

# PIXEL BIT

Nº 66 ENERO 2023  
CUATRIMESTRAL

e-ISSN:2171-7966  
ISSN:1133-8482

Revista de Medios y Educación





FECYT 166/2022  
Acta de acreditación. 4º Cuatrimestre 2016  
Válida hasta 22 de julio de 2023



# PIXEL-BIT

## REVISTA DE MEDIOS Y EDUCACIÓN

Nº 66 - ENERO - 2023

<https://revistapixelbit.com>



EDITORIAL  
UNIVERSIDAD DE SEVILLA

**EQUIPO EDITORIAL (EDITORIAL BOARD)**

**EDITOR JEFE (EDITOR IN CHIEF)**

Dr. Julio Cabero Almenara, Departamento de Didáctica y Organización Educativa, Facultad de CC de la Educación, Director del Grupo de Investigación Didáctica. Universidad de Sevilla (España)

**EDITOR ADJUNTO (ASSISTANT EDITOR)**

Dr. Juan Jesús Gutiérrez Castillo, Departamento de Didáctica y Organización Educativa. Facultad de CC de la Educación, Universidad de Sevilla (España)

Dr. Óscar M. Gallego Pérez, Grupo de Investigación Didáctica, Universidad de Sevilla (España)

**EDITORES ASOCIADOS**

Dra. Urtza Garay Ruiz, Universidad del País Vasco. (España)

Dra. Ivanovna Milqueya Cruz Pichardo, Pontificia Universidad Católica Madre y Maestra. (República Dominicana)

**CONSEJO METODOLÓGICO**

Dr. José González Such, Universidad de Valencia (España)

Dr. Antonio Matas Terrón, Universidad de Málaga (España)

Dra. Cynthia Martínez-Garrido, Universidad Autónoma de Madrid (España)

Dr. Clemente Rodríguez Sabote, Universidad de Granada (España)

Dr. Luis Carro San cristóbal, Universidad de Valladolid (España)

Dra. Nina Hidalgo Farran, Universidad Autónoma de Madrid (España)

Dr. Francisco David Guillén Gámez, Universidad de Córdoba (España)

**CONSEJO DE REDACCIÓN**

Dra. María Puig Gutiérrez, Universidad de Sevilla. (España)

Dra. Sandra Martínez Pérez, Universidad de Barcelona (España)

Dr. Selín Carrasco, Universidad de La Punta (Argentina)

Dr. Jackson Collares, Universidades Federal do Amazonas (Brasil)

Dra. Kitty Gaona, Universidad Autónoma de Asunción (Paraguay)

Dr. Vito José de Jesús Carioca. Instituto Politécnico de Beja Ciencias da Educação (Portugal)

Dra. Elvira Esther Navas, Universidad Metropolitana de Venezuela (Venezuela)

Dr. Angel Puentes Puentes, Pontificia Universidad Católica Madre y Maestra. Santo Domingo (República Dominicana)

Dr. Fabrizio Manuel Sirignano, Università degli Studi Suor Orsola Benincasa (Italia)

Dra. Sonia Aguilar Gavira. Universidad de Cádiz (España)

Dra. Eloisa Reche Urbano. Universidad de Córdoba (España)

**CONSEJO TÉCNICO**

Dra. Raquel Barragán Sánchez, Grupo de Investigación Didáctica, Universidad de Sevilla (España)

D. Antonio Palacios Rodríguez, Grupo de Investigación Didáctica, Universidad de Sevilla (España)

D. Manuel Serrano Hidalgo, Grupo de Investigación Didáctica, Universidad de Sevilla (España)

Diseño de portada: Dña. Lucía Terrones García, Universidad de Sevilla (España)

Revisor/corrector de textos en inglés: Dra. Rubicelia Valencia Ortiz, MacMillan Education (México)

Revisores metodológicos: evaluadores asignados a cada artículo

**CONSEJO CIENTÍFICO**

Jordi Adell Segura, Universidad Jaume I Castellón (España)

Ignacio Aguaded Gómez, Universidad de Huelva (España)

María Victoria Aguiar Perera, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (España)

Olga María Alegre de la Rosa, Universidad de la Laguna Tenerife (España)

Manuel Área Moreira, Universidad de la Laguna Tenerife (España)

Patricia Ávila Muñoz, Instituto Latinoamericano de Comunicación Educativa (México)

Antonio Bartolomé Pina, Universidad de Barcelona (España)

Angel Manuel Bautista Valencia, Universidad Central de Panamá (Panamá)  
Jos Beishuizen, Vrije Universiteit Amsterdam (Holanda)  
Florentino Blázquez Entonado, Universidad de Extremadura (España)  
Silvana Calaprince, Università degli studi di Bari (Italia)  
Selín Carrasco, Universidad de La Punta (Argentina)  
Raimundo Carrasco Soto, Universidad de Durango (México)  
Rafael Castañeda Barrena, Universidad de Sevilla (España)  
Zulma Cataldi, Universidad de Buenos Aires (Argentina)  
Manuel Cebrián de la Serna, Universidad de Málaga (España)  
Luciano Cecconi, Università degli Studi di Modena (Italia)  
Jean-François Cerisier, Université de Poitiers, Francia  
Jordi Lluís Coiduras Rodríguez, Universidad de Lleida (España)  
Jackson Collares, Universidades Federal do Amazonas (Brasil)  
Enricomaria Corbi, Università degli Studi Suor Orsola Benincasa (Italia)  
Marialaura Cunzio, Università degli Studi Suor Orsola Benincasa (Italia)  
Brigitte Denis, Université de Liège (Bélgica)  
Floriana Falcinelli, Università degli Studi di Perugia (Italia)  
María Cecilia Fonseca Sardi, Universidad Metropolitana de Venezuela (Venezuela)  
Maribel Santos Miranda Pinto, Universidade do Minho (Portugal)  
Kitty Gaona, Universidad Autónoma de Asunción (Paraguay)  
María-Jesús Gallego-Arrufat, Universidad de Granada (España)  
Lorenzo García Aretio, UNED (España)  
Ana García-Valcarcel Muñoz-Repiso, Universidad de Salamanca (España)  
Antonio Bautista García-Vera, Universidad Complutense de Madrid (España)  
José Manuel Gómez y Méndez, Universidad de Sevilla (España)  
Mercedes González Sanmamed, Universidad de La Coruña (España)  
Manuel González-Sicilia Llamas, Universidad Católica San Antonio-Murcia (España)  
Francisco David Guillén Gámez (España)  
António José Meneses Osório, Universidade do Minho (Portugal)  
Carol Halal Orfali, Universidad Tecnológica de Chile INACAP (Chile)  
Mauricio Hernández Ramírez, Universidad Autónoma de Tamaulipas (México)  
Ana Landeta Etxeberria, Universidad a Distancia de Madrid (UDIMA)  
Linda Lavelle, Plymouth Institute of Education (Inglaterra)  
Fernando Leal Ríos, Universidad Autónoma de Tamaulipas (México)  
Paul Lefrere, Cca (UK)  
Carlos Marcelo García, Universidad de Sevilla (España)  
Francois Marchessou, Universidad de Poitiers, París (Francia)  
Francesca Marone, Università degli Studi di Napoli Federico II (Italia)  
Francisco Martínez Sánchez, Universidad de Murcia (España)  
Ivory de Lourdes Mogollón de Lugo, Universidad Central de Venezuela (Venezuela)  
Angela Muschitiello, Università degli studi di Bari (Italia)  
Margherita Musello, Università degli Studi Suor Orsola Benincasa (Italia)  
Elvira Esther Navas, Universidad Metropolitana de Venezuela (Venezuela)  
Trinidad Núñez Domínguez, Universidad de Sevilla (España)  
James O'Higgins, de la Universidad de Dublín (UK)  
José Antonio Ortega Carrillo, Universidad de Granada (España)  
Gabriela Padilla, Universidad Autónoma de Tamaulipas (México)  
Ramón Pérez Pérez, Universidad de Oviedo (España)  
Angel Puentes Puente, Pontificia Universidad Católica Madre y Maestra. Santo Domingo (República Dominicana)  
Julio Manuel Barroso Osuna, Universidad de Sevilla (España)  
Rosalía Romero Tena, Universidad de Sevilla (España)  
Hommy Rosario, Universidad de Carabobo (Venezuela)  
Pier Giuseppe Rossi, Università di Macerata (Italia)  
Jesús Salinas Ibáñez, Universidad Islas Baleares (España)  
Yamile Sandoval Romero, Universidad de Santiago de Cali (Colombia)  
Albert Sangrà Morer, Universidad Oberta de Catalunya (España)  
Ángel Sanmartín Alonso, Universidad de Valencia (España)  
Horacio Santángelo, Universidad Tecnológica Nacional (Argentina)  
Francisco Solá Cabrera, Universidad de Sevilla (España)  
Jan Frick, Stavanger University (Noruega)  
Karl Steffens, Universidad de Colonia (Alemania)  
Seppo Tella, Helsinki University (Finlandia)  
Hanne Wacher Kjaergaard, Aarhus University (Dinamarca)



## FACTOR DE IMPACTO (IMPACT FACTOR)

SCOPUS Q1 Education: Posición 236 de 1406 (83% Percentil). CiteScore Tracker 2022: 4.6 - Journal Citation Indicator (JCI). Emerging Sources Citation Index (ESCI). Categoría: Education & Educational Research. Posición 257 de 739. Cuartil Q2 (Percentil: 65.29) - FECYT: Ciencias de la Educación. Cuartil 1. Posición 16. Puntuación: 35,68- DIALNET MÉTRICAS (Factor impacto 2021: 1.72. Q1 Educación. Posición 12 de 228) - REDIB Calificación Global: 29,102 (71/1.119) Percentil del Factor de Impacto Normalizado: 95,455- ERIH PLUS - Clasificación CIRC: B- Categoría ANEP: B - CARHUS (+2018): B - MIAR (ICDS 2020): 9,9 - Google Scholar (global): h5: 42; Mediana: 42 - Journal Scholar Metric Q2 Educación. Actualización 2016 Posición: 405ª de 1,115- Criterios ANECA: 20 de 21 - INDEX COPERNICUS Puntuación ICV 2019: 95.10

Píxel-Bit, Revista de Medios y Educación está indexada entre otras bases en: SCOPUS, Fecyt, DOAJ, Iresie, ISOC (CSIC/CINDOC), DICE, MIAR, IN-RECS, RESH, Ulrich's Periodicals, Catálogo Latindex, Biné-EDUSOL, Dialnet, Redinet, OEI, DOCE, Scribd, Redalyc, Red Iberoamericana de Revistas de Comunicación y Cultura, Gage Cengage Learning, Centro de Documentación del Observatorio de la Infancia en Andalucía. Además de estar presente en portales especializados, Buscadores Científicos y Catálogos de Bibliotecas de reconocido prestigio, y pendiente de evaluación en otras bases de datos.

## EDITA (PUBLISHED BY)

Grupo de Investigación Didáctica (HUM-390). Universidad de Sevilla (España). Facultad de Ciencias de la Educación. Departamento de Didáctica y Organización Educativa. C/ Pirotecnia s/n, 41013 Sevilla. Dirección de correo electrónico: [revistapixelbit@us.es](mailto:revistapixelbit@us.es). URL: <https://revistapixelbit.com/>  
ISSN: 1133-8482; e-ISSN: 2171-7966; Depósito Legal: SE-1725-02  
Formato de la revista: 16,5 x 23,0 cm

Los recursos incluidos en Píxel Bit están sujetos a una licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 Unported (Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual)(CC BY-NC-SA 4.0), en consecuencia, las acciones, productos y utilidades derivadas de su utilización no podrán generar ningún tipo de lucro y la obra generada sólo podrá distribuirse bajo esta misma licencia. En las obras derivadas deberá, asimismo, hacerse referencia expresa a la fuente y al autor del recurso utilizado.

©2023 Píxel-Bit. No está permitida la reproducción total o parcial por ningún medio de la versión impresa de Píxel-Bit.

- 1.- Análisis de redes sociales para la inclusión entre iguales en discusiones en línea con estudiantes de universidad // Social network analysis for peer inclusion in undergraduate online discussions** // Social network analysis for peer inclusion in undergraduate online discussions  
Fran J. García-García, Inmaculada López-Francés, Cristian Molla-Esparza 7
- 2.- Revisión de la literatura sobre anotaciones de vídeo en la formación docente // Literature review on video annotations in teacher education** // Literature review on video annotations in teacher education  
Violeta Cebrián Robles, Ana-Belén Pérez-Torregrosa, Manuel Cebrián de la Serna 31
- 3.- Diseño, validación y usabilidad de un aplicativo móvil para la enseñanza de electrocardiografía // Design, validation and usability of a mobile application for teaching electrocardiography** // Design, validation and usability of a mobile application for teaching electrocardiography  
Judy Ximena Ramos Garzón 59
- 4.- Evaluación de una APP de realidad aumentada en niños/as con dislexia: estudio piloto // Evaluation of an augmented reality APP for children with dyslexia: a pilot study** // Evaluation of an augmented reality APP for children with dyslexia: a pilot study  
Vanesa Ausín Villaverde, Sonia Rodríguez Cano, Vanesa Delgado Benito, Radu Bogdan Toma 87
- 5.- Variables asociadas al uso de pantallas al término de la primera infancia // Variables associated with the use of screens at the end of early childhood** // Variables associated with the use of screens at the end of early childhood  
Carla Ortiz-de-Villate, Javier Gil-Flores, Javier Rodríguez-Santero 113
- 6.- ¿Crea contenidos digitales el profesorado universitario? Un diseño mixto de investigación // Do university teacher create digital content? Mixed research design** // Do university teacher create digital content? Mixed research design  
María de Lourdes Ferrando-Rodríguez, Vicente Gabarda Méndez, Diana Marín- Suelves, Jesús Ramón-Llín Más 137
- 7.- Instantáneas culturales y Flipped Classroom: percepciones de futuros docentes // Cultural snapshots and Flipped Classroom: prospective teachers' perceptions** // Cultural snapshots and Flipped Classroom: prospective teachers' perceptions  
Ernesto Colomo-Magaña, Andrea Cívico-Ariza, Enrique Sánchez-Rivas, Teresa Linde-Valenzuela 173
- 8.- Imbricación del Metaverso en la complejidad de la educación 4.0: Aproximación desde un análisis de la literatura // Imbrication of the Metaverse in the complexity of education 4.0: Approach from an analysis of the literature** // Imbrication of the Metaverse in the complexity of education 4.0: Approach from an analysis of the literature  
Carlos Enrique George-Reyes, María Soledad Ramírez-Montoya, Edgar Omar López-Caudana 199
- 9.- Redes sociales y smartphones como recursos para la enseñanza: percepción del profesorado en España // Social media and smartphones as teaching resources: Spanish teacher's perceptions** // Social media and smartphones as teaching resources: Spanish teacher's perceptions  
Francisco-Javier Lena-Acebo, Ana Pérez-Escoda, Rosa García-Ruiz, Manuel Fandos-Igado 239
- 10.- El robot M Bot para el aprendizaje de coordenadas cartesianas en Educación Secundaria // The M Bot robot for learning Cartesian coordinates in Secondary Education** // The M Bot robot for learning Cartesian coordinates in Secondary Education  
José-Manuel Sáez-López, Rogelio Buceta-Otero 271

## Evaluación de una APP de realidad aumentada en niños/as con dislexia: estudio piloto.

Evaluation of an augmented reality APP for children with dyslexia: a pilot study

 **Dra. Vanesa Ausín Villaverde**

Profesora Titular de Universidad. Universidad de Burgos. España

 **Dra. Sonia Rodríguez Cano**

Profesora Contratada Doctor. Universidad de Burgos. España

 **Dra. Vanesa Delgado Benito**

Profesora Titular de Universidad. Universidad de Burgos. España

 **Dr. Radu Bogdan Toma**

Profesor Ayudante Doctor. Universidad de Burgos. España

**Recibido:** 2022/07/18; **Revisado:** 2022/09/01; **Aceptado:** 2022/11/01; **Preprint:** 2022/12/01; **Publicado:** 2023/01/07

### RESUMEN

Desde hace unas décadas se están integrando en el ámbito educativo y en el tratamiento pedagógico diferentes tecnologías emergentes. Este artículo presenta la evaluación de una aplicación de realidad aumentada (RA) para trabajar con estudiantes con dislexia. El objetivo del artículo es conocer la percepción de los jóvenes con dislexia (10 - 15 años) tras la utilización de la aplicación de RA empleando el Modelo de Aceptación Tecnológica y, conocer la valoración de los aspectos técnicos, estéticos y facilidad de navegación de la aplicación mediante un cuestionario ad hoc. En este estudio piloto han participado siete niños/as con dislexia. La metodología utilizada ha sido un estudio empírico – descriptivo de tipo observacional. Los primeros resultados muestran que el nivel de aceptación hacia esta tecnología es aceptable, rondando valores intermedios de 3 en todas las dimensiones del Modelo TAM. Los aspectos que más destacan los entrevistados de la aplicación son la calidad de los textos, la narrativa del juego, el orden en la secuencia de las actividades, la utilización de la memoria durante el juego y la ambientación del videojuego en planetas. Por lo tanto, se puede considerar que esta aplicación de RA es útil para trabajar las necesidades de los niños/as con dislexia desde una perspectiva lúdica.

### ABSTRACT

Different emerging technologies have been integrated into the field of education for several decades. This article presents the evaluation of an augmented reality (AR) application for working with students with dyslexia. The aim of this article is to find out the perception of young people with dyslexia (aged 10 - 15) after using the AR application using the Technological Acceptance Model and to find out their evaluation of the technical, aesthetic and ease of navigation aspects of the application by means of an ad hoc questionnaire. Seven children with dyslexia participated in this pilot study. The methodology used was an empirical-descriptive observational study. The first results show that the level of acceptance towards this technology is acceptable, with intermediate values of 3 in all dimensions of the TAM Model. The most outstanding aspects of the application are the quality of the texts, the narrative of the game, the order in the sequence of the activities, the use of memory during the game and the setting of the video game on planets. Therefore, this AR application can be considered useful for working with the needs of children with dyslexia from a playful perspective.

### PALABRAS CLAVES - KEYWORDS

Dislexia, evaluación, realidad aumentada, Modelo Aceptación Tecnológica, educación.  
Dyslexia, assessment, augmented reality, technology acceptance model, education.

## 1. Introducción

En los últimos años, están surgiendo diferentes tecnologías emergentes (Cabero & García, 2016) entre las cuales se encuentran la gamificación, las analíticas de aprendizaje, la realidad aumentada, el aprendizaje móvil, los asistentes virtuales o la tecnología de cadena de bloques (Hou et al., 2021). Este nuevo entramado tecnológico configura el escenario social y educativo, en el cual, la investigación debe ir aportando luz y posibilidades pedagógicas para poder integrar sus funcionalidades en la vida diaria de las aulas.

En el caso de este artículo, se presenta la evaluación de una aplicación de realidad aumentada (RA) para trabajar con estudiantes con dislexia. Esta investigación se enmarca dentro del proyecto europeo FORDYSVAR (2022a), cuyo objetivo ha sido integrar la tecnología de la Realidad Aumentada (RA) y la Realidad Virtual (RV) para brindar una oportunidad de mejorar el aprendizaje a los estudiantes con dislexia.

Garzón et al. (2020) argumentan que la RA permite combinar objetos reales y virtuales en un mismo entorno, y ejecutarlos de forma interactiva en tiempo real. Esta tecnología permite la visualización del entorno real que se ve aumentada por elementos u objetos generados por un ordenador o dispositivo móvil (Rohrbach et al., 2021; Reyes-Ruiz, 2022).

Uno de los elementos que le hace más atractiva a esta tecnología, es la simplicidad en el manejo, porque se puede utilizar con dispositivos que la mayor parte de la población tiene a su alcance y, porque existen numerosas aplicaciones poco sofisticadas, a partir de las cuales se pueden crear y disponer de estos objetos y experiencias en RA (Alamirah et al., 2022).

En el contexto escolar las últimas investigaciones sobre la aplicación de la Realidad Aumentada manifiestan: una mejora de los procesos cognitivos de los usuarios (Mitaritonna, 2018; Bursali & Yilmaz, 2019); un aumento en la motivación hacia el aprendizaje (Fombona & Vázquez, 2017); niveles altos de satisfacción tras su utilización (Ozdemir et al., 2018) y mejora en los resultados académicos (Yilmaz & Goktas, 2017; Lai et al., 2019).

En esta investigación se ha utilizado la tecnología de RA para trabajar con niños/as con dislexia. En el Manual DSMV-5, la dislexia se recoge dentro de los trastornos del desarrollo neurológico como Trastorno Específico del Aprendizaje, estando caracterizado por problemas en el reconocimiento de palabras de manera precisa o fluida, deletreo erróneo y poca capacidad ortográfica (APA, 2013).

Investigaciones como la de Forteza et al. (2019) han apuntado que entre un 5% y 15% de la población escolar padece esta dificultad. En España tiene una repercusión entre el 5% y el 10% en educación primaria y secundaria (De la Peña & Bernabéu, 2018), encontramos que esta dificultad tiene una incidencia bastante relevante de alumnos/as en el sistema educativo.

La dislexia es para toda la vida pero tiene solución por medio de una adecuada intervención (Rello, 2018a). Los tratamientos tradicionales, de papel y lápiz, que se han realizado hasta ahora con estos niños/as les han resultado aburridos y poco cercanos a sus intereses. Es esencial desarrollar nuevos tratamientos que les resulten motivadores, atractivos y adaptados a sus gustos y preferencias (Rodríguez et al., 2022) centrándose en reforzar sus habilidades y no sus dificultades. En esta línea, Broadhead et al. (2018)



proponen los apoyos basados en un enfoque multi sensorial, en los cuales se trabajan las habilidades visuales, auditivas, kinestésicas y táctiles dado que han demostrado buenos resultados en el tratamiento con personas con dislexia.

En esta línea, la tecnología puede ofrecer soluciones a la problemática planteada, ofreciendo entornos lúdicos y eficaces para el tratamiento de diferentes trastornos en jóvenes, con la ventaja de proporcionar entornos seguros y controlados, generando motivación, aportando alto nivel de interactividad, retroalimentación inmediata y contribuyendo a la mejora de las habilidades de procesamiento visual y la memoria a corto plazo (Kalyvioty & Mikropoulos, 2013 ).

Algunas de las experiencias en este campo, como la de Jiménez y Díez (2018) sobre el impacto de los videojuegos en alumnado con dificultades en la lectura, concluyeron que los recursos visuales, espaciales, auditivos y kinestésicos que contiene el videojuego Minecraft favoreció el aprendizaje de la lectura de manera multisensorial para los estudiantes con dislexia.

Otra herramienta tecnológica orientada a estos jóvenes es el procesador de textos Adapro (Nuñez & Santamaría, 2016) que facilita el proceso de enseñanza-aprendizaje de la lectura y la escritura tanto a niños con dislexia como a otras personas con diversidad funcional. Probablemente la herramienta tecnológica más utilizada en los últimos años para el diagnóstico y trabajo con niños con dislexia, es la aplicación DyetectiveU, validada científicamente por Rello (2018b).

Acercándonos al ámbito de la RA, encontramos en la literatura científica algunas investigaciones pioneras y actuales las cuales han incorporado esta tecnología como recurso de apoyo para trabajar con niños y jóvenes con dislexia como la de Gavilanes et al., (2019); Soto-Beltrán (2017); Bhatti et al., (2020); Gupta et al., (2019); Minevska y Janeska-Sarkanjac (2019).

A la vista de los resultados de las investigaciones anteriores, se puede afirmar que la RA promueve actitudes favorables de los estudiantes hacia el aprendizaje, aumenta la autonomía en la toma de decisiones y la experimentación, así como la concentración y la memoria. Lo que ayuda a que el alumnado pueda seguir su propio ritmo de aprendizaje y mejorar su rendimiento (Martínez, 2020). Además, la tecnología no solo facilita apoyos a las personas con dislexia, también al profesorado y a las familias al incrementar su conocimiento y comprensión (Verhulst et al., 2021).

La aplicación de RA diseñada en el marco del proyecto europeo FORDYSVAR (2022b) se estructura en áreas y competencias a través del juego como: conciencia fonológica, memoria a corto plazo, desarrollo perceptivo- visual, desarrollo perceptivo-auditivo, desarrollo semántico, sintáctico y léxico y el desarrollo motor (direccionalidad y lateralidad). El videojuego tiene un personaje principal (robot Wibu) encargado de explicar las actividades y ayudar al jugador/a para superar cada prueba. El escenario en el cual se desarrolla el juego es un ambiente planetario disponible en cuatro idiomas: español, inglés, italiano y rumano. En cada planeta se desarrollan cuatro actividades, las cuales hay que superar para poder avanzar al siguiente planeta. Al inicio de cada mundo el niño/a recibe una información (formato oral y escrito) que debe recordar para poder realizar las actividades (FORDYSVAR, 2022b). En el siguiente enlace puede verse el desarrollo de la aplicación de RA en imágenes: <https://bit.ly/3z2nmN8>

El objetivo de este artículo es conocer la percepción de los/as niños/as con dislexia tras la utilización de la aplicación de RA empleando el Modelo de Aceptación Tecnológica.

Para su consecución se han concretado dos preguntas de investigación:

- ¿Qué resultados se obtendrán de las dimensiones del Modelo TAM tras el uso de la aplicación de Realidad Aumentada por parte de los niños/as con dislexia?
- ¿Cómo valorarán los niños/as con dislexia la calidad técnica, estética y la facilidad de utilización de la aplicación de Realidad Aumentada?.

## 2. Metodología

La metodología empleada en el estudio, siguiendo la clasificación de Ato et al. (2013), es un estudio empírico – descriptivo de tipo observacional. Anguera et al. (2011) configuran este tipo de estudios en base a tres criterios:

- Unidades de estudio. Esta investigación es de tipo ideográficos puesto que las personas objeto de estudio forman una unidad (niños/a con dislexia de 10 a 15 años); Analizar el uso de la aplicación de Realidad Aumentada por parte de los niños/as con dislexia.
- Temporalidad, tenemos un estudio estático puesto que se ha realizado en un momento puntual en el tiempo que es después de la utilización de la aplicación de RA.
- Dimensionalidad nos encontramos con un estudio donde se han analizado varias dimensiones como la actitud y aceptación hacia la tecnología y la opinión de los niños/as sobre la aplicación de RA.

### 2.1. Instrumentos

Para conocer la aceptación hacia el uso de la tecnología, se ha utilizado el Modelo TAM a partir del cuestionario validado por Cabero y Pérez (2018) para medir la aceptación de la RA. El Modelo de Aceptación Tecnológica formulado por Davis (1989) es un referente internacional para conocer la disposición de las personas para utilizar una determinada tecnología. Este modelo se basa en la actitud de las personas hacia el uso de un sistema tecnológico de información fundamentado en dos variables previas: la utilidad percibida (Perceived Usefulness) y la facilidad de uso percibida (Perceived Ease of Use) (Fishbein y Azjen, 1975). Este modelo señala también que hay variables externas que influyen en la utilidad y en la facilidad de uso percibida de forma directa, destacando que estas variables externas ejercen una influencia indirecta sobre la actitud hacia el uso, sobre la intención hacia este y sobre la conducta (Yong et al., 2010). El modelo fundamenta que la utilidad percibida se ve influenciada por la facilidad de uso, indicando que cuanto más fácil sea utilizar una tecnología, más útil puede ser (Venkatesh, 2000). El cuestionario puede consultarse en el siguiente enlace. <https://bit.ly/3RxdVwv>

Por otra parte, se construyó un cuestionario ad hoc con la finalidad de conocer la valoración de los aspectos técnicos, estéticos y facilidad de la navegación en la aplicación, a partir de investigaciones previas como las de Martínez et al. (2018); Barroso y Cabero (2016) y Barroso et al (2018). Para la dimensión de opinión de los usuarios sobre el uso de la aplicación se han consultado investigaciones como la de Zaharias y Poylymenakou (2009) y Cascales (2015). El instrumento se elaboró siguiendo una escala de respuesta tipo Likert

con cinco niveles de puntuación, donde se valoran un total de 27 ítems. El cuestionario puede consultarse en el siguiente enlace: <https://bit.ly/3yBKFvP>

Ambos cuestionarios han sido validados en una doble vía. Por un lado, mediante juicio de expertos que valoraron los constructos de claridad, pertinencia y relevancia. Participaron 5 profesionales con una trayectoria relacionada con el campo de estudio. Se realizaron dos rondas de envíos, hasta que el promedio de las puntuaciones obtenidas en cada ítem estaba comprendida entre 4 y 5. Estudios previos como el de Soriano (2014), afirma que el cuestionario cuenta con una buena claridad y comprensión.

La segunda validación se ha realizado por cuatro niños/as con dislexia. El objetivo era conocer si la redacción de este instrumento era comprensible para la población objeto de estudio. La técnica que se utilizó fue la entrevista personal cara a cara que desarrolló un miembro del equipo de investigación del proyecto, con el propósito de indagar profundamente en la valoración que los niños/as hacían de cada ítem. Los jóvenes debían responder si entendían o no el enunciado de la pregunta formulada. Ante una respuesta negativa, se le preguntaba qué es lo que no habían entendido y que creían que se les estaba preguntando.

Finalmente, se ha calculado la fiabilidad interna del instrumento empleando el Alfa de Cronbach ( $\alpha$ ), con los siguientes valores (Cohen et al., 2017):  $>0.90$  (muy alta fiabilidad),  $0.80-0.89$  (alta fiabilidad),  $0.70-0.79$  (fiabilidad adecuada),  $0.60-0.69$  (fiabilidad marginal),  $<0.60$  (baja fiabilidad).

Para todos los ítems del cuestionario, se obtuvo una muy alta fiabilidad ( $\alpha = 0.94$ ). Asimismo, los valores de fiabilidad para cada una de las dimensiones fueron adecuados y muy altos (utilidad percibida  $\alpha = 0.78$ , facilidad de uso percibida  $\alpha = 0.97$ , disfrute percibido  $\alpha = 0.83$ , actitud  $\alpha = 0.81$ , e intenciones de uso  $\alpha = 0.85$ ). Estos valores revelan que los ítems propuestos en esta investigación, fundamentados en el modelo TAM, producen resultados altamente fiables.

## 2.2. Participantes en el estudio y desarrollo de la intervención

En este estudio se ha contado con una muestra de 7 niños/as con dislexia, siendo 2 niñas y 5 niños. Esta tendencia mayoritaria hacia el género masculino responde a los estudios previos que manifiestan que los hombres tienen una predisposición mayor de padecer dislexia que las mujeres (Grigorenko, 2001; Thambirajah, 2010). En cuanto a la edad, tenemos dos niños de 10 años, 4 de 12 años y una niña de 15 años. Por tanto, la media de edades de 11,85sd. Por nivel educativo tenemos 3 niños están cursando EPO, 3 jóvenes cursan la ESO y una niña está realizando estudios de Formación Profesional de Grado Medio. Respecto a la titularidad del centro en el que cursan los estudios, tenemos una mayoría de centros concertados (5) respecto a 2 niños pertenecientes a centros públicos.

El desarrollo de la intervención se ha realizado de la siguiente manera:

1. Complimentar y firmar el consentimiento informado, por parte de las familias, para poder participar en la investigación.
2. Instalar el software de Realidad Aumentada en los dispositivos móviles o tablets.
3. Jugar durante una semana a la aplicación o al menos que el niño/a sea capaz de llegar al final del juego.

4. Rellenar los cuestionarios de evaluación en un plazo máximo de una semana después de probar la aplicación. Esta evaluación se ha realizado mediante una entrevista personal con el niño/a y un miembro del equipo de investigación.

### 3. Análisis y resultados

Considerando una escala de 5 puntos, con puntuaciones superiores al punto de corte de 2.5 puntos como reflejo de una adecuada aceptación de la aplicación desarrollada, se han obtenido los siguientes resultados.

#### 3.1. Resultados Cuestionario Modelo de Aceptación Tecnológica (Modelo TAM)

Este modelo consta de cinco dimensiones: Utilidad percibida, Facilidad de uso percibida, Disfrute percibido, Actitud hacia el uso e Intención hacia el uso. Cada una de las dimensiones está formado por diferentes ítems que se contestan según una escala Likert con 5 opciones de respuesta (siendo 1 muy poco y 5 mucho).

En la Tabla 1 se muestran los resultados obtenidos en cada una de las dimensiones del Modelo TAM tras la utilización de la aplicación de RA.

**Tabla 1**

*Resultados dimensiones Modelo TAM*

Id	Utilidad percibida	Facilidad de uso	Disfrute percibido	Actitud hacia el uso	Intención hacia el uso
N válido	7	7	7	7	7
Media	3,2	2,8	3,2	3,2	3,5
Mediana	3,00	2,66	3,00	3,33	3,00
Desviación estándar	,73	1,60	,951	,755	1,23
Mín	2,2	1,33	2,00	2,00	2,00
Máx	4,5	5	4,6	4,3	5

Como se observa en la Tabla 1, los/as niños/as con dislexia que han probado la aplicación de Realidad Aumentada han reflejado valores ligeramente superiores a la media, estando la media y la mediana en valores entre 2,6 y 3,5 en todas las dimensiones del modelo. Por lo tanto, se puede considerar que el nivel de aceptación hacia esta tecnología por parte de los jóvenes entrevistados es aceptable, destacando el ítem de la actitud de los jóvenes hacia la aplicación (MD = 3.33), especialmente si consideramos que la han percibido como útil (MD = 3.00).

#### 3.2. Resultados del cuestionario: Aspectos técnicos y estéticos, facilidad de navegación y opinión de los usuarios

En la Tabla 2 pueden observarse los resultados obtenidos en las dos primeras dimensiones del cuestionario: aspectos técnicos y estéticos y la facilidad de navegación de

la aplicación. Todas las cuestiones se puntuaban con una escala Likert, donde 1 es la puntuación más baja y 5 la más alta.

**Tabla 2**

*Resultados aspectos técnicos, estéticos y facilidad de navegación*

<b>Id</b>	<b>Item 1</b>	<b>Item 2.1</b>	<b>Item 2.2</b>	<b>Item 2.3</b>	<b>Item 2.4</b>	<b>Item 2.5</b>	<b>Item 2.6</b>	<b>Item 3</b>	<b>Item 4</b>	<b>Item 5</b>
N válido	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
Media	2,7	3,7	3,4	3,1	3,7	3,7	4,2	3,5	3,7	4
Mediana	2	4	4	3	4	4	4	4	4	4
Desviación estándar	,89	,00	1,10	1,3	1,1	,45	,55	1,34	,71	1,22
Mín	2	4	2	2	2	3	4	2	3	2
Máx	4	4	5	5	5	4	5	5	5	5

En el ítem 1 se pregunta sobre la facilidad para utilizar la aplicación obteniendo una MD = 2, reflejando una puntuación más baja que la mediana obtenida en la dimensión de Facilidad de uso del Cuestionario TAM.

Las preguntas que se engloban en el ítem 2 tiene como objetivo conocer la calidad de algunos aspectos de la aplicación. Como se observa en la Tabla 2, las puntuaciones obtenidas en todos los ítems son muy satisfactorias, destacando el ítem2.6 (calidad del texto) que ha obtenido la puntuación mayor,

En esta misma línea, los usuarios manifiestan puntuaciones altas en el ítem 3 donde se preguntaba si les había gustado el desarrollo de las actividades en cada planeta y el ítem 4 donde manifiestan que la aplicación es muy interesante. En este sentido, el 42,9% de los jóvenes entrevistados afirman que volverán a jugar y el 57,1% consideran que tal vez volverían a utilizar la aplicación (ítem 6).

La tercera dimensión del cuestionario elaborado ad hoc para esta investigación tiene como finalidad conocer la opinión de los jóvenes tras la utilización de la aplicación.

**Tabla 3**

*Resultados opinión de los usuarios finales de la aplicación*

<b>Id</b>	<b>Item 8.1</b>	<b>Item 8.2</b>	<b>Item 8.3</b>	<b>Item 8.4</b>	<b>Item 8.5</b>	<b>Item 8.6</b>	<b>Item 8.7</b>	<b>Item 8.8</b>	<b>Item 8.9</b>
N válido	7	7	7	7	7	7	7	7	7
Media	3,5	3,8	4,2	3,1	3,2	3,5	3	3	4,2
Mediana	3	4	5	3	3	3	3	3	4
Desviación estándar	,78	,37	,95	1,06	1,11	,76	1,52	,81	,75
Mín	3	3	3	2	2	3	1	2	3
Máx	5	4	5	5	5	5	5	4	5

Como se puede ver en la Tabla 3 todos los ítems reciben una puntuación media superior a 3.. El ítem 8.9 (utilización de la memoria durante el juego) y el ítem 8.3 (ambientación del juego en planetas) han obtenido la mejor puntuación, mientras que el ítem 8.7 (aprendizaje durante el juego) y el ítem 8.8 (percepción de si han mejorado la memoria) han obtenido una puntuación más baja.

Finalmente, este cuestionario presenta una serie de preguntas abiertas, en las que se pregunta qué es lo que más les ha gustado de la aplicación y algunos de los aspectos que apuntan son:

- El robot como personaje que vaya explicando y guiando las actividades.
- La historia que se cuenta en la aplicación.
- La ambientación del mundo planetario.
- La ayuda en las actividades y la posibilidad de repetición.

Por otro lado, respecto a los elementos que menos les han gustado o aspectos que cambiarían, tenemos:

- La necesidad de utilizar el marcador dificulta la utilización del juego (lo apuntan 6 de los 7 niños/as).
- La voz del robot es demasiado aguda para dos de los entrevistados.
- Apuntan que estaría bien que participase algún otro personaje.
- Más información dentro de las características de cada planeta.

La última cuestión que se ha plantea a los niños/as con dislexia es que se puntúe del 1 al 10 la aplicación, un 57,1% de los jóvenes que han probado la aplicación puntúan con un 6, un 14,3% califican la aplicación con un 7 y un 28,6% otorgan un 5.

#### **4. Discusión y conclusiones**

Respecto al tamaño de la muestra en este estudio piloto, destacar por un lado que la prevalencia de este trastorno en la población general española se encuentra entre un 3,2% y un 8% (González et al., 2013; Carrillo, 2012) y por otro que en el caso de nuestro trabajo de investigación solo podemos tener acceso a los jóvenes de edades comprendidas entre los 10 y los 16 años, lo cual limita el número de personas

En relación al objetivo de conocer el nivel de aceptación tecnológica que despierta en los niños/as con dislexia la utilización de la aplicación de Realidad Aumentada, se han obtenido unos resultados satisfactorios, aunque somos conscientes que la evaluación se ha realizado a un número no representativo de niños/as con dislexia para poder generalizar los resultados.

Como se desprende de los datos del Cuestionario del Modelo TAM, los niños/as con dislexia manifiestan una actitud positiva (media superior a 3) hacia el uso de la aplicación de RA sobre todo en las dimensiones: percepción hacia la utilidad de la tecnología y disfrute que han experimentado tras su uso.

En relación a la utilidad hacia el uso de la tecnología, elemento que también se ha comprobado en investigaciones previas como la de Alamirah et al. (2022) y Saputra et al. (2018) demostrando que la tecnología es una aliada para trabajar con personas con dislexia generando un entorno de aprendizaje seguro y controlado desde una perspectiva lúdica.

En esta línea, nos encontramos que los jóvenes actualmente están familiarizados con el uso de la tecnología en su día a día, lo cual genera una sensación de disfrute y placer tras su uso, como lo manifiestan los resultados de este estudio en la dimensión de “disfrute percibido tras su uso” obteniendo resultados satisfactorios al igual que en investigaciones previas como la de Gupta et al. (2019) y Bhatti et al. (2020).

Estos datos nos acercan a otros estudios en las que se ha demostrado que la utilización de la tecnología con un fin educativo es una oportunidad para el investigador de conocer qué es realmente lo que motiva a los estudiantes y aprovecharse de ello para diseñar productos educativos de calidad (Sailer et al., 2021 y Roopa et al., 2021) y conseguir que el videojuego se convierta en una gran oportunidad o esa "new silver bullet" de la educación que claman algunos (Gee, 2013).

Por otro lado, debemos ser conscientes de que las valoraciones dadas por los participantes puedan estar influenciadas por la motivación que supone una experiencia tan novedosa, ya que la mayoría de los tratamientos de apoyo educativo que se utilizan con los niños/as con dislexia están basados en métodos tradicionales de lápiz y papel, muchos de los cuales generan aburrimiento y escaso seguimiento por parte de estos jóvenes.

En esta línea, los resultados sobre la intención de volver a utilizar la aplicación en el futuro que manifiestan los jóvenes entrevistados dejan entrever que esta aplicación puede ser una estrategia de trabajo educativo a través de la realidad aumentada. Investigaciones previas, como las de Diegmann et al. (2015), Cabero y Barroso (2016) y Cabero et al. (2017) manifiestan esta misma intención por parte de los participantes hacia el uso de la RA como elemento educativo.

Un dato que debemos analizar es la puntuación obtenida en la dimensión “facilidad de uso de la aplicación” (media de 2.8), la cual se encuentra en el punto intermedio y que además es coincidente con la puntuación del Ítem 1 del cuestionario sobre los aspectos técnicos/estéticos y la facilidad de navegación de la aplicación (media de 2.7). En ambos casos la puntuación obtenida es baja lo cual se explica con algunos de los comentarios que realizan los/as jóvenes entrevistados en la pregunta abierta (ítem 10), en la cual seis de los siete entrevistados comentan que el uso del marcador genera dificultad durante la utilización de la aplicación. En este sentido, este elemento se ha mejorado tras este estudio piloto eliminado la utilización de este marcador, ya que la facilidad en la navegación por parte de los usuarios finales de cualquier tecnología es un requisito imprescindible para conseguir la eficacia educativa y la usabilidad (Araiza et al., 2021; Hou et al., 2021).

Respecto a las conclusiones que se derivan de la valoración que realizan los niños/as con dislexia respecto a la calidad técnica/estética y la facilidad de utilización de la aplicación de Realidad Aumentada, se puede destacar que en líneas generales los aspectos técnicos de la aplicación (imágenes, animaciones, letra, texto) obtienen unos resultados satisfactorios lo cual es importante para que la experiencia de uso por parte de la persona sea satisfactoria y genere nuevas oportunidades de utilizar la aplicación (Akçayir & Akçayir, 2017) lo cual está íntimamente relacionado con los elementos técnicos de la tecnología que se utiliza (Villalustre, 2020; Vasilevski & Birt, 2020).

Otros elementos importantes a considerar cuando se habla de utilizar la tecnología como recurso educativo desde la perspectiva del juego, son la narrativa, las mecánicas del juego, la historia y la ambientación (Bueno, 2018). Tras la utilización de la aplicación de RA, los niños/as manifiestan una puntuación excelente la ambientación del juego (Ítem 8.3, media 4.2) a través del escenario planetario diseñado. Este escenario es cercano y atractivo a la realidad de los destinatarios del juego (Aleven, 2010; Alfageme & Sánchez, 2003). Relacionado con la ambientación del juego, debemos destacar que los niños/as entrevistados valoran muy positivamente la historia (Ítem 8.2) que se va contando durante el juego. La narrativa dentro de los videojuegos es otro elemento imprescindible para generar motivación (Gee, 2013).

Como se ha podido apreciar, uno de los aspectos bien valorados y más llamativos para los participantes en este estudio ha sido la oportunidad de ir resolviendo las actividades (ítem 8.1) de forma inmersiva y activa como se demuestra en estudios preliminares (Bhatti, 2020). En general, el aprendizaje en primera persona y de manera autónoma para los jóvenes genera una recompensa directa para ellos mismos.

Este proceso de aprendizaje interactivo genera que los estudiantes valoren muy positivamente la utilización de la memoria durante el juego (Ítem 8.9) y su valoración hacia el aprendizaje que han adquirido durante el juego (Ítem 8.7), como se replica también en el estudio de Cabero et al., (2017).

Cuando se procede al análisis de la información cualitativa obtenida a partir de las preguntas abiertas, parece preciso estar atentos hacia algunos aspectos que indican los usuarios finales de la aplicación y lo cual nos lleva a reflexionar sobre la modificación de los mismos de cara a la evaluación general de la aplicación, como la eliminación del marcador para mejorar la usabilidad y facilidad de uso de la aplicación, incorporar algún personaje más a la historia y mejorar la voz del robot.

En este sentido, se puede concluir que las valoraciones que se han obtenido en este estudio piloto pueden servir para evaluar y validar nuevas aplicaciones tecnológicas que se diseñen con una finalidad educativa a través del juego. Como apuntan los estudios previos es necesario que estas aplicaciones sean evaluadas previamente para conocer sus limitaciones y fortalezas (Vázquez & Sevillano, 2015; Rohrbach et al., 2021). Estudios sobre juegos educativos apuntan que para que tenga éxito hay que ser consciente de que se está manejando una herramienta educativa pero que no deja de ser un juego y, por lo tanto, comprobar si es divertido o no es clave (Aleven et al., 2010) así como el tipo de motivación que produce (Magallanes et al., 2021). De ahí la importancia de darle la palabra a los usuarios finales.

Sin lugar a dudas, la tecnología al servicio de la educación es un tándem muy apropiado y esto se refleja en la incorporación de la RA para trabajar con niños/as con dislexia generando un entorno seguro y controlado, cercano a los intereses de los jóvenes y adaptado a sus necesidades.

Uno de los aspectos que nos gustaría destacar después de la realización de este trabajo de investigación es que tras la revisión bibliográfica exhaustiva que se ha desarrollado sobre la aplicación de la realidad aumentada para el tratamiento de la dislexia, se ha comprobado que es un ámbito de conocimiento muy poco investigado. En la actualidad son pocas las investigaciones que se han iniciado en este campo, una aproximación la encontramos en el estudio de Soto-Beltrán (2017), Jaramillo y Rodríguez (2018), Minevska & Janeska (2019), Gupta et al., (2019), Bhatti et al., (2020) y Alamirah et



al., (2022) por lo que es un campo aun sin explorar y cuyos resultados deberemos tomar con cautela hasta que su utilización se generalice y pueda ser aplicada de manera global y holística en todas las áreas de tratamiento de la dislexia.

## **5. 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.

# Evaluation of an augmented reality APP for children with dyslexia: a pilot study

## 1. Introduction

In recent years, different emerging technologies are emerging (Cabero & García, 2016) including gamification, learning analytics, augmented reality, mobile learning, virtual assistants or blockchain technology (Hou et al., 2021). This new technological framework shapes the social and educational scenario, in which research must shed light and provide pedagogical possibilities in order to integrate its functionalities into the daily life of the classroom.

This article presents the evaluation of an augmented reality (AR) application for working with students with dyslexia. This research is part of the European project FORDYSVAR (2022a), which aims at integrating Augmented Reality (AR) and Virtual Reality (VR) technology to provide an opportunity to improve learning for students with dyslexia.

Garzón et al. (2020) state that AR makes it possible to combine real and virtual objects in the same environment, and to run them interactively in real time. This technology allows the visualisation of the real environment that is augmented by elements or objects generated by a computer or mobile device (Rohrbach et al., 2021; Reyes-Ruiz, 2022).

One of the elements that makes this technology most attractive is its simplicity of use, because it can be used with devices that most of the population has within reach, and because there are numerous unsophisticated applications from which these AR objects and experiences can be created and made available (Alamirah et al., 2022).

In the school context, the latest research on the application of Augmented Reality shows an improvement in users' cognitive processes (Mitaritonna, 2018; Bursali & Yilmaz, 2019); an increase in motivation towards learning (Fombona & Vázquez, 2017); high levels of satisfaction after use (Ozdemir et al., 2018) and improved academic results (Yilmaz & Goktas, 2017; Lai et al., 2019).

In this research, AR technology has been used to work with children with dyslexia. In the DSMV-5 Manual, dyslexia is listed under neurodevelopmental disorders as a Specific Learning Disorder, being characterised by problems with accurate or fluent word recognition, misspelling and poor spelling skills (APA, 2013).

Research such as that of Forteza et al. (2019) reported that between 5% and 15% of the school population suffers from this difficulty. In Spain it has an impact of between 5% and 10% in primary and secondary education (De la Peña & Bernabéu, 2018), we find that this difficulty has a quite relevant incidence of students in the education system.

Dyslexia is lifelong but can be solved through appropriate intervention (Rello, 2018a). The traditional paper-and-pencil treatments that have been used so far with these children have been boring and not very close to their interests. It is essential to develop new treatments that are motivating, attractive and adapted to their tastes and preferences (Rodríguez et al., 2022), focusing on reinforcing their skills and not their difficulties. In this same vein, Broadhead et al., (2018) propose supports based on a multi-sensory approach, in which visual, auditory, kinaesthetic and tactile skills are worked on, as they have shown good results in the treatment of people with dyslexia.

In same vein, technology can offer solutions to the problem raised, offering playful and effective environments for the treatment of different disorders among young people, with the advantage of providing safe and controlled environments, generating motivation, providing a high level of interactivity, immediate feedback and contributing to the improvement of visual processing skills and short-term memory (Kalyvioty & Mikropoulos, 2013).

Some of the experiences in this field, such as that of Jiménez and Diez (2018) on the impact of video games on students with reading difficulties, concluded that the visual, spatial, auditory and kinaesthetic resources contained in the video game Minecraft favoured the learning of reading in a multisensory way for students with dyslexia.

Another technological tool aimed at these young people is the Adapro word processor (Núñez & Santamaría, 2016), which facilitates the teaching-learning process of reading and writing for children with dyslexia and other people with functional diversity. Probably the most widely used technological tool in recent years for diagnosing and working with children with dyslexia is the DytectiveU application, scientifically validated by Rello (2018b).

In the field of AR, scientific literature covers some pioneering and current research that has incorporated this technology as a support resource for working with children and young people with dyslexia, such as Gavilanes et al. (2019); Soto-Beltrán (2017); Bhatti et al., (2020); Sontag et al. (2019); Minevska and Janeska-Sarkanjac (2019).

In view of the above research results, it can be affirmed that AR promotes students' favourable attitudes towards learning, increases autonomy in decision-making and experimentation, as well as concentration and memory. This helps students to follow their own pace of learning and improve their performance (Martínez, 2020). Furthermore, technology does not only facilitate support for people with dyslexia, but also for teachers and families by increasing their knowledge and understanding (Verhulst et al., 2021).

The AR application designed in the framework of the European project FORDYSVAR (2022b) is structured in areas and competences through play such as: phonological awareness, short-term memory, visual-perceptual development, auditory-perceptual development, semantic, syntactic and lexical development and motor development (directionality and laterality). This videogame has a main character (Wibu robot) in charge of explaining the activities and helping the player to pass each test. The setting in which the game takes place is a planet environment available in four languages: English, Spanish, Italian and Romanian. There are four activities on each planet, which must be completed in order to move to the next planet. At the beginning of each world the child receives information (oral and written format) that he/she must remember in order to be able to conduct the activities (FORDYSVAR, 2022b). The following link shows the development of the AR application in pictures: <https://bit.ly/3z2nmN8>

The aim of this article is to find out the perception of children with dyslexia after the use of the AR application using the Technological Acceptance Model.

In order to achieve this, two research questions have been identified:

- What results will be obtained from the dimensions of the TAM Model after using the Augmented Reality application by children with dyslexia?
- How will children with dyslexia rate the technical quality, aesthetics and user-friendliness of the Augmented Reality application?

## 2. Methodology

The methodology used in the study, following the classification of Ato et al., (2013), is an empirical-descriptive observational study. Anguera et al., (2011) shape this type of study are as follows:

- Study units. This research is of an ideographic type since the persons under study form a unit (children with dyslexia aged 10 to 15 years); to analyse the use of the Augmented Reality application by children with dyslexia.
- Temporality, we have a static study since it has been conducted at a specific moment in time, which is after the use of the AR application.
- Dimensionality we find a study where several dimensions have been analysed such as attitude and acceptance towards technology and children's opinion about the application of AR.

### 2.1. Instruments

The TAM Model has been used based on the questionnaire validated by Cabero and Pérez (2018) to measure the acceptance of AR in order to find out the acceptance towards the use of technology. The Technology Acceptance Model formulated by Davis (1989) is an international benchmark for understanding people's willingness to use a particular technology. This model relies on people's attitude towards the use of an information technology system based on two prior variables: perceived usefulness (Perceived Usefulness) and perceived ease of use (Perceived Ease of Use) (Fishbein & Azjen, 1975). This model also reports that external variables influence perceived usefulness and perceived ease of use in a direct way, highlighting that these external variables have an indirect influence on attitude towards use, intention towards use and behaviour (Yong et al., 2010). The model reports that perceived usefulness is influenced by ease of use, indicating that the easier a technology is to use, the more useful it is likely to be (Venkatesh, 2000). The questionnaire is available at the following link. <https://bit.ly/3RxdVwv>

On the other hand, an *ad hoc* questionnaire was constructed with the aim of finding out the evaluation of the technical, aesthetic and ease of navigation aspects of the application, based on previous research, such as that of Martínez et al. (2018); Barroso and Cabero (2016) and Barroso et al (2018). Research was consulted, such as that of Zaharias and Poylymenakou (2009) and Cascales (2015), for the dimension of users' opinions on the use of the application. The instrument was developed using a Likert-type response scale with five levels of scores, where a total of 27 items are rated. The questionnaire can be found at the following link: <https://bit.ly/3yBKFvP>

Both questionnaires have been validated on a two-way basis. On the one hand, through expert judgement that assessed the constructs of clarity, suitability and relevance. Five professionals with a background related to the field of study participated therein. Two rounds of mailings were conducted until the average score for each item was between 4 and 5. Previous studies, such as that of Soriano (2014), report that the questionnaire has good clarity and comprehension.

The second validation was conducted by four children with dyslexia. The aim was to find out whether the wording of this instrument was understandable for the target population. The technique used was a personal face-to-face interview conducted by a member of the project's research team, with the aim of probing deeply into the children's assessment of

each item. The young people had to answer whether or not they understood the wording of the question asked. If answered in the negative, they were asked what they had not understood and what they thought was being asked.

Finally, the internal reliability of the instrument was calculated using Cronbach's alpha ( $\alpha$ ), with the following values (Cohen et al., 2017): >0.90 (very high reliability), 0.80-0.89 (high reliability), 0.70-0.79 (adequate reliability), 0.60-0.69 (marginal reliability), <0.60 (low reliability).

A very high reliability was obtained ( $\alpha = 0.94$ ) in all items of the questionnaire. Reliability values for each of the dimensions were also adequate and very high (perceived usefulness  $\alpha = 0.78$ , perceived ease of use  $\alpha = 0.97$ , perceived enjoyment  $\alpha = 0.83$ , attitude  $\alpha = 0.81$ , and intentions to use  $\alpha = 0.85$ ). These values reveal that the items proposed in this research, based on the TAM model, produce highly reliable results.

## 2.2. Participants in the study and intervention's implementation

In this study, there was a sample of 7 children with dyslexia, 2 girls and 5 boys. This male-dominant tendency is in line with previous studies showing that males are more likely to be predisposed to dyslexia than females (Grigorenko, 2001; Thambirajah, 2010). In terms of age, we have two 10-year-old boys, four 12-year-old boys and one 15-year-old girl. Therefore, the average age of 11.85sd. In terms of educational level, 3 boys are studying primary education, 3 young people are studying secondary and one girl is studying Vocational Training at the intermediate level. With regard to the ownership of the centre in which they study, we have a majority of subsidised centres (5) compared to 2 children belonging to public schools.

The intervention was implemented as follows:

1. Completion and signing of the informed consent form by the families in order to participate in the research.
2. Installation of Augmented Reality software on mobile devices or tablets.
3. Play the application for one week or at least for the child to be able to reach the end of the game.
4. Completion of the evaluation questionnaires within a maximum of one week after testing the application. This evaluation was conducted through a personal interview with the child and a member of the research team.

## 3. Analysis and results

Considering a 5-point scale, with scores above the cut-off point of 2.5 points reflecting an adequate acceptance of the developed application, the following results have been obtained.

### 3.1. Results of the Technology Acceptance Model Questionnaire (TAM Model)

This model has five dimensions: Perceived usefulness, Perceived ease of use, Perceived enjoyment, Attitude towards use and Intention towards use. Each of the

dimensions is made up of different items that are answered according to a Likert scale with 5 response options (1 being very little and 5 being very much).

Table 1 shows the results obtained in each of the dimensions of the TAM Model after using the AR application.

**Table 1**

*Results dimensions TAM Model*

<b>Id</b>	<b>Perceived usefulness</b>	<b>Perceived ease of use</b>	<b>Perceived enjoyment</b>	<b>Attitude towards use</b>	<b>Intention towards use</b>
N valid	7	7	7	7	7
Average	3.2	2.8	3.2	3.2	3.5
Median	3.00	2.66	3.00	3.33	3.00
Standard deviation	.73	1.60	.951	.755	1.23
Min.	2.2	1.33	2.00	2.00	2.00
Max.	4.5	5	4.6	4.3	5

As shown in Table 1, children with dyslexia who have tried the Augmented Reality application have shown slightly above average values, with the mean and median values between 2.6 and 3.5 in all dimensions of the model. Therefore, it can be assumed that the level of acceptance towards this technology by the young people interviewed is acceptable, highlighting the item of the young people's attitude towards the application (MD = 3.33), especially if we consider that they have perceived it as useful (MD = 3.00).

### 3.2. Results of the questionnaire: Technical and aesthetic aspects, ease of navigation and user feedback

Table 2 shows the results obtained in the first two dimensions of the questionnaire: technical and aesthetic aspects and the ease of navigation of the application. All questions were scored on a Likert scale, where 1 is the lowest score and 5 is the highest.

**Table 2**

*Results technical, aesthetic and ease of navigation aspects*

<b>Id</b>	<b>Item 1</b>	<b>Item 2.1</b>	<b>Item 2.2</b>	<b>Item 2.3</b>	<b>Item 2.4</b>	<b>Item 2.5</b>	<b>Item 2.6</b>	<b>Item 3</b>	<b>Item 4</b>	<b>Item 5</b>
N valid	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
Average	2.7	3.7	3.4	3.1	3.7	3.7	4.2	3.5	3.7	4
Median	2	4	4	3	4	4	4	4	4	4
Standard deviation	.89	.00	1.10	1.3	1.1	.45	.55	1.34	.71	1.22
Min.	2	4	2	2	2	3	4	2	3	2
Max.	4	4	5	5	5	4	5	5	5	5

Item 1 asks about the ease of use of the application, obtaining a MD = 2, reflecting a lower score than the median score obtained in the Ease-of-Use dimension of the TAM Questionnaire.

The questions under item 2 are aimed at finding out about the quality of some aspects of the application. As can be seen in Table 2, the scores obtained in all the items are very satisfactory, with item 2.6 (quality of the text) obtaining the highest score,

In this same vein, users gave high scores in item 3, where they were asked whether they liked the development of the activities on each planet, and item 4, where they said that the application was very interesting. In this sense, 42.9% of the young people interviewed say that they will play again and 57.1% consider that they might use the application again (item 6).

The third dimension of the questionnaire developed ad hoc for this research aims to find out the opinion of young people after using the application.

**Table 3**

*Results feedback from end-users of the application*

<b>Id</b>	<b>Item 8.1</b>	<b>Item 8.2</b>	<b>Item 8.3</b>	<b>Item 8.4</b>	<b>Item 8.5</b>	<b>Item 8.6</b>	<b>Item 8.7</b>	<b>Item 8.8</b>	<b>Item 8.9</b>
N valid	7	7	7	7	7	7	7	7	7
Average	3.5	3.8	4.2	3.1	3.2	3.5	3	3	4.2
Median	3	4	5	3	3	3	3	3	4
Standard deviation	.78	.37	.95	1.06	1.11	.76	1.52	.81	.75
Min.	3	3	3	2	2	3	1	2	3
Max.	5	4	5	5	5	5	5	4	5

As can be seen in Table 3, all items receive an average score above 3. Item 8.9 (use of memory during play) and item 8.3 (game setting on planets) scored best, while item 8.7 (learning during play) and item 8.8 (perceived memory improvement) scored lowest.

Finally, this questionnaire presents a series of open-ended questions, asking what they liked most about the application and some of the aspects they point out are:

- The robot as a character explaining and guiding the activities.
- The story told in the application.
- The setting of the planet world.
- Assistance in the activities and the opportunity of repetition.

On the other hand, with regard to the elements they liked the least or aspects they would change, we find:

- The need to use the scoreboard makes it difficult to use the game (6 out of 7 children point this out).

- The robot's voice is too high-pitched for two of the interviewees.
- They point out that it would be good if some other character could participate.
- More information on the characteristics of each planet.

The last question that the children with dyslexia were asked to rate the application from 1 to 10, 57.1% of the young people who tried the application rated it a 6, 14.3% rated it a 7 and 28.6% gave it a 5.

#### 4. Discussion and conclusions

Regarding the size of the sample in this pilot study, it should be noted on the one hand that the prevalence of this disorder in the general Spanish population is between 3.2% and 8% (González et al., 2013; Carrillo, 2012) and on the other hand that in the case of our research work we can only have access to young people aged between 10 and 16 years, which limits the number of people.

As for the objective of finding out the level of technological acceptance that the use of the Augmented Reality application arouses in children with dyslexia, satisfactory results have been obtained, although we are aware that the evaluation has been conducted on an unrepresentative number of children with dyslexia in order to be able to generalise the results.

As can be seen from the TAM Model Questionnaire data, children with dyslexia show a positive attitude (mean above 3) towards the use of the AR application, especially in the dimensions: perception of the usefulness of the technology and the enjoyment they have experienced after its use.

As for the usefulness towards the use of technology, an element that has also been proven in previous research such as that of Alamirah et al. (2022) and Saputra et al. (2018) demonstrating that technology is an ally for working with people with dyslexia by generating a safe and controlled learning environment from a playful perspective.

In this same vein, we find young people are currently familiar with the use of technology in their daily lives, which generates a feeling of enjoyment and pleasure after its use, as shown by the results of this study in the dimension of "perceived enjoyment after use", obtaining satisfactory results as in previous research such as that of Gupta et al. (2019) and Bhatti et al. (2020).

These data bring us closer to other studies that have shown that the use of technology for educational purposes is an opportunity for the researcher to know what really motivates students and take advantage of this to design quality educational products (Sailer et al., 2021 & Roopa et al., 2021) and make the video game become a great opportunity or that new silver bullet of education that some claim (Gee, 2013).

On the other hand, we should be aware that the evaluations given by the participants may be influenced by the motivation of such a novel experience, as most of the educational support treatments used with children with dyslexia are based on traditional pencil and paper methods, many of which generate boredom and little follow-up by these young people.

In this same vein, the results on the intention to use the application again in the future expressed by the young people interviewed suggest that this application can be a strategy



for educational work through augmented reality. Previous research, such as that of Diegmann et al. (2015), Cabero and Barroso (2016) and Cabero et al. (2017) report the same intention on the part of the participants towards the use of AR as an educational element.

One data that should be analysed is the score obtained in the dimension “ease of use of the application” (average of 2.8), which is at the mid-point and which also matches the score of Item 1 of the questionnaire on the technical/aesthetic aspects and the ease of navigation of the application (average of 2.7). In both cases the score obtained is low, which is explained by some of the comments made by the young people interviewed in the open question (item 10), in which six of the seven interviewees comment that the use of the marker generates difficulty during the use of the application. In this sense, this element has been improved after this pilot study by eliminating the use of this marker, as ease of navigation by end users of any technology is a prerequisite for educational effectiveness and usability (Araiza et al., 2021 and Hou et al., 2021).

With regard to the conclusions derived from the assessment made by children with dyslexia regarding the technical/aesthetic quality and ease of use of the Augmented Reality application, it can be highlighted that the technical aspects of the application (images, animations, lyrics, text) generally obtain satisfactory results which is important for the experience of use by the person to be satisfactory and generate new opportunities to use the application (Akçayir & Akçayir, 2017) which is closely related to the technical elements of the technology used (Villalustre, 2020; Vasilevski & Birt, 2020).

Other important elements to consider when talking about using technology as an educational resource from a game perspective are narrative, game mechanics, story and setting (Bueno, 2018). After using the AR application, the children gave an excellent score for the atmosphere of the game (Item 8.3, mean 4.2) through the designed planetary scenario. This scenario is close and attractive to the reality of the game’s targets (Aleven, 2010; Alfageme & Sánchez, 2003). As for the game’s setting, it should be noted that the children interviewed value very positively the story (Item 8.2) that is told during the game. Narrative within video games is another essential element to generate motivation (Gee, 2013).

As we have seen, one of the most striking and highly valued aspects for the participants in this study has been the opportunity to solve the activities (item 8.1) in an immersive and active way, as shown in preliminary studies (Bhatti, 2020). In general, first-person and autonomous learning for young people generates a direct reward for themselves.

This interactive learning process generates that students rate very positively the use of memory during the game (Item 8.9) and their appreciation towards the learning they have acquired during the game (Item 8.7), as replicated also in the study by Cabero et al. (2017).

On analysing the qualitative information obtained from the open questions, it seems necessary to be attentive to some aspects indicated by the end users of the application, which leads us to reflect on the modification of these aspects for the general evaluation of the application, such as the elimination of the marker to improve the usability and ease of use of the application, to incorporate some more characters to the story and to improve the voice of the robot.

In this sense, it can be concluded that the evaluations obtained in this pilot study can be used to evaluate and validate new technological applications designed for educational purposes through games. As reported in previous studies, it is necessary for these

applications to be evaluated beforehand in order to know their limitations and strengths (Vázquez & Sevillano, 2015; Rohrbach et al., 2021). Studies on educational games point out that in order for it to be successful, it is necessary to be aware that one is handling an educational tool but that it is still a game and, therefore, checking whether it is fun or not is key (Aleven et al., 2010) as well as the type of motivation it produces (Magallanes et al., 2021). Hence the importance of giving end-users a voice.

Undoubtedly, technology at the service of education is a very appropriate tandem and this is reflected in the incorporation of AR to work with children with dyslexia, generating a safe and controlled environment, close to the interests of young people and adapted to their needs.

One of the aspects that we would like to highlight after carrying out this research work is that after the exhaustive bibliographical review that has been carried out on the application of augmented reality for the treatment of dyslexia, it has been found that it is an area of knowledge that has been very little researched. Little research has been initiated in this field today, an approximation can be found in the study by Soto-Beltrán (2017), Jaramillo and Rodríguez (2018), Minevska & Janeska (2019), Gupta et al., (2019), Bhatti et al. (2020) and Alamirah et al. (2022), so this field is yet to be explored and the results should be taken with caution until its use becomes widespread and can be applied globally and holistically in all areas of dyslexia treatment.

## 5. Funding

This work has been co-funded by the Erasmus+ programme of the European Union through the European project “Fostering inclusive learning for children with dyslexia in Europe by providing easy-to-use virtual and/or augmented reality tools and guidelines (FORDYS-VAR)”, reference 2018-1-ES01-KA201-050659.

## References

- Akçayir, M., & Akçayir, G. (2017). Advantages and challenges associated with augmented reality for education: A systematic review of the literatura. *Educational Research Review*, 20. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2016.11.002>
- Alamirah, H., Schweiker, M., & Azar, E. (2022). Immersive virtual environments for occupant comfort and adaptive behavior research – A comprehensive review of tools and applications. *Building and Environment*, 207 <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2021.108396>
- Aleven, V., Myers, E., Easterday, M., & Ogan, A. (2010). Toward a Framework for the Analysis and Design of Educational Games. *Digital Game and Intelligent Toy Enhanced Learning (DIGITEL)*. <https://doi.org/10.1109/DIGITEL.2010.55>
- Alfageme, M., & Sánchez, P. (2003). An instrument to assess the use of and attitudes towards videogames. *Pixel-Bit. Media and Education Journal*, 20, 17-32.
- American Psychiatric Association APA. (2013). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders (5th ed.)*. Author.

- Anguera, M. T., Blanco, A., Hernández, A., & Losada, J. L. (2011). Observational designs: setting and application in sport psychology. *Sport Psychology Notebooks*, 11, 63-76.
- Araiza-Alba, P., Keane, T., Chen, W. S., y Swinbu, J. K. (2021). Immersive virtual reality as a tool to learn problem-solving skills. *Computer & Education*, 164, 10421. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.104121>
- Ato, M., López, J.J., & Benavente, A. (2013). A classification system for research designs in psychology. *Annals of Psychology*, 29(3), 1038-1059
- Barroso, L., y Cabero, J. (2016). Evaluation of learning objects in Augmented Reality: a pilot study in a medical degree. *Teaching & Teaching*, 34 (2), 149-167. <https://doi.org/10.14201/et2016342149167>
- Barroso-Osuna, J., Cabero-Almenara, J., & Gutierrez-Castillo, J. J. (2018). La producción de objetos de aprendizaje en realidad aumentada por estudiantes universitarios: grado de aceptación de esta tecnología y motivación para su uso. *Revista Mexicana de investigación educativa*, 23(79), 1261-1283.
- Bhatti, Z., Bibi, M., & Shabbir, N. (2020). Augmented Reality based Multimedia Learning for Dyslexic Children. [Presentation of communication]. III International Conference on Computing, Mathematics and Engineering Technologies, Sukkur, Pakistán. <https://doi.org/10.1109/iCoMET48670.2020.9073879>
- Broadhead, M., Daylamani-Zad, D., MacKinnon, L., & Bacon, L. (2018). A multisensory 3D environment as intervention to aid reading in dyslexia: A proposed framework. [Presentación comunicación]. 10th International Conference on Virtual Worlds and Games for Serious Applications, Wurzburg, Germany. <https://doi.org/10.1109/VS-Games.2018.8493407>
- Bueno, D. (2018). Design and art in video games. (Final Degree Project). <https://bit.ly/3RrmBo7>
- Bursali, H., & Yilmaz, R. (2019). Effect of augmented reality applications on secondary school students' reading comprehension and learning permanency. *Computers in Human Behavior*, 95, 126-135. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2019.01.035>
- Cabero, J., & García, F. (2016). Applications of augmented reality in university contexts. In F. García & J. Cabero (Eds.), *Augmented reality: technology for training* (pp.127-135). Síntesis.
- Cabero-Almenara, J., Llorente-Cejudo, C., & Gutiérrez-Castillo, J.J. (2017). Evaluation by and from users: learning objects with Augmented Reality. *Journal of Distance Education RED*, 53(4), 2–17. <http://dx.doi.org/10.6018/red/53/4>
- Cabero, J., & Pérez, J.L. (2018). Validation of the TAM model of Augmented Reality adoption using structural equations. *Studies on education*, 34, 129-153. <https://doi.org/10.15581/004.34.129-153>
- Carrillo, M. (2012). Dyslexia: Theoretical bases for efficient practice. *Psychological Sciences*, VI (2), 185-194
- Cascales, A. (2015). *Augmented Reality and Early Childhood Education: Implementation and Evaluation (Doctoral Thesis)*. <https://bit.ly/3uDxJVi>

- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2017). *Research Methods in Education (8a ed.)*. Routledge.
- Davis, F. D. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of user, and use acceptance of information technology. *MIS Quarterly*, 13(3), 319-340. <https://doi.org/10.2307/249008>
- De la Peña, C., & Bernabéu, E. (2018). Dyslexia and dyscalculia: a current systematic review from neurogenetics. *Universitas Psychologica*, 17(3), 1-11. <https://doi.org/10.11144/Javeriana.upsy17-3.ddrs>
- Diegmann, P., Schmidt-Kraepelin, M., Van den Eynden, S., & Basten, D. (2015). Benefits of Augmented Reality in Educational Environments: A Systematic Literature Review. *Wirtschaftsinformatik*, 3(6), 1542-1556
- Fishbein, M. & Ajzen, I. (1975). *Belief, Attitude, Intention, and Behavior: An Introduction to Theory and Research*. Addison-Wesley
- Fombona, J. & Vázquez, E. (2017). Possibilities for the use of geolocation and Augmented Reality in the educational field. *Education XX1*, 20(1), 319-342. <https://doi.org/10.5944/educxx1.19046>
- FORDYSVAR (2022a). [Official website of the European FORDYS-VAR Project](#)
- FORDYSVAR (2022b). Products. AR Software Docs. [Products \(fordysvar.eu\)](https://fordysvar.eu)
- Forteza, D., Fuster, L., & Moreno-Tallón, F. (2018). Barriers to Learning and School Participation for Students with Dyslexia: Voices of Families. *International Journal of Education for Social Justice*, 8(2), 113-130. <https://doi.org/10.15366/riejs2019.8.2.006>
- Garzón, J., Kinshuk, Baldiris, S., Gutiérrez, J., & Pavón, J. (2020). How do pedagogical approaches affect the impact of augmented reality on education? A meta-analysis and research synthesis. *Educational Research Review*, 30. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2020.100334>
- Gavilanes, W.L., Abásolo, M<sup>a</sup> J., Cuji, B., & Aguirre, G.L. (2019). Technology Acceptance Model (TAM) using Augmented Reality in University Learning Scenarios. [Communication presentation]14th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI). Coimbra, Portugal. <https://doi.org/10.23919/CISTI.2019.8760784>
- Gee, J. (2013). Games for learning. *Educational Horizons*, 91(4), 16-20. <https://doi.org/10.1177/0013175X1309100406>
- González, D., Jiménez, J. E., Rodríguez, C., & Díaz, A. (2013). Dyslexia in Spanish adolescents. *Journal of Psychology and Education*, 8(2), 31-49.
- Grigorenko, E. (2001). Developmental dyslexia: an update on genes, brains, and environments. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 42(1), 91-125. <https://doi.org/10.1017/S0021963001006564>
- Gupta, T., Sisodia, M., Fazulbhoy, S., Raju, M., & Agrawal, S. (2019). Improving Accessibility for Dyslexic Impairments using Augmented Reality. [Presentación comunicación]. International Conference on Computer Communication and Informatics.Coimbatore, India. <https://doi.org/10.1109/ICCCI.2019.8822152>

- Hou, H., Fang, Y., & Tang, J. T. (2021). Designing an alternate reality board game with augmented reality and multi-dimensional scaffolding for promoting spatial and logical ability. *Interactive Learning Environments*, 1(21). <https://doi.org/10.1080/10494820.2021.1961810>
- Jaramillo, E., & Rodríguez, A. (2018). Implementation of two tasks contained in the specific errors section of the Test Exploratory Test of Specific Dyslexia (TEDE) using augmented reality (Doctoral Thesis). <https://bit.ly/3NTRQ8o>
- Jiménez, A.M., & Diez, E. (2018). Impact of videogames on reading fluency in children with and without dyslexia. The case of Minecraft. *Latin American Journal of Educational Technology - RELATEC*, 17(1), 77-90. <https://doi.org/10.17398/1695-288X.17.1.77>
- Kalyvioti, K., & Mikropoulos, T. A. (2013). A virtual reality test for the identification of memory strengths of dyslexic students in Higher Education. *Journal of Universal Computer Science*, 19(18), 2698-2721
- Lai, A.F., Chen, C.H., & Lee, G.Y. (2019). An augmented reality-based learning approach to enhancing students' science reading performances from the perspective of the cognitive load theory. *British Journal of Educational Technology*, 50(1), 232-247. <https://doi.org/10.1111/bjet.12716>
- Magallanes, J. S., Rodríguez, Q. J., Carpio, Á. M., & López, M. R. (2021). Simulation and virtual reality applied to education. *RECIAMUC*, 5(2), 101-110. <https://doi.org/10.26820/reciamuc/5>
- Martínez, S. (2020). Information and Communication Technologies, Augmented Reality and Attention to diversity in teacher training. *Transdigital Journal*, 1(1), 1-20. <https://doi.org/10.56162/transdigital9>
- Martínez, J M., Egea, A., & Arias, L. (2018). Evaluation of an educational video game with historical content. The opinion of the students. *Latin American Journal of Educational Technology - RELATEC*, 17(1). <https://doi.org/10.17398/1695-288X.17.1.61>
- Minevska, M., & Janeska-Sarkanjac, S (2019). Augmented Reality in Children's Education in the Republic of Macedonia. *Smart Innovation, Systems and Technologies*, 150, 165-168. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-22964-1\\_17](https://doi.org/10.1007/978-3-030-22964-1_17)
- Mitaritonna, A. (2018). Emerging technologies in education: augmented reality. Perspectives: Scientific Journal of the University of Belgrano, 1(2), 85-93.
- Núñez, M<sup>a</sup> P., & Santamaría, M. (2016). Improving dyslexia through word processing: "Adapro". *Hekademos: digital educational magazine*, 19, 20-25.
- Ozdemir, M., Sahin, C., Arcagok, S., & Demir, M. K. (2018). The Effect of Augmented Reality Applications in the Learning Process: A Meta-Analysis Study. *Eurasian Journal of Educational Research*, 74, 165-186. <https://doi.org/10.14689/ejer.2018.74.9>
- Rello, L. (2018a). *Overcoming dyslexia. A personal experience through research*. Paidós.
- Rello, L. (2018b). What is Change Dyslexia's DetectiveU? <https://www.changedyslexia.org/>
- Reyes Ruiz, G. (2022). Augmented reality as an innovative and efficient technology for language learning in a Flipped Learning pedagogical model. *Pixel-Bit. Media and Education Journal*, 7. <https://doi.org/10.12795/pixelbit.93478>

- Rodríguez-Cano, S., Delgado-Benito, V., & Ausín-Villaverde, V. (2022). Development areas for intervention in dyslexia: a virtual reality proposal. *Ocnos. Journal of Reading Research*, 21(1). [https://doi.org/10.18239/ocnos\\_2022.21.1.2701](https://doi.org/10.18239/ocnos_2022.21.1.2701)
- Rohrbach, N., Hermsdörfer, J., Huber, L.M., Thierfelder, A., & Buckingham, G. (2021). Fooling the size-weight illusion-Using augmented reality to eliminate the effect of size on perceptions of heaviness and sensorimotor prediction. *Virtual Reality*, 25, 1061-1070. <https://doi.org/10.1007/s10055-021-00508-3>
- Roopa, D., Prabha, R., & Senthil, G.A. (2021). Revolutionizing education system with interactive augmented reality for quality education. *Materials Today: Proceedings*, 46(9), 3860-3863. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.02.294>
- Sailer, M., Murböck, J., & Fischer, F. (2021). Digital learning in schools: What does it take beyond digital technology? *Teaching and Teacher Education*, 103. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2021.103346>
- Saputra, M., Alfarozi, S., & Nugroho, K. (2018). LexiPal: Kinect-based application for dyslexia using multisensory approach and natural user interface. *International Journal of Computer Applications in Technology*, 57(4), 334. <https://doi.org/10.1504/ijcat.2018.10014728>
- Soto-Beltrán, M.R. (2017). Program of Development of Phonological Consciousness based on the use of a fonological computer application with increased reality in children of 5 years. *Science & Society Notes*, 7(2), 161-174. <https://doi.org/10.18259/acs.2017021>
- Thambirajah, S. (2010). Developmental dyslexia: clinical aspects. *Advances in Psychiatric Treatment* 16(5) 380-386. <https://doi.org/10.1192/apt.bp.108.006239>
- Vázquez, E., & Sevillano, M. L. (2015). *Mobile digital devices in education. Ubiquitous learning*. Narcea
- Vasilevski, N. & Birt, J. (2020). Analysing construction student experiences of mobile mixed reality enhanced learning in virtual and augmented reality environment. *Research in Learning Technology*, 28. <https://doi.org/10.25304/rlt.v28.2329>
- Verhulst, I., Woods, A., Whittaker, L., Bennett, J., & Dalton, P. (2021). Do VR and AR versions of an immersive cultural experience engender different user experiences? *Computer in human behaviour*, 125. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2021.106951>
- Villalustre, L. (2020). Methodological proposal for the didactic integration of augmented reality in Early Childhood Education. *EdMETIC, Journal of Media Education and ICT*, 9(1), 170-187. <https://doi.org/10.21071/edmetic.v9i1.11569> .
- Yilmaz, R., & Goktas, Y. (2017). Using augmented reality technology in storytelling activities: examining elementary students' narrative skill and creativity. *Virtual Reality*, 21(2), 75-89. <https://doi.org/10.1007/s10055-016-0300-1>
- Zaharias, P., & Poylymenakou, A. (2009). Developing a Usability Evaluation Method for e-Learning Applications: Beyond Functional Usability. *Journal of Human Computer Interaction*, 25 (1), 75-98. <https://doi.org/10.1080/10447310802546716>

### Cómo citar:

Ausín-Villaverde, V., Rodríguez-Cano, S., Delgado-Benito, V., & Bogdan-Toma, R. (2022). Evaluación de una APP de realidad aumentada en niños/as con dislexia: estudio piloto [Evaluation of an augmented reality APP for children with dyslexia: a pilot study]. *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*, 66, 85-109. <https://doi.org/10.12795/pixelbit.95632>