que el asistente no reconoció la seña de la palabra Gramado (Figura 7)- y cuando ella volvió a hacer la seña, el asistente lo entendió. La participante dice que recomendaría el producto a otros usuarios, pero que se da cuenta de los errores de vocabulario. Cree que tanto la señalización como la lengua portuguesa son esenciales y comenta que le pareció interesante el uso de una figura femenina, ya que está acostumbrada a los avatares masculinos. La participante prefirió hacer la prueba de pie, y se ve que tuvo que acercarse a la interfaz varias veces. Comentó que el personaje parecía borroso y que tal vez ampliaría la imagen y haría el fondo más claro.

Al igual que la primera participante, la participante 2 no tuvo dificultades durante la prueba. Hizo la prueba sentada, pero a veces tenía que inclinarse más hacia la interfaz para ver mejor. En la pantalla de previsión meteorológica (Figura 7), la participante también se decantó por el signo de la palabra Gramado, y se observó que utilizaba muchas expresiones no manuales, como asentir con la cabeza para confirmar, por ejemplo, y sólo entonces hacer el signo de "sí". También anticipó algunas respuestas a la interfaz, como cuando el asistente le preguntó "¿Querías decir Ana Julia?", ella espontáneamente hizo el signo "no, A-N-A L-U-C-I-A". La participante comenta la falta de expresividad de la asistente, y que éste sería un factor a tener en cuenta a la hora de recomendar la asistente a otros usuarios. También comenta la falta de algunos signos y que sería interesante adaptar los signos en función del contexto en el que la persona los vaya a utilizar, según el regionalismo.

4.5.2 Evaluación de las pruebas, posibles mejoras y aplicaciones

Tras evaluar las pruebas, nos dimos cuenta de que la mayoría de los comentarios se centraban en cuestiones de traducción, expresividad y tamaño de la interfaz. En cuanto a la traducción y la expresividad, se entiende que son limitaciones de la herramienta de traducción, pero que en el caso de que se desarrollara realmente el producto, sería un punto a priorizar para mejorar. Por el momento, la interfaz se ha diseñado para el tamaño de una tableta, teniendo en cuenta los asistentes existentes en el mercado; no obstante, podría estudiarse su aplicación en distintos soportes. De acuerdo con el alcance de este proyecto, algo que se podría hacer es mejorar la iluminación del personaje y su contraste con el fondo, como sugirió uno de los participantes.

Una posible aplicación de la interfaz sería en dispositivos similares al Echo Show 10, que tiene una pantalla de 10 pulgadas. Una de las ventajas de este dispositivo es que la pantalla se mueve automáticamente hacia el usuario. La desventaja de este modelo sería el pequeño tamaño de la pantalla, dado que en el mercado existen modelos con pantallas más grandes, como el Echo Show 15, que tiene una pantalla de 15 pulgadas.

Con la conclusión de esta etapa, los 3 flujos de interacción propuestos fueron diseñados, desarrollados y validados, demostrando que las interacciones conversacionales definidas son una alternativa importante para el desarrollo de futuros asistentes virtuales enfocados en la comunidad sorda que utiliza la lengua de signos - en el contexto brasileño el uso de Libras, pero permitiendo que el proyecto sea adaptado a otras lenguas.

5. Consideraciones finales

Aunque existen tecnologías que podrían utilizarse para reconocer gestos, estas no se han incorporado a los asistentes más populares del mercado (por ejemplo, Alexa, Google Assistant). Como resultado, los usuarios que utilizan Libras para comunicarse dependen del lenguaje escrito para interactuar, acaban enfrentándose a barreras en la comunicación e interacción con las interfaces debido al lenguaje, y un asistente virtual que entienda y utilice el lenguaje de signos puede ayudar a llenar este vacío, ya sea como una función de accesibilidad o un dispositivo que soporte de forma nativa la lectura de signos utilizada en Libras.

En la prueba de usabilidad, fue posible recoger las opiniones de dos usuarios sordos potenciales y trazar un mapa de sus experiencias, que en general fueron muy positivas. De este modo, la investigación alcanzó satisfactoriamente su objetivo general, dando como resultado un producto digital que puede ponerse en práctica y que puede ayudar a las personas sordas. Uno de los participantes en la prueba destacó: "Creo que es muy importante y ayuda a la comunidad sorda, por ejemplo, cuando las personas sordas están estudiando, si no entienden algo, pueden utilizar la herramienta para buscar información" (Participante 1). Al final de la prueba, también comentó: "Estoy muy contenta de que os preocupéis por buscar mejoras en la accesibilidad para las personas sordas, así que yo, en representación de la comunidad sorda, os doy las gracias por tener este interés" (Participante 1). Del mismo modo, el otro participante también destacó aspectos importantes relacionados con el uso potencial del proyecto: "Creo que las personas sordas y oyentes pueden utilizarlo, por ejemplo, los CODA, que son hijos de padres sordos, también pueden hacer señales con el asistente, interactuar en familia" (Participante 2).

Sin embargo, hay que destacar que la investigación tiene algunas limitaciones, como el reducido número de participantes, la falta de pasos de iteración adicionales y la escasa participación de expertos, debido al corto plazo de tiempo para su desarrollo. Un posible reto a la hora de desarrollar el asistente virtual sería garantizar que el sistema pueda interpretar y responder con precisión a una gran variedad de signos, muchos de ellos con una configuración de manos muy similar (lo que podría implicar retos técnicos a la hora de implementar el software de reconocimiento del lenguaje de signos). Otra cuestión es garantizar que las respuestas del asistente virtual sean precisas, dada la falta de vocabulario y expresiones faciales en la propia herramienta de traducción. Durante las pruebas, se observó que el tamaño y la distancia de la interfaz con respecto al usuario son factores muy importantes para la experiencia y que sería necesario realizar un estudio más profundo para definir el soporte de la interfaz (actualmente, la mayoría de los dispositivos disponibles en el mercado con pantalla tienen el tamaño aproximado de una tableta).

Como perspectivas de trabajo futuro, se han enumerado algunas posibilidades: identificar si los usuarios prestan más atención al avatar traductor que a los demás elementos de la interfaz; definir nuevos flujos comunes de uso del asistente además de los 3 diseñados; analizar la capacidad de registrar nuevos signos en la base de datos del asistente (por ejemplo: añadir el signo al nombre de un contacto); definir el mejor soporte para la interfaz, estructurando nuevas herramientas para obtener métricas de evaluación de las pruebas de usuario. Un asistente virtual dirigido a personas que utilizan la lengua de signos puede proporcionar a las personas sordas una mayor independencia y acceso a información y servicios, ofreciendo una experiencia inclusiva para estos usuarios y contribuyendo a derribar las barreras que dificultan el uso de estos servicios. Aunque esta investigación es de carácter exploratorio y limitado, los resultados identificados con las personas sordas usuarias de Libras han sido muy positivos, inspirando la continuación de proyectos relacionados.

.

Referencias

Carneiro, M. I. N. (2016). O uso social das tecnologias de comunicação pelo surdo: limites e possibilidades para o desenvolvimento da linguagem (Tese de Doutorado). Universidade Estadual de Maringá, Maringá, PR, Brasil.

Gil, A. C. (2002). Como elaborar projetos de pesquisa (4ª ed.). Atlas.

Google. (2022, 4 de outubro). On-Device, Real-Time Hand Tracking with MediaPipe. https://ai.googleblog.com/2019/08/on-device-real-time-hand-tracking-with.html

Hand Talk. (2023, 7 de agosto). https://www.handtalk.me/br/

IBGE. (2023, 27 de abril). PNS 2019: país tem 17,3 milhões de pessoas com algum tipo de deficiência. https://censos.ibge.gov.br/2013-agencia-de-noticias/releases/31445-pns-2019-pais-tem-17-3-milhoes-de-pessoas-com-algum-tipo-de-deficiencia.html#:~:text=Cerca%20de%201%2C3%25%20da,%2C6%25%20tinham%20defici%C3%AAncia%20auditiva

Lupton, E. (2013). Graphic Design Thinking: Intuição, ação, criação. G. Gili.

Pereira, M. C. C. (2011). As Línguas de Sinais: Sua importância para os Surdos. In M. C. C. Pereira (Org.), LIBRAS: conhecimento além dos sinais. PearsonPrentice Hall.

Saffer, D. (2008). Designing Gestural Interfaces. O'Reilly Media.

Schlindwein, A. F., & Aquino, A. (2021). Aspectos Sintáticos da Libras. https://cesad.ufs.br/ORBI/public/uploadCatalago/12242928072021Aula_08.pdf

Silva, R. K. (2013). Interfaces naturais e o reconhecimento das línguas de sinais.

Torres, E. F., & Mazzoni, A. A. (2004). Conteúdos digitais multimídia: o foco na usabilidade e acessibilidade. Ciência da Informação, 33(2), 152–160.

INTERACCION
Revista Digital de AIPO
Asociación Interacción Persona-Ordenador
Vol. 4, No 2 (2023)
ISSN 2695-6578

Arte Interactivo desde la Danza para Estimular la Expresión Personal en Jóvenes con TEA

Interactive Art from Dance to Stimulate Personal Expression in Young People with ASD

Nicolás Araya
Departamento de Ingeniería Informática
Universidad Autónoma de Madrid
Madrid, España
nicolas.araya@uam.es

Javier Gomez
Departamento de Ingeniería Informática
Universidad Autónoma de Madrid
Madrid, España
jg.escribano@uam.es

Germán Montoro
Departamento de Ingeniería Informática
Universidad Autónoma de Madrid
Madrid, España
german.montoro@uam.es

Recibido: 15.10.2023 | Aceptado: 30.11.2023
DOI: https://doi.org/10.65234/interaccion.98

Palabras Clave

Interfaz corporal

Programación Creativa

Danza Movimiento Terapia

Resumen

El Trastorno del Espectro Autista (TEA) refiere a afectaciones a nivel social y cognitivo. El Trastorno del Espectro Autista (TEA) es un trastorno del neurodesarrollo, que implica un rango de manifestaciones que afecta la interacción social, comunicación, aprendizaje y formación de hábitos. La Danza Movimiento Terapia (DMT) ayuda a personas diagnosticadas con TEA que tienen déficits en el movimiento y comunicativas a integrarse en la sociedad.

Estas intervenciones hoy en día recurren a medios tecnológicos para generar mayor participación, sin embargo, pocas han utilizado el baile como un medio expresivo y creador. Se plantea un primer acercamiento para medir la usabilidad de una herramienta orientada al baile con el fin de crear una pieza grafica con herramientas de programación creativa. La evaluación ha dado aspectos interesantes para plantear una herramienta orientada a dicho fin en contextos terapéuticos para niños con TEA.

Esta investigación busca plantear las bases para el diseño, implementación y evaluación de una herramienta interactiva basada en la programación creativa, para incentivar la expresión corporal en niños con TEA.

Keywords

Autism

Embodied interface

Creative Coding

Dance Movement Therapy

Abstract

Autism Spectrum Disorder (ASD) refers to social and cognitive impairments. Autism Spectrum Disorder (ASD) is a neurodevelopmental disorder, which involves a range of manifestations that affect social interaction, communication, learning and habit formation. Dance Movement Therapy (DMT) helps people diagnosed with ASD who have movement and communication deficits to integrate into society.

These interventions today resort to technological means to generate greater participation; however, few have used dance as an expressive and creative means. A first approach is proposed to measure the usability of a dance-oriented tool to create a graphic piece with creative programming tools. The evaluation has provided interesting aspects to propose a tool aimed at this purpose in therapeutic contexts for children with ASD.

This research seeks to lay the foundations for the design, implementation and evaluation of an interactive tool based on creative programming, to encourage body expression in children with ASD.

1. Introducción

El Trastorno del Espectro Autista (TEA) es una familia de afectaciones a nivel social, comunicativo y conductual (American Psychiatric Association, 2013). Este trastorno del neurodesarrollo es detectable desde muy temprana edad y hoy en día cuenta con una prevalencia de 1 en 100 niños diagnosticados anualmente (Zeidan et al., 2022).

Comúnmente, este grupo de personas presentan déficits en el desarrollo de habilidades sociales, motrices y expresión de las emociones. Además, se incluyen afectaciones en el desarrollo motriz, movimientos y del habla. Es por ello, que, dependiendo de la severidad de su diagnóstico, pueden requerir de acompañamiento terapéutico en etapas iniciales o incluso, de por vida (Lord et al., 2020).

El arte terapia, sirve para dar una expresión libre de las emociones y expresiones más profundas, por medio de la realización de una pieza artística que refleje un estado interno. Es una alternativa para personas que no se pueden comunicar verbalmente y brinda un espacio para la expresión personal.

A su vez, la Danza Movimiento Terapia (DMT) es un tipo de terapia que se centra en la danza y movimiento como motor de cambio. Aplicada como arte terapia, ha tenido un impacto positivo en personas con TEA para el desarrollo de habilidades motrices, autonomía y expresión de las emociones.

Las tecnologías aportan en la creación de nuevas herramientas para el desarrollo de nuevas formas visuales y creadoras. El aporte en el arte terapia se ve favorecido con nuevas posibilidades digitales.

La programación creativa puede aportar desde el desarrollo de código para la expresión y las artes visuales, que se enriquece con otras áreas de la Interacción Humano Ordenador, tales como la computación afectiva. Asimismo, se puede plantear una metodología centrada en el usuario para el desarrollo de una herramienta que explore la corporalidad y la expresión en personas con TEA.

El presente trabajo busca plantear las ideas y un primer acercamiento hacia una herramienta que permita crear una pieza visual en una intervención desde el baile para niños con autismo.

2. Estado del Arte

2.1 Revisión de literatura.

Durante los últimos años, los trabajos tecnológicos de accesibilidad han ido en aumento y abordando diferentes grupos de usuarios. Se ha revisado en la literatura científica, para indagar acerca a los trabajos más recientes que aborden el DMT para personas con TEA. Para ello, se ha hecho una revisión según la metodología PRISMA (Page et al., 2021) con más de 80 publicaciones recolectadas en bases de datos científicas.

En la mayoría de los casos, los contextos refieren a intervenciones de terapia tanto para el desarrollo motriz como de habilidades personales. Las principales áreas de aplicación refieren a terapia a través de juegos, videojuegos, estudios de comportamiento y baile recreativo.

A nivel de tecnología, se reconocen los principales grupos:

1. **Robots de Asistencia Social (SAR).** Se prefiere el uso de robots como el robot NAO, que genera interés en el público infantil debido a su tamaño y forma humanoide. Suelen ser más utilizado en intervenciones de imitación y coordinación de movimientos.
2. **Proyecciones.** Aplicaciones que proyectan imágenes en las paredes o suelos, acompañadas de un sensor de movimiento, ordenador y proyector. Su uso es frecuente para juegos que usan el movimiento del cuerpo o *exergames*.
3. **Realidad Extendida (XR).** La realidad virtual (VR) y aumentada (AR) se hace presente al incorporar elementos y personajes que interactúan con los usuarios para indicar movimientos. Suelen estar presentes en aplicaciones gamificadas.
4. **Videojuegos.** Por medio de los videojuegos se han desarrollado sensores de detección de movimiento como los de Wii o Kinect, además de guiar al usuario para coordinar sus movimientos.
5. **Objetos inteligentes.** Por medio de interfaces de táctiles y *wearables*, se puede evaluar el movimiento de manera más precisa en escenarios controlados, que aportan más variabilidad a los datos recolectados.

El principal grupo de usuarios son niños con autismo, en un rango de edad entre los 5 y 12 años. Generalmente, cuentan con el apoyo de un adulto responsable o tutor, que puede acompañar o participar en la intervención. La participación de los terapeutas puede ser presencial, remota o virtual, en algunos casos con vídeos grabados previamente que se muestran en las aplicaciones.

Se han estudiado algunos trabajos que aplican la DMT utilizando medios tecnológicos para impulsar las habilidades de niños con autismo. Estas aplicaciones han sido evaluadas en pequeños grupos de niños con TEA en contextos terapéuticos que han tenido buenos resultados. Algunos ejemplos son:

- OSMoSIS es un juego musical y corporal, que convierte los movimientos en sonidos. Utiliza una Kinect para captar el cuerpo del niño que participa en el juego, con el fin de medir la sincronía motriz y social (Ragone et al., 2020).

- DanceCraft es un sistema de uso remoto, que por medio de vídeos de un instructor de DMT permite que los niños jueguen para imitar sus movimientos. Utiliza un sensor Kinect y ha tenido una buena recepción por parte de los grupos familiares que lo han probado (Ringland et al., 2019).
- Choreografish es un videojuego de realidad virtual (VR) que simula una coreografía para el movimiento de un banco de peces. El objetivo es reducir la ansiedad social de los participantes, al permitir controlar el ritmo y movimiento de una creación artística (Altizer et al., 2018).
- ExpressiveBall es un prototipo de una bola tangible que cuenta con diferentes sensores, para estimular la estimulación de los sentidos. El objetivo es lograr la expresión de niños con TEA con bajas habilidades verbales, por medio de seis actividades corporales (Wilson et al., 2020).

2.2 Programación Creativa

La programación creativa es el uso de herramientas tecnológicas para el desarrollo y elaboración de proyectos artísticos y expresivos. Su filosofía es de acercar el código a personas que provienen de ámbitos de las industrias creativas, y así extender sus posibilidades de creación con medios tecnológicos. También se ha utilizado para motivar a personas de diferentes disciplinas a generar un contenido en base a conceptos que pueden traducir a lenguaje de máquina. Algunas librerías comúnmente usadas son Processing y su versión web p5.js, Arduino para proyectos del movimiento *maker* y programas de software para el diseño interactivo como TouchDesigner.

En el contexto de este trabajo, la programación creativa permite diseñar una herramienta que sea accesible, innovadora y extensible por terapeutas, artistas y bailarines que trabajen en DMT. Por medio de la creación artística, se pueden desarrollar habilidades sociales y expresivas que motivan al usuario para explorar su mundo interno y posibilidades artísticas.

Un ejemplo es DanceON es un sistema de programación centrado en la educación que permite a los usuarios crear animaciones visuales en respuesta a datos de movimiento corporal, con el objetivo de involucrar a chicas jóvenes de color en la creación de artefactos computacionales artísticos dentro de experiencias de aprendizaje de danza culturalmente relevantes (Payne et al., 2021).

En resumen, la DMT se puede beneficiar de las corrientes creativas de la programación, para apoyar nuevas herramientas que estimulen el desarrollo creativo. Recientemente, a raíz del confinamiento causado por la pandemia COVID-19, los psicoterapeutas que practican la DMT han tenido que buscar vías remotas y en línea para su trabajo, demostrando resultados similares de empatía y exploración corporal (Garcia-Medrano, 2021). Actualmente, se necesita seguir documentando estos procesos y plantear herramientas que puedan adaptarse a estos retos, de manera de conseguir un efecto novedoso y estimulante para este grupo de usuarios.

3. Metodología y prueba de concepto

3.1 Movarte: el baile como medio creador

Se propone un primer acercamiento para evaluar una interfaz corporal que permita crear una pieza gráfica, desarrollada con herramientas de programación creativa.

Movarte surge como una propuesta de arte interactivo que pretende establecer vínculos entre el movimiento y una imagen visual dinámica.

Para el reconocimiento de poses y movimientos corporales, se utilizó un modelo de redes neuronales, que fue asociado a una biblioteca en JavaScript para producir imágenes gráficas dentro de un navegador web.

Además, se hace referencia a el concepto de proxémica, para establecer zonas imaginarias que permitían realizar variaciones al generar la imagen final. En particular, se pretende investigar sobre el uso de las zonas proxémicas como una forma de generar capas para crear una imagen compuesta de figuras geométricas simples.

Para las gráficas visuales se utilizó p5.js, una biblioteca de JavaScript que permite la programación creativa. Está basado en Processing, un software flexible pensado para las artes visuales. Adicionalmente, se utilizó la biblioteca ml5.js, que “provee acceso a algoritmos de Machine Learning y modelos en el navegador” (ml5 - A friendly machine learning library for the web, s. f.).

Desde esta biblioteca, se utilizó el modelo PoseNet, que permite la estimación de poses humanas en tiempo real. En particular, entrega un objeto con las coordenadas bidimensionales y porcentaje de confiabilidad de 17 puntos focales del cuerpo humano (PoseNet, s. f.).

La aplicación web cuenta con seis zonas proxémicas que representan una capa de la imagen que el usuario puede manipular. Para fijar una zona, es necesario acercarse hasta que se indica estar en la zona siguiente. Estas son:

- Primera zona: Permite elegir el color de fondo al variar la posición vertical de los codos y horizontal de la cintura. Se eligen los valores RGB, donde el codo derecho representa el canal rojo, el codo izquierdo el verde y la cintura derecha el azul.
- Segunda zona: Permite elegir la posición de líneas que se alinean con la posición de los antebrazos, midiendo desde el codo a la muñeca. Los colores son tríada del color anterior.

- Tercera zona: Se dibuja un triángulo cuyos vértices son los puntos de cada hombro y el punto medio entre los puntos de cada cadera. El color es el complementario al del fondo.
- Cuarta zona: Permite generar una secuencia de círculos de diferentes colores y tamaños, que siguen la posición de la muñeca y codo para cada brazo.
- Quinta zona: Se forman dos triángulos que tiene de vértices cada oreja, ojo y nariz como punto en común. Los colores son tríada del color de la tercera zona.
- Sexta zona: Se forman círculos de tamaños diferentes cuyo centro es la nariz. A diferencia de la tercera zona, estos se crean cada 2 segundos.

Al haber completado estas zonas, se puede descargar la imagen final (ver Figura 1).

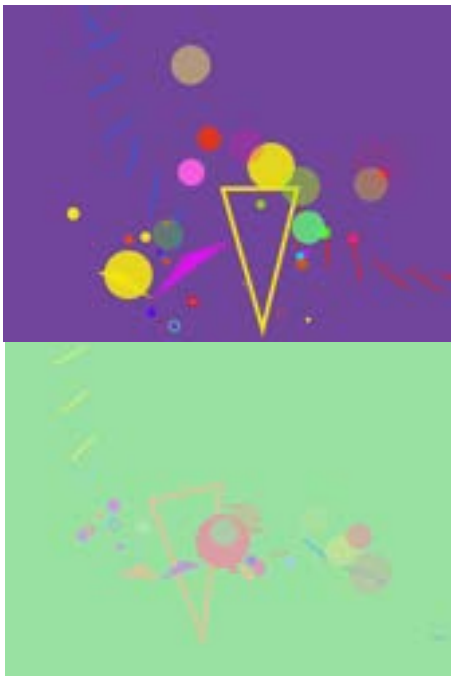


Figura 3. Piezas gráficas generadas con Movarte.

Con el fin de evaluar la experiencia, se ubicó una encuesta ubicada dentro de la página web. La primera parte consiste en el Cuestionario de Experiencia de Usuario (UEQ), junto con 2 preguntas propias.

El UEQ es “un cuestionario rápido y confiable para medir la experiencia del usuario de productos interactivos” (User experience questionnaire, s. f.). Consta de 26 preguntas de pares de palabras opuestas en las que el usuario evalúa el nivel de identificación de un adjetivo sobre otro, en una escala de siete puntos. Esto permite evaluar las escalas de: Atracción, Transparencia, Eficiencia, Controlabilidad, Estimulación y Novedad. Además, separa la medición de calidad en nivel pragmático y hedónico. Se utilizó la versión en español y los resultados son procesados por la herramienta de análisis de datos provista en su sitio web.

En cuanto a las preguntas de elaboración propia, se quiere conocer en qué tipo de áreas puede ser útil un sitio web como este, evaluar la diversidad de elementos visuales, identificar los aspectos rescatables de esta experiencia y postular posibles mejoras. A continuación, se presentan las preguntas utilizadas:

- Pregunta 1: ¿Para cuales áreas o aplicaciones consideras útil este sitio web?

  Opciones: Ocio, Creación artística, Performance, Ejercicio físico, Baile, Terapia, Kinesiología y Otro.

- Pregunta 2: Pensando en una nueva versión, ¿qué aspectos crees que se pueden explorar y mejorar?

3.2 Etapas de evaluación

3.2.1 Evaluación de caso de estudio

Se revisarán las propuestas para mejorar el sistema y avanzar hacia una integración en contextos educativos o de uso diario. Se incorporarán los cambios respecto a los avances tecnológicos y de una nueva revisión de la literatura, así como propuestas de investigadores y expertos del área. Se definirán nuevos casos de estudio para plantear talleres y sesiones que fomenten la creatividad aplicados en escuelas y centros de apoyo para niños con TEA.

3.2.2 Integración en otros contextos

Se prevé contar con un grupo activo de participantes, de entre 10 y 20 niños con TEA y sus familiares. Durante un tiempo definido se desarrollarán sesiones de exploración creativa por medio del sistema planteado. La evaluación corresponderá a la complejidad de la pieza artística creada, así como de su experiencia y usabilidad con aplicaciones de este tipo. Todas las etapas de integración contarán con entrevistas a personas expertas provenientes de centros interesados en colaborar.

4. Resultados

Como prueba de concepto, se realizó un estudio sobre la usabilidad y aceptación de Movarte como una herramienta que aporta a la validez de la presente investigación. Inicialmente, se pretende validar con personas no expertas en los temas que se abordan en este proyecto, que permitan dar una mirada externa y tengan diferentes niveles de conocimiento tecnológico o artístico.

Para ello, se reclutó a un grupo de 15 participantes de entre 18 y 54 años, que se les fue enviado el enlace con la página del proyecto y algunas indicaciones sobre su uso. Los usuarios realizaron las pruebas en sus hogares, con diferentes cámaras web, ordenadores, navegadores de internet, espacios y condiciones ambientales, para evitar condicionar una respuesta bajo parámetros definidos. Se les invitó a explorar libremente la herramienta, a generar al menos una imagen que podían

opcionalmente compartirla en la galería. Al final, se les pidió que respondieran al UEQ y las preguntas planteadas.

Los resultados de la encuesta para los pares de ítems se están en la Figura 2. Se puede apreciar una alta puntuación para las características de original, innovador, bueno, creativo y activante. Por otra parte, se ha considerado impredecible por una mayoría de usuarios, y en menor medida, confuso, difícil de aprender y sobrecargado.

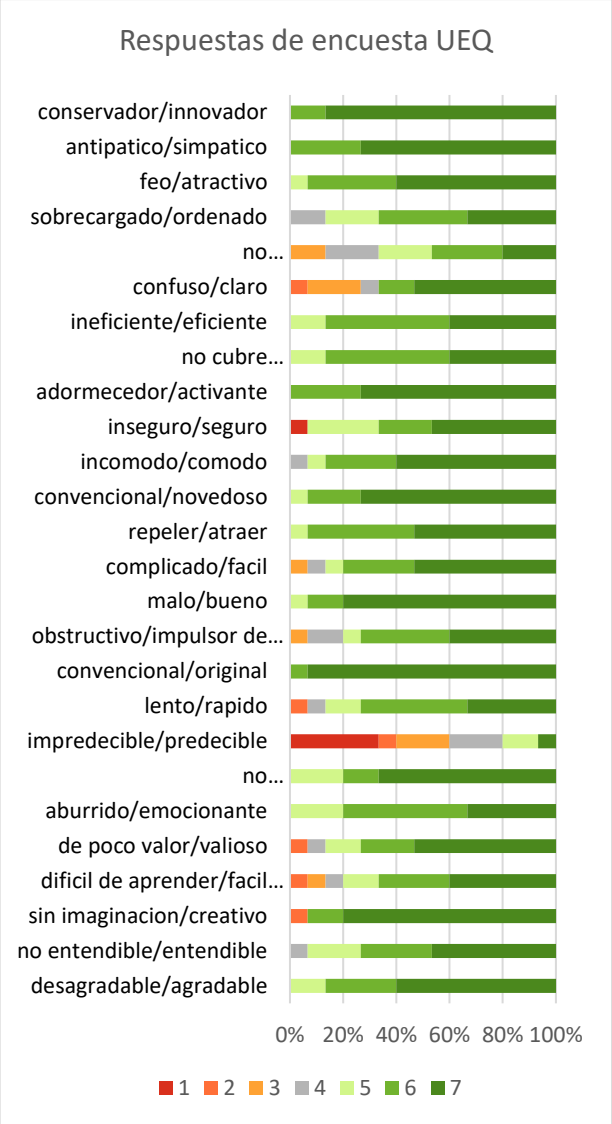


Figura 2: Resultados del UEQ

En cuanto a los promedios de niveles de calidad aportados por el UEQ (ver Tabla 1), destacan la atracción y calidad hedónica con un 2,56 y 2,54, respectivamente. La calidad pragmática baja casi un punto con un 1,63. Este cambio se explica, debido a los promedios de las escalas del UEQ, que se presentan en la Figura 3.

Tabla 1: Niveles de calidad de UEQ

Nivel de Calidad	Promedio
Atracción	2,56
Calidad Pragmática	1,63
Calidad Hedónica	2,54

La novedad obtiene la mayor valoración con un 2,75, seguido de la atracción con un 2,56 y estimulación con un 2,33. Estos tres niveles han superado el límite de la excelencia y son las cualidades que más han llamado la atención de los participantes. La transparencia y eficiencias se posicionan en el nivel de bueno con 1,87 y 1,78, respectivamente. Por último, la controlabilidad es el nivel más bajo de todos, y se encuentra levemente sobre el promedio con un 1,25.

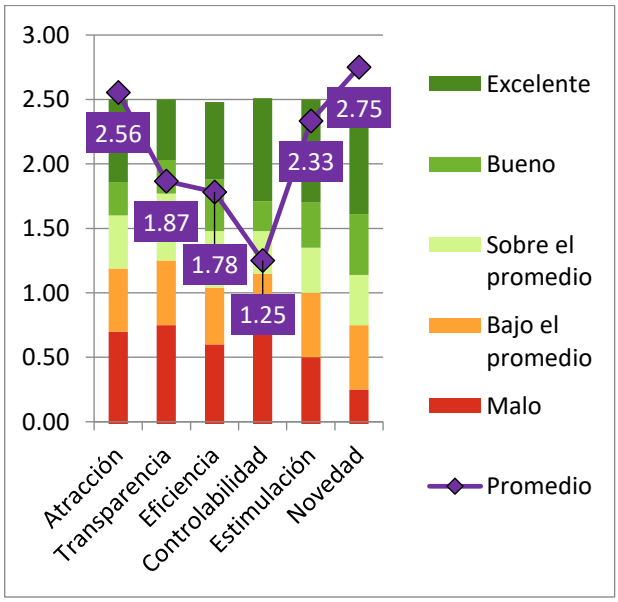


Figura 3: Niveles según escalas de UEQ

Al momento de responder las preguntas propuestas, los usuarios explican el motivo de sus valoraciones anteriores en el cuestionario estándar. En la Pregunta 1, 14 de los 15 usuarios responden que ven adecuada esta aplicación para su uso en la creación artística. Dos tercios de los encuestados afirman que puede ser aplicada en terapia, y algo más de la mitad de ellos, responde para baile y ejercicio físico. Las demás categorías en orden decreciente fueron de actividades de ocio, performance, kinesiología y otros, sin especificar (ver Figura 4).

Respecto a la Pregunta 2, los usuarios responden que la aplicación es novedosa y divertida, que se puede adaptar a un uso en el hogar o remoto. En los aspectos a mejorar destacan: mayor fluidez en la captura del movimiento, mayor variedad de figuras y colores, opciones en 3 dimensiones (3D), insertar imágenes o iconos, mayor control de los parámetros.

En general, notan que hasta que no se sitúan utilizando la herramienta no ven cómo pueden controlarla, que hay factores que no pueden controlar fácilmente y existe un poco de

confusión en el uso de las capas por zonas proxémicas. Sin embargo, notan que puede mejorar y aportar bastante a un contexto dinámico e innovador, la experiencia de compartir las imágenes en la galería estimula a que participen en variadas ocasiones y sigan explorando las posibilidades que se ofrecen.

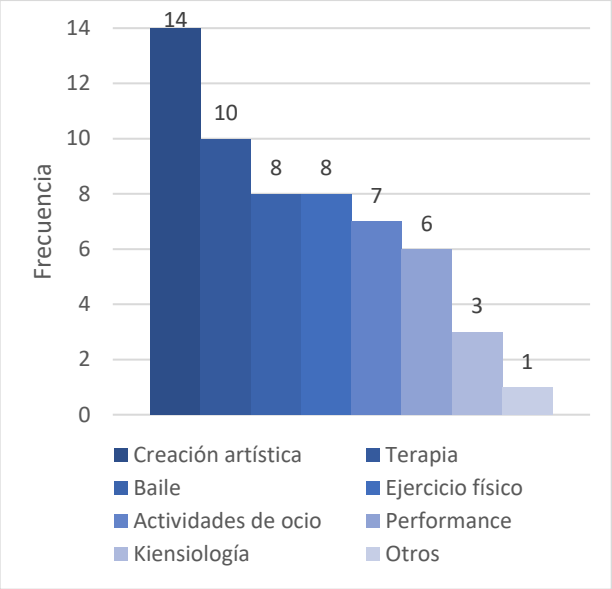


Figura 4: Áreas de contextos posibles para Movarte

5. Discusión

Como prueba de concepto inicial, se puede ver que Movarte ha generado una buena aceptación y ha dado espacio a debatir posibles mejoras. A nivel general, demuestra ser atractiva para un público general no especializado, logrando altos niveles de calidad hedonista y atractiva, en base la valoración positiva en cuanto a la novedad, atracción y estimulación.

Al variar los colores por niveles aleatorios y según cada color base escogido, las imágenes son únicas para cada experiencia, sumado a la posibilidad de compartirlas en la galería, invita a los usuarios a participar activamente para explorar nuevos resultados. Por otro lado, lo aleatorio juega un factor que no permite la controlabilidad, lo que baja los niveles de predictibilidad y control sobre el resultado, reflejado en un nivel más bajo de calidad pragmática. Se debe seguir explorando para encontrar una manera que permita controlar el proceso creativo, pero sin limitarlo para que pierda la novedad o provoque frustración.

Adicionalmente, se deben aumentar las posibilidades gráficas y recursos audiovisuales. La librería p5.js permite manipular figuras básicas aunque son limitadas, se puede integrar 3D con three.js o Babylon.js para lograr una visión inmersiva. En esta línea, se puede explorar el uso de realidad virtual o aumentada, sin que su uso suponga un alto uso de cómputo o requerir hardware costoso que suponga perder la portabilidad de un sistema en línea. Algunas opciones por considerar para la web son AR.js, A-Frame y Argon.js.

Se debe estudiar cómo adaptar las tecnologías existentes a un entorno diseñado para personas con TEA. Para la detección del movimiento, si se eligen las cámaras web asociadas a un modelo de aprendizaje automático de reconocimiento corporal, se debe comprobar que su resultado es similar frente a cámaras de profundidad (RGB-D). De este grupo, Kinect es la más utilizada y validada en diferentes proyectos de investigación con niños con TEA, sin embargo, hoy en día está descontinuada; aunque existen alternativas, suponen un coste mayor y la necesidad de contar con el equipamiento necesario. El estudio entonces debe ser de las capacidades técnicas para captar la precisión de movimiento, tales como nivel de claridad, ángulo, resolución y distancia de cámara, así como la prevención para la obstrucción o capturas erróneas, tanto para uno o múltiples participantes.

Otro punto para valorar es la integración de los modelos matemáticos con las librerías gráficas y de programación creativa. Los datos de entradas suelen ser la posición en los ejes bidimensionales x e y, que son captados y el porcentaje de probabilidad de precisión. Alternativamente a PoseNet, Tensorflow (TensorFlow, s. f.) hoy cuenta con BlazePose y MoveNet, que aumenta la captura de 17 a 33 puntos corporales y faciales, o ser ejecutado con más de 50 fotogramas por segundo para dispositivos móviles y ordenador, respectivamente. Un modelo que ha tenido protagonismo en investigación es OpenPose (OpenPose: Real-time multi-person keypoint detection library for body, face, hands, and foot estimation, s. f.), que detecta diferentes puntos corporales y faciales, se debe evaluar su integración con p5.js o ml5.js.

Los resultados de las preguntas abiertas han dado una validación positiva para replicar el uso de Movarte en contextos de creación artística, terapia y baile, que es el foco de este trabajo. El siguiente paso es validar la herramienta con expertos en las líneas temáticas de TEA, terapeutas, artistas y familiares de personas diagnosticadas, para tener una visión global que permita plantear un caso de uso concreto que se irá evaluando en etapas posteriores. La idea de la programación creativa es proponer un lenguaje sencillo para extender y adaptar la herramienta según lo planteado por personas que no proceden de ámbitos tecnológicos pero que tienen interés en las posibilidades del código. Sería interesante plantear una interfaz que permita agregar código de p5.js y recursos gráficos con facilidad.

Otros contextos para explorar nacen desde el ejercicio físico, actividades de ocio y performance, que pueden seguir la misma línea. La rehabilitación ya es bastante explorada en la literatura, el foco está hoy en la expresión y formación creativa. También se precisa de establecer conceptos evaluativos para la complejidad de la imagen, como el manejo de colores y formas, así como grado expresivo.

6. Limitaciones y trabajo futuro

Si bien, este estudio ha validad una prueba inicial sobre la creación de una pieza gráfica con el movimiento, es preciso situar esta herramienta en contextos adecuados y adaptados a las necesidades de los profesionales y personas con autismo que son participantes de sesiones de baile movimiento terapia.

La siguiente fase de este proyecto consta de entrevistar a los expertos, proponer un caso de estudio en base a una participación en el diseño de una herramienta adaptada a un contexto determinado.

Por otra parte, sería interesante investigar tecnologías actuales para la detección corporal, que tengan fácil acceso, por ejemplo, software de código abierto, a la vez de que permitan integrar la computación creativa. Sería interesante para plantear una implementación menos costosa y fácil de entender para los usuarios finales.

7. Conclusiones

La Danza Movimiento Terapia (DMT) aporta beneficios experienciales para personas diagnosticadas con un trastorno del espectro autista (TEA), a nivel de bienestar y desarrollo expresivo. Esta investigación se enmarca en un proyecto que busca plantear una herramienta para la creación artística con herramientas de programación creativa. En una primera etapa, se plantea una prueba de concepto para validar un prototipo con un grupo de usuarios, de manera cuantitativa y cualitativa.

Los principales resultados denotan que es una idea novedosa y atractiva, adecuada para contextos de creación artística y terapia. Sin embargo, no es del todo controlable y presenta aspectos a mejorar en cuanto a la diversidad de opciones gráficas y de usabilidad.

El trabajo seguirá con estos resultados hacia su siguiente fase, cuenta con el apoyo de organizaciones colaboradoras y expertos que darán mucha información para considerar en futuras etapas. Se seguirá con un diseño centrado en el usuario y posterior validación con un entorno adaptado hacia los usuarios finales.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido apoyado por la beca predoctoral FPI-UAM de la Universidad Autónoma de Madrid y el proyecto Indigo!: Ecosistema educacional para el desarrollo continuo e independiente de personas con TEA, con referencia PID2019-105951RB-I00/ AEI / 10.13039 / 501100011033 financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación de España.

Referencias

Altizer, R., Jr, Handman, E., Bayles, G., Jackman, J., Cheng, K., Ritchie, S., Newell, T., & Wright, C. (2018). Choreografish: Co-designing a choreography-based therapeutic virtual reality system with youth who have autism spectrum advantages. Proceedings of the 2018 Annual Symposium on Computer-Human Interaction in Play Companion Extended Abstracts.

American Psychiatric Association. (2013). Diagnostic and statistical manual of mental disorders. American Psychiatric Association.

Garcia-Medrano, S. (2021). Screen–bridges: dance movement therapy in online contexts. Body, Movement, and Dance in Psychotherapy, 16(1), 64-72. https://doi.org/10.1080/17432979.2021.1883741

Lord, C., Brugha, T. S., Charman, T., Cusack, J., Dumas, G., Frazier, T., Jones, E. J. H., Jones, R. M., Pickles, A., Matthew W. State, Taylor, J. L., & Veenstra-VanderWeele, J. (2020). Autism spectrum disorder. Nature Reviews. Disease Primers, 6(1). https://doi.org/10.1038/s41572-019-0138-4

ml5 - A friendly machine learning library for the web. (s. f.). Ml5js.org. Recuperado 15 de octubre de 2023, de https://learn.ml5js.org/

OpenPose: Real-time multi-person keypoint detection library for body, face, hands, and foot estimation. (s. f.). Recuperado 29 de noviembre de 2023, de https://github.com/CMU-Perceptual-Computing-Lab/openpose

Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., … Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. BMJ (Clinical Research Ed.), n71. https://doi.org/10.1136/bmj.n71

Payne, W. C., Bergner, Y., West, M. E., Charp, C., Shapiro, R. B. B., Szafir, D. A., Taylor, E. V., & DesPortes, K. (2021). DanceON: Culturally responsive creative computing. Proceedings of the 2021 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems.

PoseNet. (s. f.). Harvard.edu. Recuperado 15 de octubre de 2023, de https://mmla.gse.harvard.edu/tools/posenet/

Ragone, G., Good, J., & Howland, K. (2020). OSMoSIS: Interactive sound generation system for children with autism. Proceedings of the 2020 ACM Interaction Design and Children Conference: Extended Abstracts.

Ringland, K. E., Wolf, C. T., Boyd, L., Brown, J. K., Palermo, A., Lakes, K., & Hayes, G. R. (2019). DanceCraft: A whole-body interactive system for children with autism. The 21st International ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility.

TensorFlow. (s. f.). TensorFlow. Recuperado 29 de noviembre de 2023, de https://www.tensorflow.org/

User experience questionnaire. (s. f.). Ueq-online.org. Recuperado 15 de octubre de 2023, de https://www.ueq-online.org/

Wilson, C., Sitbon, L., Ploderer, B., Opie, J., & Brereton, M. (2020). Self-expression by design: Co-designing the ExpressiBall with minimally-verbal children on the autism spectrum. Proceedings of the 2020 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems.

Zeidan, J., Fombonne, E., Scorah, J., Ibrahim, A., Durkin, M. S., Saxena, S., Yusuf, A., Shih, A., & Elsabbagh, M. (2022). Global prevalence of autism: A systematic review update. Autism Research: Official Journal of the International Society for Autism Research, 15(5), 778-790. https://doi.org/10.1002/aur.2696

.

INTERACCION
Revista Digital de AIPO
Asociación Interacción Persona-Ordenador
Vol. 4, No 2 (2023)
ISSN 2695-6578

i-Teddy: Exploración de la Robótica Terapéutica a Través de la Terapia con Muñecos para Mejorar la Interacción Humana

i-Teddy: Exploring Therapeutic Robotics through Doll Therapy to Enhance Human Interaction

Ana B. Gil-González
Dpto. de Informática y Automática
Bisite Research Group
Universidad de Salamanca
Salamanca, España
abg@usal.es

Sergio Márquez Sánchez
Bisite Research Group, Air Institute, IoT Digital Innovation Hub
Salamanca, España
smarquez@usal.es

Juan Manuel Corchado
Dpto. de Informática y Automática
Bisite Research Group
Universidad de Salamanca
Salamanca, España
corchado@usal.es

Recibido: 21.10.2023 | Aceptado: 01.12.2023
DOI: https://doi.org/10.65234/interaccion.99

Palabras Clave

Interacción Persona-Ordenador (IPO)
Sistemas y herramientas interactivos
Sistemas de información sanitaria
Robótica de asistencia social
Muñecoterapia
Roboterapia
Computación afectiva

Resumen

Se ha demostrado que la terapia con muñecos tiene múltiples beneficios en las personas con demencia, como la reducción de los síntomas psicológicos y conductuales, el aumento de la motivación y la iniciativa, la mejora de las habilidades comunicativas y el bienestar, el mantenimiento de las capacidades cognitivas y psicomotoras, así como el fomento de la autonomía y el empoderamiento del usuario. En general, esta terapia puede mejorar significativamente la calidad de vida de las personas con demencia y ayudarles a mantener sus conexiones con el entorno. Este trabajo describe un prototipo de muñeco terapéutico, que hemos llamado i-Teddy. Dicho prototipo incorpora diferentes elementos de sensorización que permiten proponer una herramienta útil, de bajo coste y muy versátil para abordar diferentes patologías para llevar a cabo programas diseñados por médicos, enfermeras y trabajadores sociales en la aplicación de terapias no farmacológicas. Asociado al peluche, se diseñó una aplicación móvil para que los especialistas pudieran programar dicho muñeco en función de las características personales de los usuarios y facilitase a los profesionales la generación de informes. El prototipo desarrollado, muestra que es posible el abordaje de modelos de terapia no farmacológica uniendo tres campos muy importantes la Robótica terapeútica o roboterapia con la muñecoterapia o Doll Therapy en inglés y la computación afectiva

Keywords

Human-centered computing (HCI
Interactive systems and tools
Health care information systems
Social Assistive Robotics
Doll Therapy
Robotherapy
Affective Computing

Abstract

Doll therapy has been shown to have multiple benefits for people with dementia, such as reducing psychological and behavioral symptoms, increasing motivation and initiative, improving communication skills and well-being, maintaining cognitive and psychomotor abilities, and promoting user autonomy and empowerment. Overall, this therapy can significantly improve the quality of life of people with dementia and help them to maintain their connections with the environment. This paper describes a prototype of a therapeutic doll named i-Teddy. This prototype incorporates different sensorization elements that allow us to propose a useful, low-cost, and versatile tool to address different pathologies to implement programs designed by doctors, nurses, and social workers in the application of non-pharmacological therapies. Associated with the plush toy, a mobile application was designed so that specialists could program the doll according to the personal characteristics of the users and facilitate the generation of reports for professionals. The prototype developed shows that it is possible to approach non-pharmacological therapy models by joining three very important fields: therapeutic robotics or robotherapy with doll therapy, and affective computing.

1. Introducción

Uno de los principales retos a los que nos enfrentamos en las enfermedades relacionadas con patologías del envejecimiento, o cualquier otra patología que implique un deterioro de las funciones cognitivas, es la necesidad de controlar determinadas conductas de riesgo que pueden afectar tanto al paciente como a las personas de su entorno. Hasta la fecha, el único abordaje de estas conductas de riesgo ha sido clínico, mediante la administración de fármacos, incluyendo grandes dosis de analgésicos, que pueden resultar perjudiciales para el paciente al empeorar su calidad de vida y anular su identidad y personalidad. Por lo tanto, es necesario explorar y mejorar las estrategias para reducir la dependencia de los sedantes y fomentar las habilidades cognitivas y afectivas en estos pacientes.

Doll Therapy o terapia con muñecos (Ng, Q.X. *et al.*, 2012) es un modelo de terapia no farmacológica creado por Anne Burnnet, directora de *The Limes Care Home*, un centro para pacientes con demencia en Estados Unidos. Esta terapia con muñecos, hace uso la teoría del apego de Bowlby (Bowlby, 1988), en la que en momentos de estrés o ante estímulos amenazantes se genera un impulso de una figura de proximidad para buscar seguridad, generando un conjunto interconectado de sistemas conductuales que moldean colectivamente el comportamiento. Entre ellos se incluyen los sistemas conductuales de apego, cuidado y exploración como una forma de trabajar complementaria a la terapia farmacológica y cuyo objetivo, en este trabajo, es ayudar a mejorar enfermedades o síntomas asociados a la demencia. Según sus creadores, podría ser útil para la reducción de sedantes y otros fármacos, por lo que se encuentra entre las terapias complementarias más útiles para la estabilización de dosis farmacológicas en enfermedades del envejecimiento, con síntomas emocionales y conductuales como la demencia agitada o la enfermedad de Alzheimer (Ng, Q.X. *et al.*, 2012; Cai, X., et al., 2021; Mitchell & O'Donnell, 2013).

En una entrevista concedida al periódico *The Guardian* (Learner, S., 2013), Burnnet afirmó haber dado con este innovador tratamiento por casualidad porque, según explica, "los pacientes con demencia suelen experimentar episodios de regresión al pasado, en los que confunden sus viejos recuerdos con el presente. Durante estos episodios, suelen encontrarse muy desorientados y agitados si se les intenta devolver al presente".

Burnnet explicó un caso concreto que reflejaba muy bien esta idea: "Una vez, estaba trabajando con una mujer mayor que había perdido un hijo cuando era joven y siempre acababa gritando a su bebé, preguntando por él, lamentándose por él. Un día, le dimos un osito de peluche durante uno de sus episodios y se calmó. Lo más impresionante es que desde entonces está tranquila y feliz. Poco a poco, nos dimos cuenta de que ocurría lo mismo con otros pacientes, fueran hombres o mujeres".

Caroline Baker, responsable de calidad y atención a la demencia en *Four Seasons Health Care*, también explicaba en ese artículo su experiencia con esta terapia añadiendo que "incluso los profesionales médicos y el personal asistencial estaban preocupados al principio, comentando que el uso de muñecos era "infantil", "totalmente degradante" y "condescendiente"". Unas semanas después, los beneficios eran evidentes. Los pacientes habían reducido los comportamientos erráticos, estaban más tranquilos y mejoraban la comunicación y el habla cuando interactuaban con sus muñecos y con otros pacientes ".

Actualmente se están explorando nuevos enfoques de este tipo de terapias no farmacológicas de forma multidisciplinar, desde la medicina y la psicología con una fuerte inclusión en los últimos años de la tecnología. En este contexto, se están aplicando diferentes tratamientos no farmacológicos para la demencia, como las terapias musicales, ocupacionales y con animales.

El artículo comienza con esta breve introducción. El punto dos hará una contextualización más detallada de soluciones comerciales relacionadas con la muñecoterapia en entornos médicos. El tercer punto hace una descripción de la arquitectura, con especial detalle de la electrónica empleada en el desarrollo del prototipo, así como la descripción de elementos de la funcionalidad de la aplicación y aspectos relevantes de la interfaz. Finalizaremos con unas conclusiones al trabajo y unas líneas de actuación futuras.

2. Motivación y trabajos relacionados

La terapia con muñecos, como se describe en la introducción, puede dirigir la atención de una persona que sufre demencia o enfermedades similares a una tarea tan sencilla como prestar mera atención a un muñeco (Mitchell et al., 2016). Junto con la terapia robótica, la psicología robótica se plantea como una nueva área de investigación que utiliza un enfoque sistemático para el estudio de los aspectos psicofisiológicos, psicológicos y sociales de la comunicación entre humanos y robots.

La roboterapia es una técnica terapéutica que utiliza robots para interactuar con los pacientes y mejorar su bienestar físico, emocional o cognitivo (Libin, 2003). Esta técnica se utiliza en diversas áreas de la medicina, como la rehabilitación, la psicología y la geriatría, y su objetivo es mejorar la calidad de vida de los pacientes y facilitar su recuperación (Márquez-Sánchez, S., *et al.*, 2020). Se han realizado muchos estudios sobre esta técnica, algunos de los cuales detallamos a continuación.

En (Feil-Seifer & Mataric. 2008; Kouroupa, A., *et al.*, 2022) se presentó una revisión sistemática y un metaanálisis de estudios

que evaluaban el uso de los efectos sociales de la interacción humano-robot (HRI) en la terapia de niños con trastornos del espectro autista (TEA). Los estudios que evaluaron el uso de robots en la rehabilitación tras accidentes se presentaron en (Norouzi-Gheidari, N., P.S. Archambault, & J. Fung, 2021; Moggio, L., *et al.*, 2022). En (Scoglio, A.A., *et al.*, 2019) una revisión sistemática y un metaanálisis de 12 estudios evaluaron el uso de robots de asistencia social (RAS) en la investigación sobre salud mental. En (González-González, C.S., V. Violant-Holz & R.M. Gil-Iranzo, 2021) se presentó una revisión sistemática de la aplicación de los denominados robots sociales en hospitales, donde la mayoría de las iniciativas y proyectos estaban al servicio de ancianos y niños y, en particular, destinados a combatir enfermedades como la demencia, el trastorno del espectro autista (TEA), el cáncer y la diabetes.

En general, estos estudios sugieren que la roboterapia tiene potencial para mejorar la eficacia y eficiencia de la terapia en diversos entornos sanitarios. Sin embargo, es necesario seguir investigando para comprender mejor cómo puede integrarse la roboterapia en la asistencia sanitaria y mejorar la experiencia de los pacientes y los profesionales sanitarios. Por ello, nuestra propuesta incorpora aspectos de sensorización a la terapia con muñecas con las siguientes características.

2.1 Terapias sensorizada con muñecos

Los estudios revisados muestran que la terapia con muñecos como agente no farmacológico sirve como fuente de apoyo emocional y estimulación para la persona, y puede ayudar a reducir la agitación y la ansiedad. La incorporación de sensores a los muñecos mejorará esta terapia. Por ejemplo, los sensores pueden detectar cuándo se coge o abraza a un muñeco y responder con suaves sonidos o vibraciones para proporcionar una estimulación sensorial adicional. Algunos muñecos también tienen sensores que detectan el movimiento y responden a su vez a movimientos o gestos, lo que puede resultar atractivo para la persona que lo utiliza. La robótica asistencial (RA) hizo su aparición integrando la robótica con la inteligencia artificial y las técnicas de aprendizaje automático para dar respuesta a este problema y con el objetivo primordial de promover con éxito el bienestar y la autonomía de las personas con discapacidad. Esta integración logra el desarrollo de robots inteligentes teniendo en cuenta las necesidades de la sociedad.



(a) (b) (c)

Figura 1: Dispositivos electrónicos comerciales para muñecoterapia sensorizada en salud

Existen varios productos comerciales que combinan la terapia con muñecos en el ámbito de la salud, algunos de ellos sensorizados. Algunos ejemplos son:

Joy for All Companion Pets, mostrado en la figura *1(b) (Google1, s.f.))*. Se trata de mascotas interactivas robóticas. Estas mascotas realistas vienen en varias modelos, incluidos gatos y perros, y cuentan con sensores que responden al tacto y al movimiento mediante movimientos y sonidos realistas.

GeriJo, mostrado en figura 1(c) (Google2, s.f.)). GeriJoy es nace de un startup del MIT que crea acompañantes virtuales para personas mayores. Este producto, un asistente virtual con forma de perro, combina un muñeco realista con un software de compañía virtual que utiliza inteligencia artificial para ofrecer al usuario una conversación y un compromiso personalizados. Su objetivo final es mejorar la salud mental a través de la terapia con mascotas y reforzar las relaciones hablando de fotos familiares, noticias y recuerdos

My Special Aflac Duck, mostrado en la figura 1(a) (Google3, s.f.)). Este pato robótico se diseñó para ayudar a los niños con cáncer a afrontar su tratamiento a través de una asociación filantrópica, Aflac, en E.E.U.U. Sus inicios se remontan a 1995. Incorpora sensores que responden al tacto y al movimiento, y proporciona apoyo emocional a través del juego interactivo y la comunicación.

2.2 Una reflexión y una propuesta

El análisis de los mecanismos subyacentes a las distintas formas de interacción con dichos muñecos requiere tanto una metodología adecuada como herramientas de investigación especializadas, más aún cuando, como resulta en el escenario presentado en este proyecto, el usuario tiene limitaciones motoras o capacidades cognitivas crónicas o degenerativas. Interacción hombre-robot en robótica social (Kanda, T. & H. Ishiguro, 2017) explora cuestiones importantes en el diseño de un sistema robótico de este tipo que trabaje con personas en entornos cotidianos.

Algunos aspectos funcionales para el uso del prototipo son que debe ser capaz de llevar a cabo programas terapéuticos diseñados por médicos, enfermeras y trabajadores sociales de forma flexible (Desideri *et al.*, 2019). Entre las premisas terapéuticas, se valoraron todas aquella que permiten trabajar patrones a nivel:

- Cognitivo con especial interés en aspectos de atención, memoria, reminiscencia, etc.,
- Físico funcional sobre distintos aspectos como lateralidad, esquema corporal, etc.
- Afectivo y emocional, a través de expresiones de emociones positivas, la parte sensorial, con estimulación táctil, auditiva y visual, y por último.
- Psicosocial, mediante la interacción con otros usuarios o la relajación, entre otras técnicas.

Además, su diseño debe considerar aspectos afectivos, incluyendo elementos manipulativos y adaptativos, para abordar elementos de personalización con el paciente.

A continuación, describiremos el prototipo desarrollado en base a las necesidades detectadas.

3. Visión general de I-Teddy

Como resultado del trabajo, se creó un prototipo de muñeco hecho a mano con tejidos de alta calidad que incorporaba sensorización y una app para su manejo (Márquez-Sánchez *et al.*, 2023) Este prototipo incorpora una electrónica totalmente imperceptible por los usuarios, proporcionando una sensación más realista, ya que los usuarios pueden interactuar de forma oral y táctil con el dispositivo, así como a través de su movimiento, que actuará mediante luces, sonidos y vibración, permitiendo establecer vínculos emocionales con el peluche.



Figura 2: Prototipo del peluche acabado.

La diferencia fundamental del prototipo es que permite la aplicación de terapias flexibles y personalizadas. El primer prototipo se muestra en la figura 2, puede reconocer, interpretar y procesar las emociones humanas porque su diseño incorpora técnicas de computación afectiva (Gervasi, R., *et al.*, 2022). Así, para cada terapia y usuario, se puede incorporar al muñeco una máquina de estados (reposo, feliz, dolor (pulso alto, sonido de llanto), cansado, calmante, chupete, etc.) en función de los parámetros de sensorización tanto de entrada como de salida.

Como peluche terapéutico, la composición de sus tejidos también tiene un efecto emocional, basado en sensaciones gratificantes y satisfactorias. Para todas las partes de interacción táctil, se integraron un hilo conductor y un tejido conductor compuesto de partículas de acero inoxidable. Por último, el prototipo se diseñó para facilitar la limpieza y el lavado del peluche.

3.1 Electrónica y sensores del prototipo

El peluche tiene un diseño de fácil manejo y una integración de elementos electrónicos multisensoriales, de forma que no sean perceptibles para los usuarios, ocultos según se muestra en las figuras 2 y 3.

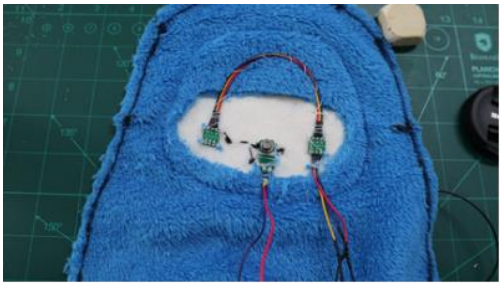


Figura 3: Detalle de la electrónica insertada.

El núcleo, mostrado en la figura 4, está formado por un microcontrolador capaz de procesar toda la información procedente de los sensores del peluche, permitiendo la

incorporación de información en tiempo real a un conjunto de escenarios/modelos.

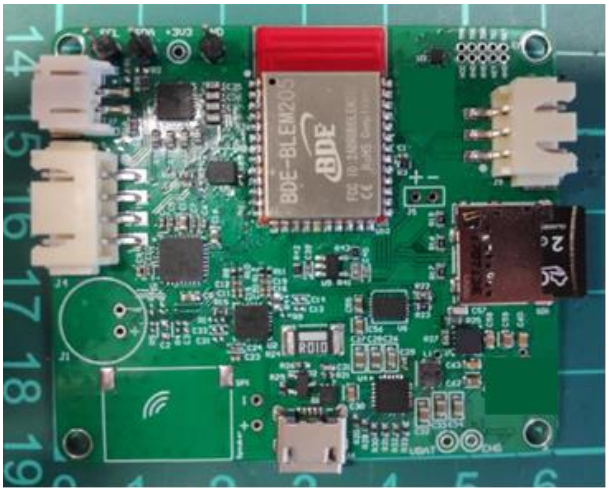


Figura 4: prototipo de PCB desarrollada.

El peluche incluye el reconocimiento de estímulos externos producidos por el usuario mediante los siguientes cuatro sensores y utilidades descritos a continuación:

1. IMU (*An Inertial Measurement Unit*). Se ha utilizado una Unidad de Medida Inercial con la que se han configurado interrupciones para reconocer diferentes estímulos como movimientos suaves o caídas.
2. Sensor táctil. Para detectar la interacción entre el usuario y el peluche se ha utilizado un cable conductor conectado a unos pines capacitivos de la placa.
3. Micrófono. El uso de entradas de sonido, permiten la detección de posible agitación por parte del usuario y detección del contexto.
4. Cargador de batería. Este dispositivo dispone de un circuito de carga insertado en el muñeco.

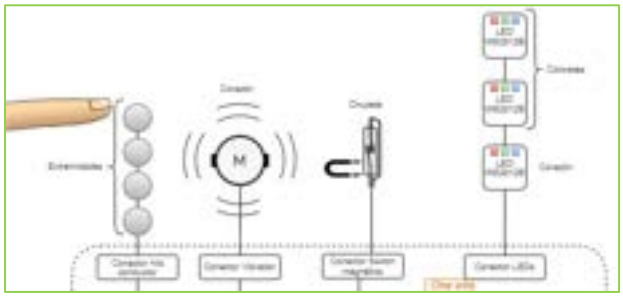


Figura 5: Detalle de los actuadores de i-Teddy.

Así diseñado, el peluche reacciona a diferentes estímulos asociados al tacto, movimiento, etc. utilizando los siguientes componentes de accionamiento:

1. Vibrador. Permitirá generar patrones que acompañen como elementos importantes en las terapias. Entre otras funcionalidades permite emular el "pulso cardíaco" con valores entre 20 y 150 pulsaciones por minuto dependiendo del estado emocional del paciente.
2. LEDs RGB. Ubicados en las mejillas y el corazón; la zona se ilumina de acuerdo a las emociones de felicidad o enojo, como detalla la figura 5.
3. Altavoz: Para la captura y reproducción de sonidos realistas, posibilidad de incluir sonidos, fragmentos de voz y música personalizados para el usuario.

Todas estas funciones se programan automáticamente en el peluche de forma que, por ejemplo, tras una interacción, el peluche sonroja sus mejillas mediante LEDs o hace latir su corazón o llora si le quitan el chupete o deja de hacerlo si se le vuelve a colocar. Además, también tenemos la posibilidad de activar este comportamiento desde la App Móvil, diferenciándonos así de cualquier producto similar al integrar varias funciones nunca antes vistas en este tipo de proyectos y cuyo resumen de arquitectura muestra la figura 6.

Para el procesamiento de datos se ha utilizado una unidad microcontroladora (MCU) con arquitectura *Advanced RISC Machine* (ARM) y capacidad multihilo, que incluye la funcionalidad *Real-Time Clock* (RTC) para ejecutar eventos periódicamente y en tiempo real.

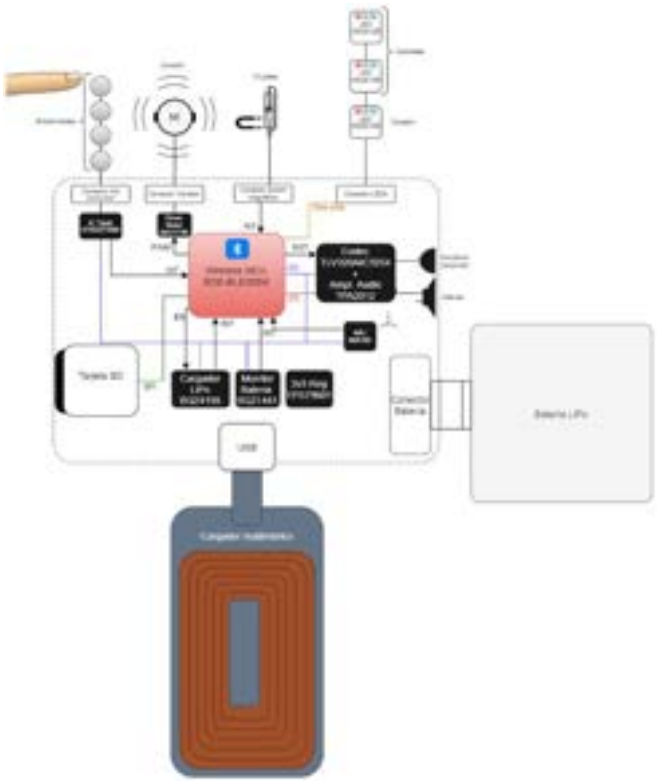


Figura 6: Arquitectura electrónica del prototipo i-Teddy.

El dispositivo dispone de un módulo de comunicación inalámbrica entre el dispositivo y el smartphone con el objetivo de monitorizar los datos a través de la app. Para comunicar dichos datos con el mínimo coste de consumo, se ha utilizado el protocolo Bluetooth de bajo consumo (BLE).

La arquitectura de sensorización del sistema propuesto basada en los requisitos funcionales especificados se particulariza a través de los componentes, que a continuación detallamos.

Como base se ha optado por la utilización del módulo BDE-BLE205M de la empresa BDE, que incorpora el MCU CC2642R del fabricante Texas Instruments. Este microcontrolador tiene las siguientes características:

- ARM Cortex M4F (32 bit, multi thread, RTC, ultra low power sleep mode…)
- Protocolo de comunicación inalámbrica Bluetooth 5.1 (incluye BLE)
- 352 KB de memoria Flash, 80 KB de memoria RAM
- Soporte para Over-the-Air upgrade (OTA), de modo que permite comunicar, reconfigurar y gestionar los dispositivos y las SIM sin tener que acceder físicamente a ellos, hacienda uso de la red.
- 12-bit ADC 8-channel, 2 UART, 4 SP I(interfaz periférica serial), 4 timers, 8-bit DAC, I2C, I2S
- 31 GPIO (General Purpose Input/Output, Entrada/Salida de Propósito General)

Además, es un módulo previamente certificado (BQB, FCC, CE y RoHS) y que incluye una antena de PCB. Nos hemos basado en el proyecto Simple Peripheral OAD on-chip proporcionado en el SDK de TI para dicho MCU, con las características técnicas descritas.

Se ha seleccionado un Codec de audio TLV320AIC3254 y un amplificador de audio TPA2012D2 basándonos en la placa de evaluación de Texas Instruments CC3200 Audio BoosterPack. Esta decisión ha sido tomada para mantener la opción de ensamblaje de micrófono en futuras versiones del producto; así como debido a la existencia de ejemplos proporcionados por TI para el uso de dicho Codec (i2secho), utilizando el MCU CC2642R, en los que poder basarnos para la implementación de la funcionalidad de audio. Se configura mediante I2C y el audio es transmitido entre el microcontrolador y el códec mediante el uso del protocolo de comunicación de audio I2S.

Se ha optado por almacenamiento SD para guardar las pistas de audio, basado en el ejemplo del SDK proporcionado por TI para lectura de datos desde una tarjeta SD (fatsd).

Se ha escogido el uso de un cargador de batería BQ24195 y un monitor de batería BQ27441 con los que poder gestionar la carga y el nivel de una batería LiPo de una celda de forma segura y pudiendo acceder a información relevante sobre la carga o el estado de la batería mediante una comunicación I2C. Se pueden adaptar las bibliotecas open-source disponibles para Arduino (Biblioteca BQ24195 y biblioteca BQ27441).

El IMU escogido para el prototipo es el IMU BMI160, que integra un acelerómetro y un giroscopio triaxiales, es de bajo consumo y dispone de una biblioteca mantenida y actualizada por el fabricante Bosch. Posee una serie de interrupciones programables que nos sirven para reconocer eventos y relacionarlos con los distintos aspectos de la interacción implementada.

En ese sentido, se ha elegido el sensor capacitivo AT42QT1060 capaz de detectar el contacto en hasta 6 PADs capacitivos. En el prototipo inicial se hace uso de 4 PADs y se reservarán 2 para futuras revisiones. Se configura mediante I2C y posee un pin de interrupción con el que poder ejecutar un determinado código como reacción a un evento (contacto con uno o varios PADs). No se dispuso de librerías open-source compartidas, por lo que se optó por el desarrollo de una librería propia.

Para emular los latidos del corazón, se utilizó un vibrador con su correspondiente driver. En concreto el driver seleccionado es el MAX1749. Este componente ha sido diseñado específicamente para controlar motores vibradores y permite controlar el “pulso cardíaco” con valores de entre 20 y 150 pulsaciones por minuto en función del estado emocional que se desee emular en el peluche.

Se utilizó un switch magnético con el que poder reconocer los eventos de poner y quitar un chupete que tiene un imán con el que fijarse en la boca del peluche. Estos eventos, provocan en el microcontrolador una interrupción con las que se ejecuta el código de reacción a dicho evento.

Para emular dinámicas con el peluche asociados a secuencias de luz se han incorporado LED RGB programables WS2812B. Estos LEDs permiten realizar cambios de color en determinados puntos estratégicos del peluche (tronco, extremidades, mofletes, etc.) en función de los estados asociados a las secuencias dinámicas de trabajo con el dispositivo. Se ha escogido este tipo de LEDs ya que permiten controlar varios del mismo tipo mediante una sola pista de comunicación de datos (*one wire*).

Para facilitar la operatividad del prototipo, se ha optado por un cargador inalámbrico Qi (receptor) que permite la carga de la batería sin necesidad de cables. Se utilizó un tipo de receptor de carga inalámbrica comercial que posee un conector micro USB con el que se conecta permanentemente a la placa madre y permite la carga de la batería LiPo de una celda.

Como regulador de tensión se escogió un Regulador LDO TPS79601DRBR capaz de alimentar un circuito con una corriente máxima de 1A. Se opta por este tipo de regulador por su eficiencia, su baja caída de voltaje y su corriente de salida,

que se encuentra por encima del consumo a máximo rendimiento del dispositivo.

Para el prototipo inicial, se seleccionó una batería Li-ion de una celda de 3.7V y 1700mAh (6,3Wh), que dura en caso de consumo a máximo rendimiento unas 3 horas. Esto hace compatible el uso del prototipo en sesiones razonablemente adecuadas a las dinámicas de uso. En un futuro será necesario incrementar las horas del sistema de carga del prototipo.

Los datos recogidos hasta el momento, se utilizaron para identificar ciertos patrones estimativos y hacer que el muñeco actúe con las reacciones más adecuadas para cada usuario. Una vez se recojan muchos más datos de uso atendiendo a distintas situaciones, se podrá incorporar de forma probada que permita inferir niveles de adherencia a tratamientos con actividades basándose en modelos afectivos (Simões, *et al.*, 2023). Esto será posible aplicando un conjunto de recursos de Inteligencia Artificial a un volumen muy superior de pruebas almacenadas en fases de experimentación del prototipo que requieren de la colaboración con terapeutas y sanitarios en un extenso entorno real en próximas fases (Sun *et al.*, 2023), permitiendo el aprendizaje de funcionalidades para mejorar las respuestas del peluche.

3.2 App móvil vinculada

Además del dispositivo físico detallado, i-Teddy hace uso de una app móvil, cuya interfaz se muestra en la figura 7, con un doble objetivo: por un lado, ser el enlace entre el dispositivo y la base de datos, asegurándose de que se procesen y almacenen las mediciones y además permitir al usuario llevar la gestión de todos estos datos de manera integral y sencilla. Dicha aplicación móvil diseñada para que los especialistas puedan programar el muñeco en función de las características personales de los usuarios y generar informes hace verdaderamente singular el prototipo presentado.

La aplicación móvil busca la visualización en tiempo real de los datos recogidos por el hardware. La app es compatible con sistemas operativos iOS. A través de la interfaz, es posible interactuar con los muñecos de peluche, realizar un seguimiento de las sesiones, visualizar los datos del proyecto, el progreso y recibir alertas. Se han seguido las recomendaciones de buenas prácticas de diseño visual establecidas por *Material Design* (Clifton, 2015).

Destaca comentar que todas aquellas pantallas relativas a información del usuario, se cargarán de forma local según se guardaran en la última actualización. Posteriormente siempre y cuando tengamos conexión a internet se cargarán los datos del servidor.



Figura 7: Interfaces de la app (Izq) Conexión al dispositivo (Dcha.) Pantalla Principal.

4. Resultados

El objetivo principal de este proyecto es crear un peluche electrónico basado en la integración de diferentes tecnologías para mejorar la calidad de vida de personas con patologías asociadas fundamentalmente a deterioros cognitivos.

Para ello, se ha realizado a lo largo de una primera fase, la especificación de requisitos y definición de la arquitectura basada en la identificación de soluciones comerciales e investigaciones aplicables en el campo de estudio, así como todas aquellas patologías que podemos trabajar desde un ámbito terapéutico con este tipo de producto. En base a esto, se han definido las funcionalidades que ha de incorporar la solución propuesta, así como los medios técnicos necesarios para su implementación, materializándose a través del diseño de su arquitectura, tanto de los componentes, como de los conectores y la correcta identificación del flujo de la información a través del peluche y la aplicación móvil.

En la segunda fase se ha llevado a cabo el diseño y montaje del hardware, realizando una PCB donde se integran y conectan los diferentes componentes electrónicos encargados de dotar de interactividad, reacción y comunicación al peluche en tiempo real. Dentro de esta fase también se aglutinan aquellas actividades relacionadas con la programación Firmware para la adquisición y comunicación de los componentes electrónicos con la App móvil.

En la tercera fase se ha generado la App móvil que busca la visualización en tiempo real de los datos recogidos por el hardware. Para su desarrollo se han contemplado todas aquellas características y funciones tratadas en puntos anteriores como

visualización de la interactividad en tiempo real y datos por sesiones.

La cuarta fase ha consistido en la integración y validación del sistema interconectando los componentes electrónicos y aplicación móvil al 100%, comprobando que todas las utilidades desarrolladas cumplen con los requisitos especificados en fases previas.

En cuanto a la validación del sistema, se han llevado a cabo pruebas con usuarios reales, pero en una versión muy inicial, comprobando la aceptación del prototipo por parte de posibles usuarios, así como el correcto desempeño del sistema en un entorno real y comprobando secuencias de sensores. Una vez el prototipo está operativo, comienza el trabajo real y desafiante.

5. Conclusiones y Trabajo Futuro

Este artículo presenta todas las posibilidades en el uso de muñecos como terapia no farmacológica. El objetivo de esta terapia es reducir la necesidad de sedantes y otros fármacos en pacientes ancianos.

El prototipo desarrollado en esta prueba de concepto incluye sensorización y una aplicación configurable que permite a los especialistas generar terapias personalizadas.

Creemos que el uso de muñecos, como el mostrado, con fines terapéuticos es una herramienta de trabajo muy interesante que aún no ha sido suficientemente explotada y desarrollada en residencias de ancianos, clínicas, centros de día u hospitales.

Para validar el sistema, actualmente se está probando el prototipo como parte de un programa más ambicioso en un centro de referencia para patologías de Alzheimer. Esta validación permitirá evaluar el impacto de este tipo de terapias en la reducción de los problemas psicológicos y conductuales (agitación, apatía, depresión…), la mejora de la comunicación e interacción social de los pacientes, así como los resultados de la estimulación sensorial, cognitiva, emocional y de reminiscencia. Es evidente que la suma de todos estos posibles progresos contribuirá a la mejora de la calidad de vida del paciente y familiares.

Son muchas las propuestas de futuro que abre nuestro prototipo, siendo la fundamental la implementación de una interfaz de configuración de terapias dentro de la app para profesionales, así como la incorporación de nuevos sensores.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido parcialmente financiado a través del proyecto TCUE, PC-TCUE_18-20P_008, cofinanciado por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER) y la Junta de Castilla y León, así como en la actualidad con el proyecto “COordinated intelligent Services for Adaptive Smart areaS (COSASS), Reference: PID2021-123673OB-C33, financiado por MCIN /AEI /10.13039/501100011033 / FEDER, UE.

Referencias

Bowlby, J. (1988). A secure base: Parent–child attachment and healthy human development. New York: Basic Books.

Cai, X., Zhou, L., Han, P., Deng, X., Zhu, H., Fang, F., & Zhang, Z. (2021). Narrative review: recent advances in doll therapy for Alzheimer’s. Annals of palliative medicine, 10(4).

Clifton, I. G. (2015). Android user interface design: Implementing material design for developers. Addison-Wesley Professional.

Desideri, L., Ottaviani, C., Malavasi, M., di Marzio, R., & Bonifacci, P. (2019). Emotional processes in human-robot interaction during brief cognitive testing. Computers in Human Behavior, 90, 331-342.

Feil-Seifer, D. and M. Mataric'. (2008). Robot-assisted therapy for children with autism spectrum disorders. in Proceedings of the 7th international conference on Interaction design and children.

Gervasi, R., Barravecchia, F., Mastrogiacomo, L., & Franceschini, F. (2023). Applications of affective computing in human-robot interaction: State-of-art and challenges for manufacturing. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part B: Journal of Engineering Manufacture, 237(6-7), 815-832.

González-González, C. S., Violant-Holz, V., & Gil-Iranzo, R. M. (2021). Social robots in hospitals: a systematic review. Applied Sciences, 11(13), 5976.

Google 1. (s.f.). [Joy for All Companion Pet] Recuperado el 18 de octubre, 2023 de https://joyforall.com/

Google 2. (s.f.). [GeriJoy] Recuperado el 18 de octubre, 2023 de https://www.facebook.com/GeriJoy/

Google 3. (s.f.). [My Special Aflac Duck] Recuperado el 18 de octubre, 2023 de https://aflacchildhoodcancer.org/

Kanda, T. and H. Ishiguro. (2017). Human-robot interaction in social robotics. CRC Press.Kouroupa, A., Laws, K. R., Irvine, K., Mengoni, S. E., Baird, A., & Sharma, S. (2022). The use of social robots with children and young people on the autism spectrum: A systematic review and meta-analysis. Plos one, 17(6), e0269800.

Learner, J. (2013). Care homes use 'doll therapy'for residents with dementia. Guardian Professional.

Libin, E. (2003). Exploring the Potentials of Robotic Psychology and Robotherapy. Annual Review of CyberTherapy and Telemedicine, 1, 9-12.

Márquez-Sánchez, S., Herrera-Santos, J., Mora-Simon, S., & Rodríguez-González, S. (2022, July). Electronic Plush Toy as a Non-pharmacological Tool in Therapies. In International Symposium on Ambient Intelligence (pp. 111-122). Cham: Springer International Publishing.

Márquez-Sáncheza, S., Mora-Simonb, S., Herrera-Santosa, J., Roncerod, A. O., & Corchadoa, J. M. (2020). Intelligent Dolls and robots for the treatment of elderly people with dementia. ADCAIJ Adv. Distrib. Comput. Artifi. Int. J. Regular, (9), 99-11.

Mitchell, G. and H. O'Donnell. (2013). The therapeutic use of doll therapy in dementia. British Journal of Nursing, 22(6): p. 329-334.

Mitchell, G. and Templeton, M., (2014). Ethical considerations of doll therapy for people with dementia. Nursing Ethics, 21(6):720–30. doi:10.1177/0969733013518447.

Moggio, L., de Sire, A., Marotta, N., Demeco, A., & Ammendolia, A. (2022). Exoskeleton versus end-effector robot-assisted therapy for finger-hand motor recovery in stroke survivors: Systematic review and meta-analysis. Topics in stroke rehabilitation, 29(8), 539-550.

Ng, Q. X., Ho, C. Y. X., Koh, S. S. H., Tan, W. C., & Chan, H. W. (2017). Doll therapy for dementia sufferers: A systematic review. Complementary therapies in clinical practice, 26, 42-46.

Norouzi-Gheidari, N., Archambault, P. S., & Fung, J. (2012). Effects of robot-assisted therapy on stroke rehabilitation in upper limbs: systematic review and meta-analysis of the literature.

Scoglio, A. A., Reilly, E. D., Gorman, J. A., & Drebing, C. E. (2019). Use of social robots in mental health and well-being research: systematic review. Journal of medical Internet research, 21(7), e13322.

Simões, G., Lopes, A., Carona, C., Pereira, R., & Nunes, U. J. (2023, April). Deep-Learning Based Classification of Engagement for Child-Robot Interaction. In 2023 IEEE International Conference on Autonomous Robot Systems and Competitions (ICARSC) (pp. 112-117). IEEE.

Sun, J., Dong, Q. X., Wang, S. W., Zheng, Y. B., Liu, X. X., Lu, T. S., ... & Han, Y. (2023). Artificial intelligence in psychiatry research, diagnosis, and therapy. Asian Journal of Psychiatry, 103705.

INTERACCION
Revista Digital de AIPO
Asociación Interacción Persona-Ordenador
Vol. 4, No 2 (2023)
ISSN 2695-6578

Propuesta de un Gamepad para Sensar Movimientos del Jugador y su Integración a un Exergame

Proposal of a Gamepad to Sense Player's Movements and its Integration into an Exergame

Aldana del Gener
Instituto de Investigación en Informática LIDI (III-LIDI) - CIC. Facultad de Informática, Universidad Nacional de La Plata, La Plata, Buenos Aires, Argentina
aldana.gamepad@gmail.com

Cecilia Sanz
Instituto de Investigación en Informática LIDI (III-LIDI) - CIC. Facultad de Informática, Universidad Nacional de La Plata, La Plata, Buenos Aires, Argentina
csanz@lidi.info.unlp.edu.ar

Luciano Iglesias
Instituto de Investigación en Informática LIDI (III-LIDI) - CIC. Facultad de Informática, Universidad Nacional de La Plata, La Plata, Buenos Aires, Argentina
li@info.unlp.edu.ar

Recibido: 30.10.2023 | Aceptado: 30.11.2023
DOI: https://doi.org/10.65234/interaccion.100

Palabras Clave

Videojuegos activos
Gamepad
Controlador de videojuego
Caminata en el lugar
Locomoción inmersiva

Resumen

Los exergames se han vuelto una tendencia en la investigación actual y una posible alternativa frente al crecimiento exponencial de los hábitos de vida sedentarios. Este tipo de videojuegos interactivos buscan promover la actividad física mientras se realiza algo gratificante, generando en cada persona motivación y estimulación en el tiempo empleado para hacer ejercicio. En este trabajo se presenta el desarrollo de un prototipo de controlador de videojuegos (gamepad), con funcionalidades para el sensado del movimiento del jugador que puede ser integrado a diferentes exergames. Esto constituye un aporte frente a las alternativas comerciales que presentan barreras como la necesidad de un espacio suficiente para la captura del movimiento del jugador, o poseen costos elevados para desarrolladores indie. Además, se implementó un mini-exergame, "Capitana Aldana", al que se integra el controlador. En el marco del trabajo se evaluó la usabilidad y la experiencia del usuario durante sesiones con el exergame creado usando el gamepad. Los resultados dan cuenta de la utilidad del gamepad y de su efectividad, lo que posibilita avanzar y profundizar en la investigación.

Keywords

Exergame
Gamepad
Videogame controller
Walking in place
Immersive locomotion

Abstract

Exergames have become a trend in current research and a possible alternative to the exponential growth of sedentary lifestyle habits. This type of interactive video games seek to promote physical activity while doing something rewarding, generating in each person motivation and stimulation in the time spent to exercise. This work presents the development of a prototype of a video game controller (gamepad), with functionalities for the sensing of the player's movement that can be integrated to different exergames. This is a contribution to the commercial alternatives that present barriers such as the need for sufficient space to capture the player's movement, or have high costs for indie developers. In addition, a mini-exergame, "Capitana Aldana", to which the controller is integrated, was implemented. Within the framework of the work, the usability and user experience during sessions with the exergame created using the gamepad was evaluated. The results show the usefulness of the gamepad and its effectiveness, which makes it possible to advance and deepen the research.

1. Introducción

En las últimas dos décadas, el desarrollo tecnológico, industrial y científico ha mejorado la calidad y esperanza de vida, pero también trajo consigo un crecimiento exponencial de los hábitos de vida sedentarios, en detrimento de la realización de actividad física habitual. Sánchez et al. (2015) hacen referencia a esta nueva vertiente conocida como "sedentarismo tecnológico". La necesidad de innovar en las prácticas del ejercicio tradicional dio origen a los exergames, o videojuegos de ejercicio, videojuegos interactivos que buscan hacer de la actividad física algo gratificante, generando en cada persona motivación y estimulación suficiente en el tiempo empleado para hacer ejercicio (Muñoz, Villada, y Giraldo Trujillo, 2013).

Cortis et al. (2020) indican que durante la reciente pandemia en 2020 se produjo una revalorización de los exergames como una alternativa versátil para mantener los niveles de actividad física en épocas de confinamiento, pues la práctica de estos permitió que las personas realizaran ejercicio en casa o en espacios reducidos, dejando atrás el prejuicio que ha asociado a los videojuegos con estilos de vida sedentarios e inactividad.

Del Pozo-Cruz et al. (2022) indican que la caminata además de ser un excelente ejercicio para aumentar el gasto energético, reducir la masa corporal y alcanzar una mejora cardiovascular se ha convertido en un fenómeno social que se ha posicionado, en España, como el tipo de actividad física más practicado en la actualidad. Marti et al. (2015) mencionan que los exergame de carreras de marcha física virtual, en relación a la salud, involucra los principales grupos musculares del cuerpo y, respecto del aspecto lúdico e inmersivo, da al jugador una falsa sensación de movimiento natural en el mundo del juego a través de movimientos repetitivos.

Los videojuegos del tipo exergames, a menudo, utilizan tecnologías que rastrean el movimiento del cuerpo del jugador, un enfoque para realizar actividad física y así ayudar a las personas a ser más activas, mejorando su calidad de vida. Hoy en día, existen distintos dispositivos comerciales que posibilitan exergames tales como Kinect (Microsoft), PlayStation Move (Sony), Nintendo Switch (Nintendo), Oculus (Facebook/Meta), etc. Cada uno implementa la detección de movimiento con distintas técnicas tanto a nivel software como hardware (cámaras, controladores de tipo “varita”, sensores, etc). Estos dispositivos poseen diversas restricciones como: el espacio habitacional requerido para poder ser utilizados de manera óptima, la falta de detección del movimiento de la parte inferior del cuerpo y, a nivel desarrollo, la dificultad de los desarrolladores indie y laboratorios académicos para adquirir las licencias y kits de desarrollo debido a su costo. Estas razones han motivado la creación de un gamepad, cuya descripción es foco de este trabajo, utilizando hardware abierto como el caso de Arduinos y sensores disponibles en el mercado. Al mismo tiempo, la propuesta considera movimiento en espacios reducidos y toma en cuenta las acciones de: caminar, correr y saltar. En el recorrido, se investigó sobre videojuegos activos o exergames y su importancia en la promoción de la actividad física y beneficios en la salud. Además, se estudiaron técnicas de locomoción, en particular en exergames basados en realidad virtual (VR) para integrar adecuadamente el factor “inmersión”. También, se abordó el concepto de controlador de videojuegos (gamepad), y se analizaron 4 tecnologías creadas por marcas comerciales para implementar exergames y sus limitaciones. Se llevó adelante un análisis de algunos antecedentes de experiencias concretas de exergames con gamepads, que incluyen resultados de interés; y a partir de ellos se abordaron las bases y requerimientos para el desarrollo del gamepad.

2. Contexto

2.1 Controlador de juego

Un controlador de juego, o simplemente controlador o mando de juego, es un dispositivo de entrada utilizado en videojuegos o sistemas de entretenimiento para controlar típicamente un objeto o personaje en el juego. Según Brown et al. (2010), su función principal es facilitar la interacción del usuario con el software de juegos de computadora. Por lo general, un controlador se conecta a una consola de videojuegos (consola de juegos) o a una computadora, ya sea físicamente (a través de algunos de los puertos de la consola o USB) o de forma inalámbrica. Estos dispositivos de entrada que se han clasificado como controladores de juegos incluyen teclados, ratones, joysticks, así como aquellos con un propósito específico, como volantes de conducción, pistolas de luz, almohadillas direccionales, guitarras, detección de movimiento, pantallas táctiles, etc. Este trabajo se centra especialmente en 2 tipos de controlador:

- El "joypad" que es uno de los más utilizados, generalmente consta de varios botones de acción combinados con uno o más botones o palancas omnidireccionales. El jugador debe sostenerlo con ambas manos y operar sus botones y palancas con el pulgar, el índice y el dedo medio. Los botones de acción suelen manipularse con los dedos de la mano derecha, mientras que la entrada direccional se maneja con los de la izquierda; y
- el "controlador por detección de movimiento", que es un tipo de controlador que utiliza acelerómetros u otros sensores para seguir el movimiento del jugador y de esta manera proporcionar información al videojuego.

Estas dos últimas tecnologías son la base del gamepad presentado en este artículo.

2.2 Inmersión y Locomoción basada en Movimiento

Marti et al. (2015) afirma que los exergames que invitan al jugador a explorar un entorno virtual por medio del movimiento de los brazos y/o caminar en el lugar (WIP), logran alcanzar una sensación mucho más matizada del juego a que si simplemente se estuvieran empujando joysticks. Este tipo de locomoción se la conoce como Locomoción Basada en Movimiento, más precisamente, el movimiento de los pies, o *Walking in Place*. Fue clasificada por Cherni, Métayer, y Souliman (2020) como una de las técnicas de locomoción utilizadas en realidad virtual. Se clasifican en las siguientes:

Centradas en el cuerpo del usuario: con el fin de aumentar la sensación de movimiento propio del usuario, mejorar la percepción espacial, la orientación y la experiencia del usuario. Dentro de las técnicas de locomoción centradas en el cuerpo se pueden mencionar las siguientes alternativas:

locomoción basada en la inclinación donde la acción de caminar se logra inclinando todo el cuerpo o sólo partes de él en la dirección deseada. Se pueden clasificar en basadas en el seguimiento del movimiento de la cabeza, del tronco, de los brazos (*Arm-Swinging*), de los pies (WIP o *Walking In Place*) y combinaciones de éstas.

simulación de caminata: permite a los usuarios explorar un mundo virtual que es considerablemente más grande que la habitación donde se encuentra el usuario, girando interactivamente la escena virtual sobre el usuario, de modo que estos son guiados imperceptiblemente por un camino físico que difiere del camino que se percibe en el mundo virtual.

Centradas en periféricos externos: Este enfoque utiliza técnicas de rastreo de señales mediante el uso de periféricos externos. Se dividen en: Semi-naturales y No-naturales.

Mixtas: son una combinación de técnicas centradas en el cuerpo del usuario y las orientadas a periféricos externos

Si bien la locomoción basada en el movimiento es la forma más adecuada en que se puede aplicar ejercicio a un videojuego, originalmente, se desarrolló como un enfoque de interfaz y experiencia de usuario en el entorno de VR.

Este trabajo abarca la técnica basada en el seguimiento de movimiento de pies "caminata en el lugar" o *Walking-in-place* (WIP) que es lo más cercano a simular la acción de caminar en el mundo real. Este método rastrea el movimiento de los pies del usuario y luego, traduce el mismo en movimiento en el entorno virtual. De este modo, alienta a los usuarios a involucrar todo su cuerpo en una forma realista de caminar tanto como sea posible. Además, genera una tasa inferior de mareo por movimiento comparado a otras técnicas (Lee, Ahn y Hwang, 2020).

2.3 Tecnologías comerciales

Para realizar este trabajo se analizaron las siguientes tecnologías comerciales centradas en exergames:

- Xbox Kinect: Lanzado en 2010, es un sensor de movimiento desarrollado por Microsoft que utiliza cámaras RGB, proyectores y sensores infrarrojos para rastrear los movimientos del cuerpo del jugador. Es capaz de mapear la profundidad y realizar cálculos de tiempo de vuelo[6] (Zhang, 2012).
- PlayStation Move: Un sistema de control de movimiento desarrollado por Sony Computer Entertainment para su consola PlayStation 3 en 2010, que incluye una varita de movimiento, un controlador tipo cámara y una cámara PlayStation Eye. El sistema asigna un color al orbe y la cámara se encarga de detectarlo, rastrearlo y calcular la posición con la ayuda de sensores inerciales (Visi y Faasch, 2018).
- Nintendo Switch: Una consola de videojuegos lanzada en 2017 que incluye controladores desmontables llamados Joy-Cons, que utilizan sensores de movimiento para detectar los movimientos del jugador y pueden usarse de forma individual o conjunta (Ramolete et al., 2020).
- Oculus Rift: Un sistema de realidad virtual desarrollado por Oculus VR, adquirido por Facebook en 2014, que utiliza gafas de realidad virtual y sensores de seguimiento de cabeza para crear experiencias de juego inmersivas. Realiza un seguimiento de la posición de sí mismo y de sus controladores en el espacio 3D utilizando un sistema conocido como Oculus Insight, que utiliza las 5 cámaras en el HMD (*Head Mounted Display*) para rastrear puntos en el entorno y los LEDs infrarrojos en los controladores, y sumado a la información de acelerómetros en el HMD y los controladores, predice la ruta más probable del HMD y los controladores (Monica y Aleotti, 2022).

Estas tecnologías aportan conceptos innovadores a la experiencia de los exergames. Por ejemplo, Kinect presenta el concepto de "sin controlador", capacidades de realidad aumentada (AR) y proporciona un kit de desarrollo de código abierto. Move puede realizar un seguimiento de tres dimensiones con alta precisión y una latencia de procesamiento mínima. El sensor infrarrojo de Switch puede distinguir gestos de mano, y Nintendo tiene un sólido respaldo como empresa de videojuegos que se centra en los exergames, con un precio adecuado para los programadores. Por último, pero no menos importante, Oculus y su innovador sistema de cámaras y detección de movimiento se han utilizado ampliamente para juegos de fitness; funciona en Android y no se necesita un kit de desarrollo adicional para los desarrolladores.

Sin embargo, estas tecnologías también presentan ciertas limitaciones para los desarrolladores *indie* de exergames, como el alto precio de los kits de desarrollo y el tedioso proceso de aceptación para publicar juegos en las plataformas de Sony, Microsoft o Nintendo. Además, algunas de estas tecnologías han sido descontinuadas y pasaron a trabajar con otros tipos de aplicaciones, también requieren una cantidad significativa de espacio libre para que las cámaras sigan los movimientos del cuerpo, y algunas no pueden seguir la parte inferior del cuerpo. Otras pueden provocar mareos en el jugador o son costosas porque los dispositivos (como los controladores de varita y las cámaras) se venden por separado.

[6] Cálculos de tiempo de vuelo son ecuaciones de movimiento parabólico para definir la trayectoria y composición de un movimiento rectilíneo uniforme en el eje X y un movimiento rectilíneo uniformemente acelerado en el eje Y.

3. Trabajos antecedentes

A continuación se presentan algunos trabajos de los cuales se obtuvieron consideraciones importantes para el desarrollo del gamepad presentado en este trabajo.

3.1 Activate your Gaim: A toolkit for input in active games

GAIM o *General Active Input Model* es un conjunto de herramientas (API) desarrollado por Brehmer, Graham y Stach (2010) que simplifica la programación de exergames al abstraer los detalles de los dispositivos de entrada activa a través de una API de alto nivel que oculta los detalles del dispositivo. Todos los dispositivos de entrada extienden una interfaz IPower y, a través de un archivo de texto simple, el usuario selecciona el dispositivo a utilizar. Dependiendo del dispositivo o dispositivos seleccionados en el archivo, la API determina qué clase utilizar para implementar IPower. Esto permite a los desarrolladores escribir código de manera independiente del dispositivo de entrada utilizado y a los jugadores utilizar los dispositivos que tienen disponibles sin necesidad de recompilar o utilizar un código especial para diferentes dispositivos.

3.2 *Challenges in Virtual Reality Exergame Design*

Shaw et al. (2015) aborda e identifica en su trabajo *"Challenges in Virtual Reality Exergame Design"*, cinco desafíos principales asociados con el uso de tecnologías inmersivas en los exergames:

1. Proporcionar una experiencia de usuario atractiva. Esto incluye aspectos como la inmersión, la retroalimentación háptica, la comodidad del usuario y la interacción intuitiva.
2. La precisión en la detección y el seguimiento de los movimientos del cuerpo del jugador es esencial en los exergames. La tecnología utilizada para capturar y procesar estos movimientos debe ser confiable y precisa para garantizar que los juegos respondan de manera coherente a las acciones del jugador.
3. Motivación y Compromiso a Largo Plazo: Mantener a los jugadores comprometidos y motivados.
4. La selección apropiada del punto de vista del jugador.
5. La seguridad de los jugadores es una preocupación importante en los exergames, especialmente en la realidad virtual. El diseño debe abordar cuestiones como el mareo por movimiento, la fatiga física y la prevención de lesiones relacionadas con el juego.

Para el experimento se desarrolló un prototipo exergame que consistía en una pista de carreras con obstáculos que el usuario debe esquivar para poder avanzar; y el objetivo era obtener la mayor puntuación. Para esta experiencia utilizaron como gamepad un sistema conformado por: una bicicleta fija conectada a un microcontrolador Arduino para regular la velocidad, una cámara Microsoft Kinect para detectar la inclinación del usuario, un casco VR para emular la cámara en primera persona y un monitor para representar la cámara en tercera persona.

El estudio de los desafíos antemencionados, relevaron consideraciones para futuros trabajos en el área. Además, se descubrieron otras complicaciones provenientes del uso de los cascos VR y la latencia, entre otros.

3.3 *VRun: running-in-place virtual reality exergame*

VRun es un prototipo de exergame de realidad virtual desarrollado por Yoo y Kay (2016), que permite a los jugadores correr físicamente en el lugar (WIP) para desplazarse a través de un mundo virtual. El objetivo de *VRun* es involucrar a las personas, en particular a aquellas que no pueden visitar el gimnasio con regularidad, permitiéndoles hacer ejercicio en cualquier lugar. El estudio evalúa la efectividad de la técnica WIP para crear entornos inmersivos y compara la inmersión y viabilidad del videojuego presentado: *VRun*, en tres condiciones de visualización diferentes:

- Pantalla de escritorio o pantalla de computadora portátil, un formato ampliamente disponible.
- Pantalla grande o proyector; y
- HMD.

Se utilizó un cuestionario de usabilidad (SUS) para recopilar los comentarios de los usuarios, y los resultados indicaron la experiencia del usuario de los participantes jugando al exergame con cada uno de los dispositivos mencionados anteriormente; las limitaciones que encontraron y sus sugerencias son interesantes para futuras implementaciones.

4. Descripción del gamepad propuesto para sensar movimiento

Tomando los resultados de la revisión de antecedentes y las consideraciones presentadas en la introducción, vinculadas a las limitaciones de las propuestas comerciales, se procedió al diseño del Gamepad. Éste debe reconocer los eventos de tipo *walking in place* (WIP) que realice el usuario: “Caminar”, “Correr” y “Saltar”; y además, 6 eventos de entrada (5 digitales y 1 analógico) presentes en gamepads convencionales (botones y palancas).

El gamepad propuesto en este trabajo consta de 3 componentes:

- Componente Tobillera (CT): encargado de sensar los movimientos de tipo WIP de usuario y enviar dicha información al Componente Central (CC).
- Componente Gamepad (CG): encargado de sensar los eventos de entrada digital de tipo “pulsar botón” y la entrada analógica provista por el movimiento del stick; y enviar dicha información al Componente Central (CC).

- Componente Central (CC): Encargado de conectarse al ordenador, y recibir las señales provenientes de los componentes Tobillera y Gamepad.

4.1 Consideraciones de diseño

Se consideró que los elementos que lo compongan sean económicos y de una fabricación relativamente sencilla; es por eso que se utilizaron para su fabricación placas y sensores Arduino, ya que son fáciles de conseguir, de bajo coste y plataforma abierta; y las carcasas de los componentes fueron modeladas con Blender e impresas en 3D. La instalación del controlador con el computador host es de tipo Plug and Play[7], por lo que requiere una intervención mínima por parte del usuario. La interconexión entre los componentes es de tipo inalámbrica para reducir el uso de cables. Para medir el movimiento del usuario se entrenó un algoritmo capaz de reconocer los distintos eventos ("Caminar", "Correr" y "Saltar"); y, se priorizó que el dispositivo detector de movimiento sea más liviano y cómodo que un smartphone; y no requiera un gran espacio habitacional para ser utilizado. Así se busca atender a las barreras encontradas con los dispositivos comerciales.

4.2 Componentes del Gamepad

A continuación, se detallan los componentes que forman parte del Gamepad propuesto y cómo se relacionan entre sí (ver Fig. 1).

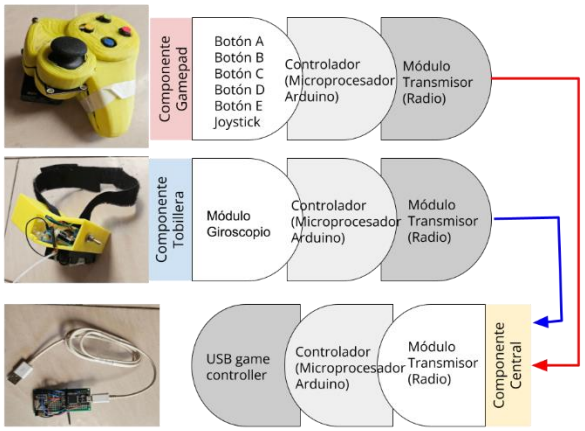


Figura 1: Diagrama de relación de componentes

4.2.1 Componente Tobillera (CT)

Para sensar los movimientos de tipo WIP que realice el jugador, se desarrolló un dispositivo detector de movimiento de tipo tobillera (ver Fig.2) que resultase liviano, cómodo y fácil de utilizar. Este dispositivo se coloca en el tobillo del jugador, sensa la potencia (medida de la intensidad de la actividad del jugador) de la caminata del jugador; y por medio de un algoritmo entrenado, determina los eventos de tipo caminar, correr y saltar que se realicen. Para esto se utilizó un Módulo de tipo giroscopio, el MPU9250 conectado a un Microcontrolador Arduino ProMicro Leonardo; y éste a su vez, se conecta a un Módulo Transmisor nRF24L01.

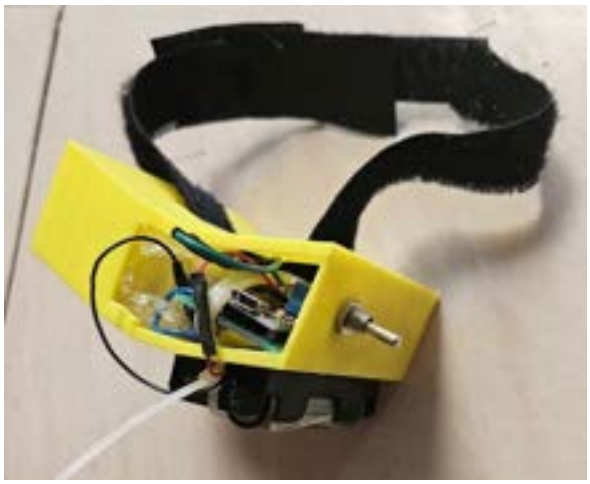


Figura 2: Componente Tobillera (CT)

El Componente Tobillera (CT) realiza los siguientes pasos:

1. El microcontrolador obtiene los valores de potencia y variación de los ejes x, y, y z que provee el módulo MPU9250.
2. El microcontrolador a partir de los valores obtenidos previamente calcula la velocidad de carrera del jugador y determina su estado actual (“caminando”, “corriendo” o “saltando”). Caso contrario, se considera un estado default “descansando”.
3. Los datos se encapsulan en una estructura de tipo registro con dos campos “origen” y “estado” que indican: cuál fue el componente que originó el mensaje (en este caso, la tobillera) y el estado del mismo (“caminando”, “corriendo”, “saltando” o “descansando”) respectivamente.
4. El mensaje, con el registro en su interior, se envía al Componente Central por medio del módulo transmisor.

4.2.2 Componente Gamepad (CG)

Para el Componente Gamepad (CG) se utilizó una variación de un joypad tradicional, ya que el mismo cuenta con una arraigada historia y familiaridad con los jugadores de videojuegos y la mayoría de los controladores de juegos modernos son una variación de éste. Este componente (ver Fig.3); sólo utiliza el lado derecho del joystick convencional, el cual tradicionalmente, maneja la direccionalidad de la cámara, la vista y el “apuntar”; esto es así, porque el movimiento del

[7] "Plug and Play" (Enchufar y Reproducir) es un término que se utiliza en tecnología para describir la capacidad de un dispositivo o componente de hardware para funcionar de manera casi automática cuando se conecta a una computadora o sistema sin requerir configuraciones o instalaciones complicadas por parte del usuario.

personaje (generalmente controlada por el stick izquierdo) es relevado por los eventos del Componente Tobillera. El componente cuenta con un stick, 4 botones de acción y un botón adicional ubicado en el mismo stick (comercialmente se lo refiere como R3). Para el diseño del circuito interno del CG se utilizó un Microcontrolador Arduino ProMicro Leonardo al cual se le conectaron la entrada analógica (stick) y las 5 entradas digitales representadas por los botones. Estos eventos al ser accionados por el jugador son procesadas por el microcontrolador y enviadas al Componente Central (CC) por medio de un Módulo Transmisor nRF24L01 conectado a la placa controladora.



Figura 3: Componente Gamepad (CG)

Los pasos que realiza el Componente Gamepad (CG) son los siguientes:

1. El jugador presiona los botones o mueve el stick del CG.
2. El microcontrolador detecta las señales y las decodifica.
3. Los datos se encapsulan en una estructura de tipo registro indicando los eventos accionados y el origen de la señal.
4. El mensaje, con el registro en su interior, se envía al Componente Central por medio del módulo transmisor

4.2.3 Componente Central (CC)

El Componente Central (ver Fig.4) es un dispositivo que se conecta a un computador host a través de USB y corre una aplicación que emula un dispositivo de entrada de tipo controlador de juego Joypad. Este componente tiene como objetivo recepcionar los mensajes enviados por CT y CG; y, dependiendo del contenido del mensaje, traduce los mismos como eventos provenientes de un controlador convencional conectado al computador que está corriendo el videojuego (Ver tabla 1). Para el diseño del circuito interno del CC se utilizó un Microcontrolador Arduino ProMicro Leonardo, en él se instaló la librería Arduino Joystick. Esta librería genera que el controlador sea reconocido por la computadora host como un joystick genérico. El microcontrolador está conectado a un Módulo Transmisor nRF24L01 encargado de recibir los mensajes vía radio.



Figura 4: Componente Central (CC)

Los pasos que realiza el Componente Central (CC) son los siguientes:

1. El microcontrolador recibe de manera asincrónica los mensajes a través del transmisor provenientes de los componentes CG y CT.
2. El microcontrolador abre los mensajes, lee el registro enviado y determina quién fue el emisor.
3. Dependiendo de qué componente fue el emisor decodifica la acción a realizar (ver Tabla 1).

Tabla 1: Fragmento de eventos reconocidos por el CC

Origen	Registro	En CC representa
CG	BotonA	Joystick.PressButton(0)
CT	estado = caminando	Joystick.PressButton(5)
CT	estado = corriendo	Joystick.PressButton(7)
CT	estado = saltando	Joystick.PressButton(4)

5. Integración del gamepad con el exergame Capitana Aldana

Para probar la usabilidad del gamepad, se desarrolló un mini-exergame de exploración RPG en primera persona: "Capitana Aldana".

El videojuego se construyó utilizando el motor de videojuego Godot, el cual es Open-Source y permite exportar aplicaciones a distintas plataformas, en este caso, se exportó a una aplicación de escritorio Windows. El modelado de los objetos se hizo con Blender. En el mapa de entradas de Godot se definió una lista de acciones y se asociaron las mismas a eventos provenientes de un gamepad convencional. En la Tabla 2 se muestra cómo se relacionaron los eventos del videojuego con las entradas del Gamepad propuesto.

Tabla 2: Fragmento de eventos reconocidos por el CC y como se asocian a acciones del videojuego "Capitana Aldana"

Registro	En CC representa	Descripción
BotonA	Joystick.PressButton(0	Aceptar/agarrar
estado = caminando	Joystick.PressButton(5)	Avanzar hacia delante
estado = corriendo	Joystick.PressButton(7)	Avanzar hacia delante corriendo
estado = saltando	Joystick.PressButton(4)	Avanzar hacia delante saltando

5.1 Descripción del exergame

El videojuego cuenta con una serie de misiones de tipo "búsqueda de objetos" que el personaje debe cumplir en una isla desierta (Ver Fig.5). Para ello, el jugador debe "Caminar" a través de la isla, "Correr" para escapar de los enemigos que se encuentre en el camino y "Saltar" para escalar los terrenos más elevados de la isla, recoger frutas y diamantes para recuperar salud o nadar (mediante "saltos") cuando caiga en los lagos.



Figura 5: Captura de pantalla del videojuego "Capitana Aldana"

Además, cuenta con un sistema de preguntas y respuestas para obtener ayudas para encontrar los objetos perdidos en la isla. Capitana Aldana cuenta con un sistema de conteo de pasos, saltos, tiempo de actividad y lleva una tabla de posiciones. Hacia el final del juego, el objetivo es obtener el mayor puntaje en la tabla de posiciones. La actividad física es valorada en el sistema de puntos del juego (Ver Fig. 6).

6. Pruebas con usuarios

En esta sección se presenta la evaluación del prototipo de gamepad propuesto junto al videojuego desarrollado. La usabilidad de un sistema, tal como se define en la norma ISO 9241 Parte 11, refiere a la capacidad de un software de ser comprendido, aprendido, usado y ser atractivo para el usuario, en condiciones específicas de uso. Es por ello, que las medidas de usabilidad se concentran en 3 aspectos fundamentales: Eficacia, eficiencia y satisfacción.

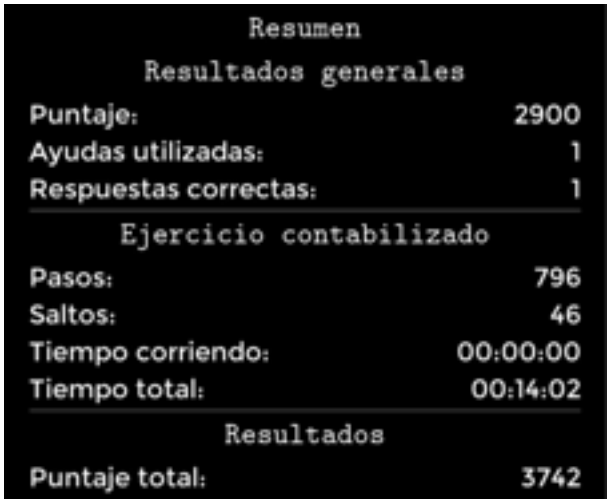


Figura 6: Captura de pantalla del resumen de actividad al final de la partida

Para la evaluación, se decidió utilizar el Cuestionario SUS (System Usability Scale) para medir la usabilidad del prototipo. También se agregaron algunas preguntas abiertas al cuestionario para tener más información de la experiencia.

6.1 Contexto de las pruebas

Inicialmente se realizaron pruebas informales con usuarios cercanos al entorno de desarrollo del prototipo, de esta manera se testeó la exactitud y la velocidad en la respuesta que el controlador producía en el juego. Como resultado, surgieron observaciones que condujeron al rediseño de la forma de la tobillera para que sea más adaptable a la forma del tobillo del jugador; se agregó color a los botones del gamepad para que sean fácilmente identificables; se cambiaron los bancos de baterías que alimentaban los dispositivos; se implementó la contaduría de pasos; se colocaron carteles cuando las misiones se concluían, se agregó la tabla de posiciones al final del nivel, entre otros.

Para las pruebas con usuarios reales, con el fin de tener participantes de diferentes ámbitos y con distintas características, se llevaron a cabo las pruebas en dos contextos. El primero contó con la participación de 4 alumnos de la Facultad de Informática de la UNLP: entre 20 y 24 años, 3 de género masculino y uno de género femenino; con experiencia en el uso de videojuegos. El segundo fue un departamento de tecnologías de la información, por fuera del ámbito educativo. Este grupo estuvo conformado por 6 participantes, 3 de género masculino y 3 de género femenino, de entre 40 y 63 años; 2 con nivel de experiencia alta en el uso de videojuegos, 1 con experiencia, pero no usuario habitual (media); y los restantes tenían un nivel de experiencia baja. En la Tabla 3 se puede apreciar un resumen de las características de perfil de los participantes.

Tabla 3: Resumen de las características de perfil de los participantes

Participante	Edad	Género	Contexto	Nivel de experiencia en videojuegos
A	20	M	G1	Alta
B	24	M	G1	Alta
C	21	F	G1	Alta
D	21	M	G1	Alta
E	49	M	G2	Alta
F	47	F	G2	Baja
G	40	F	G2	Media
H	63	M	G2	Baja
I	46	M	G2	Alta
J	60	F	G2	Baja

6.2 Procedimiento

Para las pruebas con ambos grupos se convocó a los participantes y se les explicó el objeto de la prueba. Luego, se procedió a presentar el gamepad y sus aspectos básicos como el funcionamiento de los botones, el avance en el campo de juego usando la tobillera y la forma en que se maneja la visión con el stick del gamepad. Una vez explicados estos fundamentos se procedió a iniciar la sesión de juego, ésta no tendría límite de tiempo y el objetivo fue intentar finalizar el nivel.

Las pruebas transcurrieron sin mayores inconvenientes (Ver Fig. 7). En el grupo G1 el dispositivo respondió bien y todos lograron completar el nivel, a excepción de un caso donde el jugador entró a un "área inaccesible" del juego del que no logró salir por lo que no pudo completar el nivel (participante C). La duración promedio de las sesiones de juego finalizadas fue entre 13 y 15 minutos con un promedio de 1700 pasos dados.

Las pruebas con el grupo G2 también transcurrieron sin mayores inconvenientes; el dispositivo respondió satisfactoriamente, a excepción de un caso donde el gamepad se apagó y hubo que repararlo. A diferencia del grupo anterior solo 3 jugadores lograron completar el juego; los demás alegaron fatiga y decidieron dar por finalizada la sesión (participantes E, G e I). La duración promedio de las sesiones de juego finalizadas fue entre 12 y 17 minutos con un promedio de 2100 pasos (incluye saltos) contabilizados. Vale destacar que los jugadores que decidieron no hacer uso de las ayudas fueron los que más pasos dieron y más tiempo tardaron, mientras que los que más rápido lo lograron utilizaron las ayudas, que ofrece el propio juego, para localizar los elementos.

Al finalizar las sesiones, se agradeció la participación de los colaboradores y se les envió el cuestionario SUS para recoger el feedback. Además, se conversó con ellos para conocer su opinión, preguntándoles qué les había parecido la experiencia.



Figura 7: Fotos sesiones de prueba

7. Síntesis de Resultados

Las respuestas al cuestionario SUS, arrojaron un puntaje de 84.37 del grupo G1 y 83.25 del grupo G2, el Gamepad se posiciona por encima del promedio de lo indicado para este cuestionario (68) entre "Bueno" y a una mínima distancia de "Excelente" (Ver Fig. 8). El exergame también recibió una crítica general favorable de 4.5/5 por parte del grupo G1 y 4.6/5 del grupo G2.

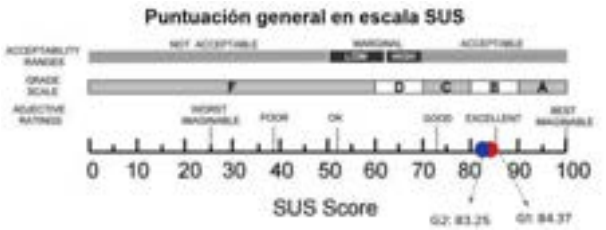


Figura 8: Resultados del Cuestionario SUS, donde se marca en azul el resultado para el Grupo 2 y en rojo para el Grupo 1

La integración del Gamepad con el videojuego fue valorada positivamente (Ver Fig. 9); se la calificó como intuitiva y como una buena manera de integrar los movimientos de la parte superior e inferior del cuerpo al juego. Los participantes del grupo G1 mostraron interés en conocer sobre esta tecnología implementada; propusieron ampliarlo para ambientes multijugador y videojuegos de deporte y terror. Por la parte técnica, se descubrió que en los participantes de elevada estatura la tobillera presentaba algunos problemas para contabilizar los pasos generando algunos bugs; por lo que se sugirió implementar una sección de configuración y entrenamiento de la tobillera.

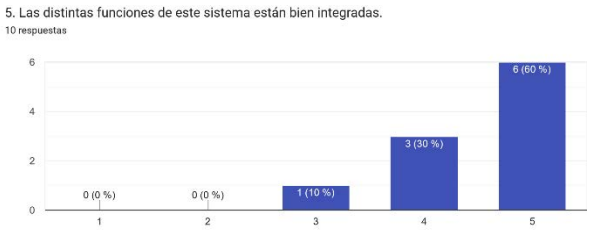


Figura 9: Resultados sobre la integración de las funciones del sistema

El grupo G2, a pesar de un inicial escepticismo al describir oralmente el funcionamiento del gamepad, presentó entusiasmo ante el desarrollo una vez que lo testearon, y lo señalaron como algo novedoso. Los usuarios habituales de videojuegos lo encontraron como una alternativa divertida a los controladores convencionales; mientras que los participantes que no son usuarios habituales lo valoraron como una buena opción para realizar actividad física en días de lluvia o viento. Es importante mencionar que los participantes de este grupo con baja experiencia en el uso de videojuegos lograron completar el exergame. El apartado gráfico del videojuego también fue valorado positivamente así como los sonidos de ambiente, los efectos al recolectar los objetos, completar misiones, entre otros ayudaron a crear un entorno inmersivo. También, algunos usuarios valoraron negativamente la desconexión que sufrió la tobillera durante la prueba, pero señalaron que les gustaría ver futuras evoluciones del producto y que se implementaran más niveles de dificultad al juego.

Ambos grupos valoraron la propuesta como una buena opción para realizar actividad física. En relación a la pregunta sobre si les gustaría probar otros juegos que integren el mando y la tobillera, el 100% de los participantes indicó que sí.

8. Conclusiones

En este trabajo se presentó la propuesta de un prototipo de gamepad y un exergame llamado Capitana Aldana, en donde se integra el uso del gamepad. Esta propuesta surge a partir de revisar las opciones de gamepad comerciales y analizar algunas de sus limitaciones como: la necesidad de contar con un espacio físico amplio para la buena detección de los movimientos del jugador, el costo para desarrolladores *indie* y para pequeñas empresas, entre otras. Además, para su diseño y para las pruebas se consideraron los antecedentes revisados, tomando ideas de estos para la propuesta que aquí se ha presentado.

El gamepad fue implementado y está funcional, en pruebas con usuarios, su usabilidad ha sido muy bien valorada a partir del uso del cuestionario SUS. También, recogiendo opiniones a través de preguntas abiertas y en diálogo con los participantes, se ha dado cuenta de que todos consideran este tipo de propuestas como muy buena alternativa para realizar actividad física.

Si bien la muestra de usuarios con la que se han llevado adelante las pruebas es pequeña, y esto resulta una limitación, se espera avanzar con nuevas pruebas en el corto plazo e investigar si se encuentra alguna relación significativa entre las variables vinculadas al perfil de los participantes (experiencia previa en videojuegos, edad, sexo, etc.) y la finalización del videojuego y otros aspectos relacionados con el desempeño.

Es importante aclarar, que también el gamepad con el exergame fue utilizado en una jornada de innovación en el ámbito educativo universitario, pero con público visitante en general, dando muy buena respuesta en su utilización, aunque no se hicieron indagaciones formales en este espacio, sí se realizó una observación de las posibles barreras en su utilización y posterior a estas experiencias se abordaron mejoras en el juego.

9. Trabajos Futuros

Como trabajo futuro, se avanzará en mejoras del gamepad, específicamente en el diseño físico para evolucionarlo en un producto, y también se trabajará en diseñar diferentes exergames para integrarlos y realizar nuevas pruebas. Además, se avanzará en la investigación con una muestra mayor de participantes, profundizando en la posible correlación entre las variables relacionadas con el perfil y el desempeño de los jugadores.

Agradecimientos

Se agradece a los voluntarios que dedicaron su tiempo a llevar a cabo las pruebas y cuyo aporte valioso reafirma las bases de este trabajo.

Trabajo financiado parcialmente por el III-LIDI – CIC, FI UNLP (Proyecto F11/031). Esta publicación es parte del proyecto de I+D+i: TEMOR, TED2021-130374B-C22, financiado por MCIN/ AEI/10.13039/ 501100011033/ y por la Unión Europea NextGenerationEU/ PRTR y del Proyecto PLEISAR PID2022-136779OB-C31

Referencias

Bond, S., Laddu, D., Ozemek, C., Lavie, C., y Arena, R. (2019, 09). Exergaming and virtual reality for health: Implications for cardiac rehabilitation. Current Problems in Cardiology, 46. Retrieved from https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31606141/

Brehmer, M., Graham, T., y Stach, T. (2010, 05). Activate your gaim: A toolkit for input in active games. Future Play 2010: Research, Play, Share - International Academic Conference on the Future of Game Design and Technology. doi: 10.1145/1920778.1920800

Brooke, J. (1995, 11). Sus: A quick and dirty usability scale. Usability Eval. Ind., 189. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/228593520 SUS A quick and dirty usability scale

Brown, M., Kehoe, A., Kirakowski, J., y Pitt, I. (2010, 12). Beyond the gamepad: Hci and game controller design and evaluation. In (p. 197-219). doi: 10.1007/978-1-84882-963-3 12

Cherni, H., Métayer, N., y Souliman, N. (2020, 03). Literature review of locomotion techniques in virtual reality. International Journal of Virtual Reality, 20, 1-20. doi: 10.20870/IJVR.2020.20.1.3183

Cortis, C., Giancotti, G., Rodio, A., Bianco, A., y Fusco, A. (2020, 05). Home is the new gym: Exergame as a potential tool to maintain adequate fitness levels also during quarantine. Human Movement, 21. doi:10.5114/hm.2020.94826

Del Pozo-Cruz, J., Alfonso-Rosa, R., Ramos-Munell, J., Álvarez-Barbosa, F., Gallardo Gómez, D. y del Pozo Cruz, . (2022, 12). ¿CUÁNTOS PASOS SON NECESARIOS PARA MEJORAR LA SALUD HUMANA? Recomendaciones para un envejecimiento activo y saludable: Guía de la Red de Investigación Healthy-Age, 13. (p. 279-293)

Lee, J., Ahn, S., & Hwang, J.-I. (2018, 08). A walking-in-place method for virtual reality using position and orientation tracking. Sensors, 18, 2832. doi: 10.3390/s18092832

Marti, A. C., Alvarez Pitti, J. C., Guixeres Provinciale, J., Lisón, J. F., y Baños Rivera, R. (2015, 02). Opciones alternativas para prescribir actividad física entre niños y adolescentes obesos: marcha rápida con el apoyo de videojuegos activos. Nutrición Hospitalaria, 31.

Matthies, D., Manke, F., M¨uller, F., Makri, C., Anthes, C., y Kranzlm¨uller, D. (2014, 07). Vr-stepper: A do-it-yourself game interface for locomotion in virtual environments. Retrieved from https://arxiv.org/abs/1407.3948

Monica, R. y Aleotti, J. (2022). Evaluation of the Oculus Rift S tracking system in room scale virtual reality. Virtual Reality. 26. 10.1007/s10055-022-00637-3.

Muñoz, J., Villada, J., y Giraldo Trujillo, J. (2013, 07). Exergames: a technological tool for the physical activity abstract. , 19, 126-130. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/317502441Exergames a technological tool for the physical activity Abstract

Ramolete, G., Almirante, J., Mondragon, J., Ting, C., Cohen, M. y Custodio, B. (2020). Physical Design Assessment of the Nintendo Switch Controller Configurations. 10.1007/978-3-030-51038-1_29.

Shaw, A., W¨unsche, B., Lutteroth, C., Marks, S., y Callies, R. (2015, 01). Challenges in virtual reality exergame design. Conferences in Research and Practice in Information Technology Series, 162, 61-68. Retrieved from https://openrepository.aut.ac.nz/handle/10292/8787?show=full

Sánchez, M., Martinez Martinez, A., Zurita Ortega, F., Chacón Cuberos, R., Espejo-Garcés, T., y Cabrera Fernandez, A. (2015, 01). Uso de videojuegos y su relación con las conductas sedentarias en una población escolar y universitaria. Journal for Educators, Teachers and Trainers, 6, 40-51.

Visi, F. y Faasch, F. (2018). Motion Controllers, Sound, and Music in Video Games: State of the Art and Research Perspectives. 10.1007/978-3-319-72272-6_8.

Yoo, S., y Kay, J. (2016, 11). Vrun: running-in-place virtual reality exergame. In (p. 562-566). doi: 10.1145/3010915.3010987

Zhang, Z. (2012). Microsoft Kinect Sensor and Its Effect. IEEE Multimedia - IEEEMM. 19. 4-10. 10.1109/MMUL.2012.24