

INTERAOCION

Revista Digital de **AIPO**

Asociación Interacción Persona-Ordenador

Vol. 5, No 1 (2024)

Comité Editorial

ISSN electrónico: 2695-6578

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

Año de edición: 2024

Editores: Lourdes Moreno
Universidad Carlos III de Madrid

Cristina Manresa Yee
Universitat de les Illes Balears

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

Equipo editorial

Julio Abascal, Universidad del País Vasco-Euskal Herriko Unibertsitatea

Diana Arellano, ACM SIGGRAPH Diversity and Inclusion Committee y Mackevision

Sandra Baldassarri, Universidad de Zaragoza

Federico Botella, Universidad Miguel Hernández de Elche

César Collazos, Universidad del Cauca, Colombia

Raquel Hervás Ballesteros, Universidad Complutense de Madrid

Rosa Gil, Universitat de Lleida

Toni Granollers, Universitat de Lleida

Francisco Gutiérrez, Universidad de Granada

Luis Leiva, University of Luxembourg

Diego Martínez Plasencia, University College London

Gonzalo Méndez, Universidad Complutense de Madrid

Fernando Moreira, Universida de Portugalense

José Antonio Macías, Universidad Autónoma de Madrid

José Ignacio Panach, Universitat de València

Pere Ponsa, Universitat Politècnica de Catalunya

Arcadio Reyes Lecuona, Universidad de Málaga

Revisores adicionales en este número

Susana Bautista Blasco, Universidad Francisco de Vitoria (España)

Maria Amelia Eliseo, Universidade Presbiteriana Mackenzie (Brasil)

Gustavo Constain Moreno, Universidad Nacional Abierta y a Distancia (Colombia)

Leandro Natale, Universidade Presbiteriana Mackenzie (Brasil)

Afra Pascual, Universitat de Lleida (España)

Ismar Silveira, Universidade Presbiteriana Mackenzie (Brasil)

Preámbulo

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

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

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

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

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

Resumen del Volumen 5, Número 1:

Este número incluye cuatro artículos en la Sección general de temática diversa: desde el uso de realidad virtual para aprender sobre ciencia, hasta la enseñanza de lenguas. También se incluye una Sección Especial dedicada a una selección de trabajos de las Jornadas de Interacción Humano-Computador 2023 que se celebraron en La Matanza, Argentina. Se presentan tres artículos extendidos cuyas temáticas están relacionadas con la accesibilidad e inclusión digital. Las editoras invitadas de esta Sección Especial son Valéria Farinazzo Martins y Ana Grasielle Dionísio Correa de la Universidade Presbiteriana Mackenzie.

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

Lourdes Moreno y Cristina Manresa Yee

Editoras de Interacción, Revista digital de AIPO

Tabla de contenidos

EmpoderAR un Juego Serio de Realidad Aumentada para Acercar a Jóvenes a la Ciencia <i>Cecilia Sanz, Verónica Artola y Bárbara Ibañez</i>	6
Diseño de una Metodología de Evaluación del Compromiso del Conductor con el Sistema ADAS en Simulador <i>Xènia Alcoberro Serra, James Jackson y Daniel Guasch</i>	14
Mejora de la Interacción Persona-Ordenador en la Enseñanza de Idiomas: el Diseño y Desarrollo Centrado en el Usuario de la Plataforma LATILL <i>Andrea Vázquez-Ingelmo, Alicia García-Holgado, Nastaran Shoeibi, Roberto Therón y Francisco José García Peñalvo</i>	22
Proyecto IDiLyCo: Tecnologías Lingüísticas para la Inclusión Digital con un Enfoque Centrado en el Usuario <i>Raquel Hervás y Virginia Francisco</i>	31
Sección Especial: Jornadas HCI 2023	44
Editorial Jornadas HCI 2023 <i>Valéria Farinazzo Martins y Ana Grasielle Dionísio Correa</i>	45
Desarrollo de Prototipos de Pantallas de Juegos para Niños Autistas: un Enfoque Colaborativo con una Psicopedagoga Especializada <i>Bruno da Silva Rodrigues, Leandro Pupo Natale, Ana Grasielle D. Correa</i>	46
Incorporación de Metadatos de Preservación en un Repositorio Digital Accesible y Personalizado <i>Silvana Vanesa Aciar, Patricia Paderewski Rodríguez, Francisco Gutierrez Vela y Luciano Grossi</i>	57
La Accesibilidad en los Entornos Virtuales de Aprendizaje: Estrategias para la Inclusión en la Educación a Distancia <i>Rafael De Sá Mascarenhas y Maria Amelia Eliseo</i>	68

EmpoderAR un Juego Serio de Realidad Aumentada para Acercar a Jóvenes a la Ciencia

EmpoderAR an Augmented Reality Game to Bring Science Closer to Young People

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

Verónica Artola

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

Bárbara Ibañez

Instituto de Investigación en
Informática LIDI (III-LIDI) - CIC.
Facultad de Informática, Universidad
Nacional de La Plata, La Plata, Buenos
Aires, Argentina
Ibanez.barbara.ruth@gmail.com

Recibido: 30.05.2024 | Aceptado: 24.06.2024

Palabras Clave

Juegos serios educativos
Realidad Aumentada
Innovadores de la Informática
Mujeres en la ciencia

Resumen

Los juegos serios han despertado el interés de la comunidad educativa, ya que posibilitan experiencias de aprendizaje con un rol activo del estudiante; y complementan actividades tradicionales para el abordaje de diferentes temáticas. En este trabajo se presenta EmpoderAR un juego serio basado en realidad aumentada que fue creado para acercar a jóvenes a figuras destacadas de la historia de la Informática. Especialmente, el juego presenta micro-relatos de mujeres que han aportado a la ciencia informática. EmpoderAR está disponible en el Centro de Innovación y Transferencia Tecnológica (ClyTT) de blinded, desde el año 2022. Se utiliza en visitas de escuelas donde se llevan a cabo talleres con estudiantes de secundaria, primaria y también público en general. Durante estas visitas se recorren dos salas con juegos interactivos con diferentes paradigmas de interacción. Se evalúa mediante una encuesta cómo valoran el juego EmpoderAR, y también qué emoción predomina durante el uso de los diferentes atractivos de estas salas. También se hace observación de las interacciones por lo que se han realizado mejoras relacionadas con la experiencia de usuario. Las opiniones de los estudiantes se consideran positivas, indicando que el juego les gusta y les permite conocer historias de innovadoras.

Keywords

Serious games
Augmented reality
Computer Innovators
Women in science

Abstract

Serious games have aroused the interest of the educational community as they enable learning experiences with an active role of the student; and they complement traditional activities for the approach of different topics. This paper presents EmpoderAR, a serious game based on augmented reality that was created to bring young people closer to prominent figures in the history of Computer Science. In particular, the game presents micro-stories of women who have contributed to computer science. EmpoderAR is available at the blinded Innovation and Technology Transfer Centre (ClyTT) from 2022. It is used in school visits where workshops are held with secondary and primary school students as well as the general public. During these visits, two rooms with interactive games with different interaction paradigms are visited. A survey is used to evaluate how they rate the EmpoderAR game, and also what emotion predominates during the use of the different attractions in these rooms. The interactions are also observed and improvements related to the user experience have been made. The students' opinions are considered positive, indicating that they like the game and that it allows them to get to know the stories of the innovative women.

1. Introducción

En la actualidad hay una tendencia de mejora de las interfaces de usuario, ofreciendo mayor naturalidad e integración entre el contexto físico (en el que se desenvuelven las personas) y los entornos digitales (Sanz et al., 2021). La Realidad Aumentada

(RA) es un paradigma de interacción que brinda oportunidades en este sentido. Carrizo, Barutti, y Soto (2022) e Ibañez y Kloss (2018), analizan beneficios del uso de la RA en procesos educativos. En estos trabajos se resalta la motivación, y el cambio de rol del estudiante en este tipo de actividades, y su utilidad en el aprendizaje de diferentes temáticas. Esta

tecnología posibilita la creación de experiencias innovadoras que fomentan actividades exploratorias y expresivas combinando elementos del mundo real (Marshall, Price, y Rogers, 2003), capturados a través de una cámara, con elementos multimedia como texto, imágenes, videos o modelos 3D. Las posibilidades que ofrecen las aplicaciones basadas en RA son realmente amplias, ya que la información del contexto real sigue siendo valiosa para la experiencia; y el contenido digital la aumenta y la completa (Cabero y Barroso, 2016). El auge de los dispositivos móviles personales, ha llevado a un crecimiento acelerado de las aplicaciones de RA, las cuales se aplican en diferentes áreas, como el turismo, la medicina, la industria y la educación (Garzón y Acevedo, 2019). En la literatura se han encontrado trabajos que indican que al llevar a cabo experiencias educativas con RA, se mejora la motivación, participación, interacción, flexibilidad, autonomía de los estudiantes y, por consiguiente, se aporta a la consecución de los objetivos didácticos de la actividad (López Belmonte, 2020). Gracias al compromiso activo requerido por un entorno de aprendizaje de RA, se puede ayudar a que lo aprendido se vincule con la memoria a largo plazo (Challenor y Ma, 2019).

Así, es de interés fomentar el desarrollo de aplicaciones educativas que utilicen estas tecnologías acordes a los beneficios reportados en la literatura. Al mismo tiempo, los juegos serios, aquellos con un objetivo caracterizante que va más allá del entretenimiento, son foco de investigación y aplicación en diferentes escenarios educativos. Se han encontrado evidencias de que el uso de los juegos serios puede tener impacto en el aprendizaje, en el disfrute y en generar menor ansiedad durante la experiencia educativa (Kiili y Ketamo, 2018; Archuby, Sanz y Manresa-Ye, 2023).

Este trabajo considera estos antecedentes y las potencialidades de la RA. Presenta el caso de un juego serio basado en este paradigma de interacción, llamado EmpoderAR, que fue diseñado como un puente para acercar a jóvenes a historias de mujeres innovadoras, de una manera lúdica y exploratoria. Se trata así de un aporte, que aborda una temática vinculada de una manera directa con el ODS 4.3, que busca el “acceso igualitario de todos los hombres y las mujeres a una formación técnica, profesional y superior de calidad, incluida la enseñanza universitaria”. También conecta de forma transversal con los ODS 5 y 10 (Igualdad de Género y Reducción de Desigualdades).

De aquí en más el artículo se organiza de la siguiente manera: la sección 2 presenta antecedentes de investigaciones, experiencias y juegos de RA orientados a diferentes ámbitos educativos; la sección 3 describe el diseño de EmpoderAR, con sus diferentes componentes; la sección 4 presenta los escenarios de uso del juego y cómo se ha evaluado; en la sección 5 se analizan y discuten los resultados alcanzados; y en la sección 6 se presentan las conclusiones y líneas de trabajo futuro.

2. Antecedentes

En la actualidad se encuentran variados antecedentes de uso de la RA en escenarios educativos, tal es el caso presentado en (Nur Ain et al., 2021) para el aprendizaje de historia, en el que se utiliza la metodología ADDIE (Análisis, Diseño, Desarrollo, Implementación y Evaluación), muy reconocida en el campo de la educación, para el diseño de la aplicación de RA y su integración a una propuesta didáctica. También se destaca un trabajo de revisión sistemática sobre RA en Educación, en el que se registran varios antecedentes de uso de esta tecnología y sus beneficios (Gómez García, Rodríguez Jiménez y Marín Marín, 2020). En la búsqueda de antecedentes más específicos para este trabajo, se indagaron algunas investigaciones y experiencias en las que se utilizan juegos serios de RA en escenarios educativos. El trabajo de López-Faican y Jaen (2020) evalúa el uso de la realidad aumentada móvil sin marcadores como tecnología para implementar un escenario de juego multijugador que puede utilizarse para mejorar la socialización, las habilidades comunicativas y la inteligencia emocional en niños de primaria. Se trabajan dos modos de juego, uno colaborativo y otro competitivo. Ambos modos arrojan resultados positivos. Los autores destacan que ambas modalidades de juego son intrínsecamente satisfactorias para los niños, ya que desencadenan emociones positivas como el entusiasmo, el disfrute y la curiosidad, que mejoran el estado de ánimo de los participantes y contribuyen a aumentar su grado de implicación. Haoming y Wei (2024) presentan a la RA como una de las tecnologías prometedoras, desde hace décadas, en combinación con estrategias de gamificación para el ámbito educativo, destacando la interactividad en el aprendizaje y el entorno auténtico combinado con el andamiaje digital. Los autores Silva, Zagalo y Vairinhos (2022) presentan una revisión de literatura para explorar cómo las aplicaciones de RA móviles se combinan con juegos, narrativas, y conocimiento vinculado a la herencia cultural. En su trabajo consideran el “*engagement*” como un término complejo definido como una categoría de la experiencia del usuario caracterizada por atributos como el desafío, emoción positiva, atractivo sensorial, atención, variedad de *feedback*, novedad, interactividad, entre otros.

En nuestro trabajo retomamos la idea de indagar en algunos de los atributos relacionados con el *engagement* y por esto, este antecedente resulta de interés. En particular, se considera en nuestro trabajo el tipo de emoción que vivencian los estudiantes con la propuesta del juego de RA EmpoderAR. En varios de los artículos de la revisión de estos autores se hace uso de narrativas con personajes históricos que traen sus opiniones o puntos de vista a las historias que se quieren contar. Tal es el caso del trabajo de Lehto, Luostarinen y Kostia (2020), en el que se aborda el uso de personajes históricos aumentados. También estos autores utilizan un

cuestionario con escala de Likert, y entre varios aspectos, analizan las emociones que evoca el juego.

A partir de estos antecedentes y otros trabajos previos de los autores en estas líneas de investigación y desarrollo (Lizarralde et al., 2019), se crea EmpoderAR que vincula la RA con los juegos serios, en una temática original asociada con la historia de la Informática. Al mismo tiempo, se propone conectar los objetivos del juego con los ODS mencionados en la introducción, de manera tal de acercar a jóvenes de escuela secundaria, especialmente de género femenino al área de tecnología e informática, rompiendo con sesgos culturales que aparecen frecuentemente a la hora de elegir estas carreras.

3. EmpoderAR

3.1 Contexto para el desarrollo del juego

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

EmpoderAR nace como un proyecto que busca combinar la información del espacio físico con aumentos digitales en el contexto de una línea de I+D del Instituto de Investigación en Informática III-LIDI de la Facultad de Informática de la Universidad Nacional de La Plata. El proyecto consiste en el desarrollo de una aplicación móvil de RA, pero se la combina con una propuesta de juego serio. Para el proceso de análisis, diseño e implementación se utiliza la metodología DIJS (Diseño de Juegos Serios), presentada en (Archuby et al., 2023).

Se inicia el proceso con un análisis de las necesidades en relación al poco conocimiento de estudiantes ingresantes a las carreras en Informática sobre historias de mujeres innovadoras de esta disciplina. Se propone presentar algunos de los legados e impactos de estas mujeres en el avance de esta ciencia. Al mismo tiempo, el proyecto abona a otras acciones de la institución para articular con escuelas secundarias y romper sesgos culturales y de género sobre la Informática y las ciencias duras en general. Se busca acercar a las jóvenes a este tipo de disciplinas, que es mayormente elegida por personas de género masculino.

En el proyecto participa una estudiante de la carrera Ingeniería en Computación como desarrolladora, y docentes-investigadores de la facultad. También una diseñadora gráfica y la locución de los personajes es realizada por diferentes estudiantes, varias de ellas de las carreras de la facultad. En la etapa de análisis se consolidan los objetivos educativos y los propios del juego. El juego propone ganar 8 trofeos que se consiguen a partir de responder trivias que se vinculan con micro-relatos que presentan las innovadoras en cuestión.

3.2 Diseño de EmpoderAR

En la etapa de diseño se contemplan las necesidades encontradas y los objetivos delineados, junto con preferencias del público meta en relación a tipos y características de los juegos que suelen utilizar. Se aplican cuestionarios, como el test de Bartle (Bartle, 1996) y otros, en grupos de estudiantes del primer año de la facultad y del último año de secundario que permiten conocer esta información. Se considera que los estudiantes disfrutaban de los desafíos y logros, y de explorar información en el mundo del juego.

Al mismo tiempo, se plantean preguntas vinculadas al uso de la RA, tales como:

- ¿qué aportará el contexto físico a la experiencia lúdico educativa?
- ¿qué aportará la información digital?
- ¿qué puentes se tenderán entre ambos mundos (físico y digital)?
- ¿de qué manera se habilitarán esos puentes y cómo se relacionan con las dinámicas del juego y las historias a contar?

A partir de estas preguntas el equipo trabaja en un proceso iterativo en el que se abordan prototipos evolutivos, reuniones periódicas con metodologías ágiles de desarrollo (Rising y Janoff, 2000).

Se decide crear una línea de tiempo física que permitirá ser aumentada a partir de las imágenes de 4 mujeres (Ada Lovelace, Grace Hopper, Hedy Lamarr y Jean Jeannings Bartik) de las que se quiere contar micro-relatos en relación a sus aportes a la ciencia y la Informática en particular.

Se trabaja en una investigación de las figuras y las historias a contar, en el guión y en las dinámicas lúdicas a considerar para generar motivación, atracción y compromiso en los destinatarios. Es por eso que también se diseñan como parte de la línea de tiempo una serie de imágenes que serán las respuestas a las trivias que el juego propone. La Figura 1 muestra la línea de tiempo física que posibilita, en interacción con el juego EmpoderAR, aumentar las historias mencionadas. En esta Figura, en la imagen que se encuentra arriba, se observa el contexto en el que está instalado y en la que se encuentra abajo se puede ver en más detalle la línea de tiempo.

El juego se ejecuta en dispositivos móviles con Android y habilita la cámara para poder realizar la captura de la escena del mundo real. Cuando detecta una de las 4 imágenes de las mujeres que resultan marcadores o *triggers*, se aumenta la línea de tiempo con una especie de caricatura del personaje en cuestión (ver Figura 2 arriba), y al hacer “tap” sobre la caricatura aumentada se accede a una escena en la que aparece

el personaje y otros objetos con interactividad (ver Figura 2 abajo). Al tocarlos se pueden escuchar relatos en primera persona en audio, cortos, donde se presentan los personajes o se habla de sus acciones y aportes, con algunas notas de color.

También en la interfaz de la escena aparece un signo de preguntas que habilita el acceso a una trivía. Las trivias refieren al contenido de los relatos explorados en la escena, y se da dos intentos para responder correctamente. En la Figura 3 se puede ver esto, los corazones, en la parte superior izquierda de la figura, indican los intentos disponibles, que cambian a medida que se responde. Para responder el jugador debe apuntar con la cámara del dispositivo móvil a una de las imágenes en la parte inferior de la línea de tiempo. Aparece luego un aviso en EmpoderAR que invita a confirmar la respuesta dada (ver Figura 4). En caso de responder correctamente en el primer intento, el jugador gana un trofeo de oro, o uno de plata si lo hace en el segundo intento. En caso de responder de manera incorrecta, la pregunta queda en estado de respondida y sin trofeo asignado. De esta manera, el aumento de una innovadora que ya se ha visitado y aumentado, muestra su estado: con trofeos de oro o plata según corresponda o con un indicador de que no se ha ganado allí un trofeo.

Cada innovadora presenta dos trivias, por lo que el objetivo es alcanzar ocho trofeos que se almacenan en la llamada Cueva de la Sabiduría. Allí se accede mediante un menú tipo *sandwich*, y es posible ver los trofeos acumulados y cuadros de las innovadoras ya visitadas con alguna información adicional (ver Figura 5).

3.3 Aspectos de implementación

El juego fue desarrollado utilizando el motor de juegos Unity 3D. Se hace uso de librería Vuforia para los aspectos de RA. Se lleva a cabo, en un primer momento, un estudio y entrenamiento de posibles marcadores. Se trata de imágenes que al ser detectadas, provocan el aumento. En este caso se eligen los nombres de las mujeres y la imagen de su rostro. Esta elección es el resultado de un proceso de pruebas y comparativas de efectividad en la detección, en el que se tienen también en cuenta aspectos de la iluminación. En la Figura 2 Arriba, puede verse la imagen en un círculo que es parte del marcador a detectar.

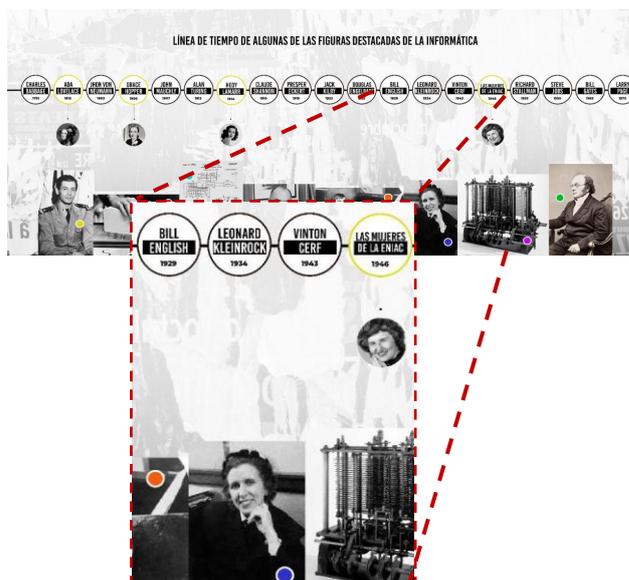


Figura 1: Arriba: Mesa con Línea de tiempo en el CIyTT; Abajo: Línea de tiempo en papel

4. Uso del juego y evaluación

El juego EmpoderAR se encuentra disponible en el Centro de Innovación y Transferencia Tecnológica (CIyTT) de la Facultad de Informática de la Universidad Nacional de La Plata. Allí se llevan a cabo talleres y visitas con escuelas de la región. A partir de estas iniciativas se trabaja en temas de innovación en la Informática, se describen proyectos de la Facultad y su relación con las propuestas de las carreras y la salida laboral, entre otras líneas de acción.

La sala en la que está ubicada la línea de tiempo de EmpoderAR presenta también pósters y otros proyectos que se vincula con contar la historia de la Informática, resaltar el

¹ Sitio web del Centro de Innovación y Transferencia Tecnológica con información de algunos proyectos allí disponibles: <https://ciytt.info.unlp.edu.ar/>

aporte de mujeres innovadoras de la disciplina, y explorar tendencias de investigación a partir de diferentes proyectos interactivos que pueden ser visitados (Bruno et al., 2023).

Como parte de la evaluación de EmpoderAR se transitaron diferentes etapas. En una primera etapa se evaluó el juego con docentes y estudiantes cercanos al entorno de desarrollo. Se realizaron mejoras y ajustes en relación a la usabilidad y la experiencia de usuario. Para poder recoger datos en esta primera etapa se utilizaron técnicas de observación participante, ya que parte del equipo estaba presente en el uso de EmpoderAR en el contexto antes mencionado y se registraban las dificultades, comentarios y aspectos en las formas de interacción de los participantes. De esta etapa se originaron 3 nuevas versiones evolutivas, que atendieron mejoras en la interfaz, en la detección, en los audios, etc.



Figura 2: Arriba: Línea de tiempo aumentada con caricatura de una de las mujeres. Se ve uno de los trofeos ganados; Abajo: ejemplo de escena a la que se accede al tocar el aumento de otro personaje

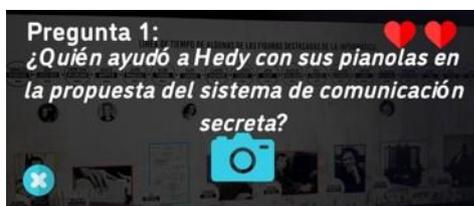


Figura 3: Ejemplo de la pantalla de EmpoderAR con una de las trivias. El ícono de cámara al tocarlo habilita la cámara para responder



Figura 4: Confirmación de la respuesta a la trivia



Figura 5: Cueva donde se acumulan los trofeos ganados

Posteriormente, se presentó el juego más masivamente en las Jornadas de Innovación que se desarrollan anualmente en el CIyTT. Estas jornadas son abiertas al público en general y se visitan las salas con los proyectos. Allí se analizó también el uso y se consultó a los visitantes sobre la experiencia con el juego, qué les gustaba y que no. Esto generó una última versión que es la que se utiliza actualmente y está disponible para los visitantes del CIyTT. Además, EmpoderAR es llevado con una línea de tiempo móvil a diferentes exposiciones, talleres, ferias y muestras del país. Se pueden ver en la Figura 6 diferentes escenas de su utilización en los distintos contextos.

En esta última etapa se realiza un cuestionario al final de las visitas en donde se consulta a los participantes sobre diferentes cuestiones en cuanto a las actividades realizadas y los proyectos. Por cada proyecto valoran con una escala de Likert de 1 a 5 cuánto les gustó la propuesta del proyecto. Además, uno de los aspectos evaluados es qué emociones vivencian con este tipo de juegos y cuál es la modalidad de interacción que prefieren de entre las disponibles en los diferentes proyectos (Realidad Virtual, Realidad Aumentada, Interacción tangible con una mesa interactiva, el uso del cuerpo para la interacción). Finalmente, se pregunta si conocían a una de las mujeres de la línea de tiempo (que también aparece en otro proyecto de la misma sala) y qué aprendieron sobre ella.

En la siguiente sección se presentan los resultados y se discuten en relación a los antecedentes y trabajos mencionados en la introducción.



Figura 6: Arriba: Uso de EmpoderAR en una Exposición; Abajo: uso de EmpoderAR en el CIyTT

5. Resultados y Discusión

Un total de 115 estudiantes que participan de las actividades del CIyTT han respondido al cuestionario mencionado. Sin embargo, no todos llegan a probar o usar todos los proyectos. Por esto, solo 65 respondieron cuando se les consultó: “En una escala de 1 (no me gustó) a 5 (me gustó mucho), cómo calificarías cada uno de los proyectos que viste/probaste”. Se

toma la opinión sobre el proyecto EmpoderAR: el 55% indican que les gustó mucho o bastante; un 30% dio el valor intermedio de 3; y solo un 15% respondió que les gustó algo. En ningún caso se recibió puntuación negativa. Se les daba espacio para poner razones de su opinión. Allí indicaban cuestiones como: “Las actividades, fueron entretenidas”; “Lo interactivo, incentiva la participación”.

Dado que los estudiantes visitan diferentes proyectos con distintos modelos de interacción, cuando se les preguntó qué forma de Interacción les gustó más, se ve en la Figura 7 que 68 estudiantes respondieron y la que prefieren más es el uso de objetos del contexto sobre una mesa interactiva, y también el uso del cuerpo (en el proyecto que se ve allí con el 42.6% se usan las manos para interactuar). La propuesta de Empoderar con RA utilizando un dispositivo móvil resulta de las menos elegidas.

En relación a la emoción que prevaleció mientras visitaban la sala con los proyectos, y en particular EmpoderAR se observan todas emociones positivas, entre las que sobresalen con mayor porcentaje: disfrute (alrededor del 52%), relajación (cerca del 15%) y felicidad (cerca del 10%). Los resultados se pueden ver en la Figura 8.

En la encuesta se agregó una pregunta específica para ver si conocían a Grace Hopper, una de las innovadoras presentada por EmpoderAR, de 58 estudiantes que respondieron la pregunta, el 96% indicó que no. Luego, se les consultó qué aprendieron sobre ella y aquí se detallan algunas respuestas: “Que gracias a ella tenemos el compilador. La historia del bug”; “aprendí que fue una de las primeras desarrolladoras que innovaron el mundo de la informática”; “Sinceramente no conocía mucho su historia, prometo estudiar más sobre ella 😊”. Algunos otros estudiantes indican que no recuerdan bien su historia, pero la reconocen como una innovadora de la Informática.



Figura 7: Resultados de la pregunta de qué forma de interacción te gustó más

Mira la figura y elige una o dos emociones que describan la experiencia

65 respuestas



Figura 8: Resultados sobre la emoción que prevaleció durante la visita a los proyectos

A partir de estos resultados se considera que EmpoderAR es una propuesta atractiva para los estudiantes. Se coincide con los autores Kiili y Ketamo (2018), respecto de la motivación que despiertan estas iniciativas. En general, se observa que los estudiantes tienen emociones positivas mientras juegan con este tipo de proyectos, prevaleciendo el disfrute y la relajación. En este sentido, se respaldan los hallazgos de los trabajos revisados como el de Silva et al. (2023), en el que se relacionan experiencias de RA con el *engagement*. Aquí algunas de las variables que abonan a este concepto como el disfrute y la interactividad aparecen a partir de la encuesta realizada a los estudiantes. Por ejemplo, cuando algunos de ellos indican que “la interactividad” es lo que le atrae de los proyectos. También la relajación parece coincidir con estudios que, si bien no la mencionan de forma directa, se habla sobre una disminución de la ansiedad al trabajar en experiencias de RA.

En relación a las preferencias en la interacción, sin embargo, se observa que otros paradigmas resultan más atractivos para los estudiantes, lo que da lugar a profundizar en estos aspectos. Una hipótesis es que respecto de otros proyectos en los que los estudiantes utilizando objetos o su cuerpo para la interacción, en EmpoderAR tiene un dispositivo móvil para mediar las interacciones, lo que puede ser más habitual para estos grupos etarios y no resulta una sorpresa o novedad.

En cuanto a los aprendizajes y la vinculación con los ODS, se considera que los resultados son positivos, en particular cuando completan el juego explorando todos los personajes. Los estudiantes reconocen algunas de las historias contadas en forma posterior a su utilización, con diferentes niveles de

recuperación de los aportes que realizan las innovadoras presentadas. Si bien no se cuenta con resultados cuantitativos aún, a partir de la observación de los investigadores, pareciera que las visitantes de género femenino completan más el juego y tienen mayor involucramiento con las historias relatadas. Sin embargo, esto será motivo de próximas investigaciones.

6. Conclusiones y Trabajos Futuros

En este trabajo se presentó el juego serio de RA EmpoderAR, diseñado para dispositivos móviles y que aumenta, con imágenes y relatos de mujeres innovadoras de la Informática, una línea de tiempo donde se presentan figuras destacadas de la historia de esta disciplina.

Se describe el diseño de este juego y su evaluación con estudiantes que participan de actividades en el espacio del Centro de Innovación y Transferencia Tecnológica de la Facultad Informática. Se encuentran resultados positivos vinculados a la valoración que hacen los estudiantes del proyecto, de las emociones que genera tales como disfrute y relajación, lo que coincide con otros aportes encontrados en la literatura en los que se relacionan experiencia con RA y el disfrute y la mejora de la ansiedad.

También se encuentran resultados alentadores en relación a los objetivos educativos en los que se busca trabajar con la recuperación posterior de algunas de las historias contadas a partir del juego.

Al mismo tiempo, se dejan algunos interrogantes y aspectos a profundizar sobre las preferencias de los estudiantes respecto de diferentes paradigmas de interacción, y cuestiones de vinculación del juego con el género.

Agradecimientos

Trabajo financiado parcialmente por el III-LIDI-CIC, Facultad de Informática de la Universidad Nacional de La Plata (Proyecto F11/031).

Agradecemos al proyecto de I+D+i: TEMOR, TED2021-130374b-c22, funded by MCIN/AEI/10.13039/501100011033/ and by European Union Next Generation EU/PRTR and (Group T60-23R).

Referencias

Archuby, F., Sanz, C., y Manresa-Yee, C. (2023). Digs: Methodology for the design and development of digital educational serious games. *IEEE Transactions on Games*.

Bruno L., Garay F., Lambre J., Medina S., Artola V., y Sanz, C. (2023) Cuadros basados en Interacción Tangible. *Actas de las Jornadas de Interacción Hombre Computadora Iberoamericanas*. Disponible en <https://jihci2023.unlam.edu.ar/es/pdf/LibroActas-JIHCI2023.pdf>

- Cabero Almenara, J., y Barroso Osuna, J. (2016). The educational possibilities of Augmented Reality. *Journal of New Approaches in Educational Research*.
- Carrizo, M. A., Barutti, M. E., y Soto, S. (2022). Incorporación de realidad aumentada como propuesta didáctica para la enseñanza y el aprendizaje de ciencias. *Educación En La Química*, 28(01), 63-73. Recuperado a partir de <https://educacionenquimica.com.ar/index.php/edenlaq/article/view/48>
- Challenor J., Ma M. (2019) A Review of Augmented Reality Applications for History Education and Heritage Visualisation. *Multimodal Technologies and Interaction*.
- Garzón, J., Acevedo J. (2019) A Meta-analysis of the impact of Augmented Reality on students' learning effectiveness. *Educational Research Review*.
- Gómez García, G., Rodríguez Jiménez, C., y Marín Marín, J. A. (2020). La trascendencia de la Realidad Aumentada en la motivación estudiantil. Una revisión sistemática y meta-análisis. *ALTERIDAD. Revista de Educación*, 15(1), 36-46. <https://doi.org/10.17163/alt.v15n1.2020.03>
- Haoming, L., y Wei, W., (2024). A systematic review on vocabulary learning in AR and VR gamification context, *Computers & Education: X Reality*, Volume 4, 2024, 100057, ISSN 2949-6780, <https://doi.org/10.1016/j.cexr.2024.100057>.
- Ibañez M. B., y Kloos, C. (2018). Augmented reality for stem learning: A systematic review. *Computers & Education* (123), 109-123.
- Kiili K., y Ketamo, H. (2018) Evaluating Cognitive and Affective Outcomes of a Digital Game-Based Math Test. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, vol. 11, no. 2, pp. 255-263.
- Lehto, A., Luostarinen, N., y Kostia, P. (2020). Augmented reality gaming as a tool for subjectivizing visitor experience at cultural heritage locations—case lights on *Journal on Computing and Cultural Heritage*, 13 (4) (2020), pp. 1-16, 10.1145/3415142
- Lizarralde, A. I., Sanz, C. V., Gorga, G. M., Buffarini, A., Beltrán, E., & Kraselsky, R. (2019). Ruta Darwin: un juego con realidad aumentada para conocer las experiencias de Charles Darwin en su travesía a bordo del Beagle. In XIV Congreso Nacional de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología (TE&ET 2019),(Universidad Nacional de San Luis, 1 y 2 de julio de 2019).
- López Belmonte, J.; Pozo, S.; Fuentes, A., y Romero, J.M.: Eficacia del aprendizaje mediante flipped learning con realidad aumentada en la educación sanitaria escolar. *Journal of Sport and Health Research*. (2020).
- López-Faicán, L., y Jaen, J. (2020). EmoFindAR: Evaluation of a mobile multiplayer augmented reality game for primary school children, *Computers & Education*, Volume 149, 103814, ISSN 0360-1315, <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.103814>.
- Marshall P., Price S., y Rogers Y. (2003) Conceptualising tangibles to support learning. *Conference on interaction Design and Children. IDC'03*
- Nur Ain Najihah Ibhari, Siti Zalfah Ramli, Siti Aishah Zahari, Nur Amalia Atikah Edyanto, y Muhammad Asyraf Abdullah Zawawi. (2021) Learning History Using Augmented Reality. *International Journal of Multimedia and Recent Innovation*, vol. 3, no. 1, pp. 1-10, DOI: 10.36079/lamintang.ijmari-0301.199
- Rising, L. y Janoff, N. S. (2000). The Scrum software development process for small teams. *IEEE software*, 17(4), 26-32.
- Sanz C., Gorga G., Artola V., Salazar Mesía N., Iglesias L. et al. (2021). Interacción natural, entornos inmersivos y otras tecnologías emergentes aplicadas a contextos educativos. XXIII Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación (WICC 2021), La Rioja, Argentina; 9872461139.
- Silva C., Zagalo N., Vairinhos M. (2023) Towards participatory activities with augmented reality for cultural heritage: A literature review, *Computers & Education: X Reality*, Volume 3, 2023, 100044, ISSN 2949-6780, <https://doi.org/10.1016/j.cexr.2023.100044>.

Diseño de una Metodología de Evaluación del Compromiso del Conductor con el Sistema ADAS en Simulador

Design of a Methodology for Evaluating Driver Engagement with the ADAS System in Simulator

Xènia Alcoberro Serra

Departamento de Human Factors,
Applus IDIADA

Ingeniería de Diseño Industrial y
Desarrollo de Producto

Universitat Politècnica de Catalunya,
España

xenia.alcoberro28@gmail.com

James Jackson

Departamento de Human Factors,
Applus IDIADA

Loughborough University
james.jackson@idiada.com

Daniel Guasch

Departamento de Ingeniería Telemática
Universitat Politècnica de Catalunya,

España.

daniel.guasch@upc.edu

Recibido: 31.05.2024 | Aceptado: 07.06.2024

Palabras Clave

Sistemas avanzados de ayuda a la conducción

Evaluación

Interfaz del usuario

Compromiso

Resumen

El artículo describe una metodología desarrollada en el contexto de un proyecto de final de grado en Ingeniería de Diseño Industrial en la Universidad Politècnica de Catalunya (UPC), colaborando con la empresa Applus IDIADA. El objetivo del proyecto es desarrollar una metodología para evaluar el compromiso del conductor respecto a los sistemas avanzados de ayuda a la conducción (ADAS). Gracias a la integración de estos sistemas en la automoción, los conductores cada vez mantienen una conducción más segura en la carretera.

En el transcurso del proyecto, se detalla la propuesta del uso de un simulador de conducción que permite recrear situaciones de emergencia en un escenario del mundo real. El simulador llevará integrados los sistemas de ayuda a la conducción ADAS.

La realización de la metodología se ha realizado con el fin de recoger datos subjetivos derivados de la experiencia de los participantes, como niveles de carga mental y niveles de confianza en los sistemas de ayuda a la conducción. Así como, datos objetivos que nos proporcionarán una visión detallada de la dinámica de la prueba. A partir del análisis de ambos, se obtendrá la evaluación necesaria para concluir este proyecto.

Keywords

Advanced Driver Assistance Systems (ADAS)

Evaluation

User Interface

Commitment

Abstract

The article describes a methodology developed in the context of a final degree project in Industrial Design Engineering at the Polytechnic University of Catalonia (UPC), in collaboration with the company Applus IDIADA. The aim of the project is to develop a methodology to assess driver engagement with advanced driver assistance systems (ADAS). Thanks to the integration of these systems in the automotive industry, drivers are increasingly driving safer on the road.

In the course of the project, the proposal for the use of a driving simulator that allows emergency situations to be recreated in a real-world scenario is detailed. The simulator will have integrated ADAS driver assistance systems.

The methodology was carried out in order to collect subjective data derived from the experience of the participants, such as levels of mental load and levels of confidence in the driving assistance systems. As well as, objective data that will provide us with a detailed view of the dynamics of the test. From the analysis of both, the necessary evaluation will be obtained to conclude this project.

1. Introducción

1.1. Marco contextual

El inicio de “Engage” se remonta a octubre de 2022, momento en el que se empezó a plantear y definir el proyecto en Applus+ IDIADA (Applus, s.f.d.). “Engage” surgió de la necesidad de evaluar sistemas avanzados de ayuda a la conducción (ADAS) a partir del análisis del comportamiento del conductor durante la realización de pruebas de conducción en escenarios específicamente diseñados para el ensayo. El equipo de Human Factors de la empresa Applus+ IDIADA fue el responsable de la ejecución de las fases iniciales de este proyecto.

Antes de centrarse en el objetivo de “Engage”, es importante conocer las fases previas del estudio:

La primera fase de ensayos se realizó a finales de 2022, consistió en la definición y validación de una metodología de ensayo usando un vehículo real en pistas de circulación. La segunda fase del proyecto, desarrollada en noviembre de 2023, se centró en el análisis cualitativo de la percepción y preferencias de usuarios representativos de la población con respecto a los sistemas de ayuda a la conducción. Los participantes, previamente seleccionados, proporcionaron sus valoraciones en una actividad de focus group dirigida por el equipo de Human Factors (Pacheco & Salazar, 2020).

El análisis de la evaluación cualitativa de los focus groups junto con los datos recogidos en los ensayos con vehículo real de la primera fase sirvieron para establecer el punto de inicio de la fase del proyecto actual.

Un aspecto relevante para entender “Engage” es la definición del término “compromiso” que da título al proyecto y que debe entenderse como la comprensión, el nivel de confianza y seguridad que tiene el conductor respecto a los sistemas de ayuda a la conducción

La fase actual del proyecto se inició en marzo de 2024 y tiene por objetivo adaptar la metodología de ensayo definida en fases anteriores a un entorno de simulación.

Esto se conseguirá recreando una experiencia virtual fiel a la conducción real, no sólo porque se recoge el patrón de fuerza y movimiento que el ocupante experimenta durante la aceleración, la frenada y el trazado de curvas, sino también por el alto nivel de inmersión que se consigue con la proyección en una pantalla cónica de 9 metros.

En el proceso de aplicación de los sistemas ADAS al vehículo de simulación, hay que identificar previamente qué beneficios aportan a la conducción y que niveles de automatización existen hoy en día.

El principal beneficio de los sistemas que automatizan partes o, la totalidad de la tarea de conducción, proporcionan beneficios significativos en seguridad y comodidad.

Estos sistemas han sido clasificados de acuerdo con el grado de automatización definido por SAE International (SAE Mobilus, 2024). Se definen 6 niveles, desde el nivel 0 donde el conductor humano tiene la responsabilidad total del vehículo, los niveles 1, 2 y 3 implican diferentes grados de responsabilidad compartida, y por último aparecen los niveles 4 y 5, donde el sistema toma el control total de la conducción.

Este ensayo se realiza utilizando un sistema ADAS de nivel 2 (L2), es decir, el conductor tiene responsabilidad del control del vehículo durante la conducción.

Actualmente, en el sector automovilístico, la seguridad es un aspecto que se encuentra en constante evolución. Gracias a los sistemas que se han ido implementando, los accidentes mortales en comparación con el número de vehículos totales en circulación han reducido.

Sin embargo, el hecho de que las ayudas a la conducción sean cada vez más efectivas podría generar la creencia errónea de que el conductor puede disminuir su atención, causada por la sobreconfianza en el sistema o una mala comprensión de su funcionamiento. Esto podría provocar una respuesta inadecuada ante peligros y situaciones críticas (Li, Magrabi & Coiera, 2012).

1.2 Objetivo

Teniendo en cuenta las reflexiones anteriores, tenemos como objetivo en este proyecto, el diseño de una metodología que relacione la conducta humana con el nivel de asistencia a la conducción en un entorno simulado

La definición de la metodología consiste en aplicar una mejora en las fases anteriores para un posterior análisis, desarrollo y conclusiones robustas.

A su vez, se pretende determinar si existe una tendencia a confiar en exceso en las capacidades del vehículo, lo que podría poner en riesgo la seguridad del conductor. O bien, observar si la tecnología se encuentra más avanzada que las capacidades de comprensión del conductor (Castro, Durán & Cantón, 2006).

La consecución de este gran objetivo está supeditada a los siguientes objetivos específicos:

- Rediseñar y readaptar la metodología ya existente
- Asegurar el entendimiento de la prueba a realizar
- Transmitir compromiso y fiabilidad
- Incorporar un espacio adaptado y seguro
- Permitir la realización de los ensayos en simulador
- Analizar el comportamiento del usuario
- Validar la eficacia de la metodología

2. Antecedentes teóricos

Una vez identificados los objetivos establecidos para el seguimiento de este artículo, se procede a introducir los antecedentes del proyecto.

Considerando las tres fases explicadas anteriormente: pruebas en pistas, implementación de resultados a través de *focus groups*, y finalmente, el desarrollo y la implementación de las pruebas dentro de un contexto de simulación. Observamos que, mediante estas fases, cada vez nos acercamos más a una validación completa y óptima de la metodología.

Las pruebas en las pistas de conducción de Applus+ IDIADA permiten la replicabilidad de escenarios del mundo real en un entorno controlado, recogiendo información sobre el conductor, el rendimiento y el comportamiento del sistema.

La incorporación de *focus group* facilita la recopilación de datos cualitativos. Esta complementa los datos cuantitativos obtenidos en la primera fase de conducción. Además, nos proporciona ayuda para perfeccionar la metodología y nos guía a como enfocar las siguientes.

Mientras que en la última fase las pruebas de simulación complementan los ensayos mediante la exploración de una gama más amplia de escenarios y condiciones. Permite la adaptación de la metodología en diversos entornos de conducción, peligros y tareas cognitivas y visuales.

2.1 Pruebas en pistas de ensayo

F. Deiana [6], quien se encargó de la primera fase del estudio, planteó el enfoque principal del proceso. Se centró en analizar el grado de compromiso del conductor respecto al vehículo de prueba y la tarea asignada. Para lograr esto, se empleó una combinación de métricas subjetivas y objetivas. Estas permitieron evaluar tanto el rendimiento como la capacidad de respuesta del conductor en escenarios de emergencia.

Inicialmente, se explicó a los participantes el ensayo al cual se iban a someter, como sería la prueba y condujeron el vehículo con los sistemas ADAS activados por la pista de ensayo (Deiana et al., 2023). El participante seguía a un vehículo guía durante toda la prueba y era obligatorio hacer caso a las indicaciones del conductor de seguridad que iba en el asiento del copiloto.

Posteriormente, se introdujo un evento crítico diseñado para simular una situación de emergencia realista. Este consistió en la aparición repentina de un obstáculo en medio del carril. El evento exigía una respuesta rápida y eficaz del conductor para evitar una colisión. Se planificó para ocurrir durante la penúltima vuelta, con el obstáculo [Figura 2] colocado estratégicamente después de una curva. Este obstáculo permanecía oculto a la vista de los participantes debido a los

árboles que bordeaban la curva y al vehículo guía, como se muestra en la Figura 1.

Para garantizar la autenticidad y la relevancia del evento, el vehículo líder ejecutó una maniobra de corte 15 metros antes del obstáculo, replicando así la situación que un conductor experimentaría en un caso de emergencia en la vida real.

Esta cuidadosa planificación y ejecución del evento crítico aseguró que los participantes se enfrentaran a un desafío realista y significativo. De esta manera permitió una evaluación precisa de su compromiso y capacidad de respuesta en situaciones de emergencia.

Durante esta fase inicial, se buscaba evaluar la capacidad del conductor para mantenerse atento y seguir correctamente al vehículo de referencia, a la vez que se adaptaba al entorno de conducción.

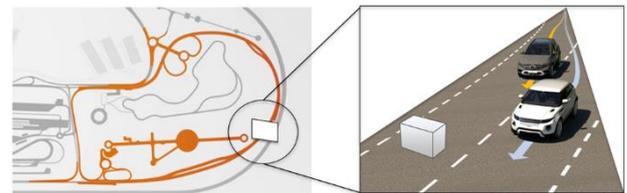


Figura 1. Carretera loop b y descripción de la maniobra



Figura 2. ADAC car Dummy 2D

2.2 Focus groups

Edmunds (Juan & Roussos, 2010) define los *focus groups* como un método de investigación cualitativa que deriva a discusiones con niveles variables de estructuración. Estos están orientados a un tema particular de interés o relevancia, tanto para el grupo participante como para el investigador.

El propósito central de este proceso era conectar participantes de la fase inicial con las opiniones de personas que no habían participado en el ensayo, con el fin de recopilar información sobre sus percepciones. Una vez realizada la prueba se contrastaron los resultados de ambos participantes con y sin conocimiento previo sobre el tema (de la Torre, González-Miguel, 2020).

Para lograr este objetivo, se diseñó una guía de reunión específica destinada a fomentar discusiones profundas y significativas entre los participantes. Esta guía de reunión abarcaba una gran variedad de elementos, desde materiales visuales como videos y presentaciones de diapositivas, hasta recursos auditivos que incluían explicaciones teóricas detalladas. El propósito fundamental de estos estímulos era aportar a los participantes puntos de partida para provocar reflexiones y opiniones, facilitando así su expresión y participación activa en el proceso.

Se estableció una secuencia lógica cuidadosamente planificada para la presentación de estos estímulos, con el objetivo de guiar la discusión hacia áreas específicas de interés y relevancia. Además, se diseñaron preguntas de seguimiento estratégicas para enriquecer y profundizar aún más la conversación. Así, conseguimos una exploración más detallada de las percepciones y experiencias de los participantes. Este enfoque integral y estructurado aseguró que las discusiones fueran productivas, enriquecedoras y reveladoras para todos los involucrados.

2.3 Pruebas en simulador de conducción

Esta última fase se encuentra en actual desarrollo. Tiene el objetivo de introducir pruebas en simulador que ofrezcan una serie de ventajas significativas como la incorporación de tareas y eventos adicionales a la primera fase.

Un elemento clave de esta metodología es la creación de un escenario de simulación que reproduzca de manera precisa y detallada las condiciones del entorno de conducción del mundo real. Se simulará el escenario inspirado en una pista de pruebas dentro de las instalaciones de Appplus+ IDIADA. Para ser más específicos, la pista de “Circuito de Dry Handling” [Figura 3], el motivo de elegirla ante otra es porque contiene curvas pronunciadas, desvíos, partes con poca visibilidad para tapar los obstáculos y espacio suficiente para simular un doble carril.

De esta manera, permitirá integrar las tareas y eventos adicionales diseñados para desafiar al conductor y evaluar su capacidad para mantener la atención y realizar múltiples tareas de manera efectiva.

Para enriquecer la recopilación de datos y proporcionar una comprensión más profunda del estado del conductor, se incorporarán tecnologías de seguimiento ocular y sensores fisiológicos. Estos registrarán la respiración y la frecuencia cardíaca, entre otros elementos de instrumentación explicados en el apartado 3.1. Los datos complementarios permiten una evaluación más precisa del compromiso del conductor y su respuesta ante diferentes estímulos y situaciones en el entorno de conducción simulado.

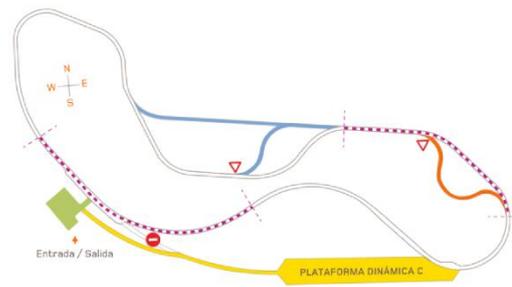


Figura 3. Pista “Dry Handling”

3. Método y procedimiento

El simulador utilizado en este estudio es el simulador dinámico de VI-Grade DiM250 [Figura 4]. Es capaz de generar fuerzas de aceleración longitudinal, transversal y rotacional, permitiendo la simulación de situaciones de conducción complejas y muy realistas. Contiene una configuración dinámica que consigue estos movimientos gracias a una plataforma móvil con nueve actuadores y nueve grados de libertad accionados electrónicamente (Vi-Grade, 2024).

Para replicar un vehículo automatizado L2, equivalente a los utilizados en la fase anterior del estudio. Se implementarán funciones ADAS como LKA, ACC y AEB detalladas en el apartado 3.2.



Figura 4. Simulador de conducción DIM250

3.1 Instrumentación aplicada al simulador

- **VI-Grade:** Programa informático que lleva a cabo un proceso exhaustivo de recopilación de datos, abarca tanto métricas objetivas y subjetivas.
- Evalúa los datos de velocidades, aceleraciones, frenadas, desplazamientos, dirección, etc., es decir, toda la información que tenga relación con la conducción del vehículo.
- **OpenSignals:** En este proyecto se tendrá en cuenta este programa con el fin de capturar con precisión y detalle las reacciones fisiológicas de los usuarios durante la prueba.

Estas hacen referencia a la variabilidad de la frecuencia cardíaca y las mediciones de la respiración. El programa emplea avanzados sensores de ECG (Electrocardiograma) y de respiración, que permiten registrar de forma continua y en tiempo real las fluctuaciones en la actividad cardíaca y el patrón respiratorio de los participantes (Plux, 2024).

- **EyeTracking:** Sistema de seguimiento ocular que se implementará en este estudio por su capacidad de capturar una amplia gama de información crucial sobre el comportamiento visual y la actividad cognitiva de los conductores durante la prueba.
- El sistema determina la concentración de los conductores, proporcionando detalles sobre su nivel de atención y compromiso con la tarea de conducción. Además, el sistema evalúa el seguimiento de los movimientos oculares y la detección de cambios en los patrones de mirada en respuesta a eventos o estímulos inesperados en la carretera. También analiza el comportamiento del iris y las pupilas que dan información adicional sobre el estado emocional y la fatiga de los conductores (Smart Eye, 2024).
- **Cámaras:** Un total de dos cámaras obtendrán una perspectiva global de los movimientos, distracciones y comportamientos realizados en cada momento por el participante. Una enfocará el entorno de simulación para saber en qué evento transcurren los hechos y la otra cámara frontal enfocará al participante.

3.2 Escenario experimental

Durante el desarrollo del ensayo, el conductor se adentrará en una sesión de 60 minutos, dividida en dos segmentos estratégicos.

Los primeros 10 minutos se destinarán a permitir al conductor familiarizarse con el simulador. Prescindirá en este tramo de cualquier intervención de los sistemas de asistencia a la conducción. Esta etapa inicial ofrecerá al conductor la oportunidad de adaptarse al entorno virtual y establecer una base sólida para el tramo principal del ensayo.

Los siguientes 50 minutos serán el núcleo del ensayo, durante los cuales los sistemas de asistencia a la conducción estarán activados.

Esto incluye la configuración del Control Crucero Adaptativo (ACC) a una velocidad constante de 60 km/h, junto con la activación del Asistente de Frenado de Emergencia (AEB), diseñado para intervenir en caso de una situación de pérdida de control del vehículo y finalmente, aparece el Asistente de Mantenimiento de Carril (LKA), para mantener al vehículo automáticamente dentro de las líneas de la carretera simulada.

A lo largo de este período, se completarán aproximadamente 18 vueltas en el recorrido. Durante cada vuelta, el participante recibirá instrucciones específicas del instructor, quien guiará al conductor a través de una serie de tareas predefinidas. De mientras, el participante se enfrentará a eventos y desafíos planteados en el apartado 3.4 del estudio (durante la prueba). Además, el participante responderá a una serie de preguntas, proporcionando respuestas sobre su experiencia y percepción durante el ensayo.

Esta fase nos proporcionará resultados sobre la capacidad del participante para enfrentarse a desafíos inesperados y tomar decisiones efectivas en situaciones de emergencia simuladas.

3.3 Muestra de participantes

Para la realización del ensayo en el simulador de conducción dinámica, se llevará a cabo una selección de 40 participantes que cumplan unos requerimientos específicos diseñados para la prueba en cuestión.

- Muestra de participantes representativos de la población real y externos a la compañía
- Carné de conducir vigente
- Distribución de género
 - 20 hombres
 - 20 mujeres
- Experiencia en conducción de vehículos con sistemas ADAS
 - 30 participantes sin experiencia
 - 10 participantes con experiencia
- Edad:
 - 10 participantes entre 20 y 30 años
 - 10 participantes entre 30 y 40 años
 - 10 participantes entre 40 y 50 años
 - 10 participantes entre 50 y 70 años

Una vez definidas las características de la muestra, procedemos a recoger la siguiente información de cada participante:

- Antigüedad del carné de conducción
- Promedio de kilómetros que recorre al año
- Mencionar si el vehículo propio que utiliza contiene o no sistemas de ayuda a la conducción

3.4 Seguimiento de la prueba

Explicación de la prueba

Una vez el participante llega al centro de pruebas se le dará la bienvenida con una sesión informativa integral presentada en formato de briefing.

Durante esta sesión, se detallarán meticulosamente los detalles de la prueba. Se ofrecerán explicaciones exhaustivas sobre las características y funcionalidades del simulador, se resaltarán

las medidas de seguridad que habrán implementadas y se abordará la importante cuestión de la protección de datos.

En este momento es cuando nos aseguraremos de que los participantes hayan completado el cuestionario previo que evalúa su estado emocional. Este paso es fundamental para comprender su disposición mental antes de iniciar la prueba.

Posteriormente, invitaremos al usuario a ocupar el asiento del conductor, donde se le ofrecerá la oportunidad de ajustar su posición de manejo para garantizar una experiencia cómoda y ergonómica. Además, se le animará a plantear cualquier pregunta o duda que pueda tener con respecto al vehículo y a los sistemas de asistencia a la conducción.

Esta sesión pre - prueba no solo busca asegurar la comodidad y confianza de los participantes, sino también transmitir un entendimiento profundo de los elementos técnicos y operativos del vehículo.

Una vez el participante se siente preparado y cómodo, se iniciará la prueba. Todo este proceso está diseñado con el objetivo de garantizar la máxima familiarización de los participantes respecto al vehículo y la conducción simulada, asegurándonos de que no tengan ninguna inquietud o consulta antes de empezar la prueba.

Durante la prueba

La persona al cargo, desde la sala de control, monitorizará al participante durante la prueba y le irá evaluando a través de diferentes formularios.

La evaluación se llevará a cabo mediante la administración de preguntas elaboradas de acuerdo con los criterios establecidos por dos escalas específicas: la Escala Integrada de Carga de Trabajo (IWS) (Pickup et al., 2005) y la Encuesta de Confianza en el Sistema Automatizado (TASS) (Jian, Bisanz & Drury, 2000).

Se le presentarán al participante en intervalos regulares de 5 minutos, proporcionando así una visión dinámica y detallada de su rendimiento a lo largo de la prueba.

La escala IWS se encarga de evaluar la carga de trabajo mental del participante en una variedad de escenarios. Utiliza una escala detallada de 9 puntos que abarca desde situaciones de baja carga mental hasta aquellas de alta exigencia cognitiva. Por otro lado, la encuesta TASS se enfoca en medir el nivel de confianza del participante durante la prueba. Lo hace empleando una escala graduada que va desde el 0% hasta el 100%, y evalúa respecto la confianza con las capacidades del sistema ADAS y la interacción del participante con el vehículo.

Además de estas evaluaciones continuas, durante la prueba se presentarán una serie de eventos y tareas diseñadas para simular situaciones desafiantes que podrían surgir en la conducción cotidiana.

Los eventos previos a la aparición del obstáculo crítico “ADAC car Dummy 2D”, incluyen la realización de acciones como: contestar una llamada telefónica, interactuar con la pantalla digital del vehículo [Figura 5] o leer un mensaje durante la conducción. Al mismo tiempo, se simulan eventos en el entorno de conducción como: el cruce imprevisto de un animal o la aparición súbita de un vehículo en el carril lateral. Serán planificadas cuidadosamente para permitir la evaluación de la capacidad del participante para mantener la atención y analizar la reacción ante distracciones inesperadas.

La realización de estas pruebas en un entorno simulado ofrece un nivel de seguridad y control que sería impracticable en una pista de circulación real, donde tales situaciones podrían representar un riesgo de seguridad (González Díaz, 2017).



Figura 5. Ejemplo de distracción durante la conducción en simulador

Post – prueba

En la etapa posterior a la prueba de conducción, se llevará a cabo al participante un breve cuestionario semiestructurado. Se ha diseñado para capturar tanto sus impresiones como sus observaciones sobre la experiencia vivida durante la prueba. Esta entrevista persigue el propósito de profundizar en la comprensión del aprendizaje del conductor. No solo queremos analizar desde una perspectiva técnica, sino también desde un enfoque emocional y perceptivo.

Durante el cuestionario, se solicitará al participante que comparta sus sugerencias para perfeccionar la metodología, lo cual enriquecerá la perspectiva de desarrollo y mejora continua del proceso.

Se explorarán también las percepciones de compromiso y confiabilidad con el sistema, particularmente con las tareas realizadas. De manera específica, se analizará el manejo del evento crítico final, como la reacción y respuesta de la interrupción debido a la aparición del obstáculo “ADAC car Dummy 2D”.

Finalmente, se repetirá al participante el cuestionario realizado en la fase previa a la prueba. Permittiéndonos establecer correlaciones entre su estado emocional antes y después de la experiencia de conducción. De esta manera podremos analizar las posibles influencias emocionales en el desempeño y la percepción subjetiva de la prueba. Este enfoque, que integra tanto aspectos emocionales como técnicos, enriquece la comprensión global del proceso de evaluación y contribuye a la continua evolución y refinamiento de los sistemas ADAS

4. Resultados esperados

Los datos que esperamos extraer de las pruebas abarcan una amplia gama de aspectos cruciales para comprender la interacción entre los participantes y los sistemas de ayuda L2.

En primer lugar, nos enfocaremos en evaluar el nivel de compromiso que los participantes adquieren con respecto a los sistemas ADAS. Además, analizaremos datos subjetivos como los niveles de carga mental experimentados por los participantes y su nivel de confianza en los sistemas de ayuda. Esto nos permitirá comparar su percepción inicial, su adaptación y su nivel de comodidad durante el uso.

Los análisis se realizarán mediante las escalas TASS y IWS, los cuestionarios de hábitos a la conducción y la evaluación de percepción antes y después del ensayo. Se basará respecto a la literatura de los artículos (Kemeny & Panerai, 2003; Bella, 2014).

En cuanto a los diferentes perfiles de participantes, examinaremos cómo estos factores influyen en su interacción con los sistemas de ayuda L2. Esto nos proporcionará información valiosa sobre cómo diferentes grupos de usuarios pueden percibir y utilizar estas tecnologías de manera distinta.

Por otro lado, centrándonos en el aspecto técnico de la prueba, analizaremos los datos relacionados con los eventos.

Durante los distintos tramos de la prueba se medirá el tiempo de colisión (TTC) de cada participante, lo que nos permitirá realizar comparaciones entre ellos y llevar a cabo un análisis detallado de sus ensayos realizados.

También extraeremos datos objetivos que nos proporcionarán una visión detallada de la dinámica de la prueba. Incluyendo el tiempo transcurrido durante el ensayo, la posición y la simulación del participante en cada momento. Además, analizaremos el tiempo de reacción ante los eventos y tareas específicas, y finalmente la respuesta del participante frente al vehículo en el instante del evento crítico.

Los datos nos brindarán una comprensión más completa de cómo los participantes interactúan con el sistema y cómo se desempeñan en situaciones desafiantes durante la prueba.

5. Conclusiones y Trabajo Futuro

A través del riguroso proceso aplicado en este estudio, se ha logrado desarrollar una metodología innovadora que representa una evolución significativa respecto a los ensayos previos. Esta metodología no solo ha perfeccionado los procedimientos existentes, sino que también ha introducido nuevas intervenciones de eventos durante la prueba, lo que ha generado una riqueza de reacciones y datos para analizar y considerar.

La integración de estas nuevas tareas y eventos en los escenarios de conducción, permitirá recoger datos más amplios y realistas de las interacciones entre la conducción con sistemas ADAS y su entorno, lo que a su vez, proporcionará una base sólida para identificar áreas de mejora en los sistemas de asistencia y en el diseño de vehículos automatizados.

Este avance no solo mejora nuestra capacidad para evaluar y optimizar la seguridad vial, sino que también nos impulsa hacia un futuro de transporte más seguro, eficiente y automatizado.

6. Propuestas de futuro

La metodología descrita en este artículo se encuentra en constante evolución, y lo que se ha implementado hasta el momento ha demostrado ser altamente efectivo en la evaluación del compromiso de los conductores y en la recopilación de información. Además, permitiendo la realización de ensayos más detallados y arriesgados gracias al uso del simulador. Es crucial destacar que actualmente se está trabajando en una adaptación específica de esta metodología para su aplicación en pruebas en el simulador de conducción, con el objetivo de implementarla en China a lo largo del presente año 2024.

Los próximos pasos se enfocan en la reproducción del entorno de una pista de pruebas en diversos campos de ensayo, donde se introducirá una amplia variedad de vehículos simulados, cada uno con sus propias características distintivas en términos de potencia, sistemas, seguridad y confort, entre otros aspectos. Además, se contempla la expansión del estudio y la metodología a diferentes contextos culturales, así como la transferencia del proyecto a los Estados Unidos para llevar a cabo un análisis comparativo exhaustivo entre Europa, China y los Estados Unidos.

Este enfoque integral garantiza que la metodología no solo se adapte a diversas condiciones y entornos, sino que también permita una comprensión más completa y global del comportamiento del conductor en diferentes contextos y con diferentes tipos de vehículos simulados.

Agradecimientos

En primer lugar, cabe mencionar que este proyecto ha sido basado respecto al desarrollo de mi trabajo de fin de grado. El agradecimiento se lo debo a mis compañeros de Human Factors, por proponerme la opción de realizar esta investigación y abrirme las puertas a su ayuda, desde el primer

día de mi incorporación, frente a cualquier duda o inconveniente.

Finalmente agradezco además la confianza de mi tutor de universidad, Daniel Guasch, que ha estado detrás del proyecto dando soporte y guiándome hacia el mejor resultado.

Referencias

- Applus. Último acceso: junio 2024). Sobre Applus+ IDIADA | Applus+ IDIADA. <https://www.applusidiada.com>.
<https://www.applusidiada.com/global/es/about-us/inbrief>
- Applus. (s. f.-a). Pistas de prueba en España. <https://www.applusidiada.com>. <https://www.applusidiada.com/global/es/what-we-do/services/pistas-de-prueba-en-espa%C3%B1a>
- Bella, F. (2014). Driver perception hypothesis: Driving simulator study. *Transportation Research. Part F, Traffic Psychology And Behaviour*, 24, 183-196. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2014.04.007>
- Castro, M., Durán, D., & Cantón, D. (2006). La conducción vista por los psicólogos cognitivos. *Boletín de psicología*, 87, 35-60.
- Deiana, F., Roig, A., Jackson, J., Periago, C., & Ferrer, C. C. (2023). Driver engagement. *AHFE International*.
<https://doi.org/10.54941/ahfe1003821>
- De la Torre, E. H., & González-Miguel, S. (2020). Análisis de datos cualitativos a través del sistema de tablas y matrices en investigación educativa. *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 23(3).
<https://doi.org/10.6018/reifop.435021>
- González Díaz J. (2017) Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación, U. De Valladolid (2017). Simulación de conducción con realidad virtual para el estudio de la seguridad y eficiencia del conductor. Universidad de Valladolid.
<http://uvadoc.uva.es/handle/10324/27572>
- Jian, J., Bisantz, A. M., & Drury, C. G. (2000). Foundations for an Empirically Determined Scale of Trust in Automated Systems. *International Journal Of Cognitive Ergonomics*, 4(1), 53-71. https://doi.org/10.1207/s15327566ijce0401_04
- Juan, S., & Roussos, A. (2010). El focus group como técnica de investigación cualitativa.
<http://repositorio.ub.edu.ar/handle/123456789/4781>
- Kemeny, A., & Panerai, F. (2003). Evaluating perception in driving simulation experiments. *Trends In Cognitive Sciences*, 7(1), 31-37. [https://doi.org/10.1016/s1364-6613\(02\)00011-6](https://doi.org/10.1016/s1364-6613(02)00011-6)
- Li, S. y. W., Magrabi, F., & Coiera, E. (2012). A systematic review of the psychological literature on interruption and its patient safety implications. *Journal Of The American Medical Informatics Association*, 19(1), 6-12.
<https://doi.org/10.1136/amiajnl-2010-000024>
- Pacheco, F. D. R., & Salazar, V. G. P. (2020). Grupos de enfoque: Marco de Referencia para su Implementación. Dialnet.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7878893>
- Pickup, L., Wilson, J. R., Norris, B. J., Mitchell, L., & Morrisroe, G. (2005). The Integrated Workload Scale (IWS): A new self-report tool to assess railway signaller workload. *Applied Ergonomics/Applied Ergonomics*, 36(6), 681-693.
<https://doi.org/10.1016/j.apergo.2005.05.004>
- Plux (Último acceso: junio 2024) biosignalsplux. (s. f.). PLUX Biosignals.
<https://www.pluxbiosignals.com/collections/biosignalsplux>
- SAE Mobilus (Último acceso: junio 2024) J3016_202104: Taxonomy and Definitions for Terms Related to Driving Automation Systems for On-Road Motor Vehicles - SAE International. (s. f.). https://www.sae.org/standards/content/j3016_202104/
- Smart Eye. (Último acceso:20 marzo 2024). Driver Monitoring System (DMS) - Smart Eye.
<https://www.smarteye.se/solutions/automotive/driver-monitoring-system/>
- Stanton, N. A. (2023). Applying ergonomics. *Applied Ergonomics/Applied Ergonomics*, 109, 103983.
<https://doi.org/10.1016/j.apergo.2023.103983>
- Vi-Grade (Último acceso: junio 2024) DIM50 DYNAMIC Simulator | VI-Grade. (s. f.). https://www.vi-grade.com/en/products/dim50_dynamic_simulator/

Mejora de la Interacción Persona-Ordenador en la Enseñanza de Idiomas: el Diseño y Desarrollo Centrado en el Usuario de la Plataforma LATILL

Enhancing Human-Computer Interaction in Language Teaching: User-Centered Design and Development of the LATILL Platform

Andrea Vázquez-Ingelmo

Departamento de Informática y Automática

Grupo de Investigación GRIAL
IUCE, Universidad de Salamanca
(<https://ror.org/02f40zc51>)

Salamanca, España

andreavazquez@usal.es

Alicia García-Holgado

Departamento de Informática y Automática

Grupo de Investigación GRIAL
IUCE, Universidad de Salamanca
(<https://ror.org/02f40zc51>)

Salamanca, España

aliciagh@usal.es

Nastaran Shoeibi

Grupo de Investigación GRIAL
IUCE, Universidad de Salamanca

(<https://ror.org/02f40zc51>)

Salamanca, España

nastaran@usal.es

Roberto Therón

Departamento de Informática y Automática

Grupo de Investigación GRIAL

IUCE, Universidad de Salamanca
(<https://ror.org/02f40zc51>)

Salamanca, España

theron@usal.es

Francisco José García Peñalvo

Departamento de Informática y Automática

Grupo de Investigación GRIAL

IUCE, Universidad de Salamanca
(<https://ror.org/02f40zc51>)

Salamanca, España

fgarcia@usal.es

Recibido: 21.05.2024 | Aceptado: 26.06.2024

Palabras Clave

Enseñanza de idiomas
Texto a texto
Texto a imagen
IA Generativa
Enseñanza de alemán
Competencia lectora

Resumen

Este estudio presenta el proceso de diseño y desarrollo de la plataforma LATILL para profesorado de alemán. El proyecto LATILL busca la mejora de la competencia lectora en alemán como lengua extranjera y segunda lengua entre jóvenes europeos. Enfrentándose a las limitaciones de los métodos de enseñanza tradicionales, LATILL incorpora técnicas de Inteligencia Artificial generativa para ofrecer traducciones, resúmenes y generación de imágenes en base a un corpus de textos clasificados según el Marco Común Europeo de Referencia para las Lenguas. Esta plataforma no solo proporciona herramientas para personalizar el aprendizaje, sino que también enriquece la experiencia educativa, haciéndola más accesible y adaptable. Los resultados obtenidos a través de evaluaciones iniciales y grupos focales confirman la eficacia y utilidad de la plataforma, subrayando su relevancia para futuras aplicaciones en la educación multilingüe.

Keywords

Language teaching
Text-to-text
Text-to-image
Generative AI
German teachers
Reading skills

Abstract

This study presents the design and development process of the LATILL platform for German teachers. The LATILL project aims to improve reading proficiency in German as a foreign and second language among European youth. Facing the limitations of traditional teaching methods, LATILL incorporates Generative Artificial Intelligence to provide translations, summaries, and image generation based on a corpus of texts classified according to the Common European Framework of Reference for Languages. This platform not only provides tools to personalize learning but also enriches the educational experience, making it more accessible and adaptable. The results obtained from initial evaluations and focus groups confirm the effectiveness and utility of the platform, highlighting its relevance for future applications in multilingual education.

1. Introducción

En una sociedad cada vez más interconectada y globalizada, la capacidad de leer y comprender información en varios idiomas es crucial, especialmente para los jóvenes europeos. La competencia en la lectura de idiomas extranjeros mejora la capacidad de una persona para acceder a fuentes de información internacionales, interactuar con puntos de vista diversos y colaborar en escenarios de resolución de problemas multinacionales y complejos. Sin embargo, el desarrollo de tales habilidades plantea desafíos pedagógicos significativos que van más allá de las capacidades de los recursos educativos tradicionales como los libros de texto (Kienberger & Schramm, 2023a, 2023b).

Para abordar estas necesidades educativas, se ha iniciado el proyecto LATILL (Level-Adequate Texts in Language Learning, Textos Adecuados al Nivel en el Aprendizaje de Idiomas) (Kienberger et al., 2023), centrado principalmente en los docentes de alemán como lengua extranjera (GFL, German as a Foreign Language) y segunda lengua (GSL, German as a Second Language). Esta iniciativa es particularmente oportuna dado el compromiso académico pero crítico en la mejora de la comprensión lectora dentro de los currículos de alemán como lengua extranjera. La importancia de este objetivo educativo es fundamental, aunque las contribuciones académicas en esta área tradicionalmente han sido escasas.

El proyecto LATILL tiene como objetivo revolucionar la disponibilidad y accesibilidad de los materiales educativos mediante una plataforma digital que permita al profesorado encontrar fácilmente textos que no solo sean interesantes y auténticos, sino también adecuados para el nivel de competencia lingüística de sus estudiantes según el Marco Común Europeo de Referencia para las Lenguas (MCER) (Council of Europe, 2020; Niederhaus, 2011; Weiß & Meurers, 2018; Wisniewski, 2023). Esta plataforma es parte de un esfuerzo más amplio, respaldado por el programa Erasmus+ de la Unión Europea, que involucra la colaboración entre varias universidades europeas (Universität Wien, Universidad de Salamanca, Eberhard Karls Universität Tübingen Yuri Fedkovych Chernivtsi National University) y el centro de exámenes de alemán OSD (Verein Österreichisches Sprachdiplom Deutsch).

La plataforma LATILL busca la integración de diversas tecnologías de Inteligencia Artificial (IA) para facilitar la preparación de recursos educativos que permitan trabajar la competencia lectora (Schuff et al., 2023). Estas tecnologías incluyen técnicas avanzadas de procesamiento del lenguaje natural (PLN) para analizar la complejidad del texto y su alineación con los niveles del MCER.

Además, la plataforma aprovecha la IA generativa para crear variaciones de texto, como versiones resumidas o traducciones, que son particularmente útiles para acomodar las diversas

necesidades lingüísticas del alumnado. Además, para ayudar en la comprensión, la plataforma incluye una función de generación de imágenes que ilustra oraciones y conceptos clave dentro de los textos.

Al incorporar estas tecnologías de vanguardia, la plataforma LATILL no solo facilita un entorno de aprendizaje más dinámico y receptivo, sino que también enriquece la experiencia educativa al hacer que los textos originales en alemán sean más accesibles y adaptables a varios contextos de aprendizaje.

En este contexto, el presente trabajo profundiza en el proceso de diseño y desarrollo de la plataforma LATILL, enfatizando el enfoque centrado en el usuario que prioriza la usabilidad y la experiencia del usuario. Como resultado, cabe subrayar el potencial del proyecto LATILL para mejorar significativamente la competencia lectora en alemán - con posibilidad de adaptarse a otros idiomas - y equipar a los educadores con herramientas esenciales para apoyar el crecimiento y el éxito individual en un contexto europeo multilingüe.

El resto de este artículo se organiza como sigue; la sección 2 explora aplicaciones de IA generativa en el campo lingüístico con el objetivo de contextualizar la presente investigación. La sección 3 detalla el proceso centrado en el usuario llevado a cabo para el desarrollo de la primera versión funcional de la plataforma. La sección 4 profundiza en los resultados obtenidos durante evaluaciones posteriores a través de grupos focales. Finalmente, la sección 5 proporciona la discusión de los resultados, así como las conclusiones derivadas del trabajo.

2. Integración de IA generativa en la enseñanza de idiomas

La IA generativa (GenAI) puede crear diversos tipos de contenido como textos, imágenes, audios y videos, utilizando herramientas como ChatGPT, Copilot, Gemini o Midjourney. Asimismo, en los últimos años han surgido diversos modelos de lenguaje grande (LLM, Large Language Models) sobre los que se pueden desarrollar nuevas aplicaciones que acerquen la IA generativa a los usuarios para resolver problemas de diversa índole. En el contexto educativo, su implementación permite transformar no solo cómo se crea y personaliza el contenido para el aprendizaje, sino también los procesos de enseñanza-aprendizaje y los mecanismos de evaluación asociados a estos (Zeb et al., 2024). De acuerdo con Michel-Villarreal et al. (2023), la IA generativa facilita el desarrollo de materiales educativos personalizados y simulaciones interactivas basadas en las necesidades únicas de cada estudiante.

En el contexto de la enseñanza de idiomas extranjeros, existen estudios enfocados en el inglés como lengua extranjera o segunda lengua (Law, 2024; Lee et al., 2023; Pack & Maloney, 2023). Sin embargo, no hay experiencias que integren estas herramientas en la enseñanza del alemán. Aunque existen LLM

que funcionan en alemán, como German BERT (Representación de Codificador Bidireccional de Transformadores), DBMDZ BERT o BERT Multilingüe, la mayoría de los modelos emergentes dependen de traducir la entrada del alemán al inglés y viceversa para poder generar la salida.

Por otro lado, existe la necesidad de mejorar la experiencia de usuario y la usabilidad de las herramientas que integran la IA generativa en la educación. El enfoque de la Interacción Humano-Máquina (HMI) en crear interfaces intuitivas y eficientes se alinea con la capacidad de la IA generativa para anticipar y adaptarse a las necesidades del usuario, facilitando interacciones personalizadas. Roldan et al. (2020) enfatizan la importancia de comprender los desafíos de los usuarios en la educación HMI y el potencial del aprendizaje basado en proyectos que involucren usuarios reales.

Combinar los principios de HMI con la IA generativa ofrece una oportunidad única para cómo los usuarios interactúan con la tecnología, haciéndola más accesible, atractiva y práctica, lo que mejora la experiencia del usuario y aborda los desafíos educativos incorporando complejidades del mundo real en el proceso de aprendizaje, fomentando la empatía y el pensamiento crítico entre los futuros diseñadores (Mørch & Andersen, 2023).

En la literatura, Shi et al. (2024) y Morris et al. (2023) han contribuido significativamente a integrar HMI y IA generativa. Shi et al. desarrollaron una taxonomía integral a partir del análisis de 291 artículos para guiar futuros diseños de aplicaciones de GenAI, centrándose en enfoques centrados en el usuario. Morris et al. propusieron dos espacios de diseño para entender cómo la HMI impacta en los modelos de IA generativa y viceversa, con el objetivo de mejorar la investigación y la práctica de HMI.

Otro estudio (Tolomei et al., 2023) también exploró el potencial de integrar la IA generativa en los sistemas operativos para interacciones más intuitivas y personalizadas, mostrando la sinergia en evolución entre las tecnologías de HMI y AI.

Estos trabajos enfatizan la necesidad de retroalimentación del usuario en el desarrollo de GenAI y el potencial para crear entornos digitales que acerquen este tipo de tecnologías a los usuarios finales.

3. Desarrollo de la Plataforma LATILL

El desarrollo de la plataforma LATILL sigue un enfoque centrado en el usuario, siendo los principales usuarios de la plataforma los profesores de alemán. Se han desarrollado diferentes historias de usuario para capturar los requisitos principales y un conjunto de prototipos (tanto no funcionales como funcionales) para refinar las características de la plataforma.

3.1 Historias de usuario

El desarrollo de la plataforma LATILL se ha basado principalmente en la colaboración estrecha con expertos en el dominio del alemán como lengua extranjera y segunda lengua. En este sentido, se organizó un seminario para explicarles cómo definir una historia de usuario y recopilar un conjunto de las mismas. Algunos ejemplos de las historias de usuario obtenidas en esta etapa fueron:

- Como profesora de GFL, quiero encontrar textos que sean apropiados para los estudiantes en un nivel dado de alemán, para que los estudiantes puedan entenderlos y usarlos como fuente de aprendizaje (ni demasiado difíciles ni demasiado fáciles).
- Como profesor de GFL, quiero analizar textos que he encontrado en Internet o en libros de texto, o textos que he escrito por mi cuenta, para asegurarme de que son adecuados para los estudiantes en un nivel dado de alemán.
- Como profesora de GSL, quiero encontrar una secuencia de cuatro textos sobre el mismo tema y aproximadamente en el mismo nivel para la lectura en profundidad y organizarlos según la dificultad léxica y gramatical para que los estudiantes los lean en orden ascendente.
- Como profesor de alemán como lengua extranjera, quiero poder ordenar los textos que he recopilado en mi cuenta personal por categoría.
- Como profesor de alemán como lengua extranjera, quiero descargar el texto en el que las líneas están numeradas por la cantidad de palabras.

Los expertos definieron un total de 41 historias de usuario, que fueron analizadas para identificar la funcionalidad requerida. Posteriormente, se asignaron prioridades y se distribuyeron en diferentes iteraciones para desarrollar la plataforma.

En primer lugar, el público objetivo mencionado en las historias de usuario es el profesorado de alemán como lengua extranjera y segunda lengua como usuarios principales. Además, el profesorado en formación también serán usuarios de la plataforma como parte de su capacitación para enseñar alemán. La plataforma también considerará usuarios registrados y no registrados (anónimos). Una historia de usuario mencionó a los estudiantes como usuarios indirectos: “Como estudiante, quiero leer el texto en el enlace compartido por mi profesor”.

Una vez priorizadas las funcionalidades, se estableció la herramienta de búsqueda de textos como la funcionalidad de mayor prioridad y a la generación de tareas como la de menor prioridad:

1. Herramienta de búsqueda de textos en alemán con diferentes filtros como el nivel MCER, tema, tipo de texto (canción, poema, diálogo, etc.), longitud de palabras, y otros por definir.

2. Visualizador de resultados que proporciona detalles sobre el texto, los derechos de autor, enlace a la fuente, permite guardar textos, permite ordenar resultados según diferentes criterios.
3. Cuenta de usuario para listar textos guardados.
4. Exportación de textos en formatos Word y PDF. Además, es posible obtener el enlace compartido a un texto particular.
5. Carga de textos para análisis. Los usuarios registrados pueden subir sus propios textos para análisis.
6. Materiales de información y educativos con recomendaciones metodológicas para trabajar con textos originales.
7. Configuración de la interfaz y personalización, como modo día/noche, fuentes y colores personalizados para fomentar la accesibilidad.
8. Herramienta de búsqueda de estrategias y materiales de lectura.
9. Generación de tareas para textos seleccionados.

Este enfoque metodológico asegura que la plataforma LATILL sea una herramienta integral y eficaz para los educadores, proporcionando las funciones necesarias para mejorar la enseñanza y aprendizaje del alemán.

3.2 Prototipado

Partiendo de las historias de usuario y considerando los requisitos recopilados, se diseñó el primer prototipo digital de la plataforma LATILL utilizando la herramienta Figma (Figura 1). El prototipo inicial incorporó las características básicas de la plataforma, que incluyen:

- **Filtros de texto.** La plataforma LATILL proporciona a los usuarios filtros para realizar búsquedas detalladas. Esta característica incluye no solo la búsqueda por título o tema, sino también filtros léxicos y gramaticales.
- **Resultado de las búsquedas.** Tras una búsqueda, la plataforma debe mostrar un conjunto de textos que cumplan con los filtros de texto (Figura 2).
- **Comentarios.** Se configuró la plataforma como una herramienta colaborativa, por lo que los usuarios pueden comentar sobre los textos recuperados para dar retroalimentación sobre su uso educativo o hacer recomendaciones (Figura 3).
- **Marcadores.** Los usuarios deben poder guardar sus textos favoritos y acceder a ellos rápidamente a través de accesos directos.

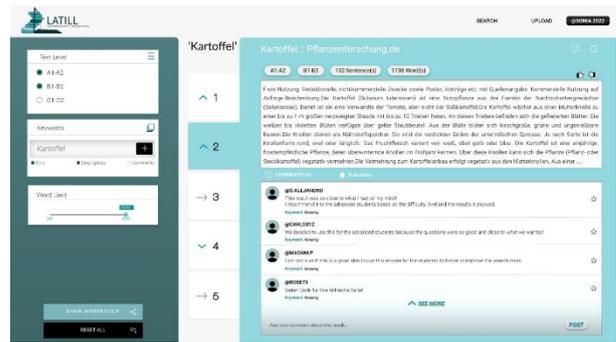


Figura 1: Prototipo no funcional

Después de una evaluación inicial del prototipo con el consorcio del proyecto unido a la creciente aparición de herramientas de Inteligencia Artificial, se propusieron nuevas características impulsadas por estas técnicas, relacionadas principalmente con la generación de colecciones de textos derivados del corpus disponible.

Para abordar esta nueva funcionalidad, se han utilizado diferentes técnicas de IA para ofrecer las siguientes características (Figura 2):

- **Traducción de textos.** La plataforma permite a los usuarios traducir automáticamente los textos seleccionados a diferentes idiomas.
- **Simplificación de textos.** Esta función resume el texto de entrada en una versión más simple.
- **Generación de imágenes.** El módulo de generación de imágenes permite a los usuarios seleccionar fragmentos de texto y generar imágenes automáticamente, tomando los fragmentos seleccionados como indicaciones (Figura 3).
- **Colecciones de textos.** Todas estas características también están disponibles en el generador de paquetes de textos. Los usuarios pueden seleccionar textos en la página principal y configurar el paquete para incluir diferentes traducciones, resúmenes o imágenes tomando los textos seleccionados como entrada.

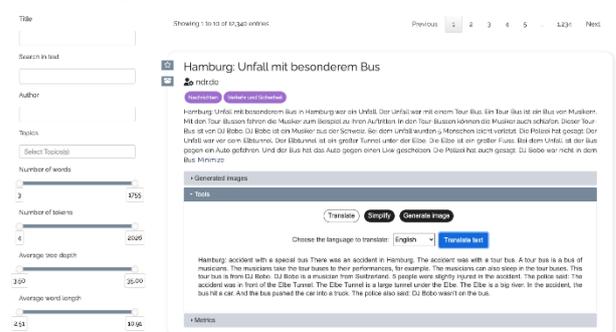


Figura 2: Funcionalidades dirigidas por IA en el prototipo funcional

3.3 Evaluación preliminar

El prototipo funcional y las características impulsadas por IA presentadas en la sección anterior fueron evaluadas

inicialmente por cinco profesores de Alemania mediante el protocolo *think-aloud* [7]. Sus interacciones con el sistema también se registraron a través de Hotjar (<https://hotjar.com>).

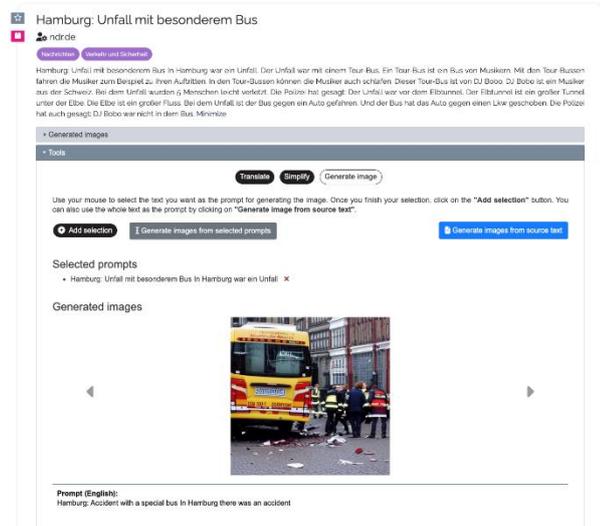


Figura 3: Generación de imágenes mediante IA generativa en el prototipo funcional

La versión evaluada se trata de una versión posterior al prototipo digital inicial que incorporó requisitos identificados en la evaluación inicial. Concretamente, las características de los participantes son las siguientes:

- P1. Ingeniero de software y profesor de alemán como lengua extranjera. Hombre entre 40-50 años.
- P2. Profesora de inglés como lengua extranjera y alemán como segunda lengua. Mujer entre 60-70 años.
- P3. Profesor de alemán como segunda lengua. Hombre entre 40-50 años.
- P4. Profesora de francés como lengua extranjera y alemán como segunda lengua. Mujer entre 40-50 años.
- P5. Profesora de español e inglés como lenguas extranjeras. Mujer entre 50-60 años.

Se pidió a los participantes que realizaran tareas simples para probar las principales características de la plataforma LATILL, incluyendo:

1. Buscar textos aplicando filtros.
2. Traducir un texto a otro idioma.
3. Resumir un texto.
4. Generar imágenes a partir de un texto.

Los participantes tuvieron dificultades para encontrar algunas de las funcionalidades, especialmente las relacionadas con la generación de imágenes. Además, algunos de los filtros no se utilizaron y fueron señalados como no esenciales. Los filtros de texto más valorados por los participantes estaban relacionados con el número de palabras, número de oraciones, longitud promedio de las oraciones y la puntuación de legibilidad.

Esto también fue confirmado a través del mapa de calor generado por Hotjar después de realizar la evaluación de usuarios, en la que los participantes emplearon solo un pequeño conjunto de filtros (Figura 4).

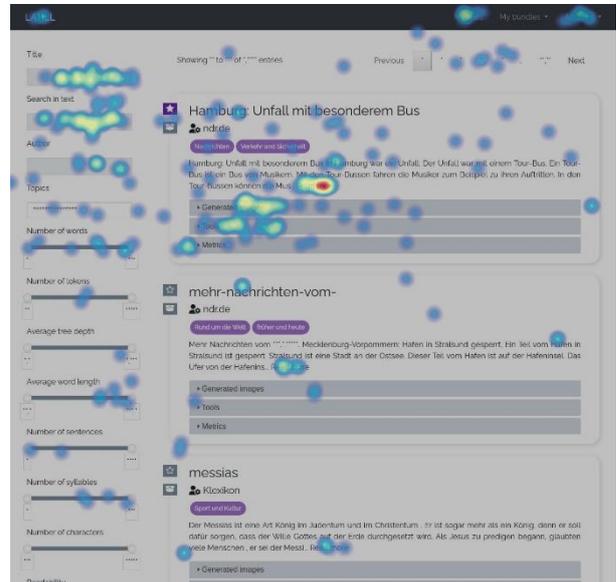


Figura 4: Mapa de calor agregado de las interacciones llevadas a cabo durante la evaluación preliminar.

3.4 Primera versión de la Plataforma LATILL

Tras la evaluación preliminar, se identificaron varios problemas con la interfaz de usuario que necesitaban mejoras significativas para optimizar la experiencia del usuario. Estas mejoras estaban dirigidas principalmente a la accesibilidad y la usabilidad de las herramientas de IA, que los usuarios encontraban difíciles de localizar y utilizar eficazmente.

Específicamente, muchos usuarios reportaron dificultades para encontrar las funciones de IA dentro de la interfaz, lo que les impedía aprovechar plenamente las capacidades de la plataforma. Para abordar este problema, se rediseñó la interfaz para incluir una sección lateral que ahora acompaña al texto principal. Esta sección facilita un acceso inmediato y directo a todas las herramientas de IA, manteniendo el texto seleccionado visible para conservar el contexto (Figura 5).



Figura 5: Primera versión de la plataforma.

Además, se implementó una nueva pantalla, dedicada exclusivamente a la creación y gestión de colecciones de textos y materiales derivados. Esta pantalla permite a los usuarios organizar mejor sus recursos, facilitando la creación de

materiales personalizados y adaptados a las necesidades específicas de sus estudiantes o proyectos (Figura 6).

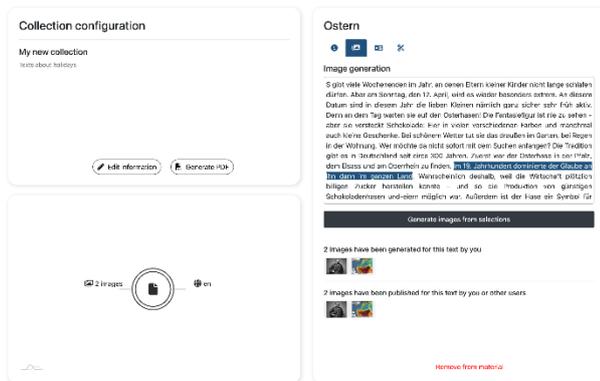


Figura 6: Creación de materiales derivados del corpus a través de IA generativa.

Estas mejoras en la interfaz buscan resolver los problemas identificados durante las evaluaciones preliminares, ofreciendo una plataforma más intuitiva y accesible. Se espera que estas modificaciones permitan a los usuarios aprovechar mejor las capacidades de la plataforma, mejorando así la interacción general entre el usuario y el sistema.

4. Evaluación y resultados

Durante el desarrollo de la plataforma LATILL, como parte de las acciones del proyecto, se llevaron a cabo una serie de talleres que involucraron principalmente a educadores de España y Ucrania, todos ellos profesores de alemán como lengua extranjera o segunda lengua en escuelas de educación secundaria.

Estos talleres fueron fundamentales para recoger retroalimentación directa de los usuarios y guiar el refinamiento iterativo de la plataforma. Los participantes aportaron valiosas percepciones sobre la usabilidad y funcionalidad de la plataforma.

Las fases de prueba no incluyeron tareas ni directrices específicas para usar la plataforma. Los participantes siguieron una interacción constructiva como método de prueba para medir la usabilidad.

En cuanto a los grupos focales, se utilizó como método de recogida de retroalimentación una entrevista semiestructurada centrada en dos temas:

- Uso de la plataforma LATILL.
- Preparación de materiales educativos que incluyen simplificación de textos, traducciones e imágenes generadas mediante IA.

Los grupos focales permitieron obtener dos tipos de información diferentes. Por un lado, los desafíos a los que se

enfrentan los profesores de alemán como segunda lengua y lengua extranjera. Por otro lado, los participantes probaron la plataforma LATILL y proporcionaron información útil. Estas sesiones, cruciales para recoger percepciones de primera mano, incluyeron mecanismos de retroalimentación detallados para capturar las experiencias y sugerencias de los participantes.

4.1 Desafíos en GLS/GFL

Los desafíos identificados en relación con la enseñanza del alemán como segunda lengua o lengua extranjera incluyen la selección y adaptación de materiales, la motivación de los estudiantes, el fomento de habilidades de lectura, la gestión de la diversidad en el aula y la integración efectiva de la tecnología en el proceso educativo:

- **Dificultad en encontrar textos adecuados:** El profesorado enfrenta desafíos al encontrar textos que sean apropiados en términos de tema y nivel para sus estudiantes. Esta tarea consume mucho tiempo, especialmente cuando necesitan adaptar y simplificar estos textos para hacerlos accesibles para diferentes niveles de aprendizaje.
- **Desmotivación de los estudiantes:** Los textos excesivamente difíciles pueden desmotivar rápidamente a los estudiantes, especialmente en un contexto donde el hábito de lectura ya no es tan común entre los jóvenes. Esto representa un desafío adicional para los profesores que intentan mantener el interés y la motivación en el aprendizaje de idiomas.
- **La importancia de la lectura en el aprendizaje de idiomas:** Los participantes destacan la importancia de fomentar el hábito de lectura entre los estudiantes para mejorar su comprensión lectora, vocabulario, gramática y habilidades de escritura en alemán. Sin embargo, notan que este hábito ha disminuido debido al uso de tecnologías y aplicaciones, lo que representa un desafío para los profesores.
- **Diversidad de formatos y contenidos:** Se menciona la necesidad de trabajar con una variedad de formatos y contenidos para mantener el interés de los estudiantes y abordar diferentes estilos de aprendizaje. Esto incluye integrar textos con imágenes y la capacidad de personalizar el material a las necesidades específicas de los estudiantes, lo cual puede ser complejo sin los recursos adecuados.
- **Adaptación a diferentes niveles:** Existe dificultad para adaptar las lecciones y materiales a un grupo heterogéneo de estudiantes con diferentes niveles de habilidad lingüística. El profesorado debe encontrar formas de homogeneizar el nivel dentro del aula mientras atienden las necesidades individuales, lo cual es un desafío logístico y pedagógico.
- **Uso de tecnología y plataformas:** Si bien la tecnología y las plataformas educativas ofrecen

oportunidades para mejorar la enseñanza del alemán, también surgen problemas relacionados con la integración efectiva de estas herramientas en el aula y la capacidad de estas tecnologías para generar contenido apropiado y específico en el idioma.

4.2 Satisfacción con la Plataforma LATILL

La versión inicial de la plataforma LATILL tuvo una buena acogida por el público objetivo debido a su enfoque innovador en la enseñanza del alemán. Sin embargo, los participantes identificaron varias áreas de mejora:

- **Claridad de la interfaz:** Los usuarios encontraron dificultades en la navegación y sugirieron mejoras para hacer la plataforma más intuitiva.
- **Funcionalidad:** Destacaron la necesidad de mejorar la simplificación de textos, proporcionar imágenes más acordes al texto seleccionado, y mejorar la precisión de las funciones de traducción.
- **Contenido y categorización:** Se resaltó la necesidad de mantener actualizado el corpus de textos en alemán y un sistema de categorización transparente para los textos por nivel y tema.

En respuesta a estos comentarios, se realizaron cambios significativos en la siguiente versión de la plataforma LATILL:

- **Mejora de la interfaz y usabilidad:** Se realizaron ajustes para agilizar la navegación, facilitando a los usuarios encontrar y utilizar las características de la plataforma.
- **Mejora de la simplificación y traducción de textos:** Se hicieron esfuerzos para mejorar la precisión de las traducciones y la calidad de las simplificaciones de texto, con el objetivo de retener más efectivamente la esencia del texto original.
- **Actualización de contenido y mejor categorización:** El corpus se actualizó con más textos y se implementó un sistema de categorización más preciso para facilitar el acceso a textos adecuados para diversos niveles de aprendizaje.

Comparando las primeras y segundas versiones de la plataforma LATILL, los talleres revelaron mejoras significativas en la satisfacción del usuario. Las modificaciones basadas en los comentarios iniciales condujeron a una herramienta más amigable y efectiva para la enseñanza y el aprendizaje de idiomas.

Para la versión final, es crucial continuar con este ciclo de retroalimentación iterativa, enfocándose en:

- **Interfaz de usuario (UI) y experiencia de usuario (UX):** Refinar la UI/UX para asegurar que la plataforma siga siendo intuitiva y accesible.
- **Optimización de características:** Basado en los comentarios de los usuarios, continuar mejorando la

simplificación de textos, la precisión de las traducciones y la relevancia de la generación de imágenes.

- **Ampliación de contenidos y categorías:** Actualizar regularmente el corpus de contenido de la plataforma con temas atractivos y mantener un sistema de categorización de textos comprensible.

5. Discusión y conclusiones

Este trabajo presenta una síntesis completa de las etapas de desarrollo y la retroalimentación de los usuarios de la plataforma LATILL, una aplicación web innovadora diseñada específicamente para profesores de alemán como lengua extranjera y segunda lengua.

La plataforma tiene como objetivo agilizar la recuperación de textos adecuados al nivel MCER para mejorar las habilidades de lectura entre los estudiantes, incorporando características avanzadas impulsadas por IA para adaptar los textos a escenarios de aprendizaje específicos, como traducciones automáticas, resumen y generación de imágenes.

El prototipo inicial de la plataforma LATILL se centró en las funcionalidades básicas de filtrado de textos y retroalimentación colaborativa. Sin embargo, la integración de la retroalimentación de los usuarios de una evaluación piloto que involucró a cinco profesores alemanes destacó varias áreas de mejora. Estas incluyeron la necesidad de una navegación más intuitiva, una mejora de la simplificación de textos que mantenga la esencia de los textos originales y traducciones e imágenes generadas más precisas y contextualmente apropiadas.

Las siguientes iteraciones del desarrollo abordaron estos problemas refinando la interfaz de usuario para facilitar la navegación y mejorando la funcionalidad de las herramientas de modificación de textos.

Por otra parte, la retroalimentación obtenida a través de los grupos focales indicó que, aunque el concepto de la plataforma fue bien recibido, aún enfrentaba desafíos relacionados con la usabilidad y la gestión de contenido.

Los educadores enfatizaron la importancia de una función de búsqueda eficiente y una interfaz amigable para modificar textos y elaborar lecciones. Las características de traducción fueron apreciadas por su utilidad pero requerían una mayor precisión y fidelidad al significado y contexto del texto original.

Además, la integración de tecnologías de IA no solo ha facilitado la creación de colecciones de textos con contenido adaptado, sino que también mejoran la personalización del proceso de aprendizaje.

El desarrollo continuo de la plataforma LATILL sigue involucrando un enfoque centrado en el usuario, involucrando

a profesores de GFL/GSL de escuelas de educación secundaria, expertos en enseñanza del alemán y especialistas en HMI. Esta colaboración tiene como objetivo refinar aún más la plataforma, asegurando que satisfaga las necesidades prácticas del profesorado y enriquezca la experiencia de aprendizaje de idiomas para los estudiantes.

Las reflexiones de los profesores que utilizan las herramientas LATILL en sus prácticas docentes contribuyen a una comunidad de aprendizaje dinámica, moldeando la plataforma para abordar mejor los desafíos diarios enfrentados por los profesores de GFL/GSL.

Al aprovechar la interacción persona-ordenador y la IA generativa, la plataforma LATILL ofrece un enfoque novedoso para la enseñanza del alemán que busca ser atractivo y efectivo. Además, esta puede ser adaptada a otros idiomas mediante la actualización de un nuevo corpus. La plataforma no solo enriquece los procesos de enseñanza-aprendizaje de

idiomas sino que también proporciona a los educadores herramientas versátiles para mejorar la comprensión y el compromiso entre el alumnado.

Agradecimientos

El proyecto LATILL se llevó a cabo con el apoyo del Programa Erasmus+ de la Unión Europea: “KA2 - Cooperation partnership in school education.” Level-Adequate Texts in Language Learning (LATILL) (Referencia 2021-1-AT01-KA220-SCH-000029604). No obstante, los puntos de vista y opiniones expresados son exclusivamente de los autores y no reflejan necesariamente los de la UE o la Agencia Ejecutiva en el ámbito Educativo y Cultural Europeo (EACEA). Ni la UE ni la EACEA pueden ser consideradas responsables de las mismas.
3.1 Activate your Gaim: A toolkit for input in active games

Referencias

- Council of Europe. (2020). Common European Framework of Reference for Languages: Learning, Teaching, Assessment (CEFR). Companion Volume. <http://www.coe.int/lang-cefr>
- Kienberger, M., García-Holgado, A., Schramm, K., Raveling, A., Meurers, D., Labinska, B., Koropatnitska, T., & Therón, R. (2023). Enhancing adaptive teaching of reading skills using digital technologies: LATILL project. In F. J. García-Peñalvo & A. García-Holgado (Eds.), *Proceedings TEEM 2022: Tenth International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality*. TEEM 2022 (pp. 1092-1098). Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-99-0942-1_115
- Kienberger, M., & Schramm, K. (2023a). Einführung. In M. Kienberger & K. Schramm (Eds.), *Lesedidaktik Deutsch als Fremdsprache. Aktuelle Entwicklungen und Ansätze* (pp. 7-12). Peter Lang Verlag.
- Kienberger, M., & Schramm, K. (Eds.). (2023b). *Lesedidaktik Deutsch als Fremdsprache. Aktuelle Entwicklungen und Ansätze*. Peter Lang Verlag. <https://doi.org/10.3726/b21207>.
- Law, L. (2024). Application of Generative Artificial Intelligence (GenAI) in Language Teaching and Learning: A Scoping Literature Review. Preprint. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.15263.33445>
- Lee, J. H., Shin, D., & Noh, W. (2023). Artificial Intelligence-Based Content Generator Technology for Young English-as-a-Foreign-Language Learners' Reading Enjoyment. *RELC Journal*, 54(2), 508-516. <https://doi.org/10.1177/00336882231165060>
- Michel-Villarreal, R., Vilalta-Perdomo, E., Salinas-Navarro, D. E., Thierry-Aguilera, R., & Gerardou, F. S. (2023). Challenges and Opportunities of Generative AI for Higher Education as Explained by ChatGPT. *Education Sciences*, 13(9), 856. <https://www.mdpi.com/2227-7102/13/9/856>
- Mørch, A., & Andersen, R. (2023, June 6-8, 2023). Human-Centred AI in Education in the Age of Generative AI Tools Workshops, Work in Progress Demos and Doctoral Consortium at the IS-EUD 2023 co-located with the 9th International Symposium on End-User Development (IS-EUD 2023), Cagliari, Italy.
- Morris, M. R., Cai, C. J., Holbrook, J., Kulkarni, C., & Terry, M. (2023). The Design Space of Generative Models 36th Conference on Neural Information Processing Systems (NeurIPS 2022),
- Niederhaus, C. (2011). *Fachsprachlichkeit in Lehrbüchern. Korpuslinguistische Analysen von Fachtexten der beruflichen Bildung*. Waxmann.
- Pack, A., & Maloney, J. (2023). Potential affordances of generative AI in language education: demonstrations and an evaluative framework. *Teaching English with Technology*, 23(2), 4-24. <https://doi.org/10.56297/BUKA4060/VRRO17>
- Roldan, W., Gao, X., Hishikawa, A. M., Ku, T., Li, Z., Zhang, E., Froehlich, J. E., & Yip, J. (2020). Opportunities and Challenges in Involving Users in Project-Based HCI Education. In *CHI '20: Proceedings of the 2020 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (pp. 1-15). Association for Computing Machinery. <https://doi.org/10.1145/3313831.3376530>
- Schuff, H., Vanderlyn, L., Adel, H., & Vu, N. T. (2023). How to do human evaluation: A brief introduction to user studies in NLP. *Natural Language Engineering*, 29(5), 1199-1222. <https://doi.org/10.1017/S1351324922000535>

- Shi, J., Jain, R., Doh, H., Suzuki, R., & Ramani, K. (2024). An HCI-Centric Survey and Taxonomy of Human-Generative-AI Interactions. arXiv preprint arXiv:2310.07127. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2310.07127>
- Tolomei, G., Campagnano, C., Silvestri, F., & Trappolini, G. (2023). Prompt-to-OS (P2OS): Revolutionizing Operating Systems and Human-Computer Interaction with Integrated AI Generative Models. arXiv preprint arXiv:2310.04875.
- Weiß, Z., & Meurers, D. (2018, August). Modeling the Readability of German Targeting Adults and Children: An empirically broad analysis and its cross-corpus validation. In E. M. Bender, L. Derczynski, & P. Isabelle, Proceedings of the 27th International Conference on Computational Linguistics Santa Fe, New Mexico, USA.
- Wisniewski, K. (2023). Lesen im und mit dem GER. Eine kritische Auseinandersetzung - und ein Plädoyer für erweiterte (rezeptive) Referenzniveaubeschreibungen des Deutsche. In M. Kienberger & K. Schramm (Eds.), Lesedidaktik Deutsch als Fremdsprache. Aktuelle Entwicklungen und Ansätze (pp. 13-38). Peter Lang Verlag.
- Zeb, A., Ullah, R., & Karim, R. (2024). Exploring the role of ChatGPT in higher education: opportunities, challenges and ethical considerations. The International Journal of Information and Learning Technology, 41(1), 99-111. <https://doi.org/10.1108/IJILT-04-2023-0046>

Proyecto IDiLyCo: Tecnologías Lingüísticas para la Inclusión Digital con un Enfoque Centrado en el Usuario

IDIlyCo Project: Linguistic Technologies for Digital Inclusion with a User-Centered Approach

Raquel Hervás

Facultad de Informática / Instituto de Tecnología del
Conocimiento

Universidad Complutense de Madrid (UCM), España
raquelhb@fdi.ucm.es

Virginia Francisco

Facultad de Informática / Instituto de Tecnología del
Conocimiento

Universidad Complutense de Madrid (UCM), España
virginia@fdi.ucm.es

Recibido: 07.06.2024 | Aceptado: 24.06.2024

Palabras Clave

Inclusión digital
Lenguaje natural
Comunicación
Accesibilidad
Discapacidad
Simplificación
Resúmenes
CAA
Emociones
DCU

Resumen

El proyecto IDiLyCo tiene como objetivo facilitar la comunicación y el acceso a la información digital a personas con discapacidad que enfrentan dificultades con el lenguaje. Basado en experiencias previas en generación y procesamiento de lenguaje natural, el proyecto desarrolla soluciones tecnológicas para promover la inclusión digital de manera sencilla y configurable siguiendo una metodología de diseño centrada en el usuario. Las áreas exploradas incluyen la simplificación de textos, que permite reescribir textos complejos de forma más simple; la generación de resúmenes, que condensa los componentes esenciales de un texto; la comunicación aumentativa y alternativa, que facilita la comunicación a usuarios que no pueden usar el lenguaje natural; y el análisis de emociones, que identifica y clarifica las emociones en un texto. IDiLyCo se enfoca en acercar estas innovaciones a los usuarios finales mediante un ecosistema de servicios que facilita la inclusión digital y aplicaciones configurables según las necesidades de cada usuario. Esto permite a las personas con discapacidad acceder a herramientas adaptadas a sus necesidades y a los desarrolladores integrar estos servicios en sus implementaciones. Todas las aplicaciones y servicios del proyecto son gratuitos y de uso libre.

Keywords

Digital Inclusion
Natural Language
Communication
Accessibility
Disability
Simplification
Summarization
AAC
Emotions
UCD

Abstract

The IDiLyCo project aims to facilitate communication and access to digital information for people with disabilities who face language difficulties. Based on previous experiences in natural language generation and processing, the project develops technological solutions to promote digital inclusion in a simple and configurable way following a user-centered design methodology. Areas explored include text simplification, which allows complex texts to be rewritten in simpler ways; summary generation, which condenses the essential components of a text; augmentative and alternative communication, which facilitates communication for users who cannot use natural language; and emotion analysis, which identifies and clarifies emotions in a text. IDiLyCo focuses on bringing these innovations closer to final users through an ecosystem of services that facilitate digital inclusion and configurable applications according to the needs of each user. This allows people with disabilities to access tools adapted to their needs and developers to integrate these services into their implementations. All applications and services of the project are free and open to use.

1. Introducción

En la era de la información, la comunicación y el acceso a la información digital se han vuelto elementos fundamentales para el ejercicio de los derechos ciudadanos, la participación social y el desarrollo personal. Sin embargo, en muchas ocasiones esta nueva realidad tecnológica deja de lado a un sector importante de la población: las personas con diversidad funcional que, por diferentes motivos, encuentran dificultades para utilizar el lenguaje natural de forma convencional.

En la era de la información, la comunicación y el acceso a la información digital se han vuelto elementos fundamentales para el ejercicio de los derechos ciudadanos, la participación social y el desarrollo personal. Sin embargo, en muchas ocasiones esta nueva realidad tecnológica deja de lado a un sector importante de la población: las personas con diversidad funcional que, por diferentes motivos, encuentran dificultades para utilizar el lenguaje natural de forma convencional.

La inclusión digital, entendida como un movimiento social que busca democratizar el acceso a las tecnologías de la información y la comunicación (TIC), se convierte en un imperativo para garantizar la igualdad de oportunidades y la participación plena de todos los ciudadanos en la sociedad. En este contexto, el proyecto IDiLyCo (Inclusión Digital, Lenguaje Natural y Comunicación) surge como una iniciativa innovadora que busca acercar los avances en Procesamiento del Lenguaje Natural (PLN) a los usuarios finales con discapacidad, con el objetivo de facilitar la comunicación y el acceso a la información digital para personas con diversidad funcional.

El proyecto IDiLyCo, financiado por el MINECO y con fondos FEDER, se enfoca en la creación de un ecosistema de servicios y aplicaciones configurables que adaptan las soluciones tecnológicas a las necesidades específicas de cada usuario. La metodología seguida en el proyecto sigue un Diseño Centrado en el Usuario (DCU), contando con los usuarios finales en todos los pasos de la investigación y el desarrollo. Este enfoque permite a las personas con discapacidad acceder a herramientas personalizadas que les ayudan a superar las barreras de comunicación y acceder a la información de manera efectiva, y que además han sido desarrolladas teniendo en cuenta sus necesidades de primera mano.

Para cumplir este objetivo el proyecto explora diversas áreas dentro del PLN con alto potencial para la inclusión digital como la simplificación de textos, la generación de resúmenes, la comunicación aumentativa y alternativa (CAA) y el análisis de emociones. Estas tecnologías pueden proporcionar soluciones para diferentes tipos de discapacidades, desde la dificultad de comprensión lectora hasta la imposibilidad de expresarse verbalmente.

Las principales contribuciones del proyecto IDiLyCo son:

- Enfoque en el usuario final: IDiLyCo se centra en acercar los avances tecnológicos en el campo del PLN a las personas con diversidad funcional, asegurando que las soluciones sean útiles y fáciles de usar para estos colectivos.
- Ecosistema de servicios web: IDiLyCo va más allá del desarrollo de herramientas aisladas y propone la implementación de una API de servicios web que resuelven pequeños problemas de accesibilidad y se adaptan a las necesidades de cada usuario.
- Aplicaciones configurables: Las herramientas desarrolladas en el proyecto no son soluciones únicas, sino que pueden personalizarse para responder a las características específicas de cada persona.
- Software libre y gratuito: Todas las aplicaciones y servicios desarrollados en el marco del proyecto son gratuitos y de uso libre, promoviendo la accesibilidad y la democratización de la tecnología.

En este artículo se presentará el proyecto IDiLyCo profundizando en las áreas de trabajo de este, analizando los retos y desafíos encontrados durante su desarrollo, y destacando los resultados obtenidos en colaboración con los usuarios con discapacidad y usando un enfoque de diseño y desarrollo centrado en el usuario.

2. Marco teórico

El proyecto IDiLyCo se apoya en los significativos avances en los campos del procesamiento y la generación de lenguaje natural durante los últimos años. A continuación, se realiza una breve introducción teórica de las cuatro áreas fundamentales en las que se apoya el proyecto: simplificación de textos, generación de resúmenes, comunicación aumentativa y alternativa, y análisis emocional.

2.1 Simplificación de textos

La simplificación de textos (Al-Thanyyan & Azmi, 2022) surge con el objetivo de hacer que los textos sean más accesibles y comprensibles para una audiencia más amplia, incluyendo personas con dificultades de lectura, baja alfabetización y hablantes no nativos. En el ámbito de la accesibilidad, la simplificación de textos juega un papel crucial al facilitar la comprensión de la información para inmigrantes (Rets & Rogaten, 2021), personas con dislexia (Rello et al., 2013), o personas con alguna discapacidad que pueda afectar al uso del lenguaje (Bott & Saggion, 2012). Aunque existen organizaciones y entidades que se dedican a simplificar contenidos a formato de lectura fácil (noticias, libros, documentos), muchas de estas elaboraciones son principalmente manuales y el número de herramientas disponibles para automatizar el proceso es escaso, sobre todo en español.

La simplificación automática de textos implica la transformación automática de textos complejos en versiones más sencillas sin perder la información esencial (Saggion, 2017). Las técnicas de simplificación se dividen generalmente

en dos grandes categorías: léxicas y sintácticas. La simplificación léxica consiste en sustituir palabras difíciles o raras por sinónimos más comunes y fáciles de entender mientras que la simplificación sintáctica implica reestructurar frases complejas para hacerlas más cortas y sencillas de entender.

Con objeto de realizar la simplificación de los textos de manera automática o semiautomática, se pueden encontrar en la literatura diversos métodos y herramientas (Espinosa-Zaragoza et al., 2023), que en mayor o menor medida aprovechan los avances en los campos del PLN y el aprendizaje automático. Aunque los primeros sistemas de simplificación automática se basaban en reglas predefinidas (Chandrasekar et al., 1996), los enfoques más modernos intentan aprender las transformaciones a realizar utilizando corpus paralelos de oraciones originales-simplificadas alineadas (Vajjala & Lucic, 2018) (Zhang et al., 2020). En (Alva-Manchego et al., 2020) y (Al-Thanyyan & Azmi, 2022) se pueden encontrar estudios exhaustivos sobre estos enfoques. Los trabajos más recientes se apoyan en los modelos basados en redes neuronales profundas como los *Transformers* (Alissa & Wald, 2023) y los modelos de lenguaje preentrenados (Qiang et al., 2021) (Alarcon et al., 2021), que en la actualidad muestran resultados prometedores en la simplificación automática de textos.

A pesar de estos avances, la simplificación de textos enfrenta varios desafíos. La preservación del significado original, la coherencia del texto simplificado y la adaptación a diferentes públicos con necesidades específicas son algunos de los principales retos. Además, la evaluación de la efectividad de los métodos de simplificación sigue siendo un área de investigación activa. En el futuro, se espera que los avances en Inteligencia Artificial, en particular en modelos de lenguaje generativo y aprendizaje profundo, mejoren la calidad y precisión de la simplificación automática de textos. Sin embargo, en el momento de realizar este proyecto los modelos basados en redes neuronales profundas estaban dando sus primeros pasos y aún no existían resultados sólidos que se pudiesen aplicar en el proyecto, por lo que no se integraron este tipo de soluciones.

2.2 Generación de resúmenes

La generación de resúmenes busca condensar la información esencial de un texto largo en una versión más corta y manejable (Lloret & Palomar, 2012) (El-Kassas et al., 2021). Estos resúmenes se pueden clasificar en dos categorías principales: extractivos y abstractivos. Los resúmenes extractivos contienen frases o pasajes relevantes directamente del texto original combinados para formar el resumen, mientras que los resúmenes abstractivos capturan la esencia del documento original, reescribiendo y parafraseando el contenido. Los resúmenes abstractivos son más desafiantes ya que requieren una comprensión profunda del texto y habilidades avanzadas de generación de lenguaje natural.

Los enfoques tradicionales de generación de resúmenes automáticos se basan en técnicas de extracción de oraciones en función de heurísticas que reflejan la importancia de la oración en el documento (Gupta & Lehal, 2010). Después surgieron métodos basados en grafos que seleccionan las oraciones según su grado de conectividad en un grafo de conceptos en el que las aristas representan similitud semántica (Mallick et al., 2019) (Baralis et al., 2013). Estos enfoques permiten considerar relaciones semánticas más complejas entre los conceptos para detectar los temas principales del documento y seleccionar las oraciones relevantes para esos temas. Este tipo de enfoques son adecuados si queremos obtener un resumen extractivo. Para obtener resúmenes abstractivos surgieron los métodos basados en Redes Neuronales Recurrentes (RNNs) utilizados para modular la secuencialidad del texto (Chen & Nguyen, 2019). Los enfoques más actuales se basan en *Transformers* y modelos de atención que han revolucionado el campo del PLN (Guan et al., 2020) (Alomari et al., 2022). Estos modelos permiten modelar dependencias largas y capturar mejor el contexto del texto, lo cual es crucial para generar resúmenes abstractivos coherentes y precisos. Otro enfoque son los sistemas híbridos que combinan técnicas extractivas y abstractivas para aprovechar lo mejor de ambos enfoques (Lloret et al., 2013) (Rudra et al., 2019). Estos sistemas pueden extraer primero las partes más relevantes del texto y luego reescribirlas para mejorar la fluidez y cohesión del resumen.

En el ámbito de la accesibilidad, la generación de resúmenes se puede entender como un paso previo a la simplificación de textos. Un texto más simple debe contener la información esencial del texto original, eliminando información adicional o superflua que pueda confundir al lector con dificultades. Además, es fundamental garantizar que los resúmenes no solo sean concisos, sino también comprensibles y útiles para personas con diversas capacidades.

2.3 Comunicación Aumentativa y Alternativa (CAA)

La Comunicación Aumentativa y Alternativa (CAA) (Loncke, 2020) está orientada a usuarios que no pueden utilizar el lenguaje natural en ninguna de sus formas debido a discapacidades temporales o permanentes, o para los que el uso del lenguaje natural supone un esfuerzo importante. Los SAACs (Sistemas de Comunicación Aumentativa y Alternativa) se utilizan para complementar o sustituir el habla o la escritura cuando estas habilidades son insuficientes para la comunicación efectiva (Syriopoulou-Delli & Eleni, 2022). Estos sistemas son esenciales para mejorar la calidad de vida de personas con diversas condiciones, como autismo, parálisis cerebral, esclerosis lateral amiotrófica (ELA) y discapacidades intelectuales, entre otras.

En los últimos años, los SAACs han avanzado significativamente gracias a los avances en tecnología y ciencia cognitiva, incluyendo las tecnologías del lenguaje. Algunos de los enfoques y herramientas más relevantes

incluyen las aplicaciones que utilizan pictogramas y permiten a los usuarios comunicarse seleccionando imágenes que representan palabras o frases. Aunque los métodos de predicción de texto son las técnicas más extendidas para mejorar el ritmo de comunicación de las personas que utilizan SAACs debido a algún tipo de discapacidad motora o del habla (Garay-Vitoria & Abascal, 2006), solo se encuentran unos pocos casos en la literatura en los que se ha aplicado algún tipo de método de predicción a los pictogramas (García et al., 2015) (García et al., 2016) (Hervás et al., 2020).

Otro aspecto a tener en cuenta cuando se trabaja con SAACs basados en pictogramas es que en ocasiones las personas que necesitan los pictogramas para comunicarse se encuentran con que la información a la que quieren acceder está escrita en lenguaje natural. En estos casos, el disponer de aplicaciones que automáticamente puedan traducir texto a pictogramas, o pictogramas a texto, pueden suponer salvar una barrera de comunicación importante. Así, existen diferentes desarrollos que han explorado de diferentes maneras la traducción de texto a pictogramas, como AraWord (Baldassarri et al., 2014), AraTraductor (Bautista et al., 2017) y Text-to-Picto (Norré et al., 2021).

Una parte importante de la investigación en este ámbito se centra en mejorar la efectividad y accesibilidad de los SAACs como herramientas de comunicación. Los usuarios que se apoyan en estos sistemas necesitan mejorar sus posibilidades de interacción con las aplicaciones que ofrecen las TICs (buscadores, chats o redes sociales) pero sin restringirse únicamente a la utilización de medios y herramientas diseñados para su forma de comunicación, de modo que puedan interactuar de la manera más natural posible con el resto de los internautas. Sin embargo, actualmente aún encuentran multitud de barreras. Por ello, resulta necesario abordar desarrollos que garanticen la compatibilidad en el uso de nuevas tecnologías independientemente de los dispositivos utilizados y de la forma de representar el mensaje (texto o pictogramas). Desarrollar sistemas que se adapten dinámicamente a las necesidades cambiantes de los usuarios depende del uso de metodologías de diseño centrado en el usuario que consideren a los usuarios con diversidad funcional en todas las etapas del proceso y aseguren la personalización de estas herramientas.

2.4 Análisis emocional

El análisis emocional, también conocido como análisis de sentimiento, es una rama del PLN que se centra en identificar y extraer información subjetiva de textos (Birjali et al., 2021). Este tipo de análisis intenta identificar la actitud del escritor respecto a lo que escribe, ya sea evaluando si la información es objetiva o subjetiva, determinando su estado afectivo al escribir el texto, o identificando la emoción que trata de transmitir con lo escrito.

Las técnicas utilizadas para el análisis emocional han evolucionado significativamente con los avances en Inteligencia Artificial y aprendizaje automático. Los primeros métodos estaban basados en reglas predefinidas y diccionarios de sentimientos (Francisco & Gervás, 2013) (Poria et al., 2014). Sin embargo, estos métodos a menudo presentaban limitaciones en la gestión del contexto y la ambigüedad del lenguaje natural. Para abordar estos problemas surgieron los métodos basados en modelos estadísticos y aprendizaje automático (Agarwal & Mittal, 2016) (Alslaity & Orji, 2024), que aprenden a clasificar sentimientos a partir de datos etiquetados. Estos modelos son capaces de capturar patrones complejos en los datos, pero requieren grandes conjuntos de datos para entrenarse. En los últimos años, han proliferado los enfoques basados en redes neuronales y modelos de aprendizaje profundo (Yadav & Vishwakarma, 2020) (Basiri et al., 2021). Estos modelos captan contextos largos y matices sutiles del lenguaje, dando resultados más precisos y detallados.

En el ámbito de la accesibilidad, el análisis emocional tiene multitud de aplicaciones para mejorar la calidad de vida de personas con discapacidad. Por ejemplo, la detección de emociones en personas con discapacidades comunicativas, como el autismo o parálisis cerebral, pueden ayudar a los cuidadores y profesionales de la salud a comprender mejor los estados emocionales del individuo mediante sus interacciones textuales o vocales. Por otro lado, las personas con Trastornos del Espectro Autista (TEA) o síndrome de Asperger presentan un déficit significativo en la percepción de las emociones, que constituye un elemento esencial para contribuir al desarrollo afectivo y emocional del sujeto (Zunic et al., 2020).

3. Descripción del proyecto

La expansión de las nuevas tecnologías y el auge de la Sociedad de la Información han llevado a la sociedad actual hacia un entorno digital que se extiende a todos los sectores de actividad, desde la organización del trabajo hasta las relaciones sociales. Sin embargo, este entorno digital puede representar una barrera insalvable para ciertos colectivos, como las personas con diversidad funcional o discapacidad, que no pueden utilizar las tecnologías digitales en su forma actual. Es esencial enfrentar este desafío para garantizar el principio de accesibilidad universal y asegurar que todas las personas con discapacidad puedan participar plenamente en la Sociedad de la Información.

3.1. Objetivos

El objetivo general de IDiLyCo es facilitar la comunicación y el acceso a la información digital a colectivos que, por su discapacidad, puedan encontrar problemas al usar el lenguaje para comunicarse o acceder a ella. Basándose en experiencias previas en campos relacionados, el proyecto busca desarrollar soluciones tecnológicas concretas, fáciles de usar y altamente configurables, para promover la inclusión digital de personas

con diversidad funcional. Es crucial que estas soluciones sean personalizables, ya que las necesidades de cada persona pueden variar considerablemente, incluso dentro del mismo tipo de discapacidad. De ahí la importancia de seguir en todo momento una aproximación de Diseño Centrado en el Usuario (DCU).

Las áreas de investigación clave del proyecto son la simplificación de textos, la generación de resúmenes, la comunicación aumentativa y alternativa y el análisis de emociones. Los avances en cada una de estas áreas se integran para abordar los problemas específicos de los usuarios finales mediante un enfoque doble:

1. Desarrollo de servicios orientados a la inclusión digital: Estos servicios se publicarán como una API de servicios accesibles que encapsulará tareas complejas dentro de cada área, permitiendo a terceros utilizarlos sin necesidad de comprender los detalles técnicos de cada tarea.
2. Implementación de aplicaciones personalizables: Las aplicaciones desarrolladas serán altamente configurables según las necesidades individuales de los usuarios y utilizarán los servicios proporcionados por la API según sea necesario.

Este enfoque permite a los usuarios con diversidad funcional disponer de herramientas adaptables a sus necesidades personales, facilitando que ellos mismos, sus tutores o familiares, seleccionen y configuren los servicios necesarios. Además, permite a diseñadores y desarrolladores de nuevas herramientas integrar estos servicios en sus propias soluciones, reduciendo significativamente los costos de investigación y desarrollo de tecnologías accesibles.

El proyecto IDiLyCo se estructura en tres niveles de desarrollo, tal y como se muestra en la Figura 1:

1. Investigación: Enfocado en las tareas propias del Procesamiento del Lenguaje Natural (simplificación de textos, generación de resúmenes, comunicación aumentativa y alternativa, y análisis emocional).
2. Servicios: Aquí se alberga la API de servicios para la inclusión social, encapsulando tareas complejas dentro de cada área y permitiendo su uso por parte de terceros.
3. Aplicaciones: Desarrollo de aplicaciones tanto de comunicación como de acceso a la información, diseñadas para ser altamente configurables según las necesidades de cada usuario.

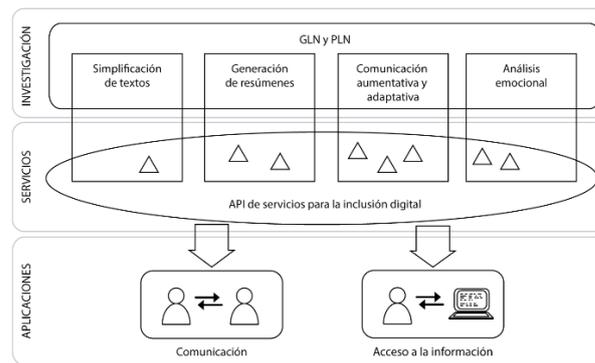


Figura 1: Esquema del proyecto IDiLyCo

3.2. Metodología

Con el objetivo de garantizar la inclusión de las personas con discapacidad, la metodología del proyecto se basa en un enfoque de investigación-acción participativa e iterativa, involucrando a las personas con discapacidad y a las entidades colaboradoras en todas las fases del proyecto. Esta metodología se estructura en cuatro fases principales:

1. Investigación de las áreas de trabajo según las necesidades de las personas con discapacidad.
2. Especificación de los servicios concretos a implementar.
3. Desarrollo de servicios y herramientas.
4. Evaluación de las implementaciones realizadas.

El proyecto adopta una metodología ágil, trabajando en estrecha colaboración con entidades interesadas y usuarios finales. Algunos de los principales socios con los que se ha trabajado en el proyecto son la Confederación Autismo España, la Asociación Asperger Madrid, la Asociación Autismo Sevilla y su colegio CEE Ángel Riviere, el Colegio de Educación Especial Estudio3 Afanias, la Asociación para la ayuda a la atención a las personas con parálisis cerebral (ATENPACE), la Confederación ASPACE y la Asociación Neurofuturo Segovia. Todas estas entidades mantienen contacto directo con los usuarios finales beneficiarios del proyecto y cuentan con profesionales expertos en las problemáticas de las personas con discapacidad. También se han realizado contactos con otras asociaciones y colegios con los que se espera poder seguir colaborando en el futuro.

Desde el punto de vista del trabajo con las entidades y los usuarios finales, se sigue además la metodología MeDeC@ (Hervás et al., 2019), formalizada en el marco del proyecto. MeDeC@ adapta los enfoques clásicos de diseño centrado en el usuario para el diseño y desarrollo de tecnologías de asistencia. El objetivo de esta metodología no es diseñar para un grupo amplio de usuarios, sino diseñar herramientas altamente personalizables para que puedan adaptarse fácilmente a situaciones específicas y pequeños grupos de usuarios. MeDeC@ se basa en tres principios básicos:

- Personalización: Las soluciones para las personas con discapacidad deben ser altamente configurables, ya que cada persona tiene capacidades y necesidades específicas que no siempre coinciden con las de los demás, incluso dentro de la misma discapacidad. Siguiendo el enfoque defendido por (Harper, 2007), se propone un diseño para uno en lugar de uno para todos.
- Interacción con usuarios y expertos: Aunque el usuario final de las tecnologías de apoyo es la persona con discapacidad, la experiencia demuestra que estos usuarios no siempre están disponibles, o pueden no estar dispuestos o capacitados para colaborar en el proceso de diseño. En esos casos, los expertos se convierten en un valioso recurso para obtener la información necesaria, convirtiéndose también en usuarios colaterales. Se integran no solo a los usuarios finales en los procesos de diseño e implementación, sino también a sus tutores, cuidadores y/o familiares expertos en sus necesidades y capacidades.
- Arquitecturas orientadas a servicios: MeDeC@ propone implementar aplicaciones de asistencia siguiendo una arquitectura orientada a servicios web. Este enfoque es especialmente adecuado por dos razones fundamentales. Primero, permite a los usuarios disponer de herramientas adaptables a sus necesidades personales, ya que la aplicación les ayudará a decidir qué servicios necesitan y cómo deben configurarse. Segundo, los diseñadores o programadores de nuevas aplicaciones de asistencia podrán integrar los servicios ya creados en sus implementaciones, reduciendo significativamente los costes de investigación y desarrollo de estas tecnologías accesibles.

Esta metodología abarca todas las etapas del diseño centrado en el usuario (captura de requisitos, diseño, implementación y evaluación), especificando para cada una de ellas las subtarefas y resultados a obtener, así como la forma de abordarlas desde el punto de vista del diseño de este tipo de aplicaciones.

4. Resultados

Desde el punto de vista del ecosistema de servicios, se propuso una solución basada en el concepto de “*API economy*”. Esta solución ofrece una mejor cobertura a las necesidades a largo plazo del proyecto, permitiendo la publicación de servicios simples y la localización, indexación y composición de estos servicios en soluciones más complejas. La API final desarrollada durante el proyecto IDiLyCo es accesible mediante dos tecnologías diferentes, ambas de ellas punteras en el ámbito de las APIs y las arquitecturas orientadas a servicios:

- Interfaz web (API) pública a través de OpenAPI: <https://holstein.fdi.ucm.es/nil-ws-api/>
- Interfaz web (API) pública a través de GraphQL: <https://holstein.fdi.ucm.es/nil-ws-api/graphql>

En las siguientes subsecciones se describen en detalle los resultados obtenidos en cada una de las áreas que abarca el proyecto, así como las aplicaciones desarrolladas y otros resultados adicionales.

4.1. Resultados en simplificación de textos

Se revisaron los trabajos desarrollados en el área de simplificación de textos para analizar las sinergias y aplicabilidad en la inclusión digital de las personas con discapacidad que precisan adaptación de contenidos en los textos con lo que se trabaja en el proyecto. Como parte de este trabajo, se realizó un estudio de servicios y tecnologías existentes a nivel léxico de cara a identificar palabras difíciles de un texto y simplificar el vocabulario de este, así como para traducir términos a pictogramas, lo cual enlaza con el área de la CAA.

En este área se han desarrollado los siguientes servicios:

- Palabras difíciles: decide si una palabra en castellano se considera difícil o no.
- Sinónimos: dada una palabra en castellano, devuelve una lista de sinónimos.
- Antónimos: dada una palabra en castellano, devuelve una lista de antónimos.
- Definiciones: dada una palabra en castellano, devuelve una lista de definiciones.
- Traducción al inglés: dada una palabra en castellano, devuelve una lista de traducciones posibles al inglés.
- Palabra difícil a sencilla: dada una palabra en castellano, devuelve un sinónimo que sea considerado palabra fácil.
- Hiperónimos fáciles: dada una palabra en castellano, devuelve una lista de sus hiperónimos que, además, son palabras fáciles.
- Hipónimos fáciles: dada una palabra en castellano, devuelve una lista de sus hipónimos que, además, son palabras fáciles.
- Ejemplos: dada una palabra en castellano, devuelve frases de ejemplo que contengan dicha palabra.

Además, algunas de las lecciones aprendidas durante el trabajo con los usuarios finales en las fases de investigación, diseño y prueba de los servicios y aplicaciones relacionadas con simplificación de texto son:

- Adaptación personalizada del texto: Para los usuarios es más útil guiar su propia adaptación del texto que recibir una simplificación genérica completa. Si no conocen una palabra o frase, les resulta más útil buscar simplificaciones específicas para esas dificultades en lugar de para todo el texto en general. Esto es importante porque personas con una misma discapacidad y nivel cognitivo no necesariamente enfrentan las mismas dificultades al acceder a un texto.
- Diversidad en las interacciones: Es importante que los usuarios puedan obtener las simplificaciones a través de diferentes tipos de interacciones. Por

ejemplo, para algunos usuarios es más fácil seleccionar un texto y activar sobre él las funcionalidades deseadas, mientras que para otros es más fácil escribir el texto problemático en espacios específicos habilitados para ello.

- Funcionalidades configurables: Las funcionalidades de las aplicaciones deben poder ser activadas o desactivadas según las necesidades de los usuarios. Por ejemplo, no todos los usuarios encontrarán útiles las definiciones o ejemplos, pero les confundirá tener muchas opciones disponibles que no saben usar.

4.2. Resultados en generación de resúmenes

Durante el proyecto se ha desarrollado un servicio web que permite la generación de resúmenes extractivos. Este servicio está basado en la utilización de la librería Grafeno (Sevilla et al., 2016) que permite la construcción y manipulación de grafos semánticos extraídos a partir de documentos. Esta librería se ha diseñado de forma modular para poder realizar distintas tareas basadas en grafos semánticos. En particular, el servicio anteriormente citado es un *workflow* concreto implementado para la generación de resúmenes extractivos que ha sido evaluado con una colección de resúmenes estándar. También se han desarrollado servicios web para la extracción de información de varias fuentes y su combinación para la generación de resúmenes multidocumento.

Con la intención de explorar la utilidad de la combinación de la simplificación y la generación de resúmenes para las personas con dificultades de acceso al lenguaje escrito, se ha prototipado una herramienta de apoyo para la generación de resúmenes fáciles de leer para personas con dificultades de comprensión. Para ello se han combinado los servicios con funcionalidades de generación de resúmenes extractivos y los que implementan técnicas básicas de simplificación como detección y sustitución de palabras difíciles.

Una de las principales lecciones aprendidas en este área fue que la generación de resúmenes por sí sola tiene menos utilidad que si se generan resúmenes adaptados a niveles de dificultad adecuados para colectivos concretos.

4.3. Resultados en Comunicación Aumentativa y Alternativa (CAA)

En el marco del proyecto se ha trabajado con dos sistemas alternativos y aumentativos diferentes: los pictogramas y la lengua de signos.

Desde el punto de vista de los pictogramas, se mantuvieron reuniones con las EPOs Confederación Autismo España y la Asociación Asperger Madrid de cara a identificar las necesidades específicas de estos colectivos. En concreto, se determinó que las personas con síndrome de Asperger no tienen necesidad del uso de pictogramas, ya que pueden desarrollar de manera normal la comunicación a través de lenguaje oral y escrito. Sin embargo, otros trastornos del

espectro autista distintos de Asperger sí requieren la comunicación en forma de pictogramas, por lo que en este área del proyecto nos centramos en ellos. Así, se ha determinado que la principal necesidad de este tipo de colectivos es el acceso a la información previamente existente en lenguaje natural (mayoritariamente escrito), y que por tanto las herramientas que les pueden resultar más útiles son aquellas que permiten la “traducción” de lenguaje escrito a pictogramas y viceversa. Para resolver ambos problemas se han implementado los siguientes servicios:

- Conversión palabra a pictograma: dada una palabra, devuelve el pictograma que le corresponde.
- Traducción texto a pictogramas: dado un texto, devuelve su traducción en pictogramas.
- Traducción de pictogramas a texto: dada una secuencia de pictogramas, devuelve su traducción a un texto en lenguaje natural.

Otra necesidad también importante es la de disponer de mecanismos que les faciliten expresarse a través del lenguaje pictográfico, e interactuar fácilmente con las aplicaciones informáticas mediante mecanismos de tipo barrido y dispositivos alternativos de acceso.

En cuanto a la lengua de signos, los usuarios se encuentran con problemas similares de traducción automática hacia y desde lenguaje natural. Por ello, se han implementado servicios de “traducción” de texto escrito en Lenguaje Natural (LN) a Lengua de Signos Española (LSE). En concreto, se han implementado los siguientes servicios:

- Conversión de palabra a imagen de la palabra en LSE: dada una palabra, devuelve la imagen en LSE que se corresponde con la palabra.
- Conversión de palabra a vídeo de la palabra en LSE: dada una palabra, devuelve un vídeo con la palabra en LSE.
- Traducción de frase en LN a una imagen con la frase en LSE: dada una frase, devuelve una imagen con la frase en LSE.
- Traducción frase en LN a vídeo con la frase en LSE: dada una frase, devuelve su traducción a LSE en un vídeo.

Además, algunas de las lecciones aprendidas durante el trabajo con los usuarios finales en las fases de investigación, diseño y prueba de los servicios y aplicaciones relacionadas con CAA son:

- Personalización de pictogramas: Es crucial permitir el uso de pictogramas o imágenes propias además de los conjuntos estándar como ARASAAC, ya que los usuarios pueden identificar así más fácilmente conceptos más personales como comidas o lugares conocidos, o a sus propios familiares.
- Soporte para usuarios en transición al lenguaje escrito: Los usuarios de pictogramas pero que están adquiriendo el lenguaje escrito pueden también beneficiarse de las utilidades de traducción para

comprobar si están escribiendo correctamente. Sin embargo, es importante considerar que suelen escribir con faltas de ortografía y confundiendo caracteres. Por ello, es útil utilizar la corrección ortográfica antes de intentar realizar las traducciones para evitar problemas con palabras mal escritas.

- Necesidad de una base de datos de LSE extensa: Es fundamental contar con una base de datos amplia y bien documentada de signos para cubrir un mayor espectro de palabras y frases en LSE. Esto facilita una traducción más precisa y útil para los usuarios.

4.4. Resultados en análisis emocional

Se realizó una revisión exhaustiva del estado del arte de la detección emocional en castellano, que se encuentra más retrasada que para el inglés, en búsqueda de herramientas que puedan ser utilizadas en el proyecto. Las conclusiones son que prácticamente no existen actualmente diccionarios afectivos en castellano que empleen categorías emocionales, ya que la mayoría están marcados con dimensiones emocionales que, por el grado de abstracción matemática involucrado, tendrían riesgo de ser excesivamente complejas de entender para los colectivos objetivo de este proyecto. Por ello, se ha utilizado el único diccionario encontrado con categorías emocionales básicas, pero ha sido necesario un trabajo de adaptación para los objetivos del proyecto. Además, se colaboró estrechamente con la Asociación Asperger Madrid dada la mayor dificultad que presentan las personas con síndrome de Asperger en la identificación y gestión de emociones.

Como resultado del estudio de las necesidades de los usuarios, se han implementado los siguientes servicios:

- Detección del grado de enfado: dado un texto, se determina si la emoción transmitida es de enfado o no. En caso de detectar enfado el servicio determina también el grado de dicha emoción.
- Detección de las emociones básicas asociadas a una palabra (varios servicios): dada una palabra, devuelve las distintas emociones asociadas a la misma y sus intensidades, la emoción mayoritaria o la emoción consensuada según el diccionario.
- Detección de las emociones básicas transmitidas en un texto: dado un texto, devuelve la emoción básica que mejor se ajuste a dicho texto.
- Palabras emocionales de un texto: dado un texto, devuelve la lista de palabras emocionales del mismo, sus emociones asociadas y sus intensidades.

Además, algunas de las lecciones aprendidas durante el trabajo con los usuarios finales en las fases de investigación, diseño y prueba de los servicios y aplicaciones relacionadas con el análisis emocional son:

- Identificación de emociones: Las personas con síndrome de Asperger a menudo tienen dificultades para interpretar emociones, lo que puede afectar su integración social. Por ejemplo, pueden no entender el tono de un compañero o jefe, o malinterpretar interacciones en redes sociales.

- Detección de carga emocional específica: Identificar la emoción general de un texto no es suficiente para abordar las necesidades mencionadas en el punto anterior. Es crucial que cualquier sistema de análisis emocional indique claramente en qué parte del texto está la carga emocional y de qué tipo es, facilitando así su interpretación.
- Terminología accesible: Los usuarios con discapacidad intelectual no comprenden términos como "emoción neutral" que usan comúnmente los investigadores. Por ello, es preferible utilizar terminología como "sin emoción".
- Tratamiento del lenguaje coloquial: Es importante que los sistemas puedan manejar lenguaje coloquial, incluyendo frases hechas y dobles significados, ya que las aplicaciones donde se necesita la interpretación emocional (redes sociales, blogs, chats) suelen contener este tipo de lenguaje.

4.5. Otros resultados adicionales

En el contexto del proyecto también se han desarrollado como servicios algunas funcionalidades de análisis de lenguaje que han demostrado ser útiles al poner en marcha otros servicios y aplicaciones. Estas funcionalidades son transversales a los distintos desarrollos y son usadas por varios de ellos. En concreto, se han desarrollado los siguientes servicios sobre la librería spaCy² y el recurso léxico WordNet (Miller, 1995):

- Análisis morfológico de palabra: analiza una palabra y devuelve los resultados de los análisis morfológicos de la misma.
- Análisis gramatical del texto: dado un texto devuelve distintos análisis gramaticales sobre el mismo (separación en oraciones, entidades nombradas, sintagmas nominales, ...)
- *Synsets* de Wordnet: devuelve distintas informaciones sobre *synsets* de Wordnet, como una lista de lemas que pertenecen al *synset*, y otros *synsets* que son hiperónimos o hipónimos del solicitado.

En conversaciones con expertos colaboradores del proyecto se identificó que el vehículo habitual de comunicación, actuación y formación de los expertos que trabajan con personas con dificultades de inclusión son pequeños textos en forma de historias. Estos textos se utilizan como herramienta de trabajo en dinámicas de terapia y formación. Durante estas reuniones, se reconoció la necesidad prioritaria de funcionalidades para la manipulación y generación dinámica de textos narrativos. En respuesta a esta necesidad, se desarrolló un servicio de generación de métricas narrativas que evalúa las propiedades del contenido narrativo. Este servicio puede recibir fragmentos estructurados de mensajes narrativos y devolver una lista de diferentes métricas sobre ellos.

² <https://spacy.io/>

Además, se identificó el potencial de utilizar figuras retóricas como metáforas o analogías para explicar conceptos desconocidos mediante la relación con conceptos conocidos. Estas soluciones combinan módulos de generación de lenguaje con modelos de asociaciones semánticas entre palabras y pueden combinarse con métricas de evaluación de la dificultad relativa de un concepto frente a otro para usuarios concretos o con la presentación de los resultados usando alternativas al lenguaje natural como son los pictogramas. Dentro de esta funcionalidad se desarrollaron los siguientes servicios:

- Metáforas: dada una palabra en castellano, devuelve metáforas adecuadas para dicha palabra que incluyan conceptos más fáciles de entender.
- Símbolos: dada una palabra en castellano, devuelve símbolos adecuados para dicha palabra que incluyan conceptos más fáciles de entender.

4.6. Aplicaciones creadas

Por otro lado, en el marco del proyecto se implementaron una serie de aplicaciones altamente configurables que usan los servicios anteriores según las necesidades de cada usuario. Todas las aplicaciones implementadas en el marco del proyecto IDiLyCo pueden encontrarse en <http://nil.fdi.ucm.es/aplicaciones/accesibilidad> y son gratuitas y de acceso libre.

ReadIt (Jiménez Corta, 2018) (Hervás et al., 2019) es una extensión para el navegador Chrome que permite a los usuarios navegar por el contenido original de cualquier otra web añadiéndole diferentes funcionalidades con el objetivo de facilitar la comprensión y simplificación de toda la información escrita. Cada una de estas funcionalidades usa alguno de los servicios implementados en la API, lo que permite gran flexibilidad para la introducción de nuevas funciones. ReadIt se evaluó con estudiantes con discapacidad intelectual y sus profesores en un aula de informática, y fue posible comprobar cómo la aplicación asistía a personas con diferentes habilidades de comprensión lectora. Los estudiantes y los profesores consideraron útiles todas las funcionalidades disponibles, especialmente algunas como el resumen o las definiciones. La interfaz también fue considerada simple y práctica, aunque los profesores señalaron que algunos términos en los menús y opciones podrían simplificarse. Un hallazgo interesante fue que ReadIt no solo facilitó a los usuarios la comprensión de los textos en una página web, sino que también promovió y fomentó su aprendizaje e independencia.

LeeFácil (Agüero Selva & Sande Soltero, 2019) está orientado a aquellas personas con discapacidad cognitiva que tienen dificultades lectoras y que se pueden beneficiar de un apoyo que les permita entender textos en cualquier lugar y sin necesidad de un ordenador. Para ello, se ha creado una aplicación móvil en la que el usuario, si tiene dificultades al entender un texto, sólo tiene que hacer una foto al texto que

no entiende e ir activando las distintas opciones de simplificación sobre este mismo texto que se carga en la aplicación (transformar un texto en pictogramas, convertir una palabra compleja en una más sencilla, obtener la definición de una palabra, ...). Esta aplicación usa los mismos servicios de la API que ReadIt y algunos extra, demostrando así la flexibilidad de la solución tecnológica empleada en el proyecto. La aplicación fue evaluada con estudiantes de un colegio de educación especial con discapacidad cognitiva pero que eran capaces de leer textos básicos. Aunque los usuarios tuvieron algunos problemas para capturar los textos que se les presentaban, en muchos casos debido a impedimentos motores, una vez que tenían el texto en la aplicación encontraron muchas de las funcionalidades muy útiles. Por ejemplo, expresaron que la opción de lectura en voz alta y la traducción de texto a pictogramas podrían ser muy útiles cuando se encuentran en entornos con muchas instrucciones o texto, como museos o lugares nuevos.

PICTAR (Martín Guerrero, 2018) (Martín et al., 2018) es un SAAC orientado a personas con Trastorno del Espectro Autista (TEA), que facilita el trabajo con pictogramas y la elaboración de materiales en la educación especial. Para ello, la aplicación no sólo permite crear materiales basados en pictogramas de una manera cómoda y sencilla, sino que incluye capacidades de traducción de texto a pictogramas para facilitar el trabajo del usuario. La aplicación fue evaluada tanto con expertos en educación especial como con usuarios con discapacidad cognitiva que se comunican a través de pictogramas. Los resultados de estas evaluaciones demostraron que la herramienta puede ser útil no sólo para los profesores que desarrollan materiales en pictogramas, sino también para estudiantes con TEA que pueden trabajar con ella sus habilidades en alfabetización, comunicación y motivación.

Pict2Text (González Álvarez & López Pulido, 2019) es una aplicación que permite la traducción de textos escritos con pictogramas a lenguaje natural. Pict2Text posee un buscador de pictogramas que sirve para obtener los pictogramas con los que construir el mensaje que se desea traducir, y permite buscar los pictogramas de ARAASAC asociados a una determinada palabra que se colocan en el área del mensaje para ser traducidos a texto. En el proceso de generación del texto final se tienen en cuenta los pictogramas que puedan marcar temporalidad, género y número para realizar las concordancias adecuadamente. Las traducciones generadas por la aplicación fueron evaluadas utilizando cuatro corpus diferentes de textos en lenguaje natural con pictogramas. Los resultados mostraron que se obtuvieron correctamente traducciones sencillas, incluso teniendo en cuenta los pictogramas que indican temporalidad, género y número. Sin embargo, cuando los mensajes con pictogramas eran muy complejos, aún había margen de mejora.

CHATAACSApp (Gil García, 2015) es una herramienta tipo chat que permite a los usuarios comunicarse de forma sencilla y accesible a través tanto de texto como pictogramas. El primer punto clave de esta herramienta es su accesibilidad mediante dispositivos alternativos de entrada como el pulsador para adaptarse a la gran diversidad funcional motriz de un conjunto de usuarios potenciales. También ha sido importante la implementación de un sistema básico de traducción que permite la conversión automática de cualquier mensaje de texto a pictogramas y viceversa. Los mensajes podrán así ser redactados en formato pictográfico o en formato texto. Para ambos casos, el sistema cuenta con una funcionalidad básica de traducción automática de texto a pictograma y de pictograma a texto. Otro de los puntos clave de la herramienta es el almacenamiento de históricos de conversación por cada sesión de chat realizada.

PicTableros (López Gonzalo, 2019) es una herramienta online que permite generar plantillas de tableros de comunicación que luego podrán ser reutilizadas para crear tableros de comunicación específicos, agilizando así su creación. PicTableros puede generar las plantillas sin ningún tipo de restricción, permitiendo cambiar la posición y el tamaño de los elementos que las forman. Una vez generadas las plantillas, los usuarios pueden usarlas para crear tableros rápidamente cambiando textos o añadiendo los pictogramas específicos que puedan necesitar (por ejemplo, si tenemos una plantilla para tableros de elección, al crear un tablero concreto solo habría que modificar los pictogramas para las distintas opciones de elección). La aplicación fue evaluada con trabajadoras de la Asociación Autismo Sevilla o el Colegio Ángel Riviere, todas ellas familiarizadas con el uso de tableros de comunicación y con este tipo de herramientas. Las usuarias terminaron satisfechas con el uso de la herramienta, y el tiempo necesario para la creación de plantillas y tableros fue disminuyendo según avanzaban las pruebas. La aplicación les permitía generar plantillas muy similares a las que actualmente generan de manera manual, permitiendo digitalizar estos formatos para utilizarlos tantas veces como sea necesario.

EmoTraductor (Eugercios Suárez et al., 2018) (Hervás et al., 2019) es una aplicación orientada a personas con síndrome de Asperger que permite introducir un texto y obtener las emociones básicas presentes en dicho texto, así como identificar las palabras emocionales del mismo. El objetivo de EmoTraductor es ser una herramienta de apoyo para estos usuarios cuando tengan dudas sobre si un texto escrito transmite una u otra emoción, y poder identificar dónde está la carga emocional del mismo. La herramienta fue evaluada con usuarios con síndrome de Asperger y terapeutas de la Asociación Asperger Madrid. La aplicación la valoraron positivamente los terapeutas y los usuarios finales, aunque los resultados emocionales obtenidos para algunos textos no fueron precisos cuando había palabras con significados

ambiguos o negaciones. El lenguaje coloquial también resultó problemático para la aplicación.

AprendeFácil (Martín Berlanga & García Hernández, 2019) es una aplicación web destinada a ayudar a personas con dificultades de comprensión del lenguaje natural cuando encuentran un concepto que no pueden entender. La solución más fácil en este caso sería buscar el concepto desconocido en un diccionario. Sin embargo, esta no siempre es una solución adecuada para usuarios con discapacidades cognitivas, ya que las definiciones de los diccionarios suelen incluir vocabulario e ideas complejas que también son difíciles de entender. En AprendeFácil, el usuario puede buscar cualquier palabra difícil y obtener una definición usando un vocabulario más simple, comparaciones con otros conceptos simples mediante símiles y metáforas, y pictogramas. La aplicación fue evaluada con estudiantes con diferentes discapacidades cognitivas y sus profesores. Los resultados mostraron que la herramienta fue útil para los usuarios con niveles cognitivos más altos, ya que a veces las comparaciones requerían un nivel de abstracción complejo para entenderse. La comprensión de los conceptos también dependía de la polisemia, ya que las palabras con más significados diferentes eran también más complejas para los evaluadores.

El **termómetro de la ira** (Gil Moral, 2020) es una herramienta que se emplea con personas con discapacidad que tienen problemas de conducta. Dicha herramienta sirve para que la persona con problemas pueda identificar de forma visual lo enojado que está señalando en el termómetro su nivel de enfado. El terapeuta, según el nivel seleccionado por la persona, le da unas pautas determinadas para conseguir disminuir su nivel de enfado. Sin embargo, expertos en psicología nos indicaron que muchas veces a las personas con discapacidad les cuesta identificar su nivel de enfado, así que en esta aplicación los pacientes no tienen que señalar el nivel de enfado, sino que éste será detectado de forma automática. El usuario irá introduciendo frases en la aplicación y se detectará automáticamente su nivel de enfado a partir de los textos introducidos. La aplicación le dará pautas de actuación según el nivel detectado.

5. Conclusiones finales

El proyecto IDiLyCo ha tenido un impacto significativo en el ámbito de la inclusión digital de personas con discapacidad cognitiva, tanto desde un punto de vista técnico como científico y social.

Desde el punto de vista técnico, el proyecto ha desarrollado un ecosistema de servicios y herramientas que facilitan la inclusión digital de las personas con discapacidad cognitiva. Este ecosistema se basa en una aproximación de "API economy" y utiliza la metodología MeDeC@, diseñada específicamente para el desarrollo de tecnologías de asistencia para personas con discapacidad cognitiva. Las herramientas

desarrolladas son altamente configurables y se adaptan a las necesidades de cada usuario.

Desde el punto de vista científico, el proyecto ha avanzado en la investigación de las áreas de trabajo involucradas (simplificación de textos, generación de resúmenes, comunicación aumentativa y alternativa y análisis de emociones) desde el punto de vista de su aplicación al problema de la inclusión digital de las personas con discapacidad. Las lecciones aprendidas serán útiles para otros investigadores en este campo, y servirán como base para las futuras investigaciones en los campos de la discapacidad y la accesibilidad a través del lenguaje.

Desde el punto de vista social, el proyecto ofrece herramientas que pueden influir positivamente en la vida de las personas con discapacidad, mejorando su acceso a la información digital y su comunicación mediante las tecnologías modernas. Estas herramientas pueden ayudar a las personas con

discapacidad cognitiva a ser más independientes, participar más plenamente en la sociedad y mejorar su calidad de vida.

Todas las aplicaciones implementadas en el marco del proyecto IDiLyCo pueden encontrarse en <http://nil.fdi.ucm.es/aplicaciones/accesibilidad> y son gratuitas y de uso libre. También está públicamente disponible el ecosistema de servicios implementado para su uso por terceros en <https://holstein.fdi.ucm.es/nil-ws-api/>.

El proyecto IDiLyCo es un ejemplo de cómo la tecnología puede ser utilizada para mejorar la vida de las personas con discapacidad. Es importante que la sociedad en general tome conciencia de la importancia de la inclusión digital de las personas con discapacidad y que se continúe investigando en este área. Por ello, se necesitan nuevas herramientas y servicios que se adapten a las necesidades específicas de estas personas y que les permitan participar plenamente en la sociedad digital.

Referencias

- Agarwal, B., & Mittal, N. (2016). Machine Learning Approach for Sentiment Analysis (pp. 21-45). https://doi.org/10.1007/978-3-319-25343-5_3
- Agüero Selva, E. M., & Sande Soltero, I. (2019). Asistente móvil para la interpretación de texto dirigido a personas con discapacidad cognitiva. <http://hdl.handle.net/20.500.14352/15193>
- Alarcon, R., Moreno, L., & Martinez, P. (2021). Lexical Simplification System to Improve Web Accessibility. *IEEE Access*, 9, 58755-58767. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3072697>
- Alissa, S., & Wald, M. (2023). Text Simplification Using Transformer and BERT. *Computers, Materials & Continua*, 75(2), 3479-3495. <https://doi.org/10.32604/cmc.2023.033647>
- Alomari, A., Idris, N., Sabri, A. Q. M., & Alsmadi, I. (2022). Deep reinforcement and transfer learning for abstractive text summarization: A review. *Computer Speech & Language*, 71, 101276. <https://doi.org/10.1016/j.csl.2021.101276>
- Alslaity, A., & Orji, R. (2024). Machine learning techniques for emotion detection and sentiment analysis: current state, challenges, and future directions. *Behaviour & Information Technology*, 43(1), 139-164. <https://doi.org/10.1080/0144929X.2022.2156387>
- Al-Thanyyan, S. S., & Azmi, A. M. (2022). Automated Text Simplification. *ACM Computing Surveys*, 54(2), 1-36. <https://doi.org/10.1145/3442695>
- Alva-Manchego, F., Scarton, C., & Specia, L. (2020). Data-Driven Sentence Simplification: Survey and Benchmark. *Computational Linguistics*, 46(1), 135-187. https://doi.org/10.1162/coli_a_00370
- Baldassarri, S., Rubio, J. M., Azpiroz, M. G., & Cerezo, E. (2014). AraBoard: A Multiplatform Alternative and Augmentative Communication Tool. *Procedia Computer Science*, 27, 197-206. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2014.02.023>
- Baralis, E., Cagliero, L., Mahoto, N., & Fiori, A. (2013). GraphSum: Discovering correlations among multiple terms for graph-based summarization. *Information Sciences*, 249, 96-109. <https://doi.org/10.1016/j.ins.2013.06.046>
- Basiri, M. E., Nemati, S., Abdar, M., Cambria, E., & Acharya, U. R. (2021). ABCDM: An Attention-based Bidirectional CNN-RNN Deep Model for sentiment analysis. *Future Generation Computer Systems*, 115, 279-294. <https://doi.org/10.1016/j.future.2020.08.005>
- Bautista, S., Hervás, R., Hernández-Gil, A., Martínez-Díaz, C., Pascua, S., & Gervás, P. (2017). Aratraductor: text to pictogram translation using natural language processing techniques. *Proceedings of the XVIII International Conference on Human Computer Interaction*, 1-8. <https://doi.org/10.1145/3123818.3123825>
- Birjali, M., Kasri, M., & Beni-Hssane, A. (2021). A comprehensive survey on sentiment analysis: Approaches, challenges and trends. *Knowledge-Based Systems*, 226, 107134. <https://doi.org/10.1016/j.knosys.2021.107134>

- Bott, S., & Saggion, H. (2012). Automatic Simplification of Spanish Text for e-Accessibility (pp. 527-534). https://doi.org/10.1007/978-3-642-31522-0_79
- Chandrasekar, R., Doran, C., & Srinivas, B. (1996). Motivations and Methods for Text Simplification. COLING 1996 Volume 2: The 16th International Conference on Computational Linguistics. <https://aclanthology.org/C96-2183>
- Chen, L., & Nguyen, M. Le. (2019). Sentence Selective Neural Extractive Summarization with Reinforcement Learning. 2019 11th International Conference on Knowledge and Systems Engineering (KSE), 1-5. <https://doi.org/10.1109/KSE.2019.8919490>
- El-Kassas, W. S., Salama, C. R., Rafea, A. A., & Mohamed, H. K. (2021). Automatic text summarization: A comprehensive survey. *Expert Systems with Applications*, 165, 113679. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2020.113679>
- Espinosa-Zaragoza, I., Abreu-Salas, J., Lloret, E., Moreda, P., & Palomar, M. (2023). A Review of Research-Based Automatic Text Simplification Tools. In R. Mitkov & G. Angelova (Eds.), *Proceedings of the 14th International Conference on Recent Advances in Natural Language Processing* (pp. 321-330). INCOMA Ltd., Shoumen, Bulgaria. <https://aclanthology.org/2023.ranlp-1.36>
- Eugercios Suárez, G., Gutiérrez Merino, P., & Kaloyanova Popova, E. (2018). Análisis emocional para la inclusión digital. <http://hdl.handle.net/20.500.14352/20574>
- Francisco, V., & Gervás, P. (2013). EmoTag: An Approach to Automated Markup of Emotions in Texts. *Computational Intelligence*, 29(4), 680-721. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8640.2012.00438.x>
- Garay-Vitoria, N., & Abascal, J. (2006). Text prediction systems: a survey. *Universal Access in the Information Society*, 4(3), 188-203. <https://doi.org/10.1007/s10209-005-0005-9>
- Garcia, L. F., de Oliveira, L. C., & de Matos, D. M. (2016). Evaluating pictogram prediction in a location-aware augmentative and alternative communication system. *Assistive Technology*, 28(2), 83-92. <https://doi.org/10.1080/10400435.2015.1092181>
- García, P., Lleida, E., Castán, D., Marcos, J. M., & Romero, D. (2015). Context-Aware Communicator for All (pp. 426-437). https://doi.org/10.1007/978-3-319-20678-3_41
- Gil García, E. M. (2015). INTERacción comunicativa en mensajería instantánea bajo sistemas SAACs. <http://hdl.handle.net/20.500.14352/36495>
- Gil Moral, A. (2020). Termómetro emocional para medir la ira a partir de su fisiología. <http://hdl.handle.net/20.500.14352/9090>
- González Álvarez, S., & López Pulido, J. M. (2019). Traductor de pictogramas a texto. <http://hdl.handle.net/20.500.14352/15223>
- Guan, W., Smetannikov, I., & Tianxing, M. (2020). Survey on Automatic Text Summarization and Transformer Models Applicability. 2020 International Conference on Control, Robotics and Intelligent System, 176-184. <https://doi.org/10.1145/3437802.3437832>
- Gupta, V., & Lehal, G. S. (2010). A Survey of Text Summarization Extractive Techniques. *Journal of Emerging Technologies in Web Intelligence*, 2(3). <https://doi.org/10.4304/jetwi.2.3.258-268>
- Harper, S. (2007). Is there design-for-all? *Universal Access in the Information Society*, 6(1), 111-113. <https://doi.org/10.1007/s10209-007-0071-2>
- Hervás, R., Bautista, S., Méndez, G., Galván, P., & Gervás, P. (2020). Predictive composition of pictogram messages for users with autism. *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing*, 11(11), 5649-5664. <https://doi.org/10.1007/s12652-020-01925-z>
- Hervás, R., Francisco, V., Méndez, G., & Bautista, S. (2019). A User-Centred Methodology for the Development of Computer-Based Assistive Technologies for Individuals with Autism (pp. 85-106). https://doi.org/10.1007/978-3-030-29381-9_6
- Jiménez Corta, L. (2018). Herramienta de apoyo a la navegación web para personas con discapacidad. <http://hdl.handle.net/20.500.14352/20592>
- Lloret, E., & Palomar, M. (2012). Text summarisation in progress: a literature review. *Artificial Intelligence Review*, 37(1), 1-41. <https://doi.org/10.1007/s10462-011-9216-z>
- Lloret, E., Romá-Ferri, M. T., & Palomar, M. (2013). COMPENDIUM: A text summarization system for generating abstracts of research papers. *Data & Knowledge Engineering*, 88, 164-175. <https://doi.org/10.1016/j.datak.2013.08.005>
- Loncke, F. (2020). *Augmentative and alternative communication: Models and applications*. Plural publishing.
- López Gonzalo, C. (2019). Tablero de comunicación configurable basado en pictogramas. <http://hdl.handle.net/20.500.14352/15203>
- Mallick, C., Das, A. K., Dutta, M., Das, A. K., & Sarkar, A. (2019). Graph-Based Text Summarization Using Modified TextRank (pp. 137-146). https://doi.org/10.1007/978-981-13-0514-6_14

- Martín, A., Hervás, R., Méndez, G., & Bautista, S. (2018). PICTAR: Una herramienta de elaboración de contenido para personas con TEA basada en la traducción de texto a pictogramas. XIX International Conference on Human-Computer Interaction (Interacción 2018).
- Martín Berlanga, I., & García Hernández, P. (2019). Mejora de la comprensión lectora para la inclusión mediante figuras retóricas. <http://hdl.handle.net/20.500.14352/15189>
- Martín Guerrero, A. (2018). PICTAR: una herramienta de elaboración de contenido para personas con TEA basada en la traducción de texto a pictogramas. <http://hdl.handle.net/20.500.14352/19948>
- Miller, G. A. (1995). WordNet: a lexical database for English. *Communications of the ACM*, 38(11), 39-41. <https://doi.org/10.1145/219717.219748>
- Norré, M., Vandeghinste, V., Bouillon, P., & François, T. (2021). Extending a Text-to-Pictograph System to French and to Arasaac. In R. Mitkov & G. Angelova (Eds.), *Proceedings of the International Conference on Recent Advances in Natural Language Processing (RANLP 2021)* (pp. 1050-1059). INCOMA Ltd. <https://aclanthology.org/2021.ranlp-1.118>
- Poria, S., Cambria, E., Winterstein, G., & Huang, G.-B. (2014). Sentic patterns: Dependency-based rules for concept-level sentiment analysis. *Knowledge-Based Systems*, 69, 45-63. <https://doi.org/10.1016/j.knsys.2014.05.005>
- Qiang, J., Li, Y., Zhu, Y., Yuan, Y., Shi, Y., & Wu, X. (2021). LSBert: Lexical Simplification Based on BERT. *IEEE/ACM Transactions on Audio, Speech, and Language Processing*, 29, 3064-3076. <https://doi.org/10.1109/TASLP.2021.3111589>
- Rello, L., Bayarri, C., Görriz, A., Baeza-Yates, R., Gupta, S., Kanvinde, G., Saggion, H., Bott, S., Carlini, R., & Topac, V. (2013). DysWebxia 2.0!: more accessible text for people with dyslexia. *Proceedings of the 10th International Cross-Disciplinary Conference on Web Accessibility*, 1-2. <https://doi.org/10.1145/2461121.2461150>
- Rets, I., & Rogaten, J. (2021). To simplify or not? Facilitating English L2 users' comprehension and processing of open educational resources in English using text simplification. *Journal of Computer Assisted Learning*, 37(3), 705-717. <https://doi.org/10.1111/jcal.12517>
- Rudra, K., Goyal, P., Ganguly, N., Imran, M., & Mitra, P. (2019). Summarizing Situational Tweets in Crisis Scenarios: An Extractive-Abstractive Approach. *IEEE Transactions on Computational Social Systems*, 6(5), 981-993. <https://doi.org/10.1109/TCSS.2019.2937899>
- Saggion, H. (2017). *Automatic Text Simplification*. Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-031-02166-4>
- Sevilla, A. F. G., Fernandez-Isabel, A., & Diaz, A. (2016). Grafeno: Semantic graph extraction and operation. 2016 Eleventh International Conference on Digital Information Management (ICDIM), 133-138. <https://doi.org/10.1109/ICDIM.2016.7829770>
- Syriopoulou-Delli, C. K., & Eleni, G. (2022). Effectiveness of Different Types of Augmentative and Alternative Communication (AAC) in Improving Communication Skills and in Enhancing the Vocabulary of Children with ASD: a Review. *Review Journal of Autism and Developmental Disorders*, 9(4), 493-506. <https://doi.org/10.1007/s40489-021-00269-4>
- Vajjala, S., & Lucic, I. (2018). OneStopEnglish corpus: A new corpus for automatic readability assessment and text simplification. *Proceedings of the Thirteenth Workshop on Innovative Use of NLP for Building Educational Applications*, 297-304. <https://doi.org/10.18653/v1/W18-0535>
- Yadav, A., & Vishwakarma, D. K. (2020). Sentiment analysis using deep learning architectures: a review. *Artificial Intelligence Review*, 53(6), 4335-4385. <https://doi.org/10.1007/s10462-019-09794-5>
- Zhang, X., Zhao, H., Zhang, K., & Zhang, Y. (2020). SEMA: Text Simplification Evaluation through Semantic Alignment. In E. YANG, E. XUN, B. ZHANG, & G. RAO (Eds.), *Proceedings of the 6th Workshop on Natural Language Processing Techniques for Educational Applications* (pp. 121-128). Association for Computational Linguistics. <https://aclanthology.org/2020.nlp-tea-1.17>
- Zunic, A., Corcoran, P., & Spasic, I. (2020). Sentiment Analysis in Health and Well-Being: Systematic Review. *JMIR Medical Informatics*, 8(1), e16023. <https://doi.org/10.2196/16023>

Sección Especial: Jornadas HCI 2023

Editorial Jornadas HCI 2023

Las Jornadas Iberoamericanas de Interacción Humano-Computadora son un evento que surgió en 2015 en el campo de la Interacción Persona-Ordenador. El evento ha ido creciendo, contando cada vez más con la participación de otros investigadores de Latinoamérica y la Península Ibérica. Las Jornadas están organizadas anualmente por la Red HCI-Collab. Desde su primera edición, las conferencias se han realizado en Colombia, México, Perú, Brasil y Cuba.

En 2023, las jornadas se llevaron a cabo de manera híbrida en Argentina, celebrando las IX Jornadas Iberoamericanas de Interacción Humano-Computadora en la ciudad de La Matanza, provincia de Buenos Aires. La Universidad Nacional de La Matanza fue la encargada de organizarlas, bajo el tema central "Transversalidad de la Interacción Persona-Computadora: impacto en múltiples disciplinas".

Con gran alegría, recibimos nuevamente la invitación de la revista para ampliar una selección de artículos aceptados y presentados en el evento. Presentamos así un número especial con artículos de diferentes áreas de la Interacción Persona-Ordenador, involucrando a investigadores de diversos países. Son tres artículos extendidos que pasaron por un riguroso proceso de evaluación y aprobación. El tema central de esta edición se concentra en la accesibilidad e inclusión digital.

El artículo "Desarrollo de Prototipos de Pantallas de Juegos para Niños Autistas: Un Enfoque Colaborativo con una Psicopedagoga Especializada" tiene como objetivo crear juegos digitales que apoyen el desarrollo de habilidades específicas para niños con Trastorno del Espectro Autista (TEA). La colaboración entre profesionales de tecnología y psicopedagogía permite identificar desafíos específicos y adaptar los juegos a las necesidades individuales de los niños, promoviendo la inclusión clínica y el aprendizaje de manera personalizada y eficaz. La metodología implica la prototipación iterativa, ajustes basados en retroalimentación especializada y un enfoque en la usabilidad y personalización de los juegos.

El artículo "Incorporación de Metadatos de Preservación en un Repositorio Digital Accesible y Personalizado" trata sobre la integración de metadatos de preservación, específicamente los metadatos PREMIS, en un repositorio digital accesible y personalizado. Se describe la implementación de estos metadatos en el Repositorio de Objetos de Aprendizaje Accesible y Personalizado (ROAAP) y se evalúa su

efectividad a través de encuestas dirigidas a los usuarios del repositorio. Los resultados preliminares muestran una recepción positiva, destacando la utilidad y la relevancia de los metadatos PREMIS para la gestión y preservación de recursos digitales.

Finalmente, el artículo "La accesibilidad en los Entornos Virtuales de Aprendizaje: estrategias para la inclusión en la Educación a Distancia" aborda la accesibilidad en los entornos virtuales de aprendizaje (EVA) en la educación a distancia (EAD). Examina los desafíos de motivación, validación del aprendizaje remoto y accesibilidad en los contenidos pedagógicos. A través de una revisión de la literatura, propone estrategias para mejorar la inclusión en la EAD, destacando la importancia de involucrar y motivar a los alumnos, proporcionar apoyo individualizado, eliminar barreras de accesibilidad y desarrollar estrategias pedagógicas eficaces para mejorar la calidad de la educación a distancia.

Después de presentar el tema de cada artículo, queremos agradecer a César Collazos por su entusiasmo, capacidad de logro y por unir a las personas en un propósito común: las Jornadas Iberoamericanas de Interacción Humano-Ordenador y la red HCI-Collab. También queremos agradecer a las editoras de esta revista por la oportunidad de publicar esta Sección Especial con artículos seleccionados de las IX Jornadas Iberoamericanas de Interacción Humano-Computadora. Asimismo, agradecemos a los autores por su esfuerzo en ampliar sus artículos y cumplir con los requerimientos de la revista en muy corto tiempo. Por último, queremos dar un agradecimiento especial a los revisores que aceptaron el reto de realizar su trabajo en poco tiempo, pero con gran calidad.

Valéria Farinazzo Martins

Ana Grasielle Dionísio Correa

Editoras invitadas

Desarrollo de Prototipos de Pantallas de Juegos para Niños Autistas: un Enfoque Colaborativo con una Psicopedagoga Especializada

Development of Game Screen Prototypes for Autistic Children: A Collaborative Approach with a Specialized Psychopedagogue

Bruno da Silva Rodrigues

Faculdade de Computação e Informática
Univ. Presbiteriana Mackenzie
São Paulo, Brasil
bruno.rodrigues@mackenzie.br

Leandro Pupo Natale

Faculdade de Computação e Informática
Univ. Presbiteriana Mackenzie
São Paulo, Brasil
leandro.natale@mackenzie.br

Ana Grasielle D. Correa

Pós-Graduação em Computação
Aplicada/Pós- Graduação em Distúrbios
do Desenvolvimento
Univ. Presbiteriana Mackenzie
São Paulo, Brasil
ana.correa@mackenzie.br

Recibido: 13.02.2024 | Aceptado: 04.06.2024

Palabras Clave

TEA
Interacción persona-computadora
Desarrollo infantil
Juegos serios

Resumen

El trastorno del espectro autista (TEA) es una afección neurológica que afecta el desarrollo infantil, lo que genera importantes desafíos en la comunicación, la interacción social y el comportamiento. Los niños autistas exigen enfoques pedagógicos y terapéuticos adaptados a sus necesidades individuales.

En este sentido, el uso de dispositivos digitales, como las tabletas, se perfila como una herramienta prometedora para apoyar el aprendizaje de los niños autistas. Este artículo explora la colaboración entre profesionales de la tecnología y un psicopedagogo especializado en niños autistas, identificando desafíos e iniciando el desarrollo de juegos dirigidos a promover habilidades específicas con TEA. Al explorar la intersección entre la psicopedagogía, los principios de la interacción persona-computadora (HCI) y las necesidades únicas de los niños autistas, este proyecto presenta el prototipo de una solución iterativa e innovadora para mejorar el proceso de aprendizaje y la inclusión clínica.

Keywords

Autism spectrum disorder
Human-Computer Interaction
Childhood development
Serious games

Abstract

Autism spectrum disorder (ASD) is a neurological condition that affects childhood development, resulting in significant challenges in communication, social interaction and behavior. Autistic children demand pedagogical and therapeutic approaches adapted to their individual needs.

In this sense, the use of digital devices, such as tablets, has emerged as a promising tool to support the learning of autistic children. This article explores the collaboration between technology professionals and a psychopedagogue specializing in autistic children, identifying challenges and initiating the development of games aimed at promoting specific skills with ASD. By exploring the intersection between psychopedagogy, principles of Human-Computer Interaction (HCI) and the unique needs of autistic children, this project presents the prototyping of an iterative, innovative solution to enhance the learning process and clinical inclusion.

1. Introducción

El trastorno del espectro autista (TEA) es una condición neurológica que afecta el desarrollo infantil, manifestándose en desafíos significativos en la comunicación, interacción social y comportamiento (Hodges et al 2020). Los niños autistas a menudo enfrentan obstáculos específicos en su proceso de aprendizaje e inclusión social, lo que demanda enfoques pedagógicos y terapéuticos adaptados a sus necesidades individuales (Williams & First, 2013; Ferreira-Vasquez & Lamônica, 2022).

En el entorno clínico, los profesionales de la psicopedagogía han desempeñado un papel importante en la identificación e intervención temprana en relación con las dificultades que enfrentan los niños autistas (Adkins, 2022). Sin embargo, las estrategias tradicionales a menudo enfrentan limitaciones en la promoción del compromiso y desarrollo de estos jóvenes pacientes.

La literatura destaca la importancia de enfoques innovadores y tecnológicos para apoyar el aprendizaje y la interacción de niños autistas (Paquet et al, 2022; Jaramillo-Alcázar et al, 2022). El uso de dispositivos digitales, como las tabletas, ha surgido como una herramienta prometedora, proporcionando una interfaz interactiva y personalizada para satisfacer las necesidades específicas de estos niños (Hourcade, 2012). Sin embargo, es crucial que estas soluciones sean desarrolladas en estrecha colaboración con profesionales especializados, a fin de garantizar la eficacia y la adecuación a los desafíos enfrentados por este público.

Este artículo aborda la colaboración entre profesionales de tecnología y una psicopedagoga especializada en niños autistas. A partir de las reuniones realizadas con la psicopedagoga, se identificaron desafíos específicos enfrentados por los niños atendidos en su rutina clínica, y, a partir de esta comprensión, a través del proceso de diseño de juegos, se inició el proceso de desarrollo de juegos destinados a promover habilidades específicas en niños autistas.

Al explorar la intersección entre la psicopedagogía, los principios de Interacción Humano-Computadora (IHC) y las necesidades únicas de los niños autistas, se buscó contribuir a la creación de soluciones innovadoras que puedan potenciar el proceso de aprendizaje e inclusión de estos niños en el contexto clínico. Por lo tanto, este proyecto tiene por objetivo presentar una plataforma para desarrollo de juegos serios para apoyo en el tratamiento de personas con TEA. Esa plataforma está compuesta por funcionalidades que permiten implementar distintos aspectos en un juego como monitoreo de las acciones del jugador por parte de sus terapeutas, cambiar el estilo de juego, dificultad y paleta de colores, e de así de esta manera traer una mejor experiencia al jugador en su tratamiento, y sus terapeutas.

El campo de la IHC nos permite incorporar principios ergonómicos, de usabilidad y diseño centrado en el usuario. La prototipación iterativa, una práctica común en IHC, permite evaluar continuamente la eficacia y aceptabilidad de las soluciones propuestas, garantizando que las interfaces sean intuitivas y adaptadas a las características individuales de los niños autistas. De esta manera, nuestro enfoque busca no solo satisfacer las demandas clínicas, sino también integrar las mejores prácticas de la IHC para la creación de soluciones innovadoras capaces de potenciar el proceso de aprendizaje e inclusión de estos jóvenes en el contexto clínico.

2. Revisión de la Literatura

2.1 Autismo y desarrollo infantil

El TEA es una condición compleja y heterogénea que afecta el desarrollo neurológico, social y conductual de los niños. Según se define en el Manual Diagnóstico y Estadístico de los Trastornos Mentales (DSM-5), el autismo se manifiesta por déficits persistentes en la comunicación e interacción social, junto con patrones restringidos y repetitivos de comportamiento, intereses o actividades (Hodges et al, 2020; Posar & Visconti, 2023; Scheeren et al, 2020).

El desarrollo infantil está marcado por una serie de hitos importantes, como la adquisición del lenguaje, habilidades sociales y emocionales. Los niños autistas a menudo presentan retrasos o diferencias significativas en estas áreas (Iles, 2020). La comunicación, por ejemplo, puede ser desafiante debido a la dificultad para entender señales sociales, expresiones faciales y lenguaje no verbal (Khasawneh, 2023).

Además, las interacciones sociales a menudo se perciben como complejas, lo que conduce a dificultades para establecer amistades y comprender matices en las relaciones interpersonales (Scheeren et al, 2020). El comportamiento repetitivo e intereses restringidos pueden limitar la variedad de actividades en las que se involucran los niños autistas, impactando directamente en su diversidad de experiencias y aprendizaje (American, 2013).

Por lo tanto, es importante comprender la variabilidad dentro del espectro autista, reconociendo que cada niño posee características únicas y enfrenta desafíos específicos. Esta comprensión diferenciada es fundamental para el desarrollo de intervenciones eficaces y personalizadas, considerando las necesidades específicas de cada individuo.

2.2 Intervención Psicopedagógica en el Contexto de Niños Autistas

Las intervenciones psicopedagógicas desempeñan un papel crucial en la promoción del desarrollo de niños autistas. El enfoque psicopedagógico busca comprender las especificidades del funcionamiento cognitivo, emocional y social de los niños

autistas, buscando estrategias que favorezcan el aprendizaje y la inclusión (Silveira, 2020). Se han empleado diversos métodos y técnicas para satisfacer las necesidades educativas de estos niños, considerando las especificidades del espectro autista (Cavalcante et al, 2023).

Las intervenciones basadas en Análisis del Comportamiento Aplicado (ABA) han sido ampliamente utilizadas, enfatizando la modificación de comportamientos a través de refuerzo positivo (Camargo & Rispoli, 2013). La ABA busca identificar y reforzar comportamientos deseados, promoviendo la generalización de habilidades para la vida diaria. Además, la Intervención Precoz Intensiva (IPI) se destaca por su enfoque intensivo e individualizado, con el objetivo de estimular el desarrollo global del niño autista desde edades tempranas (Cavalcante et al, 2023).

Sin embargo, es esencial reconocer la importancia de la personalización de los enfoques psicopedagógicos para satisfacer las necesidades únicas de cada niño autista. La adaptación de estrategias, considerando el perfil cognitivo, sensorial y comunicativo de cada individuo, puede potenciar significativamente los resultados. En este contexto, la integración de tecnologías, como tabletas, puede complementar y enriquecer las prácticas psicopedagógicas, ofreciendo un enfoque más dinámico, interactivo y adaptable.

2.3 Tecnología (Tablet) y Autismo

Como ya se ha discutido, las intervenciones personalizadas desempeñan un papel fundamental en el apoyo al desarrollo de niños autistas. De esta manera, el uso de tecnologías como tabletas ofrece una plataforma versátil para la creación de actividades y juegos adaptados a las necesidades individuales de cada niño autista (Paquet et al, 2022).

La literatura ha reconocido los beneficios sustanciales de este enfoque, ofreciendo nuevas posibilidades para mejorar habilidades cognitivas, sociales y comunicativas específicas del espectro autista. La interfaz intuitiva, la variedad de juegos y aplicaciones educativas, y la capacidad de personalización son características clave que hacen que las tabletas sean instrumentos valiosos en la educación e intervención de niños con TEA (Grynszpan et al, 2014).

Con la popularización de las interfaces móviles como las tabletas, la aplicación de juegos móviles orientados al desarrollo de habilidades sociales y comunicativas ha demostrado ser eficaz, proporcionando un entorno controlado y adaptable para la práctica de estas competencias (Houcade, 2012). Además, la flexibilidad de estas plataformas permite la personalización de las actividades propuestas en los juegos, ajustándolas según las necesidades individuales de cada niño autista, promoviendo una intervención más eficaz y centrada en el usuario.

Al desarrollar juegos personalizables, es posible considerar las preferencias, habilidades y desafíos específicos de cada niño autista, lo que proporciona una intervención más eficaz y centrada en el individuo (Jaramillo-Alcázar et al, 2022). La flexibilidad ofrecida por estas tecnologías permite ajustar la complejidad de las tareas, los estímulos visuales y auditivos, además de incorporar elementos que puedan motivar y comprometer al niño de manera única. Esta aproximación personalizada no solo satisface las demandas singulares del espectro autista, sino que también promueve una experiencia de aprendizaje más inclusiva, respetando la diversidad de características y ritmos de desarrollo presentes en este público.

Es importante destacar que, aunque las tabletas ofrecen beneficios significativos, la implementación efectiva de estas tecnologías requiere un enfoque colaborativo entre profesionales de la tecnología y especialistas en educación y psicopedagogía. La comprensión de las necesidades específicas de los niños autistas, junto con los principios de la Interacción Humano-Computador, es fundamental para garantizar que las tecnologías desarrolladas sean verdaderamente inclusivas y promotoras del bienestar de estos niños.

2.4 Desarrollo de juegos para niños autistas: un enfoque colaborativo

El proceso de diseño de juegos es esencial para la creación de experiencias interactivas significativas, especialmente en el contexto de los juegos móviles, y, en este contexto, a través del uso de tabletas como interfaz. Este proceso es inherentemente multidisciplinario y requiere la participación de diferentes profesionales, quienes estarán involucrados en la concepción, planificación e implementación de elementos que componen la estructura del juego, incluyendo mecánicas de juego, narrativa, gráficos e interacción (Roger, 2014). De esta manera, en el ámbito del desarrollo de juegos dirigidos a niños autistas, el diseño de juegos desempeña un papel crucial en la adaptación y personalización de las experiencias, considerando las necesidades específicas identificadas durante las reuniones con profesionales especializados (Adams, 2014).

Durante el proceso de colaboración entre los expertos en tecnología y los expertos en el tratamiento de niños del espectro autista, el proceso de diseño de juegos se convierte en una herramienta poderosa para abordar los desafíos enfrentados por esta población. Esta comprensión más detallada sirvió como base para la elaboración y mejora de la mecánica de juego más apropiada, la identificación y construcción de los elementos gráficos específicos, y también el detalle de cómo deberían ser construidas las interacciones jugador-juego y juego-profesional especializado.

Por lo tanto, la integración entre profesionales de tecnología y psicopedagogos especializados, junto con el proceso de diseño de juegos, ofrece un enfoque innovador para el desarrollo de

juegos móviles dirigidos a niños autistas. Esta colaboración permite la creación de experiencias personalizadas, adaptadas a las necesidades únicas de esta población, con el objetivo no solo de brindar diversión, sino también de estimular y mejorar habilidades específicas de manera terapéutica.

3. Metodología

El desarrollo de juegos dirigidos a niños autistas requiere un enfoque metodológico robusto y sensible que combine los principios tecnológicos avanzados con una comprensión profunda de las necesidades psicopedagógicas de esta población. Este capítulo está dedicado a la exposición detallada de la metodología adoptada durante el proceso de creación e implementación de un juego móvil. Con el fin de alcanzar los objetivos propuestos, nuestra metodología se basa en la sinergia entre la experiencia técnica de los profesionales de tecnología y la experiencia clínica de la psicopedagoga, alineando métodos innovadores con el contexto terapéutico específico.

A lo largo de este capítulo, se presentará el cuidadoso delineamiento de las etapas del proceso metodológico utilizado, desde la identificación de las necesidades de los niños autistas hasta la implementación práctica de las soluciones propuestas. Se utilizó como base para la metodología adoptada el proceso de diseño de juegos para garantizar no solo el correcto desarrollo de un juego, sino también su eficacia terapéutica. A continuación, se presentarán las fases clave de la metodología, proporcionando una visión integral y clara del camino recorrido en la búsqueda de soluciones innovadoras en el campo de la intervención psicopedagógica a través de juegos móviles.

3.1 Colaboración con Psicopedagoga

Con el objetivo de atender la demanda de crear juegos y actividades personalizables para niños autistas, nuestro equipo estableció una colaboración estrecha con una psicopedagoga con más de 5 años de experiencia en el tratamiento clínico de niños autistas en una red especializada. El objetivo principal de estas interacciones fue comprender las necesidades específicas de los niños atendidos por ella, con el fin de desarrollar propuestas de actividades y juegos digitales adaptables y efectivos.

Se llevaron a cabo tres reuniones semanales, cada una con una duración de una hora, para proporcionar un espacio de diálogo y colaboración entre el equipo multidisciplinario. Los participantes incluyeron a la psicopedagoga, un investigador experimentado en el diseño de juegos serios, un investigador con experiencia en IHC y dos estudiantes, uno del curso de Diseño de Juegos y otro de Ciencias de la Computación. La diversidad de conocimientos y perspectivas contribuyó a un enfoque holístico en la comprensión de las demandas clínicas y en el desarrollo de una solución innovadora.

A lo largo de estas reuniones, se discutieron y definieron los requisitos esenciales para las actividades propuestas. La psicopedagoga aportó ideas valiosas sobre las preferencias, desafíos y características individuales de los niños atendidos, mientras que los investigadores proporcionaron orientación especializada en la integración de estos requisitos con las mejores prácticas de diseño de juegos e IHC. Esta colaboración facilitó la elaboración de una especificación detallada para orientar el desarrollo de los prototipos.

Después de la definición de los requisitos, nuestro equipo procedió a la elaboración de los prototipos de pantallas. Estos prototipos fueron sometidos a una evaluación inicial por parte de la psicopedagoga, quien proporcionó retroalimentación valiosa y sugerencias de ajustes. Para esta evaluación, se invitó a los terapeutas a simular el uso de las funciones, explorando sus opciones en función de su experiencia con niños con TEA. Se llevó a cabo una nueva ronda de modificaciones, incorporando las recomendaciones de la especialista. La segunda versión de los prototipos fue nuevamente presentada y evaluada, cerrando el ciclo iterativo de retroalimentación y refinamiento.

El resultado de estas reuniones y del proceso iterativo fue la creación de prototipos de pantallas de juegos que satisfacían de manera más precisa las necesidades específicas de los niños autistas atendidos por la psicopedagoga. Esta aproximación colaborativa e iterativa demostró ser efectiva en la creación de soluciones personalizadas y adaptables, alineadas con las demandas clínicas y las mejores prácticas en diseño de juegos e IHC. Así, además de alinearse con las demandas clínicas, el estudio de desarrollo de este proyecto permitió al equipo tener una visión amplia sobre la creación de sistemas inclusivos y adaptativos, que puedan contribuir no solo a los niños con TEA, sino al público en general.

A continuación, presentamos los requisitos generados a partir de las interacciones del equipo.

3.2 Identificación de Requisitos y Funcionalidades

El objetivo identificado fue la creación de juegos que: (a) proporcionen un ambiente lúdico y educativo para niños autistas; b) ayudar a los niños a desarrollar habilidades de selección e interacción con elementos comunes a su repertorio e intereses; c) permite el control, gestión y recopilación de datos de los jugadores para ayudar en los análisis clínicos de los terapeutas durante el tratamiento; d) permitir a los terapeutas personalizar el juego según las necesidades individuales de cada niño, identificadas principalmente a partir de los requisitos anteriores.

De esta manera, los actores principales fueron identificados como los jugadores, es decir, los niños de alto espectro que participan en el tratamiento, y los terapeutas, que no

desempeñan el papel de jugadores en sí, pero tienen una interacción necesaria para ajustar algunas situaciones. de los aspectos mecánicos del juego según cada niño.

Mecánica del juego

La propuesta brinda la flexibilidad de elegir entre diferentes tipos de juegos, cada uno con enfoques diferentes, pero todos compartiendo la misma mecánica fundamental de recolectar elementos en la pantalla. Este enfoque apunta no sólo a diversificar las opciones disponibles, sino también a garantizar que la mecánica central de los juegos sea intuitiva y accesible, promoviendo la participación y el compromiso de los niños autistas en el proceso terapéutico.

Los elementos aparecen en pantalla según los ajustes de direccionalidad y velocidad estipulados por los terapeutas, siguiendo patrones específicos, como de arriba a abajo, de izquierda a derecha, entre otros. Estas personalizaciones reflejan un enfoque cuidadoso, brindando a los terapeutas la capacidad de ajustar la dinámica del juego a las necesidades individuales de cada niño.

Al interactuar con el juego, se desafía al niño a "tocar" los elementos correspondientes al tipo seleccionado. Cada toque correcto se registra en función de la precisión de la región del objeto, generando puntuaciones de acierto y error. La presentación de esta información al niño se ajusta según los parámetros determinados por el terapeuta, lo que permite una cuidadosa personalización de la experiencia terapéutica.

Por lo tanto, este enfoque detallado no sólo garantiza una adaptación precisa de la experiencia, maximizando la eficacia terapéutica, sino que también preserva la diversidad y flexibilidad esenciales para satisfacer una amplia gama de perfiles y preferencias individuales.

La selección de temas permite a los terapeutas elegir el tipo específico de elemento que se presentará. Las opciones incluyen números, letras, animales, frutas, planetas, colores, dinosaurios y personajes preferidos por los niños (cabe señalar que el enfoque propuesto no pretende abordar cuestiones relacionadas con los derechos de autor relacionados con los personajes que se pueden utilizar, esto es (hasta de cada terapeuta como administrador del tratamiento), brindando una variedad que se alinea con las preferencias e intereses individuales de los niños autistas en tratamiento.

Ajustar el nivel de dificultad es una característica clave que brinda a los terapeutas la flexibilidad de personalizar la experiencia de juego según las necesidades de cada niño. La posibilidad de especificar el número de ítems que se muestran simultáneamente en pantalla ofrece una escala que varía desde fácil, con pocos ítems, hasta difícil, con mayor número de elementos, adaptándose así a los avances y retos individuales de cada niño.

La personalización del contraste es un aspecto importante de la experiencia, ya que permite a los terapeutas cambiar la intensidad entre el fondo y las imágenes del elemento. Esta flexibilidad tiene como objetivo adaptarse a las preferencias visuales específicas de cada niño, garantizando un entorno de juego adaptado y cómodo. En cuanto a la direccionalidad, los terapeutas tienen la posibilidad de elegir la dirección en la que aparecen los elementos en la pantalla. Ya sea de arriba hacia abajo, de abajo hacia arriba, de izquierda a derecha o de derecha a izquierda, esta personalización proporciona un enfoque que se ajusta a las necesidades y preferencias individuales de los niños, creando un ambiente de juego altamente adaptable y terapéuticamente efectivo.

La paleta de colores se puede personalizar para adaptarse a las preferencias y necesidades individuales de cada niño. La elección de los colores tiene en cuenta diferentes sensibilidades, permitiendo ajustes que van desde tonos más suaves hasta colores más vibrantes. Esta flexibilidad se integra como parte de la configuración de personalización, lo que garantiza que la paleta de colores se adapte a las preferencias específicas de cada niño y sus terapeutas.

Por ello, la elección de una paleta de colores para el juego dirigido a niños autistas debe tener en cuenta la sencillez, el contraste cromático y la accesibilidad, recomendando:

1. Fondo:
 - 1.1. Fondo blanco o tonos suaves de azul claro: proporciona un fondo neutro y no intrusivo, lo que hace que los elementos del juego sean más visibles.
2. Elementos seleccionables:
 - 2.1. Colores vibrantes: pero no demasiado brillantes, para elementos seleccionables como números, letras, animales, frutas, planetas, colores o personajes. Colores como el rojo, amarillo, azul, verde y naranja pueden resultar atractivos y fáciles de identificar.
3. Resaltando elementos seleccionados:
 - 3.1. Contorno oscuro o fondo ligeramente oscuro: al seleccionar un elemento, puede resultar útil resaltarlo con un contorno o una sombra ligeramente oscura para indicar la selección. Esto proporciona una respuesta visual clara.
 - 3.2. Animación: al seleccionar un elemento, puede resultar útil resaltarlo con una pequeña animación, como sacudirlo o aumentar su tamaño.
4. Texto e instrucciones:
 - 4.1. Texto en negro o azul oscuro: para garantizar una alta legibilidad sobre un fondo claro.
5. Botones de configuración:

- 5.1. Colores de botones claros e íconos intuitivos: para los botones de configuración y personalización, use colores claros, como tonos grises claros, e íconos intuitivos que representen sus funciones, como un ícono de altavoz para ajustar el sonido o un ícono de engranaje para configuraciones generales.

6. *Feedback* Visual:

- 6.1. Colores de *feedback* simples: use colores de retroalimentación visual, como verde para acciones correctas y rojo para errores, de una manera simple y clara.

La personalización del audio es una característica importante del juego, brindando a los terapeutas la capacidad de desactivar o ajustar el volumen de los sonidos según las necesidades individuales de los niños en tratamiento. El control del volumen global de los sonidos permite que los terapeutas ajusten el nivel para hacerlo cómodo o los desactiven por completo, ofreciendo una experiencia auditiva adaptada.

La retroalimentación sonora es otra dimensión ajustable, otorgando a los terapeutas la habilidad de activar o desactivar los sonidos que acompañan las acciones en el juego. Estos sonidos pueden incluir recompensas para acciones correctas y alertas para errores, garantizando una experiencia auditiva que se alinea con los objetivos terapéuticos. Esta personalización no solo respeta las preferencias individuales de los niños, sino que también contribuye a la eficacia de la retroalimentación terapéutica durante la interacción en el juego.

La capacidad de activar o desactivar consejos durante el juego es una funcionalidad adicional, permitiendo a los terapeutas personalizar la orientación proporcionada al niño. Los consejos, presentados de manera contextual, pueden incluir palabras o comandos verbales, como "aprieta" o "toca", acompañados o no por animaciones. Esta personalización tiene como objetivo adaptar la experiencia de juego según la necesidad de orientación de cada niño, promoviendo un ambiente terapéutico personalizado e inclusivo.

Flujo de interacción

1. Inicio del juego:

1.1. Pantalla de bienvenida:

- 1.1.1. Al abrir el juego, muestra una pantalla de bienvenida con un diseño atractivo y apto para niños. Incluye elementos visuales relacionados con la temática del juego para crear un ambiente acogedor.

1.2. Botón de "inicio":

- 1.2.1. Incluya un botón de inicio claro y visible en el centro de la pantalla de bienvenida. El texto del botón puede ser simple, como "Jugar" o "Iniciar juego".

1.3. Instrucciones simples:

- 1.3.1. Proporcione instrucciones visuales sencillas sobre cómo iniciar el juego. Esto podría incluir una flecha que apunte al botón "Inicio" o un texto explicativo como "Toca aquí para comenzar".

1.4. Personalización inicial:

- 1.4.1. Si el juego permite personalización (elegir tipo de elemento, nivel de dificultad, contraste, etc.), incluye estas opciones en la pantalla de inicio. Esto permite a los terapeutas o padres configurar el juego según las necesidades del niño antes de comenzar.

2. Fin del juego:

2.1. Conclusión del Objetivo:

- 2.1.1. Cuando el niño logre el objetivo del juego (por ejemplo, seleccionar una cierta cantidad de elementos o alcanzar una puntuación específica), muestre un mensaje de finalización o felicitaciones en la pantalla.

2.2. *Feedback* Positivo:

- 2.2.1. Incluya comentarios positivos, como animaciones felices, sonidos de celebración o elogios verbales para reforzar el éxito del niño y crear una experiencia gratificante.

2.3. Botón "Reiniciar" o "Salir":

- 2.3.1. Ofrece la opción de reiniciar el juego o salir al menú principal (pantalla de inicio). Utilice botones con etiquetas claras e íconos intuitivos, como una flecha para regresar al menú principal.

2.4. Registro de puntuación:

- 2.4.1. Si el juego realiza un seguimiento de las puntuaciones, muestre la puntuación final del niño en la pantalla de finalización del juego. Esto permite a los terapeutas o padres realizar un seguimiento del progreso.

2.5. Opción de repetición:

- 2.5.1. Si el niño quiere volver a jugar, incluya un botón de repetición en la pantalla final. Esto hace que sea más fácil reiniciar el juego.

2.6. Volver al menú principal:

- 2.6.1. Proporcionar una opción para regresar al menú principal del juego para que el niño pueda elegir jugar otro nivel o ajustar la configuración.

La plataforma del juego es una consideración central, ya que se desarrolló específicamente para tabletas y garantiza la compatibilidad con sistemas operativos ampliamente

utilizados, como iOS y Android. Este enfoque tiene como objetivo maximizar la accesibilidad y disponibilidad del juego para los niños autistas proporcionando una experiencia consistente en todas las plataformas populares.

La usabilidad es una prioridad en el diseño del juego, con la interfaz diseñada para ser intuitiva y amigable para los niños autistas. Los elementos visuales claros y la interacción simplificada son esenciales, evitando distractores que puedan impactar negativamente la experiencia. Ejemplos de distractores que se deben evitar incluyen la sobrecarga visual, sonidos fuertes y repetitivos, tiempo limitado, instrucciones ambiguas e interrupciones frecuentes como anuncios o notificaciones emergentes. La organización visual de la pantalla y la jerarquía clara facilitan la interacción, mientras que se proporciona información visual clara para indicar las acciones correctas.

Tipografía del texto:

La elección del tipo y tamaño de fuente para botones, etiquetas y puntas debe priorizar la legibilidad y la claridad, especialmente para los niños autistas. Recomendaciones:

1. Botones:
 - 1.1. Tipo de fuente: una fuente sans-serif simple y legible, como Arial, Helvetica o Verdana. Estas fuentes son limpias y fáciles de leer.
 - 1.2. Tamaño de fuente: se recomienda un tamaño de fuente mayor para facilitar la interacción (ajustable según el tamaño de la pantalla). Un tamaño de fuente entre 20 y 30 puntos puede ser apropiado según el tamaño del dispositivo y la resolución de la pantalla.
2. Labels (Etiquetas):
 - 2.1. Tipo de fuente: la fuente de las etiquetas debe ser coherente con la utilizada en los botones para mantener una estética coherente y legibilidad. Se debe utilizar la misma fuente sans-serif simple.
 - 2.2. Tamaño de fuente: el tamaño de fuente de las etiquetas puede ser ligeramente más pequeño que el utilizado para los botones. Un tamaño de fuente entre 16 y 24 puntos puede ser adecuado.
3. Tips:
 - 3.1. Tipo de fuente: aquí es importante utilizar una fuente muy legible. Además de las fuentes sans-serif mencionadas anteriormente, puedes considerar fuentes con letras mayúsculas y minúsculas claras, como "OpenDyslexic" o "Sassoon".
 - 3.2. Tamaño de letra: los consejos deben tener un tamaño de letra que sea cómodo para una lectura rápida y de fácil asimilación, dependiendo del

tamaño de la pantalla. Puede ser apropiado un tamaño de fuente entre 16 y 20 puntos.

4. Resultados y Discusiones

4.1 Desarrollo de prototipos

En este tema se presenta el desarrollo del prototipo construido y parte del proceso de diseño del juego realizado luego de definir los requisitos presentados en los temas anteriores. También se presentarán las herramientas técnicas fundamentales y la estrategia de implementación adoptada para lograr resultados eficientes.

Para realizar el prototipado del juego propuesto en este trabajo se utilizó la plataforma Figma, que permite la creación de prototipos interactivos y navegables. La estrategia de implementación juega un papel crucial, ya que va más allá de la mera concepción de las pantallas, abarcando la integración cohesiva y funcional de estos elementos. El resultado no sólo es una eficacia terapéutica mejorada, sino también una experiencia interactiva refinada, especialmente adaptada a las necesidades de los niños autistas.

El primer prototipo desarrollado fue la pantalla inicial del juego, donde se definieron los elementos visuales para crear una identidad para el juego. En la figura 1 tenemos la pantalla inicial del juego desarrollado.



Figura 1: Pantalla de inicio del juego.

Para cumplir con el requisito de flexibilidad en la elección entre diferentes elementos del juego, se diseñó un prototipo navegable donde diferentes opciones de juego permiten la elección de diferentes elementos. La elección de estos elementos permite al terapeuta personalizar el juego en función de las preferencias y necesidades específicas de cada niño, sin embargo, esta personalización no modifica la mecánica fundamental del juego de recoger elementos en pantalla.

Al iniciar el juego, el niño será dirigido a la pantalla que se muestra en la figura 2. En esta pantalla donde se produce la interacción, es posible identificar que se anima/desafía al niño

a tocar elementos específicos (representado por el círculo rojo) presentado en la pantalla, donde cada toque se registra con precisión, generando registro de aciertos y fallas. Los puntos de aciertos y errores son visibles en la esquina superior izquierda, lo que proporciona al niño y al terapeuta información visual inmediata sobre el desarrollo del niño mientras el juego.

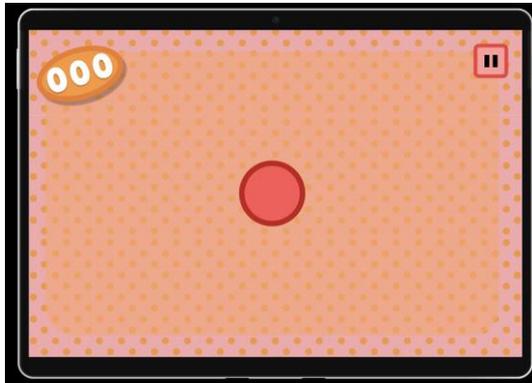


Figura 2: Ejecución del juego, donde el jugador debe “tocar” formas geométricas.

En la figura 3 se demuestra cómo los terapeutas pueden personalizar fácilmente la experiencia del jugador a por medio de la configuración de tema, nivel, audio, pantalla y opciones. Adicionalmente se presenta en la figura 3 el prototipo de pantalla de elección de temas donde se puede seleccionar una amplia gama de posibilidades de temas, incluyendo números, letras, animales, frutas, planetas, colores, dinosaurios y los personajes favoritos de los niños. Esta personalización abierta y diversa se alinea precisamente con las preferencias e intereses individuales de niños autistas en tratamiento, jugando una experiencia terapéutica personalizada y atractiva. Es importante resaltar que el enfoque propuesto en este proyecto permite la utilización personajes relacionados con derechos de autor a cargo del terapeuta, quien actúa como gestor del tratamiento.

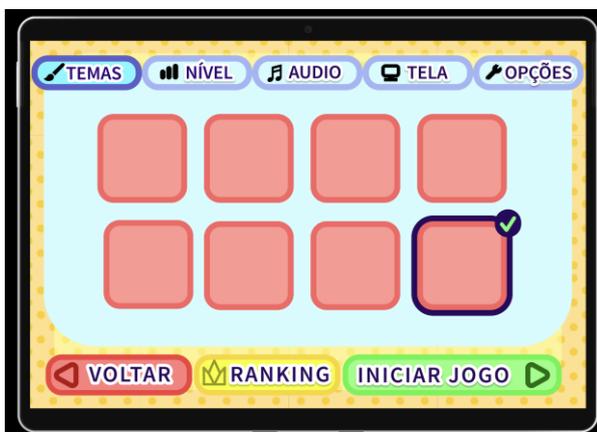


Figura 3: Pantalla de selección de tipo de juego.

El siguiente elemento de personalización disponible en este prototipo es la configuración de niveles, el cual permite al terapeuta ajustar el nivel de dificultad de actividad realizada por el niño. Con implicaciones directas para la cantidad de elementos presentados simultáneamente en la pantalla, esta opción de configuración ofrece al terapeuta 5 opciones para elegir desde el nivel fácil hasta el nivel master, en donde a medida que aumenta el nivel, mayor es la cantidad de elementos en la pantalla. Pantalla con la que el niño debe interactuar.

La Figura 4 presenta la pantalla de configuración de niveles propuesta en este prototipo, según explicado anteriormente.

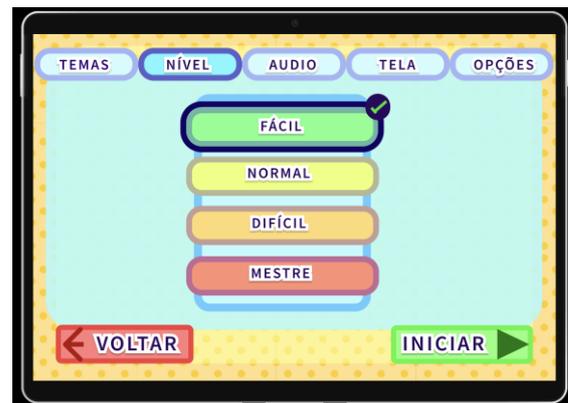


Figura 4: Pantalla de selección de nivel de dificultad.

Otra característica del prototipo propuesto está relacionada a la configuración de audio del juego. Como se muestra en la figura 5, la configuración de audio permite al terapeuta controlar el nivel de volumen general del juego, así como controlar individualmente los niveles de volumen de la música, los efectos de sonido y la retroalimentación auditiva del juego, lo que permite al terapeuta realizar personalizaciones según las necesidades de los niños. preferencias individuales y hacer que la interacción con el juego sea más cómoda.

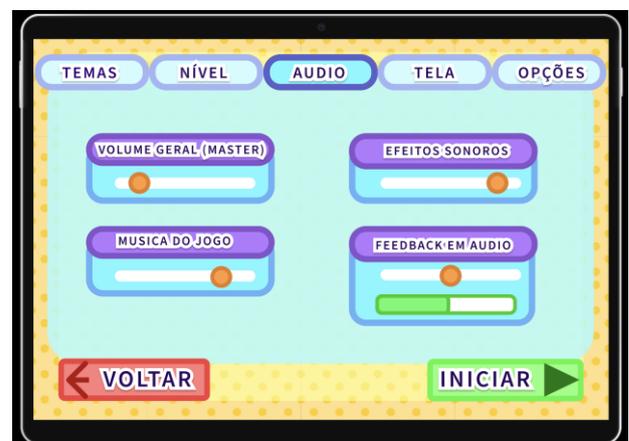


Figure 5: Pantalla de configuración para seleccionar música y efectos de sonido.

En este prototipo también está propuesto permitir al terapeuta ajustar, a la experiencia del jugador, por medio opciones de contraste y direccionalidad del juego. Estas opciones están diseñadas para que se pueda ajustar a las necesidades visuales específicas de cada niño, así como para contribuir a la creación de un entorno de juego altamente personalizado y terapéuticamente efectivo. Para cumplir con este objetivo, la opción de pantalla (figura 6) permite a los terapeutas ajustar el contraste entre el fondo y los elementos presentes en el juego, proporcionando una representación visual clara y adaptada al niño.



Figura 6: Pantalla de configuración para selección de paletas de colores y contrastes.

Simultáneamente, la opción “opciones” permite al terapeuta modificar el tamaño de los objetos del juego, además de permitir la personalización de la direccionalidad, resaltando cómo aparecen los elementos en la pantalla y patrones de direccionalidad específicos, como de arriba a abajo, de izquierda a derecha, entre otros. Estas personalizaciones reflejan un enfoque cuidadoso, brindando a los terapeutas la capacidad de ajustar la dinámica del juego de acuerdo con la evaluación del niño durante la interacción con el juego. La Figura 7 muestra la pantalla de opciones propuestas en este trabajo.

Finalmente, se desarrolló el prototipo de pantalla de ranking donde será posible monitorear los puntajes de los niños en un ranking semanal y general (mejor puntaje jamás) para cada nivel de dificultad como se muestra en la figura 8.



Figura 7: Pantalla de configuración para seleccionar movimientos de elementos del juego.



Figura 8: Pantalla de final del juego que muestra las clasificaciones de los jugadores.

Este conjunto de adaptaciones permite una mayor flexibilidad a la hora de configurar actividades, donde las necesidades específicas del paciente pueden ser abordadas de forma personalizada por el terapeuta. En este sentido, según las orientaciones del terapeuta, muchos niños con TEA sienten mayor comodidad al trabajar con softwares de colores fríos, otros con colores cálidos, así como la personalización del tema del juego permite al terapeuta seleccionar un tema más adecuado y el del paciente. Este conjunto de parámetros ajustables permite un aprendizaje personalizado y atractivo, aumentando la concentración del niño y contribuyendo al éxito de la actividad.

5. Conclusiones

El desarrollo de este proyecto nos permitió desarrollar una comprensión profunda del potencial y la efectividad del uso de juegos digitales como un enfoque innovador para ayudar en la práctica terapéutica de niños en el espectro del autismo. La convergencia entre experiencia psicopedagógica y tecnología dio como resultado la creación de un prototipo de juego

personalizable que no sólo promueve habilidades específicas, sino que también se adapta con precisión a las necesidades individuales de cada niño. El alineamiento estratégico con los requerimientos y la colaboración continua entre los profesionales de la tecnología y el psicopedagogo especializado fueron fundamentales para el éxito del proyecto, resaltando la importancia de la interdisciplinariedad en el diseño de soluciones terapéuticas.

El análisis de las etapas de desarrollo, desde la definición de requisitos hasta la creación de un prototipo navegable, permitió identificar estrategias efectivas y áreas de mejora. La implementación de configuraciones personalizables como temas, audio, contraste y direccionalidad resalta la flexibilidad del juego para adaptarse a diversas preferencias y sensibilidades. El diagrama de flujo de interacción, a través de la máquina de estados, proporciona una visión sistemática del viaje del usuario, destacando las opciones y personalizaciones que dan forma a la experiencia terapéutica.

En resumen, este proyecto no solo hace realidad la visión de ofrecer una herramienta terapéutica innovadora para niños autistas, sino que también resalta la importancia de la personalización, la adaptabilidad y la colaboración interdisciplinaria en el desarrollo de soluciones significativas para promover el bienestar y el desarrollo de estos niños. El camino recorrido revela no sólo logros concretos, sino que también señala un horizonte prometedor para futuras exploraciones y avances en la intersección entre tecnología y terapia infantil.

6. Trabajos futuros

El desarrollo de este proyecto identificó algunas limitaciones cruciales que merecen atención en futuras iteraciones. En

primer lugar, la elección de los lenguajes de programación, bibliotecas y plataformas utilizadas para crear el juego requiere un análisis más profundo. Diferentes tecnologías pueden ofrecer ventajas específicas en términos de rendimiento, accesibilidad e integración, y la definición cuidadosa de estos elementos es crucial para optimizar la eficacia y escalabilidad del juego terapéutico.

Además, la implementación completa del juego requiere un enfoque meticuloso en la selección e integración de las características necesarias para cumplir con los requisitos planteados durante este proyecto. La adaptación constante a las necesidades específicas de los niños autistas, así como la incorporación de *feedback* continuo por parte de los terapeutas, son elementos esenciales para mejorar la calidad terapéutica del juego. Por lo tanto, la siguiente fase de desarrollo implicará una colaboración intensificada entre profesionales de la tecnología y psicólogos educativos, asegurando una implementación fluida y alineada con los objetivos terapéuticos.

Finalmente, validar el juego en un entorno real, con la participación activa de niños autistas y terapeutas, es un paso importante y necesario para evaluar su eficacia práctica. La recopilación de datos, comentarios y observaciones directas permitirá realizar ajustes más refinados y validar la adaptabilidad del juego para satisfacer las necesidades reales de los niños y facilitar la integración efectiva en el contexto terapéutico. Esta validación práctica será fundamental para garantizar que el juego no sólo cumpla con los requisitos teóricos, sino que también ofrezca beneficios tangibles en el contexto clínico, contribuyendo eficazmente al desarrollo y bienestar de los niños autistas

Referencias

- Adams, Ernest. *Fundamentals of game design*. Pearson Education, 2014.
- Adkins, J. J. (2022). *Applied Behavior Analysis Therapy for Children with Autism Spectrum Disorder and the Impact of Environment on Treatment Outcomes* (Doctoral dissertation, Walden University).
- American Psychiatric Association. (2013). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders* (5th ed.). Arlington, VA: American Psychiatric Publishing.
- Camargo, S. P. H., & Rispoli, M. (2013). Análise do comportamento aplicada como intervenção para o autismo: definição, características e pressupostos filosóficos. *Revista Educação Especial*, 639-650.
- Cavalcante, S. S., Costa, F. B. P., de Oliveira Rocha, Y. F., de Oliveira Correia, R. F., Lustosa, G. M. P., & Viana, N. C. P. (2023). Benefícios da Análise do Comportamento Aplicada para Intervenção Precoce no Transtorno do Espectro Autista (TEA). *Research, Society and Development*, 12(3), e10812340531-e10812340531.
- Ferreira-Vasques, A. T., & Lamônica, D. A. C. (2022). Hugo: A Brazilian Child Diagnosed With Autism Spectrum Disorder. *Griffiths III—A Case Study Book for Practitioners*, 79.
- Grynszpan, O., Weiss, P. L., Perez-Díaz, F., & Gal, E. (2014). Innovative technology-based interventions for autism spectrum disorders: a meta-analysis. *Autism*, 18(4), 346-361.
- Hodges, H., Fealko, C., & Soares, N. (2020). Autism spectrum disorder: definition, epidemiology, causes, and clinical evaluation. *Translational pediatrics*, 9(Suppl 1), S55.

- Hourcade, J.P., Bullock-Rest, N.E. & Hansen, T.E. Multitouch tablet applications and activities to enhance the social skills of children with autism spectrum disorders. *Pers Ubiquit Comput* 16, 157–168 (2012). <https://doi.org/10.1007/s00779-011-0383-3>
- Iles, A. (2021). Autism spectrum disorders. *Primary Care: Clinics in Office Practice*, 48(3), 461–473.
- Jaramillo-Alcázar, A., Arias, J., Albornoz, I., Alvarado, A., & Luján-Mora, S. (2022). Method for the development of accessible mobile Serious Games for children with Autism Spectrum Disorder. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(7), 3844.
- Khasawneh, M. A. S. (2023). Communication In Children with Autism Spectrum Disorder. *Onomázein*, (60 (2023): June), 69-82.
- Paquet, A., Meilhoc, L., Mas, B., Morena, A. S., & Girard, M. (2022). Does playing on a digital tablet impact the social interactions of children with autism spectrum disorder?. *Neuropsychiatrie de l'Enfance et de l'Adolescence*, 70(6), 296-307.
- Posar, A., & Visconti, P. (2023). Autism Spectrum Disorder and the Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders-(DSM-5): The Experience of 10 Years. *Turkish Archives of Pediatrics*, 58(6), 658-659.
- Rogers, Scott. *Level Up! The guide to great video game design*. John Wiley & Sons, 2014.
- Scheeren, A. M., Koot, H. M., & Begeer, S. (2020). Stability and change in social interaction style of children with autism spectrum disorder: A 4-year follow-up study. *Autism Research*, 13(1), 74-81.
- Silveira, R. (2020). A importância das intervenções psicopedagógicas com crianças autistas. *Cadernos da FUCAMP*, 19(38).
- Williams, J. B., & First, M. (2013). Diagnostic and statistical manual of mental disorders. In *Encyclopedia of social work*.

Incorporación de Metadatos de Preservación en un Repositorio Digital Accesible y Personalizado

Integration of Preservation Metadata in an Accessible and Customized Digital Repository

Silvana Vanesa Aciar

Instituto de Ciencias
Astronómicas de la Tierra y el
Espacio (ICATE -
CONICET/UNSJ),

San Juan, Argentina.
silvana.aciar@conicet.gov.ar

**Patricia Paderewski
Rodríguez**

Dpto. de Lenguajes y Sistemas
Informáticos, Universidad de
Granada, Granada, España

patricia@ugr.es

Francisco Gutierrez Vela

Dpto. de Lenguajes y Sistemas
Informáticos, Universidad de
Granada, Granada, España

fgutierr@ugr.es

Luciano Grossi

Facultad de Ciencias Exactas,
Físicas y Naturales, UNSJ, San
Juan, Argentina.

luchogrossi@gmail.com

Recibido: 12.02.2024 | Aceptado: 04.06.2024

Palabras Clave

Repositorio digital
Accesibilidad
Personalización
Preservación Digital

Resumen

Este trabajo presenta la integración de metadatos de preservación, específicamente los metadatos PREMIS, en un repositorio digital de objetos de aprendizaje accesible y personalizado. Se describe la implementación de los metadatos PREMIS en el Repositorio de Objetos de Aprendizaje Accesible y Personalizado (ROAAP) y se evalúa su efectividad a través de encuestas dirigidas a los usuarios del repositorio. Los metadatos PREMIS se utilizan para documentar eventos y procesos relacionados con la gestión y preservación de objetos de aprendizaje, lo que proporciona una trazabilidad sólida y facilita la toma de decisiones para los administradores del repositorio. La encuesta se diseñó para evaluar la percepción de los usuarios sobre la utilidad, claridad y relevancia de los metadatos PREMIS en el ROAAP. Los resultados preliminares muestran una recepción positiva por parte de los usuarios, con la mayoría expresando una valoración favorable de la implementación de los metadatos PREMIS y destacando su utilidad en la gestión de recursos digitales.

Keywords

Digital Repository
Accessibility
Personalization
Digital Preservation

Abstract

This study presents the integration of preservation metadata, specifically PREMIS metadata, in an accessible and personalized digital repository of learning objects. It describes the implementation of PREMIS metadata in the Repository of Accessible and Personalized Learning Objects (ROAAP) and evaluates its effectiveness through surveys directed at repository users. PREMIS metadata is used to document events and processes related to the management and preservation of learning objects, providing solid traceability and facilitating decision-making for repository administrators. The survey was designed to assess users' perceptions of the utility, clarity, and relevance of PREMIS metadata in ROAAP. Preliminary results show a positive reception from users, with the majority expressing favorable views of the implementation of PREMIS metadata and highlighting its usefulness in managing digital resources.

1. Introducción

La generación de contenido digital hoy en día ha impulsado la creación y el uso de repositorios como medios fundamentales para almacenar, gestionar y compartir información en diversos campos (Yousef, M., 2016) (Webster, J.M, 2019) (Gaona-

Garcia et. al, 2017). Estos repositorios no solo representan una vasta reserva de conocimiento, sino que también deben contar con características de accesibilidad, personalización y preservación del contenido garantizando la accesibilidad y la integridad a largo plazo de los recursos digitales.

La accesibilidad en los repositorios digitales es fundamental para asegurar que todas las personas, independientemente de sus capacidades físicas o tecnológicas, puedan acceder y beneficiarse del contenido disponible (Navarrete, R., & Luján-Mora, S., 2018) (Ingavélez-Guerra, P., et al., 2023). La personalización, por otro lado, permite adaptar la experiencia del usuario y los servicios ofrecidos por el repositorio según las necesidades específicas de cada individuo o comunidad (Ivanova.V., et. al, 2021) (Brusilovsky, P., et.al, 2005) La preservación digital se ha convertido en una preocupación central en el ámbito de la gestión de la información, dada la fragilidad inherente de los recursos digitales y la constante evolución de la tecnología (Barrueco, J. M., & Termens, M., 2022) (Jantz, R., & Giarlo, M. J. , 2005) (Ahmad, R., & Rafiq, M. , 2023). La preservación digital implica no solo la conservación de los objetos digitales en sí, sino también la protección de su contexto, autenticidad y accesibilidad a lo largo del tiempo.

La mayoría de los repositorios digitales existentes han priorizado la inclusión de metadatos técnicos para describir los aspectos formales y técnicos de los recursos digitales almacenados (Barrueco, J. M., & Termens, M., 2022) (Ahmad, R., & Rafiq, M., 2023). Sin embargo, la atención dedicada a los metadatos de accesibilidad y, especialmente, a los metadatos de preservación ha sido notablemente limitada. En muchos casos, los metadatos de accesibilidad, que son críticos para garantizar que los recursos digitales sean accesibles para personas con diversas capacidades, son escasos o están ausentes por completo. Del mismo modo, la incorporación de metadatos de preservación, que son fundamentales para garantizar la integridad, autenticidad y accesibilidad a largo plazo de los recursos digitales, es una práctica poco común en la mayoría de los repositorios existentes. Esta falta de atención a los metadatos de accesibilidad y preservación plantea desafíos significativos para la gestión y preservación efectiva de los recursos digitales en entornos digitales en constante evolución.

Los metadatos de preservación desempeñan un papel fundamental en la preservación digital al proporcionar información estructurada sobre los recursos digitales y los procesos asociados con su preservación. Estos metadatos documentan aspectos críticos como la estructura del archivo, los formatos utilizados, las políticas de acceso y las estrategias de migración o conversión de datos (Termens, M. , 2009) (Dappert, A.,et.al.2016) (Ahmad, R., & Rafiq, M. , 2023).

La importancia de los metadatos de preservación radica en su capacidad para facilitar la comprensión y la gestión de los recursos digitales a lo largo de su ciclo de vida. Al proporcionar un marco estructurado para la documentación y el seguimiento de los recursos digitales, los metadatos de preservación ayudan a garantizar la integridad, autenticidad y accesibilidad a largo plazo de estos recursos (Ahmad, R., & Rafiq, M., 2023).

La integración de metadatos de preservación en los repositorios digitales no solo mejora la capacidad de gestionar y preservar recursos digitales, sino que también fortalece la confianza de los usuarios en la autenticidad y la integridad del contenido digital disponible (Barrueco, J. M., & Termens, M., 2022) (Ahmad, R., & Rafiq, M. , 2023).

En este contexto, este trabajo presenta la incorporación de los metadatos de preservación en un repositorio digital accesible y personalizado, el cual se estructura de la siguiente forma: Sección 2 presenta un Prototipo de Repositorio de Objetos de Aprendizaje Accesible y Personalizado. Detalles de iniciativas de Preservación Digital a incorporar en el repositorio, como así también evaluación de las mismas por usuarios finales se describen en la Sección 3. Finalmente, las conclusiones y trabajo futuro a realizar son detallados en la Sección 4.

2. Repositorio Digital ROAAP

Un prototipo de Repositorio de Objetos de Aprendizajes se creó para explorar las capacidades de accesibilidad y personalización. En este repositorio denominado Repositorio de Objetos de Aprendizajes Accesible y Personalizado - ROAAP se almacenan objetos de aprendizaje en formato SCORM, así como otros tipos de recursos digitales utilizados en el proceso de enseñanza y aprendizaje, como audio, imágenes, videos y documentos digitales (Aciar, S., et. al, 2023). La Figura 1 presenta la interfáz del repositorio ROAAP



Figura 1: Repositorio ROAAP.

El prototipo fue creado para implementar mecanismos de personalización y accesibilidad para satisfacer las necesidades de los usuarios en diversos contextos. ROAAP tiene las siguientes características:

- Herramienta de búsqueda: Permite a los usuarios explorar objetos de aprendizaje utilizando diversos criterios como título, palabras clave, autor, audiencia objetivo (profesores, estudiantes) y tipo de formato (imágenes, audio, documentos, etc.).

- Herramientas de recomendación: Los usuarios registrados reciben recomendaciones automáticas de objetos de aprendizaje al ingresar al repositorio, basadas en su perfil, intereses y requisitos de accesibilidad específicos.
- Interfaz accesible: La interfaz del repositorio cumple con las pautas de accesibilidad WCAG 2.0 (WCAG 2.0, 2023) lo que permite a los usuarios con necesidades específicas navegar y acceder fácilmente a los objetos de aprendizaje.
- Almacenamiento de objetos de aprendizaje: Los usuarios pueden cargar objetos de aprendizaje en varios formatos y especificar metadatos educativos y necesidades específicas. Internamente, el repositorio desagrega automáticamente objetos de aprendizaje en formato SCORM, en sus componentes individuales como imágenes, videos y audios transformándolos y almacenándolos como objetos digitales para facilitar su recuperación y reuso.

La presentación de los objetos de aprendizaje se personaliza según las necesidades y el perfil de los usuarios a través de un sistema de recomendación. Para crear perfiles de usuario, se emplean técnicas de recolección de información explícita e implícita. Al registrarse en el repositorio, los usuarios proporcionan información pertinente a su perfil, incluido su rol (estudiante o profesor), sus áreas de interés o campo de trabajo, y cualquier dificultad visual, auditiva o motora que puedan tener. La recolección de información implícita ocurre automáticamente y es transparente para el usuario. El sistema de recomendación analiza el historial de consultas del usuario para inferir sus preferencias e intereses. A medida que los usuarios interactúan con el repositorio, sus perfiles se actualizan dinámicamente. Utilizando esta información del usuario, el prototipo utiliza dos técnicas de filtrado de información para generar recomendaciones, filtrado colaborativo y filtrado por contenido (Castro, L. et. al, 2014) (Rodríguez, .et.al, 2015) (Troussas, C., et. al. ,2021).

2.1 Metadatos para etiquetado de los objetos

Para el etiquetado de los objetos y que sean recuperables según las necesidades específicas de cada usuario, se utilizó el estándar LOM (Learning Object Metadata) metadatos educativos e IMS (IMS Learning Resource Meta-data Information Model) (LOM,2023) (IMS, 2023) (Sanders, J., 2023) donde se incluyen metadatos de necesidades específicas como disminución visual, motora, auditiva, etc.

El estándar LOM, también conocido como IEEE 1484.12.1-2002, define un conjunto de elementos de metadatos para describir recursos educativos digitales. Estos elementos están destinados a proporcionar información estructurada sobre los recursos de aprendizaje, lo que facilita su búsqueda, recuperación y reutilización en entornos educativos digitales.

El modelo de metadatos LOM consta de nueve áreas principales:

- General: Información básica sobre el recurso, como título, identificador, idioma y descripción.
- Educacional: Detalles pedagógicos, como el tipo de recurso, nivel de interactividad, audiencia objetivo, etc.
- Estructura: Información sobre la estructura interna del recurso, como su tipo de organización y secuencia.
- Técnica: Aspectos técnicos del recurso, incluyendo el formato de archivo, el tamaño, los requisitos técnicos, etc.
- Relaciones: Relaciones con otros recursos, como los predecesores, sucesores, versiones, etc.
- Anotaciones: Comentarios y anotaciones asociadas con el recurso.
- Clasificación: Categorización del recurso según diferentes esquemas de clasificación.
- Identificación: Detalles sobre la identificación única del recurso.
- Metadatos de derechos: Información sobre los derechos de autor y otras restricciones legales relacionadas con el recurso.

Estos elementos de metadatos proporcionan un marco estructurado para describir recursos educativos digitales de manera coherente y permiten la interoperabilidad entre diferentes sistemas y repositorios de contenido educativo.

IMS, o Modelo de Información de Metadatos de Recursos de Aprendizaje (IMS, 2023) (Sanders, J. , 2023), es otro estándar ampliamente utilizado para describir recursos educativos digitales. Este estándar se basa en gran medida en el modelo LOM y proporciona un conjunto de elementos de metadatos para describir diversos aspectos de los recursos de aprendizaje, incluyendo su contenido, estructura, requisitos técnicos y pedagógicos, y detalles de derechos de autor.

El modelo IMS consta de elementos similares a los de LOM, pero con metadatos de accesibilidad que se centran en proporcionar información sobre la accesibilidad de los recursos educativos digitales para diferentes usuarios, incluidos aquellos con necesidades específicas. Los metadatos relacionados con la accesibilidad son:

- Compatibilidad con estándares de accesibilidad: Este metadato indica si el recurso cumple con estándares reconocidos de accesibilidad web, como las Pautas de Accesibilidad para el Contenido Web (WCAG) del W3C. Esta información es fundamental para evaluar la accesibilidad general del recurso.
- Descripciones alternativas: Proporciona descripciones alternativas para elementos visuales, como imágenes, gráficos y otros elementos

multimedia, para usuarios con discapacidad visual. Estas descripciones permiten a los usuarios con lectores de pantalla comprender el contenido visual del recurso.

- **Compatibilidad con tecnologías de asistencia:** Informa sobre la compatibilidad del recurso con tecnologías de asistencia, como lectores de pantalla, ampliadores de pantalla, navegadores de voz y otras herramientas utilizadas por personas con discapacidades. Esto incluye asegurarse de que el recurso pueda ser interpretado y utilizado de manera efectiva por estas tecnologías.
- **Accesibilidad del contenido multimedia:** Describe la accesibilidad del contenido multimedia, como la disponibilidad de subtítulos para videos, audio descripciones para usuarios con discapacidad visual o subtítulos de descripción para usuarios con discapacidad auditiva. Estos elementos hacen que el contenido multimedia sea más accesible para una audiencia más amplia.
- **Navegación y estructura accesible:** Indica si el recurso proporciona una estructura de navegación clara y consistente que sea accesible para todos los usuarios, incluidos aquellos que dependen de métodos de navegación alternativos, como el teclado. Esto incluye la disposición lógica y la organización del contenido para facilitar la comprensión y la navegación.
- **Adaptabilidad y personalización:** Describe la capacidad del recurso para adaptarse y personalizarse según las necesidades individuales de los usuarios. Esto puede incluir opciones para ajustar el tamaño del texto, cambiar el contraste, seleccionar preferencias de navegación simplificada y otras configuraciones que mejoren la accesibilidad para diferentes usuarios.

En el repositorio ROAP, los metadatos técnicos, aquellos relacionados con el aprendizaje y los referentes a la accesibilidad han sido implementados con los estándares LOM e IMS para garantizar la interoperabilidad y la inclusión de los recursos educativos digitales. Los metadatos técnicos proporcionan información esencial sobre el formato, los requisitos tecnológicos y la estructura de los recursos, facilitando su correcta interpretación y utilización en entornos digitales. Los metadatos referentes al aprendizaje, basados en los estándares LOM e IMS, permiten una descripción detallada de los objetivos pedagógicos, niveles de interactividad, audiencia objetivo y otros aspectos cruciales para la selección y adaptación de los recursos a las necesidades educativas. La inclusión de metadatos referentes a la accesibilidad asegura que los recursos sean accesibles para una amplia variedad de usuarios, incluyendo aquellos con necesidades específicas, promoviendo así la equidad y la igualdad de acceso al conocimiento y la educación. La Figura

2 presenta una de las interfaces de ROAAP para cargar los metadatos de accesibilidad, especificado en el estándar IMS.



Figura 2: Interfaz de ROAAP para cargar metadatos de accesibilidad en los objetos de aprendizaje.

3.2 Evaluación de Accesibilidad y Personalización en ROAP

El proceso de evaluación de accesibilidad de ROAAP se llevó a cabo según las Pautas de Accesibilidad al Contenido Web (WCAG) 2.0 establecidas por el W3C (WCAG 2.0, 2023). Dos expertos internacionales participaron en el proceso de evaluación: un profesor de la Universidad Nacional de Colombia, especializado en desarrollos accesibles, y un profesor de la Universidad Federal de Rio Grande do Sul, experto en tecnologías accesibles. Ambos expertos realizaron evaluaciones automáticas utilizando la herramienta AChecker y evaluaciones manuales para garantizar el cumplimiento de cada pauta. El repositorio se probó en navegadores como Mozilla Firefox y Google Chrome.

Los resultados de la evaluación automática revelaron 6 problemas conocidos, todos relacionados con la pauta 1.3 Adaptable, donde no se asoció una etiqueta con un elemento de tipo texto. Se identificaron posibles problemas en las tablas de la interfaz, donde faltaban elementos que indicaran la cantidad de elementos de la tabla y algunas leyendas de tabla. Estas observaciones se abordaron y corrigieron en la versión actual del prototipo.

En la evaluación manual, ambos expertos verificaron el cumplimiento del repositorio con las pautas WCAG 2.0. La Tabla I proporciona un resumen de sus observaciones.

Tabla1: Resultados de la evaluación de accesibilidad por expertos internacionales

Pauta	Prioridad	Observación
1.1.1: Non-text Content	A	Al explorar objetos tipo imágenes, no se proporciona texto alternativo, ni descripciones largas alternativas al contenido visual. Se debe suministrar texto alternativo las imágenes usadas como input.
1.4.8: Visual Presentation	AAA	El sitio no tiene la opción de cambiar el color del fondo y de primer plano.
2.4.1: Bypass Blocks	A	No existe la forma de saltar bloques repetidos e ir directamente al contenido principal.
3.3.6: Error Prevention (All)	AAA	No se establecen mecanismos de prevención de errores. en el envío de datos de los formularios no hay forma de deshacer o cancelar el envío.
3.3.2: Labels or Instructions	A	Existen elementos de formularios y tablas sin etiqueta Label

Después de la evaluación de accesibilidad y la implementación de mejoras sugeridas por los expertos, el repositorio se sometió a una evaluación con usuarios finales. El proceso de validación se basó en el modelo TAM (Modelo de Aceptación de Tecnología) propuesto por Davis, reconocido por su eficacia en la predicción de la adopción tecnológica (Chuttur, M., 2009) (Leyton Soto, D., 2013) (Elyazgi, M., 2016)

Para implementar el método TAM, se realizaron pruebas de uso del repositorio con usuarios finales. Un total de 65 personas participaron, incluidos 44 estudiantes y 21 profesores de varios países como Colombia, Brasil, Chile,

Uruguay, Argentina y Paraguay. Los usuarios realizaron actividades dentro del repositorio y luego respondieron un cuestionario estructurado según el método TAM. El cuestionario y los resultados resumidos de cada pregunta se presentan en la Tabla 2.

Tabla2: Resultados de la evaluación por usuarios Resultados de la evaluación de accesibilidad por expertos internacionales

Pregunta	Si	No	No se
Interfaz			
1. La interfaz, ¿mantiene coherencia y uniformidad en las estructuras y colores?	65		
2. ¿Se emplea un lenguaje claro y conciso?	63		2
3. ¿Es amigable, familiar y cercano?	62	2	1
4. Los rótulos, ¿son significativos?	65		
5. ¿Usa un sistema de organización, bien definido y claro?	64		1
6. La estructura de organización y navegación, ¿Es adecuada?	64	1	
7. ¿Se ha evitado la sobrecarga informativa?	65		
8. ¿Es una interfaz limpia, sin ruido visual?	65		
Búsquedas			
9. ¿Se encuentra fácilmente los objetos?	63	2	
10. ¿Permite varios criterios de búsqueda?	62	3	
11. ¿Los criterios establecidos son suficientes?	62	3	
12. ¿Muestra los resultados de la búsqueda de forma comprensible?	65		
13. ¿Lo asiste en caso de no poder ofrecer resultados para una consultada dada?	65		
Accesibilidad			
14. ¿Las imágenes tienen texto alternativo?	65		
15. ¿Existe un alto contraste entre el color de fuente y el fondo?	64		1
16. ¿Es compatible el sitio web con los diferentes navegadores?	63		2
17. ¿Puede disfrutar de todos los contenidos sin necesidad de tener que descargar e instalar plugins adicionales?	65		
18. ¿El lector de pantalla funcionó bien al acceder al repositorio?			
Funcionalidades y recomendaciones			
19. ¿La categorización de los objetos en áreas y tipos de objetos es adecuada?	64	1	
20. Al usar ROAAP, las recomendaciones de objetos le permitieron facilitar la búsqueda de objetos?	65		
21. ¿Está satisfecho con la funcionalidad de las recomendaciones?	65		
22. ¿Encuentra precisas y acorde a sus necesidades y perfil las recomendaciones recibidas?	63	2	
23. ¿Utilizaría el ROAAP en sus actividades académicas?	63		2
24. ¿Recomendaría el ROAAP a otros colegas?	65		

La fiabilidad del instrumento diseñado se evaluó utilizando el coeficiente alfa de Cronbach, ampliamente utilizado para medir la fiabilidad del método TAM (Prieto, J. C., 2017) (Cabero Almenara, J., 2018) que indicó una alta fiabilidad del cuestionario y sus criterios.

El alfa de Cronbach es un índice de consistencia interna que toma valores entre 0 y 1 y que sirve para comprobar si el instrumento que se está evaluando recopila información

defectuosa, que llevaría a conclusiones equivocadas; o si se trata de un instrumento fiable que hace mediciones estables y consistentes. El mismo se calcula utilizando la ecuación 1 obtenida de (González Alonso, J. and Pazmino, M., 2015)

$$\alpha = \frac{K}{K-1} \left[1 - \frac{\sum Vt}{Vt} \right] \quad (1)$$

Donde α es el Alfa de Cronbach, K es el número de ítems dentro del criterio a evaluar, Vi la varianza de cada ítem y Vt la varianza total. Se considera una fiabilidad respetable a partir de 0,70. En función de los datos obtenidos, el coeficiente de Cronbach para la encuesta realizada es: Alpha =0,9266. A partir de este valor se puede afirmar que el cuestionario es fiable, es decir, mide lo que se pretende medir. Seguidamente, se calculó también el alfa de Cronbach para cada una de los criterios del método TAM por separado. Para el criterio Utilidad Percibida se obtuvo Alpha = 0,9060. Alpha =0,9343. Con estos valores se puede asegurar que con el cuestionario basado en el método TAM se llega a las conclusiones correctas. Los resultados obtenidos muestran que el repositorio tiene una interfaz amigable, fácil de usar y una buena aceptación de las recomendaciones de objetos de aprendizaje. La mayoría de los usuarios consideraron útiles las funcionalidades del repositorio y expresaron su disposición a recomendarlo a otros colegas. El repositorio ROAAP demostró ser una herramienta eficaz y bien recibida por los usuarios finales en términos de accesibilidad y facilidad de uso.

Hasta este punto, el Repositorio de Objetos de Aprendizaje Accesibles y Personalizados (ROAAP) integra personalización y accesibilidad para satisfacer las necesidades de los usuarios en diversos contextos de aprendizaje. En las siguientes secciones, se presenta la incorporación de estrategias de preservación digital en el repositorio ROAAP.

3. Preservación digital en ROAAP

La preservación digital en un repositorio digital es un proceso esencial para garantizar la accesibilidad, integridad y usabilidad a largo plazo de los recursos digitales almacenados en dicho repositorio. La preservación digital implica una serie de actividades y estrategias diseñadas para proteger los objetos digitales de los riesgos asociados con la obsolescencia tecnológica, la corrupción de datos, la pérdida de acceso y otros factores que pueden comprometer su utilidad a lo largo del tiempo (Barrueco, J. M., & Termens, M., 2022) (Jantz, R., & Giarlo, M. J. , 2005)(Ahmad, R., & Rafiq, M. , 2023). La preservación digital en un repositorio digital es un proceso continuo y multifacético que requiere una combinación de políticas, prácticas, tecnologías y recursos humanos para garantizar la viabilidad y utilidad a largo plazo de los objetos digitales almacenados en el repositorio. Algunos aspectos clave de la preservación digital en un repositorio incluyen (Barrueco, J. M., & Termens, M., 2022):

- Metadatos de preservación: La creación y gestión de metadatos de preservación que describan las

características técnicas, contextuales y de gestión asociadas con los activos digitales. Estos metadatos son fundamentales para comprender y documentar las decisiones y acciones de preservación tomadas a lo largo del tiempo.

- Formatos y estándares abiertos: La adopción de formatos de archivo abiertos y estándares de codificación que faciliten la interoperabilidad, la migración y la reutilización a largo plazo de los recursos digitales. Esto ayuda a evitar la dependencia de formatos propietarios que pueden volverse obsoletos con el tiempo.
- Estrategias de migración y actualización: El desarrollo y la implementación de estrategias de migración y actualización que permitan trasladar los activos digitales a nuevos formatos, plataformas o entornos tecnológicos a medida que evolucionan las tecnologías y los estándares.
- Respaldo y almacenamiento seguro: La implementación de sistemas de respaldo y almacenamiento seguro que protejan los activos digitales contra la pérdida de datos, la corrupción de archivos y otros riesgos relacionados con la infraestructura tecnológica.
- Gestión de derechos de autor y acceso: La gestión adecuada de los derechos de autor y los permisos de acceso, incluida la implementación de políticas de acceso controlado y la documentación de las condiciones de uso y distribución de los recursos digitales.
- Monitoreo y auditoría: La realización de monitoreo continuo y auditorías periódicas para evaluar la integridad, la autenticidad y la accesibilidad de los activos digitales y garantizar el cumplimiento de las políticas y estándares de preservación establecidos.
- Planificación de la obsolescencia tecnológica: La planificación proactiva de la obsolescencia tecnológica, que implica anticipar y abordar los cambios tecnológicos y los riesgos asociados con la discontinuidad de software, hardware y formatos de archivo.

En este trabajo, se presenta uno de los pasos fundamentales para iniciar el proceso de preservación de objetos en el repositorio ROAAP, que consiste en la implementación de metadatos de preservación. La inclusión de metadatos de preservación brinda una base sólida para la planificación y ejecución de prácticas efectivas de preservación digital en el futuro.

3.1 Metadatos de Preservación Digital

En el campo de la preservación digital, se han realizado numerosos trabajos que abordan la importancia de los metadatos de preservación y su papel en la gestión de objetos digitales a largo plazo (Paucar-León, V., 2022) (Barrueco, J.

M., & Termens, M., 2022) (Ahmad, R., & Rafiq, M., 2023). Estos trabajos incluyen investigaciones académicas, proyectos prácticos y guías de mejores prácticas que han contribuido significativamente al desarrollo y la implementación de metadatos de preservación. Algunos ejemplos de trabajos relevantes incluyen estudios sobre la creación y gestión de metadatos de preservación, investigaciones sobre estándares y prácticas de preservación, así como la aplicación de metadatos de preservación en diferentes contextos institucionales y disciplinas.

Específicamente, en cuanto a los estándares para metadatos de preservación, existen varias iniciativas y documentos que proporcionan pautas y recomendaciones para su implementación. Algunos de los estándares más destacados incluyen:

- PREMIS (Preservation Metadata: Implementation Strategies)(Méndez Rodríguez, E. M. 2021): Desarrollado por el Consorcio de Repositorios de Investigación y Bibliotecas (RLG/OCLC), PREMIS proporciona un conjunto de metadatos de preservación para describir la información técnica, administrativa y estructural de los objetos digitales a lo largo del tiempo.
- ISO 16363:2012 (Space Data and Information Transfer Systems - Audit and Certification of Trustworthy Digital Repositories)(Amaral Benin, K. R., 2022) : Este estándar internacional establece los requisitos para la certificación de repositorios digitales confiables, incluida la gestión de metadatos de preservación.
- Trusted Digital Repository (TDR) Model (Lin, D., et.al., 2020): El modelo de Repositorio Digital Confiable, desarrollado por el Centro de Investigación Internacional sobre Preservación Digital (CRL), proporciona un marco para la evaluación y certificación de repositorios digitales confiables, que incluye requisitos relacionados con metadatos de preservación.

El estándar PREMIS (Preservation Metadata: Implementation Strategies) se seleccionó para implementar en el repositorio ROAAP. PREMIS es ampliamente reconocido y utilizado en la comunidad de preservación digital, proporciona un conjunto completo de metadatos de preservación y se ha implementado en algunos sistemas de gestión de objetos digitales (Barrueco, J. M., & Termens, M., 2022) (Ahmad, R., & Rafiq, M., 2023). Su estructura extensible y su enfoque centrado en la preservación hacen que sea una elección sólida para asegurar la viabilidad a largo plazo de los recursos digitales en el repositorio ROAAP.

3.2 Incorporación de Metadatos PREMIS a ROAAP

PREMIS tiene como objetivo proporcionar un conjunto de metadatos estructurados y estandarizados que documenten la

información necesaria para gestionar la preservación a largo plazo de los recursos digitales. Estos metadatos abarcan aspectos técnicos, administrativos y estructurales de los objetos digitales y sus entornos de gestión. PREMIS se aplica a una amplia gama de objetos digitales, incluidos documentos electrónicos, imágenes, audio, video, conjuntos de datos y otros tipos de recursos digitales. Es utilizado por organizaciones y repositorios digitales para capturar información crítica sobre la preservación y la gestión de activos digitales a lo largo del tiempo (Barrueco, J. M., & Termens, M., 2022) (Ahmad, R., & Rafiq, M., 2023).

Los metadatos PREMIS se dividen en 5 categorías principales con sus respectivos metadatos:

- 1- Objeto: La categoría de metadatos "Objeto" se refiere a la entidad digital que se está preservando. Esto puede incluir archivos individuales, conjuntos de datos, colecciones de archivos, o cualquier otro tipo de recurso digital que requiera preservación a largo plazo. Los metadatos en esta categoría describen las características del objeto digital, como:
 - Identificador del objeto digital: Un identificador único asignado al objeto digital.
 - Tipo de objeto: La naturaleza del objeto digital, como imagen, texto, audio, video, etc.
 - Título del objeto: El título o nombre del objeto digital.
 - Descripción del contenido del objeto: Una descripción que detalla el contenido del objeto digital.
 - Tamaño del archivo: El tamaño del archivo del objeto digital en bytes u otra unidad de medida.
 - Formato del archivo: El formato del archivo del objeto digital, como JPEG, PDF, MP3, etc.
- 2- Eventos: La categoría de metadatos "Eventos" documenta las acciones significativas que ocurren en relación con los objetos digitales a lo largo del tiempo. Estos eventos pueden incluir la creación del objeto digital, modificaciones, migraciones a nuevos formatos, ingestas en sistemas de gestión de repositorios, entre otros. Los metadatos de eventos registran:
 - Identificador del evento: Un identificador único asignado al evento.
 - Tipo de evento: El tipo de evento que ocurrió, como creación, modificación, migración, etc.
 - Fecha y hora del evento: La fecha y hora en que ocurrió el evento.
 - Agente responsable del evento: El agente (persona o sistema) que realizó el evento.

- Descripción del evento: Una descripción detallada del evento y los cambios realizados en el objeto digital.
- 3- Agentes: La categoría "Agentes" describe las entidades (humanas o aplicaciones software) que interactúan con los objetos digitales y realizan acciones sobre ellos. Los agentes pueden ser personas individuales, organizaciones, sistemas de software u otros tipos de entidades. Los metadatos de agentes incluyen información como:
 - Identificador del agente: Un identificador único asignado al agente.
 - Tipo de agente: La naturaleza del agente, como persona, organización, sistema, etc.
 - Nombre del agente: El nombre del agente.
 - Rol del agente: El papel o función que desempeña el agente en relación con los objetos digitales.
 - Contacto del agente: Información de contacto del agente, como dirección de correo electrónico o número de teléfono.
- 4- Relaciones: La categoría "Relaciones" establece conexiones entre objetos digitales dentro de un entorno de preservación digital. Estas relaciones pueden incluir la agrupación de objetos en colecciones, la derivación de un objeto de otro, la dependencia entre objetos, entre otros tipos de relaciones. Los metadatos de relaciones describen:
 - Tipo de relación entre objetos digitales: La naturaleza de la relación entre los objetos digitales.
 - Identificador del objeto relacionado: El identificador único del objeto digital relacionado.
 - Naturaleza y descripción de la relación: Detalles adicionales sobre la relación entre los objetos digitales.
- 5- Derechos: La categoría "Derechos" aborda los aspectos de propiedad intelectual y las políticas de acceso y uso asociadas con los objetos digitales. Estos metadatos documentan los derechos de autor, licencias de uso, restricciones de acceso y cualquier otra información relevante sobre los derechos y permisos relacionados con el objeto digital.
 - Tipo de derechos de propiedad intelectual: El tipo de derechos de propiedad intelectual asociados con el objeto digital, como derechos de autor, licencia de uso, etc.
 - Información de contacto del titular de los derechos: Información de contacto del titular de los derechos de propiedad intelectual.
 - Restricciones de acceso o uso: Restricciones o condiciones asociadas con el acceso o uso del objeto digital.

Para implementar los metadatos PREMIS en ROAAP, fue necesario un enfoque sistémico que abarcó varios aspectos del diseño y la implementación de cambios al sistema. Se rediseñaron las tablas de las bases de datos agregando el modelo de datos de PREMIS. Esto permitió la captura, almacenamiento y consulta de los metadatos PREMIS asociados con cada objeto de aprendizaje. Se desarrolló e integró al ROAAP una interfaz que permita a los administradores y usuarios del repositorio ingresar, editar y visualizar los metadatos PREMIS (Figura 3).

The image shows a web interface titled "Carga de Metadatos PREMIS en ROAAP". It features a dark blue header with a logo on the right. Below the header, there is a form with the following fields:

- Identificador del Objeto: A text input field.
- Tipo de Evento: A text input field.
- Fecha del Evento: A date picker showing "dd/mm/aaaa" and a time selection icon.
- Agente Responsable: A text input field.
- Descripción del Evento: A larger text area for description.

 At the bottom of the form is a blue button labeled "Cargar Metadatos".

Figura 3: Interfaz de ROAAP para cargar metadatos de preservación siguiendo el estándar PREMIS.

Para capturar automáticamente eventos relevantes relacionados con la preservación y gestión de objetos de aprendizaje, se podría implementar un sistema de registro de eventos que utilice desencadenadores o eventos del sistema para registrar acciones como la creación, modificación o eliminación de objetos de aprendizaje. En ROAAP, se han implementado diversas estrategias para capturar eventos significativos relacionados con la gestión de objetos digitales. En primer lugar, se han utilizado desencadenadores en la base de datos para registrar automáticamente eventos como la inserción, modificación o eliminación de registros que representan objetos digitales. Estos desencadenadores activan la creación de nuevos eventos de "Eventos" después de que se realicen acciones específicas en las tablas del repositorio. Además, la aplicación que gestiona el repositorio registra automáticamente ciertas acciones realizadas por usuarios o por el sistema mismo, como la subida de nuevos archivos, creando registros de eventos asociados en la categoría de "Eventos". Además, el ROAAP se integra con sistemas externos, como sistemas de gestión de versiones, para recibir notificaciones sobre actualizaciones de archivos, lo que permite crear automáticamente eventos de modificación en la categoría de metadatos de "Eventos". Por último, se realiza un monitoreo de logs del sistema para identificar eventos importantes que ocurran en el entorno del repositorio, analizando registros en busca de patrones y eventos específicos que puedan registrarse como metadatos de "Eventos" para mantener un registro completo y preciso de la

actividad en el repositorio. Estas estrategias aseguran una gestión efectiva y un seguimiento detallado de los objetos digitales en el ROAAP.

3.3 Evaluación de la incorporación de Metadatos PREMIS a ROAAP

Se realizó una encuesta a los usuarios de ROAAP para recopilar su opinión y experiencias con respecto a la aplicación de metadatos PREMIS. Los usuarios destinatarios de la encuesta fueron: administradores del ROAAP, creadores de contenido y usuarios que contribuyen con objetos de aprendizaje y usuarios finales que utilizan el ROAAP para acceder a recursos de aprendizaje. Las preguntas de la encuesta estaban relacionadas a obtener información sobre el perfil del encuestado, su conocimiento sobre PREMIS, facilidad de uso y usabilidad de la interfaz de carga de los metadatos, relevancia de contar con metadatos de preservación en el ROAAP y aspectos a modificar o agregar en ROAAP respecto a los metadatos PREMIS. La Tabla 3 muestra las preguntas incluidas en dicha encuesta.

Tabla 3: Encuesta realizada a usuarios de ROAAP para evaluar la implementación de metadatos PREMIS en el repositorio.

Pregunta	Posibles valores
1. ¿Cuál es su rol principal en el ROAAP?	Administrador, Creador de Contenido, Usuario Final
2. ¿Con qué frecuencia utiliza el ROAAP?	Diariamente, Semanalmente, Mensualmente, Ocasionalmente
3. Está familiarizado con los metadatos PREMIS utilizados en el ROAAP?	Sí / No
4. ¿Ha utilizado alguna vez los metadatos PREMIS al cargar o buscar objetos de aprendizaje en el ROAAP?	Sí / No
5. ¿Considera que la información proporcionada por los metadatos PREMIS es clara y comprensible?	Sí / No / No estoy seguro
6. En una escala del 1 al 5, ¿qué tan fácil encuentra la aplicación de metadatos PREMIS en el ROAAP?	1 Difícil 5 Muy Fácil
7. ¿Encuentra la navegación por los campos de metadatos PREMIS intuitiva y fácil de entender?	Sí / No / No estoy seguro
8. ¿Considera que los metadatos PREMIS capturan adecuadamente la información relevante sobre los objetos de aprendizaje en el ROAAP?	Sí / No / Parcialmente
9. ¿Qué aspectos de la aplicación de metadatos PREMIS considera que podrían	Texto libre

mejorarse?
10. ¿Tiene alguna sugerencia o comentario adicional sobre la aplicación de metadatos PREMIS en el ROAAP?

Texto libre

En la encuesta participaron un total de 25 personas: 15 de Argentina, 4 de España, 3 de Colombia y 3 de Brasil. Entre los participantes, se identificaron distintos roles: 4 eran administradores de repositorios, 15 eran creadores de contenido y 21 eran usuarios finales, algunos de los cuales desempeñaban roles duales como creadores y usuarios finales.

Tras recopilar y analizar los datos de la encuesta en línea, se obtuvieron los siguientes resultados:

- Conocimiento y Utilización de Metadatos PREMIS: Se observó que la mayoría de los administradores y creadores de contenido están familiarizados con los metadatos PREMIS, pero el uso real de los metadatos en la práctica puede ser limitado.
- Experiencia de Uso: Los usuarios finales valoran la utilidad de la aplicación de metadatos PREMIS en el ROAAP, aunque algunos expresaron dificultades con la interfaz de usuario y la comprensión de los metadatos.
- Relevancia y Complejidad: Hubo opiniones mixtas sobre la capacidad de los metadatos PREMIS para capturar información relevante, con algunas sugerencias para mejorar la claridad y la simplicidad de los metadatos.
- Sugerencias y Comentarios: Se recibieron varias sugerencias y comentarios de los usuarios, incluida la simplificación de la interfaz de metadatos, la provisión de ejemplos prácticos y la mejora de la capacitación y el soporte.

4. Conclusiones y trabajo futuro

En este trabajo se presentó la integración de metadatos PREMIS en el ROAAP como un primer paso importante hacia la preservación efectiva de recursos educativos digitales. Los resultados de las encuestas muestran una recepción positiva por parte de los usuarios, destacando la utilidad y la claridad de los metadatos PREMIS en el ROAAP. Según las encuestas realizadas a 25 participantes, se observó que el 80% de los encuestados valoran positivamente la implementación de los metadatos PREMIS en el ROAAP, considerándolos útiles y relevantes para la gestión de los objetos de aprendizaje. Asimismo, se identificó que el 95% de los participantes consideran que los metadatos PREMIS facilitan la documentación y seguimiento de los eventos relacionados con la gestión de recursos digitales.

Sin embargo, aún hay aspectos adicionales que deben abordarse para garantizar la preservación a largo plazo y la

accesibilidad de los objetos de aprendizaje en el repositorio. Para ello se propone como trabajo futuro: 1) Mejorar la captura de los Metadatos mediante el mejoramiento de las interfaces, ya que al ser muchos metadatos a cargar se vuelve tedioso para los usuarios. Además, se propone analizar y desarrollar estrategias automatizadas que permitan capturar aspectos específicos de la preservación como la migración de formatos y la conservación a largo plazo. 2) Promover la investigación en preservación digital para desarrollar estrategias y prácticas que garanticen la integridad y accesibilidad a largo plazo de los objetos de aprendizaje almacenados en el ROAAP. 3) Impulsar programas de capacitación y sensibilización para usuarios y administradores del ROAAP sobre la importancia de la preservación digital, incluyendo la comprensión de los riesgos y las mejores prácticas para la conservación de recursos educativos digitales. 4) Desarrollo de Herramientas de Preservación: Investigar y desarrollar herramientas y tecnologías que faciliten la preservación activa de objetos de aprendizaje,

incluyendo la migración de formatos obsoletos y la verificación de la integridad de los datos.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido realizado en el marco del proyecto C-ING-179-UGR23 financiado por la Consejería de Universidades, Investigación e Innovación y por el Programa FEDER Andalucía 2021-2027. Red Iberoamericana de Apoyo a Procesos de Enseñanza-Aprendizaje de Competencias Profesionales a través de Entornos Ubicuos y Colaborativos HCI-COLLAB - AUIP; Red Colaborativa de Investigación y Desarrollo de Videojuegos en Iberoamérica VG-COLLAB – AUIP. Este trabajo ha contado con el apoyo financiero del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET).

Referencias

- Ahmad, R., & Rafiq, M. (2023). Global perspective on digital preservation policy: a systematic review. *Journal of Librarianship and Information Science*, 55(3), 859-867.
- Aciar, S, Paderewski Rodríguez, P., Gutierrez-Vela, F., & Grossi, L. (2023). Personalización y Accesibilidad en un Repositorio Digital. *Jornadas Iberoamericanas Interacción Humano Computador*. Bs. As. Argentina.
- Barrueco, J. M., & Termens, M. (2022). Digital preservation in institutional repositories: a systematic literature review. *Digital Library Perspectives*, 38(2), 161-174.
- Brusilovsky, P., Farzan, R., & Ahn, J. W. (2005, June). Comprehensive personalized information access in an educational digital library. In *Proceedings of the 5th ACM/IEEE-CS joint conference on Digital libraries* (pp. 9-18).
- Cabero Almenara, J., Gallego Pérez, Ó., Puentes Puente, Á., & Jiménez Rosa, T. (2018). La Aceptación de la Tecnología de la Formación Virtual y su relación con la capacitación docente en docencia virtual. *EDMETIC, Revista de Educación Mediática y TIC*, 7(1), 225-241.
- Castro, L., Aciar, S., & Reategui, E. (2014). Learning object recommendation for teachers creating lesson plans. *XX Congreso Argentino de Ciencias de la Computación*. Buenos Aires. Recuperado de <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/42368>
- Chuttur, M. (2009, September). Overview of the Technology Acceptance Model: Origins, Developments and Future Directions. *Universidad de Indiana*. Recuperado de https://aisel.aisnet.org/sprouts_all/290
- Dappert, A., Squire Guenther, R., & Peyrard, S. (2016). *Digital preservation metadata for practitioners*. Cham, Switzerland.
- Elyazgi, M., Nilashi, M., Ibrahim, O., Rayhan, A., & Elyazgi, S. (2016). Evaluating the factors influencing e-book technology acceptance among school children using TOPSIS technique. *Evaluating the Factors Influencing E-book Technology Acceptance among School Children Using TOPSIS Technique*, 3(2).
- Gaona-García, P. A., Martín-Moncunill, D., & Montenegro-Marin, C. E. (2017). Trends and challenges of visual search interfaces in digital libraries and repositories. *The Electronic Library*, 35(1), 69-98. DOI: 10.1108/EL-03-2015-0046
- Ingavélez-Guerra, P., Otón-Tortosa, S., Hilera-González, J., & Sánchez-Gordón, M. (2023). The use of accessibility metadata in e-learning environments: a systematic literature review. *Universal Access in the Information Society*, 22(2), 445-461.
- Ivanova, T., Terzieva, V., & Ivanova, M. (2021, June). Intelligent Technologies in E-Learning: Personalization and Interoperability. In *Proceedings of the 22nd International Conference on Computer Systems and Technologies* (pp. 176-181).
- Jantz, R., & Giarlo, M. J. (2005). *Digital preservation: Architecture and technology for trusted digital repositories*.
- Leyton Soto, D. (2013, October). Extensión al modelo de aceptación de tecnología TAM, para ser aplicado a sistemas colaborativos, en el contexto de pequeñas y medianas empresas [Tesis de maestría, Universidad de Chile]. Recuperado de <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/115509>
- Lin, D., Crabtree, J., Dillo, I., Downs, R. R., Edmunds, R., Giarletta, D., ... & Westbrook, J. (2020). The TRUST Principles for digital repositories. *Scientific Data*, 7(1), 144.
- Navarrete, R., & Luján-Mora, S. (2018). Bridging the accessibility gap in Open Educational Resources. *Universal Access in the Information Society*, 17(4), 755-774.
- Paucar-León, V. J., Molina-Granja, F., Lozada-Yáñez, R., & Santillán-Lima, J. C. (2022, July). Model of Long-Term Preservation of Digital Documents in Institutes of Higher Education. In *International Conference on Knowledge Management in Organizations* (pp. 257-269).

Cham: Springer International Publishing.

- Prieto, J. C. S., Migueláñez, S. O., & García-Peñalvo, F. J. (2017). ¿ Utilizarán los futuros docentes las tecnologías móviles? Validación de una propuesta de modelo TAM extendido. *Revista de Educación a Distancia*, (52). Recuperado de <https://revistas.um>
- Rodríguez, P. A., Ovalle, D. A., & Duque, N. D. (2015, August). A student-centered hybrid recommender system to provide relevant learning objects from repositories. In *International Conference on Learning and Collaboration Technologies* (pp. 291-300). Springer, Cham. DOI: 10.1007/978-3-319-20609-7_28.
- Sanders, J. (2023). *Conformance and Interoperability of E-learning Standards*.
- Troussas, C., Krouska, A., & Sgouropoulou, C. (2021). Enhancing human-computer interaction in digital repositories through a MCDA-based recommender system. *Advances in Human-Computer Interaction*, 2021, 1-7.
- Webster, J. W. (2019). Digital Repositories. *New Top Technologies Every Librarian Needs to Know: A LITA Guide*, 153.
- Wcag 2.0. (2023). Guía breve de accesibilidad. Recuperado de <http://www.w3c.es/Divulgacion/GuiasBreves/Accesibilidad>.
- Yousef, M. I. (2016). The role of open access in supporting the digital repositories activities. En *Communication, Management and Information Technology* (pp. 517-524). CRC Press. DOI: 10.1201/9781315375083

La Accesibilidad en los Entornos Virtuales de Aprendizaje: Estrategias para la Inclusión en la Educación a Distancia

Accessibility in Virtual Learning Environments: Strategies for Inclusion in Distance Education

Rafael De Sá Mascarenhas

Programa de Pós-Graduação em Computação Aplicada
Universidade Presbiteriana Mackenzie
São Paulo, SP, Brazil
rafael.mascarenhas@mackenzie.br

Maria Amelia Eliseo

Programa de Pós-Graduação em Computação Aplicada
Universidade Presbiteriana Mackenzie
São Paulo, SP, Brazil
mariaamelia.eliseo@mackenzie.br

Recibido: 09.02.2024 | Aceptado: 06.06.2024

Palabras Clave

Educación a Distancia
Inclusión
Accesibilidad

Resumen

La Educación a Distancia (EAD) ofrece a los alumnos flexibilidad y personalización en el acceso al conocimiento, eliminando barreras geográficas y temporales. Sin embargo, existen desafíos en esta modalidad de enseñanza, incluyendo la motivación de los estudiantes, la validación del aprendizaje remoto y la accesibilidad en los contenidos pedagógicos disponibles en los entornos virtuales de aprendizaje (EVA). Estos desafíos dirigen la atención de los gestores educativos. Este artículo presenta una revisión de la literatura que propone estrategias esenciales para enfrentar estos desafíos y garantizar la inclusión en la Educación. Se destaca la importancia de involucrar y motivar a los alumnos, proporcionar apoyo individualizado, eliminar las barreras de accesibilidad y desarrollar estrategias pedagógicas eficaces como enfoques para mejorar la calidad de la EAD.

Keywords

Distance Education
Inclusion
Accessibility

Abstract

Distance Education (DE) offers students flexibility and personalization in accessing knowledge, eliminating geographical and temporal barriers. However, this teaching modality presents challenges, including student motivation, validation of remote learning, and accessibility of educational content available in virtual learning environments (VLE). These challenges direct the attention of educational managers. This article presents a literature review that proposes essential strategies to address these challenges and ensure inclusion in education. The importance of engaging and motivating students, providing individualized support, removing accessibility barriers, and developing effective pedagogical strategies are highlighted as approaches to improve the quality of DE.

1. Introducción

La educación superior en Brasil ha experimentado históricamente grandes avances y revoluciones, y en general, la enseñanza superior se ha vuelto más disponible a medida que las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) contribuyen a acercar a los alumnos y las plataformas virtuales de apoyo a la enseñanza. De hecho, esta modalidad de enseñanza sin la presencia física de los participantes no es algo nuevo, según el relato de la Asociación Brasileña de Educación a Distancia (ABED). En el año 1850 ya existían cursos por correspondencia que funcionaban en la época a través de diversos medios, ya sea mediante el envío de cartas o mediante el uso de la radio (Arroyo, 1991; Landim, 1997; Mercado, 2007; Sturzenegger, 2017).

Con el creciente avance en el ámbito tecnológico, esta modalidad de enseñanza y el entorno de aprendizaje se han perfeccionado, lo que ha permitido la creación de un sistema educativo libre de restricciones de tiempo y espacio (Yildiz; Selim, 2015). El Decreto n.º 5.622, de 2005, establece que la educación a distancia en Brasil es una modalidad educativa cuya mediación didáctico-pedagógica sucede mediante la interacción educativa entre estudiantes y profesores a través del uso de las TIC (Brasil, 2005).

Gunawardena y Mcisaac (2004) definen la educación a distancia como una forma democrática de educación, ya que proporciona un amplio acceso a la enseñanza superior para las minorías y los grupos desfavorecidos, con el objetivo de abarcar todas las capas de la sociedad.

Sin embargo, Olemar, Teixeira y Weschenfelder (2013) señalan que esta modalidad ha contribuido a disminuir el índice de elitismo educativo establecido en diversos países, además de complementar y corregir las deficiencias del sistema educativo tradicional resultantes de cambios sociales y tecnológicos. Sin embargo, Pavesi y Oliveira (2011) afirman que, para que un alumno tenga éxito en el aprendizaje en esta modalidad educativa, factores como la "motivación" son importantes en el proceso de aprendizaje, ya que fomentan la interactividad, dado que en la educación a distancia esta se produce en diversos formatos.

Este hecho contribuye al aumento de los casos de deserción escolar, la principal dificultad experimentada por las instituciones educativas (IEs) es un problema complejo de evaluar, que afecta a cualquier nivel de enseñanza, desde cursos de corta duración hasta licenciaturas y posgrados (Sanches, 2005). La deserción es un factor que afecta consecuentemente al desarrollo científico y tecnológico del país y retrasa el avance intelectual y el ascenso económico. En este contexto, es fundamental abordar la cuestión de la accesibilidad para garantizar que todos los estudiantes, independientemente de sus capacidades o limitaciones, tengan igualdad de oportunidades en la educación a distancia.

1.1 Motivación y justificación

La principal motivación de esta investigación es comprender si existe una relación entre la deserción y la accesibilidad en los materiales didácticos en cursos de educación a distancia (EAD). Se espera contribuir con los gestores educativos para abordar los cambios pedagógicos y estructurales en la oferta de cursos que adopten la enseñanza a distancia, habilitados por las nuevas tecnologías y formatos mediáticos, con el objetivo de alcanzar la efectividad en el aprendizaje de los alumnos (Aponi; Albertin; Sánchez, 2015).

A pesar del volumen de investigaciones sobre el tema de la educación a distancia en la actualidad, se identificó a través de la revisión bibliográfica inicial una brecha científica en relación a las cuestiones de accesibilidad, las motivaciones de los estudiantes para estudiar en la educación a distancia y el rendimiento escolar. Además, se destaca que la accesibilidad en los contenidos pedagógicos garantiza la igualdad de oportunidades educativas para todos los estudiantes, independientemente de sus capacidades o limitaciones físicas.

2. Referencial Teórico

2.1 Modalidades de enseñanza

Según Landim (1997), la educación superior tiene tres grandes líneas de modalidades de enseñanza relacionadas con el espacio físico: enseñanza presencial, a distancia y semipresencial.

En la enseñanza presencial, que es la más tradicional y antigua, hay presencia física en un espacio y tiempo determinados en un

entorno educativo para realizar actividades de enseñanza, a diferencia de la enseñanza a distancia (EAD), que está mediada por el uso de TIC y hay distanciamiento temporal y espacial entre profesores y alumnos. Esta modalidad también es conocida como: enseñanza por correspondencia, enseñanza abierta, teleeducación, e-learning, educación en línea.

Sin embargo, la enseñanza semipresencial está relacionada con la mezcla de ambas modalidades, con períodos cortos de presencia en el mismo lapso temporal y espacial con el apoyo de TIC (Arroyo, 1991; Landim, 1997; Litto; Formiga, 2009; Alves, 2011).

Partiendo de este punto, ha habido momentos históricos de cuestionamientos y comparaciones de la calidad de estas modalidades de enseñanza que, hasta el año 1998, no había una forma o método razonable para evaluar la calidad de los cursos ofrecidos en ambas modalidades, lo que obligó al Ministerio de Educación (MEC) en ese momento a presentar indicadores cualitativos en los cursos de las IES (Landim, 1997; Alves, 2011; Pitaluga, 2013).

Ciertamente, ha habido avances considerables acerca de estos métodos tradicionales de enseñanza, que se han perfeccionado e incluso han creado métodos y prácticas pedagógicas que respaldan el uso constante de la tecnología de la información.

2.2 EAD en Brasil

Esta modalidad de enseñanza inicialmente presentó un alto índice de rechazo en el país, y se caracterizó por una evolución lenta, cuyo inicio de desarrollo puede fecharse a finales del siglo XX y principios del siglo XXI, con la evolución del uso de las TIC, que contribuyeron a la difusión del conocimiento en masa (Dias et al., 2018).

La llegada del EAD a Brasil se constituyó por la unión de fuerzas de la iniciativa privada y pública, a través de decretos y leyes que comenzaron en el año 1996, cuando entró en vigor la Ley N° 9.394, de 20 de diciembre de dicho año, que recopilaba elementos informativos sobre las directrices y bases de la educación nacional.

Aunque existen otras leyes pertinentes, estas directrices tienen como objetivo poner en funcionamiento la enseñanza a distancia, con disposiciones legales para la acreditación y oferta de cursos en esta modalidad por parte de las instituciones educativas, así como regular y supervisar a través de los organismos competentes, tanto en la administración pública como en el sector privado (Alonso, 2010; Costa; Faria, 2008; Gomes, 2013).

Según el panorama actual, el mercado laboral se ha vuelto cada vez más competitivo y exigente en términos de calificación profesional. En este escenario, se observa una búsqueda constante de capacitación técnica y profesionalizante, lo que ha contribuido al aumento de la demanda de educación superior en Brasil. Además, las políticas gubernamentales, como la

creación de la Universidad Abierta de Brasil (UAB) y el estímulo al aumento de estudiantes graduados de la enseñanza media, han favorecido la reducción del índice de elitización de la educación superior en cuanto a accesibilidad. Con esto, esta modalidad de enseñanza ha permitido a los estudiantes superar la barrera física existente entre el alumno y la institución educativa, favoreciendo la democratización de la educación superior (Días et al., 2018; Hermida; Bonfim, 2006).

Sin embargo, algunos otros autores y estudios muestran otro aspecto característico del EAD, marcado como precursor del aumento de la tasa de deserción estudiantil en la actualidad, causado por la falta de motivación y rendimiento de los alumnos, que en la mayoría de los casos es consecuencia de una mala administración y errores en la elaboración de los cursos por parte de las instituciones educativas, lo que contribuye a la reducción de la calidad de la enseñanza y convierte a la modalidad en un objeto de mercantilización de la educación en el país (Borges, 2015; Dias et al., 2018).

En este contexto, Costa et al. (2018) resaltan la necesidad de un modelo didáctico eficaz y estrategias de mediación de formación para contrarrestar estos problemas. Un modelo didáctico robusto debe ir más allá de la simple transmisión de conocimientos, enfatizando la construcción colectiva del saber y la creación de relaciones pedagógicas significativas. Este enfoque dialéctico y social de la enseñanza-aprendizaje permite que los estudiantes se sientan parte activa del proceso educativo, lo que es esencial para su motivación y rendimiento. Las actividades y contenidos deben ser diseñados no solo para informar, sino para transformar, facilitando la interacción y el diálogo continuo entre estudiantes, profesores y el contenido.

Las estrategias de mediación de formación propuestas por Costa et al. (2018) son fundamentales para asegurar la efectividad del modelo didáctico. Inspiradas en la concepción de mediación pedagógico-didáctica de Lenoir (2014), estas estrategias incluyen la intervención educativa intencional y orientadora, que busca desencadenar cambios intelectuales en los alumnos. Además, subrayan la importancia de construir relaciones sociales pedagógicas que fomenten el reconocimiento social de los estudiantes, elemento crucial para estimular su deseo de aprender. De esta manera, la mediación didáctica se convierte en un proceso integral que abarca el desarrollo cognitivo, moral y afectivo, superando las meras acciones de comunicación y ayuda técnica. Esto promueve una formación integral que no solo mejora la calidad de la educación, sino que también fomenta la inclusión, asegurando que todos los estudiantes, independientemente de sus contextos sociales y económicos, tengan acceso a una educación de calidad y la oportunidad de desarrollar su potencial plenamente.

2.3 Tipos de EAD

El EAD se caracteriza como una modalidad de enseñanza mediada por TIC, sin embargo, este concepto se encuentra en

la literatura como "enseñanza electrónica" o "e-learning", definido como el amplio conjunto de aplicaciones y procesos que utilizan medios electrónicos/digitales y diversas herramientas para ofrecer educación (Abbas et al., 2005; Alqahtani; Rajkhan, 2020).

Alqahtani y Rajkhan (2020) afirman que las tipologías del e-learning se clasifican de la siguiente manera:

- Aprendizaje híbrido: una combinación de clases tradicionales y en línea;
- Aula invertida: enfoque centrado en el alumno, con actividades previas a la clase e interactividad entre los estudiantes;
- Aprendizaje presencial con soporte de TIC: método basado en el uso de TIC en la modalidad de enseñanza presencial;
- Aprendizaje síncrono: metodología basada en el aprendizaje a distancia con interacciones en tiempo real, en espacios físicos distintos, pero al mismo tiempo;
- Aprendizaje asíncrono: metodología basada en el aprendizaje en espacios y tiempos diferentes, en formato a distancia con el uso y apoyo de TIC.

En cuanto al aprendizaje síncrono y asíncrono, Santos y Silva (2009) defienden la idea de que la educación en línea ocurre en la transición de la lógica de la distribución (transmisión) a la lógica de la comunicación (interactividad), creando la pedagogía de la transmisión.

Pimentel (2019) destaca que la educación en línea derivada de las prácticas de la cibercultura resulta en principios que rigen la educación masiva, instructorista y asíncrona.

De este modo, la educación en línea está relacionada con un conjunto de técnicas pedagógicas, tecnológicas y gerenciales utilizadas para crear el aprendizaje colaborativo sobre los preceptos del aprendizaje guiado o síncrono. Además, hay seis principios utilizados por Pimentel (2019) que muestran indicios de mejora en el aprendizaje síncrono, a saber: el uso de diferentes sistemas y plataformas informáticas; interactividad y colaboración; énfasis en la autoría y promulgación de actividades prácticas; evaluaciones formativas; tutoría y mediación en línea activa; curaduría de contenidos en línea.

2.4 Accesibilidad en los materiales didácticos

Varias plataformas se han utilizado en la oferta de cursos a distancia a través de Entornos Virtuales de Aprendizaje (EVA). Estos entornos proveen recursos de comunicación, colaboración, elaboración de actividades individuales y grupales, además de gestión escolar. Ejemplos de estas plataformas incluyen Moodle, TIDIA (Tecnología de la Información en el Desarrollo de Internet Avanzada) y Blackboard. Considerando la importancia del aprendizaje

continuo, el alcance potencial de esta modalidad de enseñanza y las ventajas proporcionadas por los entornos en línea, es crucial que ofrezcan recursos de accesibilidad (Santos et al., 2021).

Para garantizar la inclusión y la igualdad de acceso a la Educación, se deben eliminar las barreras de accesibilidad de los contenidos pedagógicos. Con el aumento del uso de entornos virtuales de aprendizaje, surge la necesidad apremiante de garantizar que estas plataformas sean accesibles para todos los estudiantes, incluidos aquellos con limitaciones (Lemos; Dal-Forno; Bernardi, 2016; Salton; Agnol; Turcati, 2017).

Dentro del contexto de la Educación a Distancia (EAD), la accesibilidad en materiales didácticos desempeña un papel fundamental en la promoción de la igualdad de oportunidades educativas para todos los estudiantes, independientemente de sus habilidades o limitaciones físicas (Lemos; Dal-Forno; Bernardi, 2016; Salton; Agnol; Turcati, 2017).

Los materiales didácticos disponibles en el ambiente virtual de aprendizaje deben ser cuidadosamente diseñados y adaptados para garantizar que sean accesibles para todos los estudiantes. Esto incluye considerar las necesidades de estudiantes con diferentes tipos de discapacidad, como discapacidades visuales, auditivas, motoras o cognitivas (Lemos; Dal-Forno; Bernardi, 2016; Salton; Agnol; Turcati, 2017; Munoz; Montoto, 2018).

Para asegurar la accesibilidad de los materiales didácticos, es importante seguir directrices y estándares de accesibilidad, como las Directrices de Accesibilidad para el Contenido Web (WCAG), que proporcionan orientación detallada sobre cómo hacer que el contenido en línea sea accesible para personas con diversas necesidades (Lemos; Dal-Forno; Bernardi, 2016; Salton; Agnol; Turcati, 2017; Munoz; Montoto, 2018).

3. Método de Investigación

En este trabajo se optó por realizar una revisión sistemática de la literatura (RSL), considerando que existen ventajas en la identificación, evaluación e interpretación de trabajos relevantes disponibles sobre el tema de investigación propuesto. Además, se considera la identificación de los beneficios y limitaciones del método de enseñanza estudiado, así como el análisis de la existencia de una brecha científica para estructurar y sugerir nuevas actividades de investigación (Kitchenham; Charters, 2007).

Esta RSL busca entender las barreras de accesibilidad en los contenidos pedagógicos en EVAs y su relación con factores motivacionales y de rendimiento escolar. En este contexto, se ha definido la siguiente cuestión de búsqueda (QP):

- QP: ¿Cuáles son los principales desafíos de estudiar a distancia, considerando la accesibilidad para estudiantes con discapacidades o necesidades especiales?

3.1 Bases de datos seleccionadas

- Web of Science: base de datos referencial multidisciplinaria producida por el Institute for Scientific Information (ISI) y actualmente mantenida por Clarivate Analytics, compuesta por seis bases de datos en línea: Science Citation Index Expanded; Social Sciences Citation Index; Arts Humanities Citation Index; Emerging Sources Citation Index; Book Citation Index; Conference Proceedings Citation Index;
- Scopus: es la mayor base de datos de resúmenes y citas de literatura revisada por pares, que abarca áreas de ciencia, tecnología, medicina, ciencias sociales y humanidades, siendo así, indispensable para encontrar trabajos relevantes sobre informática en la educación.

3.2 Criterios de inclusión

- Publicaciones de los últimos 10 años, debido a la gran cantidad de estudios en este período, que pueden mostrar tendencias en el área de la educación considerando el avance de las TICs y abarcando investigaciones realizadas antes, durante y después de la pandemia de COVID-19;
- Publicaciones en idioma inglés, por ser ampliamente aceptadas internacionalmente en eventos científicos;
- Publicaciones en idioma portugués, por abarcar un estudio dirigido de la EAD en Brasil;
- Publicaciones que abarquen las áreas de la Informática en Educación.

3.3 Criterios de exclusión

- Publicaciones duplicadas en las bases de datos;
- Publicaciones en etapa de investigación inicial;
- Textos incompletos o no disponibles íntegramente.

3.4 Palabras clave y filtros utilizados en las búsquedas

- Web of Science. TOPIC: (education) AND TOPIC: (distance education) AND TOPIC: (learning) AND TOPIC: ("student dropout" OR "disinterest studying") AND LANGUAGE: (English) AND TOPIC: ("Accessibility" OR "disability" OR "students with disabilities") AND TOPIC: ("school performance"). Refined by: WEB OF SCIENCE CATEGORIES: (EDUCATIONAL RESEARCH OR EDUCATION INFORMATION OR EDUCATION SCIENTIFIC DISCIPLINES). Allotted time: 2009-2023.
- Scopus. TITLE-ABS-KEY (learning AND analysis) AND TITLE-ABS-KEY (distance AND education) AND TITLE-ABS-KEY (accessibility OR school AND dropout OR student AND dropout OR disinterest AND in AND studying OR motivational

AND factors OR school AND performance OR accessibility AND abandonment OR disability OR students WITH disabilities) AND LANGUAGE (english) AND ACESSTYPE (OA) AND PUB YEAR: 2009-2023.

3.5 Conducción de la RSL

La realización de los procedimientos para la selección de los estudios candidatos abarcó los criterios establecidos en el apartado anterior y se insertaron en las bases de datos para entrar en un proceso de selección, según su relevancia y contribución a esta investigación. El diagrama de flujo sobre la conducción de la RSL, así como los trabajos relacionados, se describen en la Figura 1.

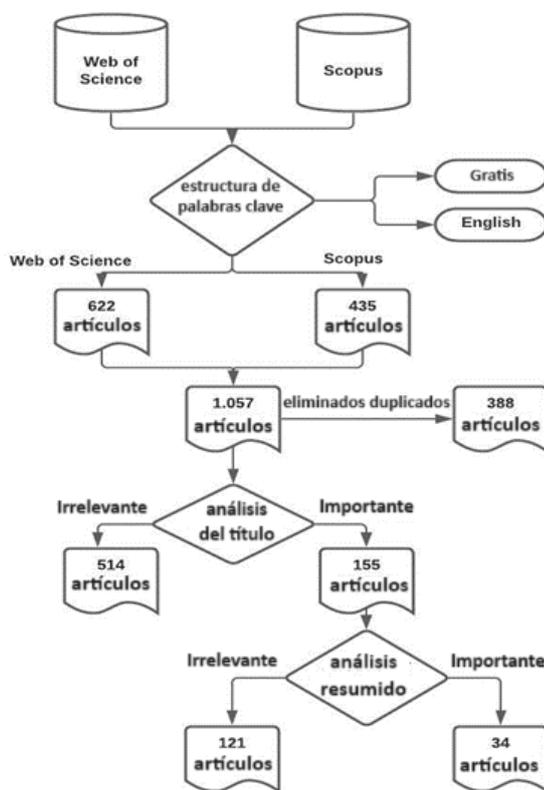


Figura 1 - Conducción de la Revisión Sistemática. Fuente: Elaborado por los autores (2024)

4. Discusiones y Resultados

Para iniciar las discusiones de este estudio, Bhaskar et al. (2020) consideran que los cambios en el formato de la educación a distancia promueven alteraciones en las prácticas pedagógicas tradicionales convergentes en la enseñanza presencial y rompen la barrera de la limitación, abriendo espacio para nuevas metodologías activas que se insertan en el entorno virtual mediante el uso de TIC y la interactividad en la enseñanza sincrónica. Según Bhaskar et al. (2020), esto se constató por los autores en un estudio realizado en una clase de la Facultad de Medicina de la Universidad de Ciencia y Tecnología de Macao (China), ya que los estudiantes de este

curso, en particular, requieren prácticas presenciales. Por lo tanto, los autores relatan la experiencia de utilizar la plataforma tecnológica "Zoom" para impartir clases en el entorno virtual junto con aplicaciones instaladas previamente en la computadora del docente relacionadas con la disciplina mencionada en el área de la salud. Los autores llegan a la conclusión de que, aunque fue desafiante inicialmente, el estudio permitió la realización de actividades prácticas de la disciplina con la participación perfecta de los estudiantes, gracias a las funciones de control remoto proporcionadas por la plataforma en cuestión, hecho que posiblemente no hubiera sido tan provechoso en el entorno presencial como lo fue en el entorno a distancia.

Al analizar las consideraciones de Bhaskar et al. (2020), se puede entender que, en su investigación exploratoria, la educación a distancia fue tan beneficiosa como la educación presencial. En concordancia con las consideraciones, Faisal y Kisman (2020) afirman que el proceso de aprendizaje ya no está fijado en los modelos convencionales, que dependen exclusivamente del mismo tiempo y espacio, por lo tanto, se entiende que las Prácticas pedagógicas han superado la barrera de la enseñanza en un espacio físico, ya que las TIC colaboran para la enseñanza en cualquier momento y lugar y, con ello, advierten un nuevo modelo de universidades digitales que poseen recursos de accesibilidad.

Este concepto lleva consigo adversidades cuestionables, ya que exige obligatoriamente que tanto los docentes como los estudiantes tengan previamente una infraestructura tecnológica mínima para seguir un curso ofrecido virtualmente y, por otro lado, la universidad debe tener un entorno digital, siendo capaz, por ejemplo, de proporcionar certificados en línea y de operar administrativamente de forma remota (Faisal; Kisman, 2020).

Sin embargo, la literatura señala que entre las principales cuestiones pedagógicas presentes en el proceso de enseñanza-aprendizaje en la educación a distancia, la motivación tiene un papel destacado, ya que la interacción universitaria se da de diversas formas, en comparación con el modelo de enseñanza tradicional, que la proporciona de forma directa e intersubjetiva. No obstante, es evidente que para que los estudiantes muestren resultados académicos satisfactorios en esta modalidad de enseñanza, la institución debe ir más allá de proporcionar solo aspectos cognitivos, ya que se sabe que el estímulo a los factores motivacionales afecta positivamente al estudiante en su trayectoria académica, además de impactar directamente en el índice de abandono escolar (Pavesi; Oliveira, 2011).

4.1 Rendimiento escolar

En este contexto, Ichihara y Nizam (2018) destacan la eficacia del uso de herramientas de inteligencia empresarial para el control y gestión en la toma de decisiones de los gestores educativos para el análisis del rendimiento escolar, mediante el análisis de la interactividad en entornos virtuales de

aprendizaje y la influencia en el rendimiento escolar con el uso de sistemas de comunicación.

En cuanto al análisis de la interactividad, existen variables estadísticas como: participación en foros; mensajes enviados a través de la plataforma, número de respuestas enviadas a publicaciones del profesor, número de accesos a avisos, documentos, tareas y evaluaciones.

También existen datos sensibles entre: nota final del alumno, cargas de actividades y el promedio global del alumno, datos que comúnmente son base de análisis de rendimiento escolar y cálculo de abandonos (Ichihara; Nizam, 2018). Sin duda, es posible considerar que este rendimiento escolar también agrega factores motivacionales del alumno, pero están fuertemente influenciados por factores críticos de la gestión académica, y pueden observarse en plataformas de apoyo a la enseñanza, como se menciona en estudios de Alqahtani y Rajkhan (2020), Bhaskar et al. (2020), Acosta, Becerra y Jaramillo (2017), Ichihara y Nizam (2018).

4.2 Motivación para aprender

La motivación escolar deriva de innumerables características singulares de cada estudiante y refleja principalmente en el modelo de EAD adoptado por las IES. Para abordar esta cuestión, se destaca que las motivaciones difieren principalmente en tres pilares: edad, género y experiencias anteriores, ya que la motivación de un adulto para estudiar a distancia está vinculada a su rutina laboral y responsabilidades familiares (Yoo; Huang, 2013). En comparación con los niños y adolescentes, los adultos tienen la capacidad de aprendizaje asincrónico, independiente del instructor y sus horarios varían ampliamente debido a sus responsabilidades, lo que caracteriza una diferencia notable con los niños y adolescentes que necesitan una secuencia sincrónica para aprender y mantener la atención (Yoo; Huang, 2013).

En general, los estudiantes tienden a estar motivados siempre que vean mejoras en sus habilidades y cuando reciben estímulos como elogios, retroalimentación, calificaciones y validan la aplicabilidad del aprendizaje en la vida real (Yoo; Huang, 2013; Lim; Kim, 2003).

4.3 Evasión escolar

Arroyo (1991) ya abordaba la evasión en la educación como un desafío enfrentado por las IES como un fenómeno social, compuesto por la interrupción de un ciclo de estudios. El alumno que abandona deja el espacio y la oportunidad que se le ofreció, ocasionando incluso gastos irreversibles en instituciones públicas, además de generar posibles frustraciones y daños psicológicos.

Por lo tanto, la evasión sigue siendo un problema delicado de alcance mundial e histórico que tiene causas distintas, algunas medibles e inmedibles, que pueden cambiar junto con la sociedad. Hay factores externos que generan la evasión y no

siempre es posible prevenirlos; la simple expresión de voluntad de no continuar en un curso por sí sola ya es un factor difícil de evaluar previamente (Mercado, 2007).

En el caso del EaD, hay contextos indicados en la literatura que pueden generar evasiones, pero que brindan a los gestores educativos la posibilidad de tomar decisiones. Algunos de estos contextos situacionales y pedagógicos ya han sido identificados en la literatura, como se describe a continuación (Baggi; Lopes, 2011; Bittencourt; Mercado, 2014; Bentes; Kato, 2014; Figueiredo; Salles, 2017; Loureiro; Costa; Neves, 2018).

1. Capacitación de profesionales para la educación a distancia (EaD): tutores, mediadores, secretarios virtuales, facilitadores y todos los demás profesionales involucrados deben tener un conocimiento completo de la(s) plataforma(s) de apoyo a la enseñanza en la que se encuentran;
2. Exposición del contenido: diseño, forma de abordar los contenidos, heurística y distribución de la información para no sobrecargar los contenidos textuales;
3. Alfabetización informática: nivel de influencia y dominio de las TIC, que permite explorar alternativas para apoyar y acompañar a los estudiantes.
4. Interacción: falta de participación del estudiante en los canales ofrecidos (foros, grupos de discusión, chats y en la propia clase);
5. Interactividad: falta de canales y medios que fomenten la interacción del alumno con los involucrados en el proceso educativo; falta de participación del estudiante en el aula, debido a la falta de medios tecnológicos y/o la falta de apertura del docente hacia el estudiante;
6. Orfandad online: el alumno tiene a su disposición todos los canales de comunicación necesarios ofrecidos por la institución educativa, pero no recibe respuesta, lo que convierte su motivación en un sentimiento de abandono y descuido;
7. Factores familiares: embarazo, divorcio, cambio de residencia, problemas de salud física o mental en la familia y otros;
8. Planificación adecuada de la interactividad y el trabajo colaborativo por parte del tutor;
9. Incorporación del aprendizaje significativo, mapas conceptuales y estudios de caso;
10. Utilización de la evaluación formativa y continua, que considera los diferentes habilidades y contextos de los estudiantes, junto con modelos de evaluación distintos.
11. Planificación y uso de las TIC por parte de las instituciones educativas: para proporcionar toda la infraestructura de sistemas de información y canales de comunicación con las partes involucradas en el proceso educativo;
12. Contenido programático desactualizado o sin viabilidad profesional;
13. Práctica del profesor en la educación a distancia (EaD): falta de preparación pedagógica para manejar tecnologías

de la información en apoyo a la EaD (grabación de clases, disponibilidad de materiales y herramientas de comunicación);

14. Competencia pedagógica para la tutoría: falta de dominio del contenido programático y/o dominio débil de las TIC;
15. Preparación del estudiante para lidiar con la EaD: falta de disciplina y planificación para seguir las actividades propuestas, que, acumulativamente, pueden mejorar su nivel de alfabetización o conocimiento sólido de TIC;
16. Dificultades de relación interpersonal: falta parcial o total de interacción en actividades grupales o que requieran la exposición del estudiante;
17. Inclusión digital: basada en el victimismo online, cuando existen grupos muy cerrados y estrechos que dificultan la llegada de nuevos compañeros;
18. Creación de falsas expectativas: considerar que la formación en la modalidad EaD es o debería ser más fácil que la formación presencial;
19. Accesibilidad: cuestiones técnicas de las plataformas de enseñanza a distancia que abarcan acciones pedagógicas y tratamiento especial adecuado para cada caso;
20. Prácticas cooperativas y competitivas: la competitividad en general puede ser algo ventajoso en la EaD para generar propuestas de participación entre los estudiantes, sin embargo, pueden generar conflictos que deben ser controlados y resueltos;
21. Gestión educativa: negligencia, falta de dominio del escenario y mala administración generalizada en la coordinación y oferta de cursos de EaD;
22. Factores externos: considerados inmensurables y de difícil predicción (desastres naturales, desempleo, muerte, crisis financieras, conflictos religiosos y sociales, calamidades públicas, crisis sanitarias, etc.) que causan restricciones de movilidad.

4.4 Falta de Accesibilidad en la Educación

La falta de accesibilidad de los recursos educativos puede conducir a la deserción escolar, ya que los estudiantes con discapacidad enfrentan obstáculos significativos al intentar participar plenamente en las actividades de aprendizaje. Además, la falta de accesibilidad puede resultar en un bajo rendimiento académico, ya que los estudiantes con discapacidad pueden tener dificultades para acceder a materiales de estudio, participar en clases y completar evaluaciones (Santos et al., 2021).

Esto puede llevar a la exclusión y al aislamiento social, ya que los estudiantes con discapacidad pueden sentirse marginados e incapaces de participar plenamente en la comunidad escolar. Por lo tanto, garantizar la accesibilidad en la educación no solo promueve la igualdad de oportunidades, sino que también contribuye a la construcción de una sociedad más inclusiva y acogedora para todos (Lemos; Dal-Forno; Bernardi, 2016).

Además, la falta de motivación resultante de estas barreras puede impactar significativamente la participación de los

estudiantes con discapacidad, socavando su confianza e interés en participar activamente en el proceso de aprendizaje. La falta de adaptaciones adecuadas puede hacer que se sientan desanimados y menospreciados, afectando su autoestima y disposición para enfrentar los desafíos académicos (Santos et al., 2021).

Los desafíos en la educación a distancia (EaD) abarcan desde la capacitación de los profesionales hasta la selección adecuada de herramientas digitales, así como la gestión educativa y factores externos imprevisibles. Es crucial que los involucrados estén capacitados en las plataformas de enseñanza, con contenido accesible e interacción efectiva entre estudiantes y profesores. La inclusión digital y la accesibilidad son esenciales, al igual que la gestión educativa proactiva. La interacción humano-computadora también es crucial, garantizando interfaces fáciles de usar, eficientes y efectivas para una experiencia de usuario positiva. De lo contrario, podría conducir al abandono del curso por parte de los estudiantes y a la exclusión social. Estos elementos son fundamentales para crear un entorno en línea productivo y satisfactorio para todos (Bentes; Kato, 2014; Lemos; Dal-Forno; Bernardi, 2016; Figueiredo; Salles, 2017; Loureiro; Costa; Neves, 2018).

4.5 Direcciones de accesibilidad

Al planificar cursos inclusivos, es fundamental considerar las pautas de accesibilidad establecidas por el W3C (World Wide Web Consortium) y el WCAG 2.2 (Web Content Accessibility Guidelines), además de llevar a cabo una evaluación integral de las Tecnologías de Asistencia (TAs). Estas pautas y evaluaciones ayudan a garantizar que los cursos sean accesibles para todos los estudiantes, independientemente de sus habilidades o necesidades específicas. Esto no solo promueve una experiencia educativa inclusiva y equitativa, sino que también fortalece los principios de diversidad e igualdad de oportunidades en el entorno académico (Munoz; Montoto, 2018).

El WCAG define cuatro principios fundamentales de accesibilidad, cada uno de los cuales está respaldado por una serie de directrices y criterios de éxito (Campbell et al., 2023):

- **Perceptible:** El contenido web debe presentarse de una manera que pueda ser percibida por los usuarios, independientemente de sus capacidades sensoriales. Esto incluye garantizar que el contenido sea claro y distinguible, con opciones de adaptación como subtítulos para contenido de audio y descripciones para elementos visuales.
- **Operable:** Los usuarios deben poder interactuar con el contenido web de manera efectiva e intuitiva, independientemente de sus habilidades motoras o cognitivas. Esto implica hacer que el contenido sea navegable a través de una variedad de dispositivos de entrada, como teclado y mouse, y garantizar que no haya

elementos que puedan causar convulsiones o distracciones excesivas.

- **Comprensible:** El contenido web debe ser claro y comprensible para todos los usuarios, independientemente de su capacidad cognitiva. Esto significa usar un lenguaje simple y directo, proporcionar instrucciones claras y consistentes y evitar jerga o lenguaje ambiguo.
- **Robusto:** El contenido web debe ser lo suficientemente robusto como para ser interpretado de manera confiable por una variedad de agentes de usuario, incluidos navegadores, lectores de pantalla y otros dispositivos de asistencia. Esto implica seguir estándares y prácticas recomendadas de codificación para garantizar la compatibilidad con una amplia gama de tecnologías y plataformas.

Para garantizar que el contenido web sea accesible para personas con discapacidad, el WCAG establece tres niveles de conformidad: A, AA y AAA, cada uno representando diferentes grados de accesibilidad, según Campbell et al. (2023) y Munoz y Montoto (2018).

El nivel A establece los requisitos más básicos de accesibilidad. Son directrices esenciales que abordan los problemas más críticos de accesibilidad. Cumplir con los criterios de conformidad del nivel A significa que el contenido es accesible para algunas personas con discapacidad, pero puede no ser suficiente para todas. Ejemplos de directrices del nivel A incluyen proporcionar alternativas textuales para imágenes, garantizar que el contenido sea perceptible sin depender exclusivamente del color, y hacer que los documentos y formularios sean legibles y comprensibles, según Munoz y Montoto (2018).

El nivel AA se considera el estándar mínimo aceptable para la mayoría de los sitios gubernamentales y comerciales, según Munoz y Montoto (2018). Construye sobre las directrices del nivel A, agregando criterios de accesibilidad más avanzados que mejoran la experiencia para un mayor número de personas con discapacidad. Ejemplos de directrices del nivel AA incluyen hacer que el contenido multimedia (como videos y audio) sea accesible, proporcionar una estructura lógica y navegable para el contenido, y garantizar que los formularios sean utilizables por personas que utilizan tecnologías de asistencia, según Munoz y Montoto (2018).

El nivel AAA representa el grado más alto de accesibilidad, yendo más allá de los requisitos del nivel AA, según Munoz y Montoto (2018). Cumplir con los criterios de conformidad del nivel AAA hace que el contenido web sea altamente accesible para la mayoría de las personas con discapacidad.

En resumen, el cumplimiento de las directrices de accesibilidad web del WCAG es esencial para garantizar que el contenido educativo en línea sea accesible para todos los estudiantes, independientemente de sus necesidades (Munoz; Montoto, 2018).

4.6 Herramientas de inspección de accesibilidad en EAD

Sin embargo, existen técnicas para evaluar la accesibilidad de forma rápida, sin necesidad de conocimientos técnicos de informática, en el contexto de la educación a distancia, sobretodo, en contenidos web. Estas aplicaciones se detallan a continuación (Santos et. al., 2021; Silva, et. al., 2019):

- **WAVE (Web Accessibility Evaluation Tool):** es una herramienta poderosa que proporciona informes detallados sobre la accesibilidad de una página web. Al analizar una página, resalta áreas problemáticas, como imágenes sin descripción o botones sin etiquetas, y ofrece sugerencias específicas para mejoras. Además, identifica errores de accesibilidad basados en las pautas de WCAG (Web Content Accessibility Guidelines), lo que ayuda a los desarrolladores a asegurar que sus sitios sean accesibles para todos los usuarios, incluidos aquellos con discapacidades.
- **Axe Accessibility:** una herramienta versátil que funciona como una extensión del navegador y una herramienta de línea de comandos. Tras escanear páginas web, axe identifica problemas de accesibilidad, como falta de contraste de colores, estructura de encabezado inadecuada o enlaces sin descripción, proporcionando informes detallados para cada problema encontrado. Ayuda a los desarrolladores a corregir rápidamente estos problemas y garantizar que sus sitios sean accesibles para todos los usuarios.
- **Google Lighthouse:** es una herramienta de código abierto desarrollada por Google que automatiza pruebas de rendimiento, SEO (Search Engine Optimization) y accesibilidad de sitios web. Una de sus principales características es evaluar la accesibilidad de una página web basada en las pautas de WCAG. Genera informes detallados, incluidas puntuaciones de accesibilidad, y ofrece sugerencias específicas para mejoras. Google Lighthouse es ampliamente utilizado por desarrolladores para garantizar que sus sitios sean accesibles y optimizados para motores de búsqueda.
- **NoCoffee Vision Simulator:** es una extensión de navegador que simula diferentes condiciones de visión, permitiendo que los desarrolladores visualicen cómo las personas con diferentes discapacidades visuales pueden interactuar con el contenido de una página web. Ofrece opciones para simular condiciones como daltonismo, visión borrosa y visión periférica reducida, lo que ayuda a los desarrolladores a identificar problemas de accesibilidad visual y a crear sitios más inclusivos y accesibles.

En la literatura, existen diversas herramientas para evaluar la accesibilidad digital en entornos virtuales de aprendizaje. Sin embargo, es crucial destacar que una evaluación manual realizada por un especialista es necesaria para abordar aspectos

que las herramientas automatizadas pueden pasar por alto. Estas evaluaciones manuales permiten identificar problemas específicos y garantizar un nivel más profundo de accesibilidad para todos los usuarios (SANTOS et. al., 2021).

5. Conclusiones, limitaciones y futuras investigaciones

Por consiguiente, basándonos en las evidencias científicas, se concluye que los principales factores que influyen en la educación a distancia están intrínsecamente relacionados con las metodologías didáctico-pedagógicas adoptadas, así como con las tecnologías utilizadas, especialmente aquellas que priorizan la accesibilidad y la inclusión. Es fundamental que las plataformas, entornos y software empleados sean accesibles, garantizando una navegación sencilla (usabilidad) para todos los estudiantes, independientemente de sus habilidades o limitaciones físicas, visuales, auditivas o cognitivas. Sin embargo, esto requiere la capacitación de profesionales y la adopción de estrategias de control de asistencia, interacción y otros aspectos. Al proporcionar un entorno virtual inclusivo y accesible, la educación a distancia puede mantener a los estudiantes motivados, comprometidos y participativos, promoviendo así una experiencia educativa más equitativa y eficaz para todos. A pesar de los avances en la integración de tecnologías de accesibilidad en entornos de educación a distancia, existen limitaciones significativas que requieren atención. En primer lugar, la falta de estudios específicos sobre la eficacia de estas tecnologías en entornos virtuales de aprendizaje limita nuestra comprensión de su impacto real en la experiencia educativa de los estudiantes. Además, la escasez de investigaciones que aborden las experiencias y necesidades de los estudiantes con discapacidades en plataformas de enseñanza en línea dificulta la identificación de soluciones efectivas para satisfacer sus requisitos específicos. La disponibilidad limitada de recursos financieros y tecnológicos también representa un desafío importante para la implementación generalizada de soluciones de accesibilidad en

todos los entornos educativos en línea. Finalmente, la falta de estándares uniformes para la implementación de tecnologías de accesibilidad en plataformas de enseñanza en línea dificulta la adopción y evaluación efectiva de estas soluciones.

Para abordar estas limitaciones y avanzar en el campo de la accesibilidad en la educación a distancia, se necesitan investigaciones futuras específicas. En primer lugar, es crucial llevar a cabo estudios que evalúen el impacto de las tecnologías de accesibilidad en la retención y el rendimiento académico de los estudiantes en entornos de educación a distancia a largo plazo.

Otra limitación de esta investigación es que se centra en las directrices de accesibilidad establecidas por el WCAG y el W3C, lo que puede limitar su aplicabilidad en contextos donde existan otros marcos normativos o enfoques culturales distintos. Además, la adaptación de las estrategias propuestas a diferentes contextos puede requerir una consideración cuidadosa de las políticas educativas, la disponibilidad de recursos tecnológicos y las necesidades específicas de los estudiantes en cada país. Esta investigación también se basa en una revisión de la literatura existente, lo que puede limitar la comprensión completa de las experiencias y desafíos únicos que enfrentan los estudiantes con discapacidad en entornos de educación a distancia en diferentes partes del mundo.

Además, se requieren investigaciones longitudinales para comprender mejor la efectividad a largo plazo de las prácticas de accesibilidad en la mejora de la experiencia educativa de los estudiantes. Explorar nuevas tecnologías y enfoques innovadores, como la inteligencia artificial y la realidad aumentada, también puede ser prometedor para mejorar la accesibilidad en la educación a distancia. Por último, es fundamental investigar las barreras y desafíos específicos que enfrentan los estudiantes con discapacidades en entornos de educación a distancia, y desarrollar estrategias efectivas para abordar estas dificultades y promover una experiencia educativa inclusiva para todos.

Referencias

- Abbas, Z., Umer, M., Odeh, M., McClatchey, R., Ali, A., y AHmad, F. (2005). El marco de aprendizaje electrónico basado en la red semántica (SELF): Un marco de aprendizaje electrónico basado en una red semántica. En el Simposio Internacional de IEEE sobre Computación en Clúster y la Red (pp. 11–18).
- Acosta, L. A., Becerra, F. A., y Jaramillo, D. (2017). Sistema de información estratégica para la gestión universitaria en la Universidad de Otavalo (Ecuador). *Formación universitaria*, 10(2), 103–112.
- Alonso, K. M. (2010). La expansión de la educación superior en Brasil y la educación a distancia: dinámicas y lugares. *Educação e Sociedade*, 31(113), 13–22.
- Alqahtani, A. Y., y Rajkhan, A. A. (2020). Factores críticos de éxito del aprendizaje electrónico durante la pandemia de Covid-19: Un análisis exhaustivo de las perspectivas gerenciales del aprendizaje electrónico. *Ciencias de la Educación*, 10(9), 216.
- Alves, L. (2011). Educación a Distancia: Algunas Consideraciones. *Revista Brasileira de Aprendizaje Abierto y a Distancia*.
- Aponi, L. H., Albertin, A. L., y Sánchez, O. P. (2015). Gestión de recursos de la Educación a Distancia (EaD): cómo adecuar las tecnologías a los perfiles de asimilación. *RAE - Revista de Administración de Empresas*, 511–526.
- Arroyo, M. (1991). Revisando los vínculos entre trabajo y educación: elementos materiales de formación humana. Porto Alegre: Artes Médicas.

- Baggi, C. A. dos S., y Lopes, D. A. (2011). Evasión y evaluación institucional en la educación superior: una discusión bibliográfica. *Evaluación*, 16(2), 355–374.
- Bentes, M. C. B., y Kato, O. M. (2014). Factores que afectan la deserción de estudiantes en la educación a distancia: curso de gestión. *Psicología de la Educación*, 39(1), 31–45.
- Bhaskar, A., NG, A. K. M., Patil, N. G., y Fok, M. (2020). Avanzando más allá del bloqueo por coronavirus: demostración práctica de espirometría en línea con la participación de estudiantes en el análisis por control remoto. *Adv Physiol Edu*, 44(1), 516–519.
- Bittencourt, I. M., y Mercado, L. P. L. (2014). Deserción en cursos de educación a distancia: estudio de caso del curso piloto de administración a distancia de la UFAL/UAB. *Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação*, 22(83), 465–504.
- BORGES, F. A. F. (2015). A EaD no Brasil e o processo de democratização do acesso ao ensino superior: Diálogos possíveis. *EaD em Foco*, 5(3), 75–94.
- Brasil. (2005). Regula el artículo 80 de la ley N° 9.394, del 20 de diciembre de 1996, que establece las directrices y bases de la educación nacional. *Diario Oficial de la Unión, Brasilia, DF*.
- Campbell, A., Adams, C., Montgomery, R. B., Cooper, M. & Kirkpatrick, A. (2023) *Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.2*. <https://www.w3.org/TR/WCAG22/>
- Costa, K. da S., & Faria, G. G. (2008). EaD - su origen histórico, evolución y actualidad brasileña frente al paradigma de la educación presencial. *Actas del 14º Congreso Internacional de la Asociación Brasileña de Educación a Distancia, ABED*.
- Costa, R. L. da .; LIBÂNEO, J. C.. *Educação profissional técnica a distância: a mediação docente e as possibilidades de formação*. *Educação em Revista*, v. 34, p. e180600, 2018.
- Dias, A. C. M., Sava, P. P., Farias, H. P. S. de, & Farias, B. M. de. (2018). La educación a distancia en la enseñanza de grado en Brasil. *CIET: ENPED*.
- Faisal, P., & Kisman, Z. (2020). Efectividad de la utilización de tecnologías de la información y comunicación en sistemas de educación a distancia. *Revista Internacional de Gestión de Empresas de Ingeniería*, 12, 1–9.
- Figueiredo, N. G. da S., & Salles, D. M. R. (2017). Educación profesional y deserción estudiantil en contexto: razones y reflexiones. *Ensaio: Avaliação y Políticas Públicas en Educação*, 25(95), 356–392.
- Godoy, E. V., & Almeida, E. de. (2017). La deserción en los cursos de ingeniería y su relación con las matemáticas: un análisis a partir del Cobenge. *Revista Debate de Educación Matemática*, 1(3), 339–361.
- Gomes, L. F. (2013). Educación a distancia en Brasil: perspectivas y desafíos. *Avaliação (Campinas)*, 18(1), 13–22.
- Gunawardena, C. N., & McIsaac, M. S. (2004). Educación a distancia. *Manual de investigación para comunicaciones educativas y tecnología*, 2, 355–395.
- Hermida, J. F., & BOnfim, C. R. de S. (2006). La educación a distancia: historia, concepciones y perspectivas. *Revista HISTEDBR en línea*, (especial), 166–181.
- Hoed, R. M. (2016). Análisis de la deserción en cursos superiores: el caso de la deserción en cursos superiores del área de computación. *Disertación (Maestría Profesional en Computación Aplicada) - Universidad de Brasilia*.
- Ichihara, A., & Nizam, O. (2018). El uso de herramientas de inteligencia empresarial para analizar la influencia de la interactividad y los factores de interacción en la evaluación del desempeño de los estudiantes a distancia en entornos de aprendizaje virtual. *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research*, 17(9), 91–101.
- Kitchenham, B. A., & Charters, S. M. (2007). Directrices para realizar revisiones bibliográficas sistemáticas en ingeniería de software. *Informe técnico de EBSE*.
- Landim, C. M. das M. P. F. (1997). Educación a distancia: algunas consideraciones. *Biblioteca Nacional*.
- Lenoir, Y. *Las mediaciones en el corazón de las prácticas de enseñanza-aprendizaje: un enfoque dialéctico: desde los fundamentos hasta su actualización en el aula. Elementos para una teoría de la intervención educativa*. Longueuil: Grupo éditions éditeurs. 2014.
- Lim, H. O., & Kim, H. J. (2003). Motivación y características del aprendiz que afectan el aprendizaje en línea y la aplicación del aprendizaje. *Journal of Educational Technology Systems*, 31(4), 423–439.
- Litto, F. M., & Formiga, M. (2009). Educación a distancia: el estado del arte. *Pearson Education do Brasil*.
- Loureiro, A. P. F., Costa, M. I. B. M. D., & Neves, M. O. (2018). Formación de profesores y deserción escolar: el caso del Parfor - Neves. *Editora APPRIS*.
- MEC. (1999). *Reglamentación de la educación a distancia en Brasil*.
- MEC. (2016). *Catálogo nacional de cursos técnicos*.
- Mercado, L. P. L. (2007). Dificultades en la educación a distancia en línea. *Actas del 13º Congreso Internacional de la Asociación Brasileña de Educación a Distancia, ABED*, 149–158.
- Munoz, O. R.; Montoto, O. C. *Accesibilidad Web. WCAG 2.1 de forma sencilla*. Madrid: It akora Press, 2018. 297 p.: 14 il.; 23 cm. ISBN 978-84-09-04553-2.
- Neto, W. C. B., & Schuvartz, A. A. (2007). Herramienta computacional de apoyo al proceso de enseñanza-aprendizaje de los fundamentos de programación de computadoras. *Actas del Simposio Brasileño de Informática en Educación*, 520–528.
- Olema, A., & Teixeira, F. (2013). Evolución de la educación a distancia y los nuevos medios. *Revista Cesuca Virtual: Conocimiento sin Fronteras*, 1(1).

Oliveira, B. T. d.; Silva, A. R. L. d. Audiodescripción: Accesibilidad para cursos ead. *Revista Brasileña de Aprendizaje Abierto y a Distancia*, v. 18, n. 1, 2019. ISSN 1806-1362. Disponible en: (<http://seer.abed.net.br/index.php/RBAAD/article/view/321>). Acceso en 31 de enero de 2024. Disponible en: (<http://seer.abed.net.br/index.php/RBAAD/article/view/321>).

Paula, L. G., Araujo, R. M., Tanaka, A. K., & Cappelli, C. (2015). Planificación estratégica de TIC en organizaciones educativas superiores públicas: construyendo un enfoque a través de la investigación-acción en la UNIRIO. *JISTEM - Journal of Information Systems and Technology Management*, 12(2), 351–370.

Pimentel, M. (2019). Principios del diseño didáctico en la educación en línea. *Revista Docência e Cibercultura*, 2.

Pitaluga, T. O. (2013). Educación a distancia: Marcos de calidad de la educación superior en línea. *Itinerarius Reflectionis*, 9(1), 2–12.

Sanches, F. (2005). *Anuario Estadístico Brasileño de Educación Abierta y a Distancia*. 3ª ed. São Paulo, Instituto Monitor.

Santos, E., & Silva, M. (2009). El diseño didáctico interactivo en la educación en línea. *Revista Iberoamericana de Educación*, 49(1), 267–287.

Santos, C. E. R. et al. Accesibilidad digital en entornos virtuales de aprendizaje: una revisión sistemática. *EaD Em Foco*, v. 11, n. 1, p. 1–17, 2021.

Sturzenegger, K. F. D. (2017). Desde el pensamiento de Paulo Freire: hacia una acción más humanizada del profesor en la educación a distancia. Editora Intersaberes.

Yildiz, M., & Selim, Y. (2015). Un estudio cualitativo sobre la transferencia de la experiencia de uso de la tecnología de la educación formal a la educación a distancia. *Turkish Online Journal of Distance Education-TOJD*, 16(4), 125.

Yoo, S. J., & Huang, W. D. (2013). Involucrando a los estudiantes adultos en la educación superior en línea: factores motivacionales afectados por el género, la edad y las experiencias previas. *The Journal of Continuing Higher Education*, 61(3), 151–164.