

EDUCACIÓN, TECNOLOGÍAS DIGITALES E INVESTIGACIÓN: proyecto de realidad aumentada y virtual FORDYSVAR

EDUCATION, DIGITAL TECHNOLOGIES AND RESEARCH: augmented and virtual reality project FORDYSVAR

Sonia Rodríguez-Cano¹; Vanesa Delgado-Benito²

CITATION

Rodríguez-Cano, S., & Delgado-Benito, V. Educación, Tecnologías Digitales e Investigación: proyecto de realidad aumentada y virtual FORDYSVAR. *Video Journal of Social and Human Research*, 1(2), 57-69. <https://doi.org/10.18817/vjshr.v1i2.26>

SUBMITTED

05/09/2022

ACCEPTED

25/10/2022

PUBLISHED

30/12/2022

DOI

<https://doi.org/10.18817/vjshr.v1i2.26>

AUTHORS

¹ Doctora en Ciencias de la Educación por la Universidad de Burgos. Profesora del Área de Didáctica y Organización Escolar de la Universidad de Burgos. E-mail: srcano@ubu.es. <https://orcid.org/0000-0002-4242-6865>.

² Doctora en Ciencias de la Educación por la Universidad de Burgos. Profesora del Área de Didáctica y Organización Escolar de la Universidad de Burgos. E-mail: vdelgado@ubu.es

RESUMEN

En esta contribución presentamos el Proyecto Europeo Erasmus+ Fostering Inclusive Learning for children with Dyslexia in Europe by providing easy-touse Virtual and/or Augmented Reality tools and guidelines, cuyo acrónimo es FORDYSVAR. Este proyecto proporciona un enfoque innovador y tecnológico para el tratamiento de la Dislexia en escolares, utilizando la RA y la RV. Entre los objetivos planteados en el proyecto FORDYSVAR destaca el diseño y desarrollo de un software de RV y RA para fomentar el aprendizaje de estudiantes con dislexia con edades comprendidas entre los 10 y los 16 años. Para dar respuesta al problema de investigación se ha seguido el Diseño Centrado en el Usuario (DCU) como metodología en tres fases ya que es imprescindible involucrar a las personas en su diseño y desarrollo, para lograr un mayor compromiso y garantías en su utilización. Consideramos que el trabajo realizado dentro del proyecto europeo Erasmus+ FORDYSVAR puede contribuir al avance en la inclusión, tratamiento y rehabilitación de las personas con dislexia a través de la tecnología y concretamente mediante la Realidad Virtual y Realidad Aumentada, posibilitando un entorno inmersivo y atractivo para desarrollar las habilidades visoespaciales de los estudiantes con dislexia. No obstante, desde el equipo de trabajo, creemos necesario seguir avanzando en este campo con objeto de dar un soporte científico al uso de estas tecnologías emergentes en el diagnóstico y tratamiento de la dislexia.

Palavras-chave: Tecnología Educativa; Realidad Virtual; Realidad Aumentada; Dislexia; FORDYSVAR; Inclusión educativa.

ABSTRACT

In this contribution we present the European Erasmus+ Project Fostering Inclusive Learning for children with Dyslexia in Europe by providing easy-touse Virtual and/or Augmented Reality tools and guidelines, whose



acronym is FORDYSVAR. This project provides an innovative and technological approach to the treatment of Dyslexia in schoolchildren, using AR and VR. Among the objectives of the FORDYSVAR project is the design and development of a VR and AR software to promote learning in students with dyslexia between the ages of 10 and 16 years old. In order to answer the research problem, User-Centered Design (UCD) has been used as a methodology in three phases, since it is essential to involve people in its design and development, in order to achieve greater commitment and guarantees in its use. We believe that the work carried out within the European Erasmus+ FORDYSVAR project can contribute to progress in the inclusion, treatment and rehabilitation of people with dyslexia through technology and specifically through Virtual Reality and Augmented Reality, enabling an immersive and attractive environment to develop the visuospatial skills of students with dyslexia. However, from the work team, we believe it is necessary to continue advancing in this field in order to give scientific support to the use of these emerging technologies in the diagnosis and treatment of dyslexia.

Keywords: Educational Technology; Virtual Reality; Augmented Reality; Dyslexia; FORDYSVAR; Educational Inclusion.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la incorporación de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), el diseño de la Tecnología Educativa (TE) y el desarrollo de software en el ámbito educativo contribuye a la intervención en el proceso de enseñanza y aprendizaje, poniendo a disposición de los docentes gran diversidad de medios para posibilitar el aprendizaje a sus alumnos más allá de los libros de textos (Rubio, 2017).

La riqueza de las tecnologías digitales radica en que presentan la información por medio de elementos multimedia (audio, texto, imágenes o videos), teniendo la posibilidad de almacenarla y trasladarla, combinando los medios o incluso realizando transformaciones.

Esto es considerablemente beneficioso para la atención de las necesidades individuales del alumnado.

La dislexia es un trastorno específico del aprendizaje, incluido dentro de los trastornos del desarrollo neurológico (American Psychiatry Association [APA], 2014). Es una afección de por vida, pero es manejable mediante la intervención a través de terapia. La dislexia tiene un origen neurobiológico englobando dificultades en el reconocimiento preciso y fluido de las palabras, presentando carencias en el componente fonológico del lenguaje y viéndose afectado el ámbito de la lectura (National Institute of Neurological Disorder and Stroke [NINDS], 2016).

Las personas con dislexia presentan un déficit en cuanto a conciencia fonológica, memoria verbal y velocidad de procesamiento verbal que no se corresponde con la etapa de desarrollo en la que se encuentra la persona (Protopapas, 2019) y se prolonga en el tiempo, independiente de las buenas capacidades cognitivas y alto desempeño de la persona (Cuetos *et al.*, 2019).

También presentan dificultades para diferenciar sonidos y palabras, memorizar, transformar sonidos aislados en palabras, así como recordar letras y sus equivalentes en sonidos (Dymora & Niemiec, 2019). Esto es debido a que existe una alteración que afecta a la funcionalidad de la conducta lectora que imposibilita a la persona extraer correcta y eficazmente la información escrita y, por ello, influye en su adaptación académica, personal y social (Cuetos & Domínguez, 2012).

Actualmente, son diversas las investigaciones que utilizan la tecnología para atender las necesidades educativas del



alumnado (Cuetos *et al.*, 2012; Kalyvioty & Mikropoulos, 2013; Meyer *et al.*, 2014; Núñez & Santamaría, 2016). En esta línea, también se han realizado investigaciones que utilizan herramientas tecnológicas para facilitar la intervención en los trastornos específicos del aprendizaje de la lectura y escritura (Cidrim *et al.*, 2018; Cidrim & Madeiro, 2017; Kalyvioty & Mikropoulos, 2013; Saputra *et al.*, 2018; Skiada *et al.*, 2014; Suárez *et al.*, 2015; Williams *et al.*, 2006; Zikl *et al.*, 2015).

El objetivo de esta contribución es presentar un kit de herramientas de Realidad Aumentada (RA) y Realidad Virtual (RV) para el tratamiento de la dislexia en estudiantes entre los 10 y 16 años. Este trabajo se enmarca dentro del Proyecto Europeo Erasmus+ Fostering Inclusive Learning for children with Dyslexia in Europe by providing easy-to-use Virtual and/or Augmented Reality tools and guidelines (FORDYS-VAR).

REALIDAD VIRTUAL Y REALIDAD AUMENTADA

La Realidad Virtual (RV) así como la Realidad Aumentada (RA) son tecnologías emergentes que proporcionan un enfoque innovador para la atención de alumnado con diversas dificultades. Entre las ventajas que pueden proporcionar estas tecnologías encontramos las siguientes: ofrecen entornos seguros y controlados, generan mayor motivación, permiten la interactividad, proporcionan feedback inmediato y contribuyen a la mejora de habilidades relacionadas con el procesamiento visual y la memoria de trabajo. Centrándonos en los trastornos específicos del aprendizaje de la lectura y escritura y,

concretamente la dislexia, cada vez son más las investigaciones que utilizan herramientas tecnológicas para facilitar su intervención.

La Realidad Aumentada (RA), se remonta al inicio de los años noventa y puede conceptualizarse como una tecnología que complementa la percepción e interacción con el mundo real y permite al usuario estar en un ambiente real interactuando con información sobreimpresa generada digitalmente. Con esta tecnología se crea una ilusión donde conviven los objetos del mundo real y virtual facilitando un mayor acercamiento a la realidad (Mitaritonna, 2018).

Por otro lado, la Realidad Virtual (RV) es una tecnología emergente en las últimas décadas, convirtiéndose en los últimos quince años en un poderoso elemento educativo y en una herramienta de evaluación e intervención en el ámbito escolar (Aznar Díaz *et al.*, 2018). Esto es posible ya que esta tecnología permite generar entornos dinámicos y controlables en 3D, control de estímulos, documentación y cuantificación del comportamiento, características que la hacen única (Rizzo *et al.*, 2013).

Ambas tecnologías se caracterizan por ser inmersivas, generar motivación, permitir la interacción, la transducción (acceso del usuario a estímulos virtuales) así como la inclusión de modelos virtuales 2D y 3D. Todos estos elementos posibilitan su aplicación en el ámbito educativo puesto que ofrecen entornos más lúdicos, seguros y controlados.

La versatilidad que ofrece estas tecnologías emergentes hace que sean adaptables a diferentes contextos, siendo uno de ellos los trastornos del aprendizaje y, en concreto, la dislexia.

PROYECTO EUROPEO ERASMUS+ FORDYSVAR

El Proyecto Europeo Erasmus + FORDYSVAR está cofinanciado por el programa Erasmus+ de la Unión Europea mediante el proyecto 2018-1-ES01-KA201-050659. Fue concedido en el año 2018 por el Servicio Español para la Internacionalización de la Educación (SEPIE) con una financiación total de 367.544,00€ para los años 2018-2021. Tiene un enfoque transnacional, siendo conformado por distintos socios europeos:

- España: Universidad de Burgos, consultora K-Veloce y la empresa de desarrollo informático AR-SOFT;
- Italia: Instituto Científico de Investigación Eugenio Medea;
- Rumanía: Asociación de Dislexia de Bucarest.

La coordinación ha sido realizada desde la Universidad de Burgos y cabe mencionar que también ha colaborado el Instituto Politécnico de Bragança en la traducción y elaboración de los productos intelectuales en el idioma portugués.

Este proyecto responde a algunas de las prioridades horizontales de Erasmus +, tales como la inclusión social o el uso de las TIC en entornos educativos. Los grupos objetivo del proyecto, quienes han colaborado en el desarrollo del proyecto, son los siguientes:

1. Estudiantes con dislexia, que serán los usuarios finales de los materiales desarrollados;
2. Profesores y terapeutas, que proporcionarán el tratamiento formal y no formal;

3. Familias de niños y niñas con dislexia.

Como resultados del proyecto Europeo Erasmus + FORDYS-VAR se han desarrollado tres productos intelectuales:

1. **Un kit de herramientas:** Incluyendo software para integrar la RV y la RA en entornos educativos y pedagógicos para niños en edad escolar con dislexia;
2. **Libro electrónico:** Con directrices y buenas prácticas sobre dislexia y el uso de tecnología educativa, así como la recopilación de la normativa europea y los diferentes enfoques aplicados en la UE sobre dislexia;
3. **Libro Blanco:** Para el establecimiento de políticas educativas para niños con dislexia.

Todos los productos intelectuales desarrollados están disponibles en abierto en un sitio web propio: <https://fordysvar.eu/es/>.

FORDYSVAR: Videojuego en RA y RV

Por videojuego entendemos un software o aplicación orientada al entretenimiento y que permita la interacción del usuario a través de diversos controles que permitan simular experiencias de juego a través de una pantalla u otro dispositivo electrónico. Existen gran diversidad de videojuegos entre los cuales destacan los de acción, aventura, estrategia, deportivos, simulación

Desde el ámbito educativo se trabaja con videojuegos educativos desde hace décadas, entendiendo que son materiales multimedia interactivos que facilitan el proceso de enseñanza-aprendizaje y pueden ser



aplicados a diferentes materias y utilizados por diversos grupos de estudiantes.

El software del videojuego FORDYSVAR ha sido diseñado y desarrollado en Realidad Aumentada (RA) y Realidad Virtual (RV) porque estas tecnologías emergentes permiten la interacción del usuario con el mundo virtual y contribuyen a una experiencia de juego más enriquecedora y motivadora al tratarse de una realidad inmersiva.

En el caso de la Realidad Virtual, el hardware seleccionado para utilizar el videojuego es el visor de Realidad Virtual Oculus Quest que incluye los controladores Oculus Touch (Oculus, 2020).

Atendiendo al proceso de diseño y desarrollo del software FORDYSVAR se ha utilizado la metodología de Diseño Centrado en el Usuario (DCU), dando respuesta a los siguientes objetivos:

- Definir las áreas de desarrollo a incluir en el videojuego;
- Determinar las características que debe tener el software en formato videojuego, partiendo del análisis de las necesidades e intereses de los usuarios finales;
- Diseñar las actividades incluidas en el software;
- Realizar una evaluación del software desarrollado a partir de las áreas de desarrollo establecidas.

La metodología DCU ha permitido involucrar a los participantes en las fases en las que se ha desarrollado el software, otorgándoles el rol de codiseñadores.

Áreas de desarrollo

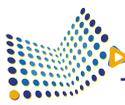
Teniendo en cuenta los diversos ámbitos en los cuales presentan dificultades las personas con dislexia (Fletcher *et al.*, 2019; National Reading Panel, 2000) y, tras el análisis de contenido de las entrevistas realizadas a los grupos de interés, se extrajeron siete áreas sobre las que se han desarrollado las actividades de la aplicación basada en videojuego (Rodríguez-Cano *et al.*, 2022).

Este análisis ha sido sometido a juicio de expertos por doctores en educación, especialistas en dislexia y profesionales externos expertos en RA y RV que han expresado su opinión y han desarrollado diferentes propuestas para el desarrollo del software dentro los ejes de intervención analizados. Tras el análisis de toda la información recabada, las áreas de desarrollo que deben estar presentes en el software son siete:

1. conciencia fonológica;
2. memoria de trabajo;
3. desarrollo de la atención;
4. desarrollo perceptivo-visual;
5. desarrollo perceptivo-auditivo;
6. desarrollo semántico, sintáctico y léxico;
7. desarrollo motor: lateralidad y direccionalidad.

Características del software

En relación con las características que debería tener la aplicación, entendida como videojuego, se extrajeron cinco categorías del análisis de contenido de las entrevistas realizadas a los estudiantes con dislexia (Abella *et al.*, 2019; Cuevas, 2019).



1. Elementos imprescindibles

Consideran que el juego debe tener una serie de elementos imprescindibles, entre los que destacan aspectos como la calidad del sonido y la imagen, mostrando una clara preferencia por escenas coloridas. Creen imprescindible la personalización. Sobre todo, en lo que respecta a la posibilidad de elección de personajes y accesorios, los cuales se irían consiguiendo y descubriendo a medida que avanza el juego y superan distintos retos y niveles. Es decir, que esté implícito el factor sorpresa.

2. Espacios y escenarios

En relación con los espacios y escenarios en los que desarrollar el juego, plantean entornos muy abiertos como otros planetas o dimensiones y grandes ciudades. También solicitaron un entorno que sea lo más realista posible. En este sentido parece razonable buscar entornos que pueden ser realistas para que la transferencia de lo trabajado a su rendimiento en el día a día pueda ser lo más sencillo posible.

3. Acciones

Han mostrado una clara preferencia por un desarrollo no lineal del juego, sin embargo, no hay ninguna coincidencia en cuanto a los escenarios o ambientes en los que desarrollar la aplicación. Prefieren un escenario por el que poder moverse libremente y en el que ir descubriendo cosas novedosas. Es decir, plantean que les gustaría poder tener libertad de movimiento por todo el entorno del juego, pudiendo utilizar diferentes tipos de vehículos

para desplazarse. Los participantes muestran su preferencia sobre la posibilidad de combinar acciones rápidas, actividades de acción, y de intriga con otras más acciones relajadas.

4. Usabilidad

Desde el punto de vista de la usabilidad han indicado que para ellos es muy importante que el juego no sea excesivamente difícil, sobre todo si el avance exige invertir muchas horas o realizar muchas veces una serie de acciones repetitivas. Otra recomendación importante y que puede afectar a la dificultad del juego, tiene que ver con la forma en la que se presentan las instrucciones. En este sentido, han manifestado que les resulta muy complicado seguir las instrucciones cuando están en otro idioma y, sobre todo, cuando sólo se les proporciona de forma escrita.

5. Propuestas a incluir.

Proponen que dentro del juego haya distintos tipos de actividades y distintos retos, intrigas, etc. en las que se dé la posibilidad de llevar a cabo acciones rápidas y así como otras más relajadas. Requieren que el juego les permita vivir otra realidad en la que poder evadirse y olvidarse de todo mientras juegan. Poder elegir un rol y expresarse en un mundo diferente podría motivarles a seguir el tratamiento interpretando ese rol deseado/escogido (Kusuma *et al.*, 2018).

En relación con los elementos a incluir, destacaron la creatividad, la posibilidad de crear sus propios niveles, mundos abiertos, que sean fiel a la realidad y que incluya un video tutorial corto y preciso.



Estructura del videojuego

Atendiendo a la estructura de juego, en el desarrollo de la aplicación, también se ha seguido el modelo MDA (Mechanics, Dynamics, Aesthetics). Este marco de diseño y ajuste del juego parte de los tres elementos básicos que ha de tener un juego: las mecánicas, las dinámicas y la estética (Hunicke *et al.*, 2004).

Comenzando con la estética, el entorno del juego es un ambiente planetario, con diferentes escenarios configurados en torno a cuatro planetas que se identifican con paisajes relacionados con la realidad: urbano, desértico, montañoso y marino. Por tanto, el entorno es un universo donde el usuario debe viajar entre los diferentes planetas.

Atendiendo a la narrativa, el juego consta de cuatro niveles, configurados en cuatro planetas y, en cada uno ellos, se encuentra un cristal de poder, siendo necesario encontrar todos los cristales para recomponer el planeta Tierra.

En cuanto a los personajes, el personaje principal del videojuego es un robot que se llama "Wibu", este es el encargado de explicar las actividades y ayudar al jugador para superar cada prueba. Por otro lado, en cada planeta aparece un personaje asociado al mismo que interactuará con el jugador en las diferentes misiones.

Teniendo en cuenta que uno de los aspectos imprescindibles para los usuarios es la personalización, el juego permite seleccionar un avatar (representación gráfica que se asocia al jugador para su identificación) entre diversas opciones.

En relación con las mecánicas de juego, entendidas como las acciones que puede realizar un jugador, así como las

reglas mediante las cuales interactúan, el juego comienza en una nave espacial la cual constituye el centro de operaciones donde se darán las instrucciones necesarias para comenzar el juego.

El desplazamiento interplanetario se realiza desde la nave central con un vehículo estelar, para ello es preciso que el jugador realice una primera actividad para obtener la licencia de moto estelar que le permita desplazarse por los distintos planetas.

Para poder avanzar y desbloquear los diferentes niveles es necesario ir completando las misiones que se plantean en cada planeta, correspondientes a diferentes actividades donde se trabajan las siete áreas de desarrollo en el tratamiento de la dislexia identificadas y consensuadas por los expertos consultados. Tras realizar con éxito las actividades, el jugador consigue fragmentos del cristal de poder que deberá ensamblar en una actividad final para salvar a los habitantes de cada planeta.

En relación con las dinámicas, se busca incentivar la motivación del jugador. Para ello, después de cada actividad, se asigna una determinada medalla (oro, plata o bronce) en función de los aciertos y el tiempo en el que se ha completado. Para poder desactivar los diferentes niveles se les requerirá obtener una puntuación mínima en las actividades.

Actividades incluidas

Las actividades incluidas en la aplicación se han diseñado desde un enfoque multisensorial, siguiendo el enfoque neurobiológico de la dislexia, dados los resultados prometedores del mismo y el

incremento de adherencia que consiguen al tratamiento (Birsh, 2011). Además, se han realizado teniendo en cuenta las áreas de desarrollo anteriormente mencionadas, las cuales representan los diversos ámbitos en los que presentan dificultades las personas con dislexia.

El equipo de trabajo formado por pedagogos, doctores en educación y expertos en dislexia realizó una propuesta inicial de actividades que fue remitida a la empresa desarrolladora del software. Finalmente, se han diseñado un total de 8 actividades para la aplicación, de las cuales algunas de ellas se repiten en los diferentes planetas variando su dificultad. De esta forma el jugador, irá desarrollando las habilidades necesarias para superar las actividades sin frustrarse.

Las actividades son diversas y se relacionan con las áreas de desarrollo extraídas para trabajar las dificultades que presentan los estudiantes con dislexia:

- **Actividad 0:** obtener la licencia de moto estelar
- **Actividad 1:** cuadrados mágicos
- **Actividad 2:** fórmulas químicas
- **Actividad 3:** esquivar obstáculos
- **Actividad 4:** señalar en el mapa
- **Actividad 5:** la dislexia: verdadero o falso
- **Actividad 6:** carrera contrarreloj
- **Actividad 7:** mapa del tesoro (actividad final)

Desarrollo del software

Una vez diseñado el prototipo de la aplicación, el desarrollo del software ha sido realizado por la empresa desarrolladora de

videojuegos (ARSOFT), la cual forma parte del Proyecto Europeo Erasmus+ FORDYSVAR como socia también.

ARSOFT es una empresa especializada en la implementación de sistemas avanzados de tecnologías de Realidad Aumentada y Realidad Virtual. Cabe destacar que cuenta con el apoyo del Ministerio de Economía, Industria y Competitividad del Gobierno de España, con el sello de empresa innovadora de ENISA (Arsoft Company, 2020).

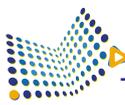
Atendiendo a la edad de uso, en las recomendaciones del hardware seleccionado (visor de Realidad Virtual Oculus Quest) se indica que no debe ser utilizado por menores de 13 años, ya que las gafas de RV no tienen las dimensiones adecuadas para un niño y pueden ocasionar molestias o efectos en la salud porque se encuentran en un periodo crítico en su desarrollo visual.

Por este motivo, el diseño del software de Realidad Virtual se ha adaptado al rango de edad de 13 a 16 años. Sin embargo, el software de Realidad Aumentada puede ser utilizado desde los 10 años.

Una vez diseñada la estructura del juego y las actividades que configuran el mismo, Arsoft desarrolló la versión beta de la aplicación de Realidad Virtual en versión inglesa. El prototipo de la aplicación en inglés fue testado para detectar errores y proponer mejoras.

Para realizar las distintas versiones de la aplicación en los distintos países socios del consorcio se solicitó la traducción de la narrativa textual, así como la grabación de audios locutados en los diferentes idiomas: inglés, español, italiano y rumano.

Posteriormente, se estableció una colaboración con la Escola Superior de



Educação del Instituto Politécnico de Bragança para realizar la transcripción y locución del software al portugués.

Para realizar la instalación del software de Realidad Virtual primero es preciso descargar la aplicación desde el sitio web de FORDYSVAR, después instalar el software en el dispositivo (visor de Realidad Virtual Oculus Quest) y, finalmente, ponerse las gafas de Realidad Virtual para poder comenzar el juego.

Evaluación del software

La evaluación del software está en proceso de realización por el equipo de trabajo. Durante la misma participan tanto los usuarios como los grupos de interés que han participado en las diversas fases del diseño y desarrollo de la aplicación de Realidad Aumentada y Realidad Virtual.

Para la evaluación del software se utiliza el Modelo de Aceptación Tecnológica (TAM) desarrollado por Davis (1989). Este Modelo se basa en que la aceptación de una determinada tecnología está influenciada por cinco dimensiones: utilidad percibida, facilidad de uso percibida, disfrute del uso, actitud hacia el uso e intención de uso. Este modelo ha sido utilizado en multitud de estudios en los últimos años para predecir la aceptación de la tecnología por parte de las personas, la cual facilita la creación de entornos tecnológicos adaptados a los usuarios finales (Wojciechowski & Cellary, 2013; Garay *et al.*, 2016; Kim *et. al*, 2016; Cabero-Almenara *et. al*, 2017).

Inicialmente, se han validado los instrumentos de evaluación a través del juicio de expertos. Se ha adaptado y validado el cuestionario del Modelo TAM de Cabero y

Pérez (2018) a nuestra población objeto de estudio. También se ha diseñado y validado un cuestionario ad hoc para conocer la opinión de los niños/as con dislexia del software de RA y RV (aspectos técnicos, estéticos y facilidad uso).

Los resultados preliminares obtenidos tras la utilización del software son esperanzadores, encontrando un buen nivel de aceptación general hacia la aplicación por parte de los siete niños/as con dislexia que la han aprobado. Más de la mitad de los jóvenes manifiestan que volverían a jugar a la aplicación.

En relación a los aspectos técnicos, estéticos y facilidad uso de la aplicación, estos son valorados con una puntuación media superior a 3 (siendo 5 la puntuación máxima).

CONSIDERACIONES FINALES

La tecnología puede contribuir a generar espacios en los cuales las personas con dislexia puedan trabajar las dificultades que presentan, generando además un lugar de enseñanza personalizado. En este sentido, el uso de materiales digitales como respuesta educativa a los alumnos con dislexia es fundamental debido a que estas herramientas compensan las dificultades de los alumnos aprovechando los nuevos canales de información y poniendo a disposición el aprendizaje y la enseñanza multisensorial (Martínez & Hernández 2020). No obstante, todavía son pocas las investigaciones realizadas en relación con el tratamiento de la dislexia a través de tecnologías emergentes.

Consideramos que el trabajo realizado dentro del proyecto europeo Erasmus+

FORDYSVAR puede contribuir al avance en la inclusión, tratamiento y rehabilitación de las personas con dislexia a través de la tecnología y concretamente mediante la Realidad Virtual y Realidad Aumentada, posibilitando un entorno inmersivo y atractivo para desarrollar las habilidades visoespaciales de los estudiantes con dislexia. No obstante, desde el equipo de trabajo, creemos necesario seguir avanzando en este campo con objeto de dar un soporte científico al uso de estas tecnologías emergentes en el diagnóstico y tratamiento de la dislexia.

FINANCIACIÓN

Financiación: Este trabajo ha sido cofinanciado por el programa Erasmus+ de la Unión Europea mediante el proyecto europeo Fostering inclusive learning for children with dyslexia in Europe by providing easy-to-use virtual and/or augmented reality tools and guidelines (FORDYS-VAR), con referencia 2018-1-ES01-KA201-050659.

El apoyo de la Comisión Europea para la elaboración de esta publicación no implica la aceptación de sus contenidos, que es responsabilidad exclusiva de los autores. Por tanto, la Comisión no es responsable del uso que pueda hacerse de la información aquí difundida.

BIBLIOGRAFIA

- Abella, V., Martinuzzi, A., Bolocan, M., Izard, S., Rodríguez, S., Da Rold, M., Casado, R., & Hortigüela, D. (2019, junio 27). *Fomento del aprendizaje inclusivo para niños con dislexia mediante herramientas de realidad virtual*. [presentación comunicación]. I Congreso Internacional Educación Crítica e Inclusiva. España.
- American Psychiatry Association (2014, 5a ed.). *Manual diagnóstico y estadístico de los trastornos mentales (DSM-5)*. Editorial Médica Panamericana.
- Arsoft Company (2020). *Sistemas avanzados de Realidad Aumentada y Realidad Virtual*. Recuperado em 9 de novembro de 2022, de <https://www.arsoft-company.com/>.
- Aznar Díaz, I., Romero-Rodríguez, J. M., & Rodríguez-García, A. M. (2018). La tecnología móvil de Realidad Virtual en educación: una revisión del estado de la literatura científica en España. *EDMETIC, Revista de Educación Mediática y TIC*, 7(1), 256-274. <https://doi.org/10.21071/edmetic.v7i1.10139>
- Birsh, J. R. (2011). Connecting research and practice. In J. R. Birsh (Ed.), *Multisensory teaching of basic language skills* (3rd ed., pp. 1-24). Paul H. Brookes Publishing.
- Cabero-Almenara, J., Llorente-Cejudo, C., & Gutiérrez Castillo, J. J. (2017). Evaluación por y desde los usuarios: objetos de aprendizaje con Realidad Aumentada. *Revista de Educación a Distancia RED*, 53(4), 2–17. <http://dx.doi.org/10.6018/red/53/4>
- Cabero, J., & Pérez Díez, J. L. (2018). Validación del modelo TAM de adopción de la Realidad Aumentada mediante ecuaciones estructurales. *Estudios sobre educación*, 34, 129-153. <https://doi.org/10.15581/004.34.129-153>

- Cidrim, L., Braga, P., & Madeiro, F. (2018). Desembaralhando: A Mobile Application for Intervention in the Problem of Dyslexic Children Mirror Writing. *Revista CEFAC*, 20(1), 13-20. <https://doi.org/10.1590/1982-0216201820111917>
- Cidrim, L. & Madeiro, F. (2017). Information and Communication Technology (ICT) applied to dyslexia: literature review. *Revista CEFAC*, 19(1), 99-108. <https://www.scielo.br/j/rcefac/a/MBfx9CYFb7Y-vkgZdCGkH6TM/?format=pdf&lang=en>.
- Cuetos, F., Defior, S., Fernández, A., Gallego, C., & Jiménez, J. (Coord.). (2012). Marco teórico de la dislexia. In Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. *La atención al alumnado con dislexia en el sistema educativo en el contexto de las necesidades específicas de apoyo educativo* (pp. 23- 43). Centro Nacional de Innovación e Investigación Educativa.
- Cuetos, F., & Domínguez, A. (2012). *Neurología del lenguaje*. Bases e implicaciones clínicas. Editorial Médica Panamericana.
- Cuevas, S. (2019). *Propuesta de intervención para alumnado con dislexia a través de la Realidad Virtual*. Trabajo Fin de Máster. Universidad de Burgos.
- Davis, F. D. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use, and use acceptance of information technology. *MIS Quarterly*, 13(3), 319-340. <https://doi.org/10.2307/249008>
- Dymora, P., & Niemiec, K. (2019). Gamification as a supportive tool for school children with dyslexia. *Informatics*, 6(4), 1-48. <https://doi.org/10.3390/informatics6040048>
- Fletcher, J. M., Lyon, G. R., Fuchs, L. S., & Barnes, M. A. (2019). *Learning disabilities: From identification to intervention*. The Guildford Press.
- Garay, R. U., Tejada, G. E., & Castaño, G. C. (2016). Percepciones del alumnado hacia el aprendizaje mediante objetos educativos enriquecidos con realidad aumentada. *EDMETIC*, 6(1), 145–164. <https://doi.org/10.21071/edmetic.v6i1.5812>
- Kalyvioti, K., & Mikropoulos, T. A. (2013). Virtual Environments and Dyslexia: Review of literature. *Procedia Computer Science*, 27, 138-147. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2014.02.017>
- Kim, K., Hwang, J., Zo, H., & Lee, H. (2016). Understanding users' continuance intention toward smartphone augmented reality applications. *Information Development*, 32(2), 161–174. <https://doi.org/10.1177/0266666914535119>
- Kusuma, G. P., Wigati, E. K., Utomo, Y., & Suryapranata, L. K. P. (2018). Analysis of Gamification Models in Education Using MDA Framework. *Procedia Computer Science*, 135, 385-392. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2018.08.187>
- Martínez, C., & Hernández, L. (2022, 22 de marzo). Guía Para el éxito escolar del alumnado con dislexia. *Consejería de Educación y Universidades*. Dirección General de Innovación Educativa y Atención a la Diversidad de la región e Murcia. <https://bit.ly/2V8ZZ0j>.



- Meyer, A., Rose, D. H., & Gordon, D. (2014). *Universal design for learning: Theory and Practice*. CAST Professional Publishing
- Mitaritonna, A. (2018). Tecnologías emergentes en la educación: la realidad aumentada. *Perspectivas: Revista Científica de la Universidad de Belgrano*, 1 (2), 85-93. <https://revistas.ub.edu.ar/index.php/Perspectivas/article/view/38>
- National Reading Panel (2000). *Teaching children to read: an evidence-based assessment of the scientific research literature on reading and its implications for reading instruction: reports of the subgroups*. National Institute of Child Health and Human Development.
- National Institute of Neurological Disorder and Stroke (2016). *Dyslexia Information Page*. <http://bit.ly/2loXY8H>
- Núñez, M. P., & Santamaría, M. (2016). Una propuesta de mejora de la dislexia a través del procesador de textos: "Adapros". *Revista Educativa Hekademos*, 19, 20-25.
- Oculus (2020). Oculus Quest. Recuperado em 10 de outubro de 2022, de https://www.oculus.com/quest/?locale=es_ES.
- Protopapas, A. (2019). Evolving Concepts of Dyslexia and Their Implications for Research and Remediation. *Frontiers in Psychology*, 10, 2873. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.02873>
- Rodríguez-Cano, S., Delgado-Benito, V., & Ausín-Villaverde, V. (2022). Áreas de desarrollo para intervención en dislexia: una propuesta de realidad virtual. *Ocnos. Revista de estudios sobre lectura*, 21(1). 1-16. https://doi.org/10.18239/ocnos_2022.21.1.2701
- Rizzo, A., Difede, J., Rothbaum, B. O., Daughtry, J. M., & Reger, G. (2013). Virtual Reality as a Tool for Delivering PTSD Exposure Therapy. In M. Safir., H. Wallach, & A. Rizzo (Eds.). *Post-Traumatic Stress Disorder: Future Directions in Prevention, Diagnosis, and Treatment* (pp. 760- 866). Springer.
- Rubio, M. (2017). *Diseño Universal para el Aprendizaje, porque todos somos todos*. EMTIC: Educación, metodología, tecnología, innovación, conocimiento. Mérida, Junta de Extremadura.
- Saputra, M. R. U., Alfarozi, S. A. I., & Nugroho, K. A. (2018). LexiPal: Kinectbased application for dyslexia using multisensory approach and natural user interface. *International Journal of Computer Applications in Technology*, 57(4), 334. <https://doi.org/10.5120/ijca2015907416>
- Skiada, R., Soroniati, E., Gardeli, A., & Zissis, D. (2014). EasyLexia: A mobile application for children with learning difficulties. *Procedia Computer Science*, 27(2), 218-228.
- Williams, P., Jamali, H. R., & Nicholas D. (2006). Using ICT with people with special education needs: what the literature tells us. *Aslib Proceedings: New Information Perspectives*, 58, 330-345.
- Wojciechowski, R., & Cellary, W. (2013). Evaluation of Learners' Attitude toward Learning in ARIES Augmented Reality



Environments. *Computers & Education*,
68, 570- 585. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2013.02.014>

Zikl, P., Bartošová, I. K., Víšková, K.
J., Havlíčková, K., Kučírková,
A., Navrátilová, J., & Zetková, B.
(2015). The possibilities of ICT
use for compensation of difficulties
with reading in pupils with dyslexia.
*Procedia-Social and Behavioral
Sciences*, 176(1), 915-922.