

## Áreas de desarrollo para intervención en dislexia: una propuesta de realidad virtual

Development areas for intervention in dyslexia: a virtual reality proposal

Sonia Rodríguez-Cano\*<sup>1</sup> 

Vanesa Delgado-Benito<sup>2</sup> 

Vanesa Ausín-Villaverde<sup>3</sup> 

<sup>1</sup> Universidad de Burgos, España

<sup>2</sup> Universidad de Burgos, España

<sup>3</sup> Universidad de Burgos, España

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.

 \* Autora de correspondencia: [srcano@ubu.es](mailto:srcano@ubu.es)

Recibido: 03/03/2021; Aceptado: 19/10/2021

### Resumen

La investigación presentada se enmarca dentro del proyecto Europeo Erasmus+ FORDYSVAR, cuyo objetivo principal es contribuir a la inclusión educativa de los estudiantes con dislexia, en edades comprendidas entre los 10 y los 16 años, mediante el uso de la tecnología, concretamente la realidad virtual (RV) para mejorar el acceso, la participación y los logros de aprendizaje de los estudiantes con este trastorno de lectoescritura. Se trata de una investigación de corte cualitativo e interpretativo con un carácter descriptivo. Para determinar cuáles son las áreas de desarrollo para la intervención a través de RV, se realizaron entrevistas semiestructuradas a grupos de interés (expertos en dislexia, familias y niños con dislexia). Los resultados obtenidos, derivados del análisis de contenido de las entrevistas realizadas y sometido a revisión por expertos, permiten determinar siete áreas de desarrollo a tener en cuenta en el diseño de las actividades incluidas en el software de realidad virtual desarrollado en el proyecto FORDYSVAR. El trabajo realizado puede contribuir al avance en la inclusión, tratamiento y rehabilitación de las personas con dislexia a través de la tecnología y concretamente mediante RV, posibilitando un entorno inmersivo y atractivo para desarrollar las habilidades visoespaciales de los estudiantes con dislexia.

**Palabras clave:** Trastorno específico del aprendizaje; dislexia; realidad Virtual; tecnología educativa; estudiantes con necesidades especiales

## Abstract

The research presented is part of the European Erasmus + FORDYSVAR project, whose main objective is to contribute to the educational inclusion of students with dyslexia, between the ages of 10 and 16, through the use of technology, specifically virtual reality (VR) to improve access, participation, and learning achievement for students with this literacy disorder. It is a qualitative and interpretive research with a descriptive nature. To determine which are the developmental areas for intervention through VR, semi-structural interviews were conducted with stakeholders (experts in dyslexia, families and children with dyslexia). The results obtained, derived from the content analysis of the interviews carried out and submitted to review by experts, make it possible to determine seven development areas to take into account in the design of the activities included in the virtual reality software developed in the FORDYSVAR project.

The work carried out can contribute to the advancement in the inclusion, treatment and rehabilitation of people with dyslexia through technology and specifically through VR, enabling an immersive and attractive environment to develop the visuospatial skills of students with dyslexia.

**Keywords:** Specific learning disorder; dyslexia; virtual reality; educational technology; special need students

## Introducción

En esta contribución abordaremos la dislexia, como trastorno específico del aprendizaje que tiene un origen neurobiológico y que engloba una dificultad en el reconocimiento preciso y fluido de las palabras, presentando carencias en el componente fonológico del lenguaje afectando el ámbito de la lectura y, en algunas personas, también la escritura (National Institute of Neurological Disorder and Stroke, 2016).

Concretamente, se presenta una investigación realizada en el contexto en el marco del proyecto europeo FORDYSVAR (2020) “*Fostering inclusive learning for children with dyslexia in Europe by providing easy-to-use virtual and/or augmented reality tools and guidelines*”, siendo su propósito determinar las áreas de desarrollo para la intervención en alumnado con dislexia, concretamente a través del diseño y creación de un software de realidad virtual (RV) para fomentar el aprendizaje de estudiantes con este trastorno de lectoescritura.

La pregunta de investigación que articula esta contribución científica está encaminada a identificar cuáles son las principales áreas de tratamiento e intervención educativa que tienen que estar presentes en la aplicación de realidad virtual para trabajar con niños y niñas con dislexia.

### ***Dislexia: Aproximación Conceptual***

Atendiendo al origen etimológico de la palabra dislexia, proviene de las raíces griegas dys – que significa dificultad – y lexía – que significa lectura, haciendo referencia a la dificultad para leer, término acuñado a finales de 1880 (UNESCO, 2020).

Atendiendo al *Manual Diagnóstico y Estadístico de los Trastornos Mentales (DSM-V)*, la dislexia se encuentra en la subcategoría de los trastornos del neurodesarrollo denominada “Trastorno específico del aprendizaje” y hace referencia a un patrón de dificultades del aprendizaje que se caracteriza por problemas con el reconocimiento de palabras en forma precisa o fluida, deletreo erróneo y poca capacidad ortográfica (American Psychiatric Association, 2014).

Por tanto, la dislexia puede definirse como un trastorno específico del aprendizaje de la lectura y escritura que tiene carácter persistente y específico siendo su origen derivado de una alteración del neurodesarrollo y que se caracteriza por las dificultades que tiene la persona a la hora de reconocer ciertas palabras de manera fluida y con precisión así como la capacidad de decodificación y ortografía debido a un déficit en el componente fonológico del lenguaje y viéndose afectado el ámbito de la lectura (Benítez-Burraco, 2010; Cidrim y Madeiro, 2017; National Institute of Neurological Disorder and Stroke, 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 y 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 y Domínguez, 2012).

### ***Aportaciones a la dislexia desde el ámbito de la tecnología***

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 escolar, ofreciendo entornos lúdicos y eficaces para el tratamiento de diferentes trastornos en niños y adolescentes, 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 (Phipps et al., 2002; Kalyvioty y Mikropoulos, 2014).

En esta línea, se han realizado investigaciones que utilizan herramientas tecnológicas para facilitar la intervención en los trastornos específicos del aprendizaje de la lectura y escritura. Por ejemplo, Cidrim et al., (2018) desarrollan una aplicación multisensorial para teléfonos móviles, que permiten a los niños y niñas con dislexia afrontar la escritura en espejo.

Jiménez y Díez (2018) han validado algunos elementos del videojuego Minecraft para trabajar los problemas de lectura, concluyendo que los recursos visuales, espaciales, auditivos y kinestésicos que contiene este videojuego permitió al usuario experimentar la entrada de información a través de varios modos de acceso, favoreciendo el aprendizaje de la lectura

de manera multisensorial y que puede ser muy beneficioso para personas con necesidades educativas especiales (NEE) en general y en concreto para las personas con dislexia.

Sobre la línea de la gamificación, la investigación de Dymora y Niemiec (2019) se centra en trabajar la disortografía y los errores ortográficos que presentan las personas con dislexia a través de un juego disponible para smartphones y tabletas.

En la línea del trabajo, se debe citar el videojuego Trasdilexia (Jiménez-González, 2006) en cual ha sido diseñado para mejorar los procesos de lectura en niños y jóvenes con dislexia. Esta aplicación está orientada a mejorar los procesos de percepción del habla, conciencia fonológica, procesamiento ortográfico, conocimiento sintáctico y comprensión lectora, a través de la realización de actividades ambientadas en diferentes escenarios donde se mezcla en mundo real y el ficticio.

En concreto, la realidad virtual es una tecnología emergente en las últimas décadas, pero será en los últimos quince años cuando se convierte 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; Xi y Hamari, 2021).

Mikropoulos y Strouboulis (2004) plantean que “la realidad virtual es una combinación de computación de alta calidad, interfaces de computadora, gráficos, tecnología de sensores y redes que permite al usuario sumergirse, interactuar y experimentar en tiempo real un entorno artificial tridimensional (3D) que representa situaciones realistas u otras” (p. 583).

La versatilidad que ofrece esta tecnología RV hace que sea adaptable a diferentes contextos, siendo uno de ellos los trastornos del aprendizaje.

Dentro del ámbito tecnológico la realidad virtual puede realizar importantes aportes al tratamiento de la dislexia, puesto que ofrece entornos más lúdicos que pueden mejorar la adherencia al tratamiento, así como entornos seguros y controlados en los que el fallo no tiene unas consecuencias negativas para el estudiante (Rodríguez-Cano et al., 2021). Además, proporciona *feedback* inmediato y puede llegar a tener grandes niveles de interactividad (Kalyvioty y Mikropoulos, 2013) junto con la posibilidad de ofrecer un enfoque multisensorial (Broadhead et al., 2018), considerándose una de las vías de tratamiento más prometedoras en el ámbito de la dislexia (Birsh, 2011).

## Método

Este trabajo se centra en el ámbito de las dificultades de aprendizaje, concretamente en la dislexia, la cual es la dificultad más frecuente en la realidad educativa (De la Peña, 2016). Por ello, esta investigación pretende contribuir a la inclusión educativa del alumnado con dislexia mediante el uso de la tecnología, concretamente a través de la realidad virtual.

Se trata de una investigación de corte cualitativo e interpretativo con un carácter descriptivo. En el estudio se ha aplicado el diseño centrado en el usuario (DCU) como modelo que permite

involucrar a los participantes en las fases en las que se desarrolla un producto, logrando una mayor satisfacción y productividad del usuario y una comprensión más fácil del sistema por su parte (Maguire et al., 2006). De esta forma, la aplicación que se diseñe y desarrolle, tendrá sentido para el usuario final, el cual adquiere un papel de co-diseñador (Rubio et al., 2014).

Siguiendo la norma *ISO 9241-210* (2010), el DCU se caracteriza como el diseño basado en una comprensión explícita de las necesidades del usuario, las tareas y los entornos. Realizado y evaluado por un equipo multidisciplinar con la participación del usuario y utilizando un proceso iterativo que cubra toda su experiencia. Para ello, se establecen tres fases fundamentales:

1. En primer lugar, recopilar y especificar los requisitos del sistema dentro del contexto de uso y por parte de los usuarios.
2. En segundo lugar, la fase de diseño en la que se irán testando diferentes prototipos.
3. En tercer lugar, la evaluación del sistema por parte de los propios usuarios.

### **Objetivos**

El objetivo general planteado en el proyecto europeo Erasmus+ FORDYSVAR es diseñar una aplicación de realidad virtual que contribuya al aprendizaje de estudiantes con dislexia, utilizando el diseño centrado en el usuario (DCU) como metodología.

Para cumplir este objetivo general del proyecto, esta contribución tiene como objetivo identificar y definir las áreas de desarrollo para la intervención que deben trabajarse en la aplicación de RV.

### **Procedimiento**

Para definir las áreas de trabajo que deben trabajarse en la aplicación de realidad virtual a partir de la metodología del diseño centrado en el usuario se han planteado dos fases diferenciadas con una metodología en cada fase.

En la primera se parte de la investigación cualitativa utilizando la recolección de datos sin medición numérica para descubrir o afinar las preguntas de investigación (Hernández et al., 2010). La segunda fase consiste en el desarrollo de la propuesta con las áreas de intervención que debe tener la aplicación.

La fase 1 se ha orientado a la construcción de la entrevista como instrumento de recopilación de datos, así como al análisis del contenido obtenido. En la fase 2 se han establecido y desarrollado las líneas de intervención en dislexia utilizadas para el diseño del juego de realidad virtual.

Para la fase 1, se realizó una revisión bibliográfica sobre la literatura científica publicada en los últimos 10 años, en la base de datos Scopus, utilizando los descriptores: dislexia y enfoques de tratamiento. De los 114 documentos que aparecieron, se seleccionaron los 21 resultados que estaban dentro de la categoría de ciencias sociales puesto que eran las investigaciones que se habían desarrollado en el ámbito educativo y pedagógico.

En el proceso de construcción de la entrevista, las preguntas fueron elaboradas mediante consenso de los miembros del equipo investigador, al ser entrevistas semiestructuradas se ha podido integrar información que ha ido surgiendo, durante la realización de las mismas, en los diferentes grupos objeto de investigación.

La validación del contenido de las entrevistas se ha realizado en cada país, a través de la técnica de juicio de expertos. De esta manera se ha verificado la fiabilidad de la investigación, a través de una opinión informada de personas con trayectoria en el tema, que son reconocidas por otros como expertos cualificados, y que pueden dar evidencia, juicios y valoraciones (Escobar-Pérez y Cuervo-Martínez, 2008).

La entrevista se diseñó una primera versión en inglés y posteriormente se tradujo al idioma de cada país para su administración. Cada país administro la entrevista a los grupos de interés seleccionados para el proyecto: profesores y/o especialistas en la intervención de la dislexia, estudiantes y familiares (Rodríguez-Cano et al., 2020a).

En la fase 2, tras la realización de las entrevistas por los países socios, estas fueron transcritas y traducidas al inglés para poder realizar un análisis conjunto del contenido. Tras el análisis de la información recopilada de las entrevistas realizadas a los grupos de interés, inicialmente se extrajeron diez categorías que posteriormente se reducirían a siete en las que los estudiantes con dislexia presentan más dificultades y, por ende, precisan de un trabajo más específico.

### ***Participantes***

En ambas fases del estudio se ha utilizado un tipo de muestreo no probabilístico incidental, en el que el investigador selecciona directamente la muestra porque es representativa y tiene fácil acceso (Sabariego, 2004). Este tipo de muestreo es uno de los más frecuente en investigación educativa (McMillan y Schumacher, 2001).

En la fase 1, los participantes fueron especialistas en intervención con dislexia, profesores, estudiantes y sus familias. Al respecto, la muestra participante fue seleccionada atendiendo a criterios de inclusión para cada grupo objeto de interés:

- Especialistas en intervención con dislexia: profesionales con titulación reconocida de pedagogía, psicología o logopedia.
- Familias de estudiantes con dislexia: padres, madres y/o tutores legales de menores diagnosticados con dislexia.
- Estudiantes: menores cuyas edades comprenden entre los 10 y los 16 años y que están diagnosticados de dislexia.
- Profesores de estudiantes con dislexia: docentes que actualmente tienen estudiantes diagnosticados con dislexia en sus aulas.

Los grupos objetivo del estudio que han participado en la realización de entrevistas abiertas con la intención de conocer las intervenciones más eficaces en el ámbito de la dislexia se presentan en la tabla 1.

**Tabla 1.**

*Participantes de los grupos de interés por país*

	España	Italia	Rumanía	Total
Especialistas intervención dislexia	3	3	3	9
Familias de estudiantes con dislexia	3	3	3	9
Estudiantes	3	3	3	9
Profesores de estudiantes con dislexia	3			3
Total	12	9	9	30

Esta muestra está compuesta por un total de 30 participantes, siendo 9 por cada país socio del proyecto (Italia y Rumanía) y 12 en el caso de España ya que además de expertos se ha entrevistado a 3 docentes. En ningún caso los participantes obtuvieron compensación por participar en el estudio. La motivación para participar en el mismo reside en la contribución al avance científico en el ámbito de estudio de los trastornos específicos del aprendizaje y, concretamente, de la dislexia de los grupos de interés que conforman la muestra participante seleccionada.

Por otro lado, las líneas de desarrollo e intervención sobre las que se han desarrollado las actividades (fase 2) han sido sometidas a revisión por un grupo de expertos en el contexto español, cuya muestra la conforman un total de 5 profesionales entre los que se encuentran 3 especialistas en dislexia (logopeda, pedagoga terapéutica y psicóloga especialista en lenguaje) y 2 profesionales externos expertos en realidad virtual. Se seleccionó esta técnica por ser una estrategia muy utilizada para el diseño y evaluación de materiales de enseñanza en el terreno de la investigación educativa (Área y Guarro, 2012; Cabero y Barroso, 2013), porque consideramos que los expertos podían proporcionarnos valoraciones fiables del sistema, al tiempo que ofrecer sus recomendaciones y sugerencias en función de los resultados competenciales (McMillan y Schumacher, 2001).

### ***Instrumentos***

La recogida de información se ha realizado mediante entrevistas realizadas a los grupos de interés (profesores y/o especialistas en la intervención de la dislexia, familias y estudiantes con dislexia). De acuerdo con Corbetta (2003), la entrevista como método de evaluación, por su naturaleza flexible, se considera que puede aportar información más focalizada y amplia que la que se derivaría de un cuestionario.

El diseño de las entrevistas es semiestructurado, con preguntas relevantes pero abiertas, permitiendo al entrevistado dar una respuesta más libre, profunda y completa (Sabariego et al., 2004). El guion de las entrevistas, así como el contenido a incluir fue debatido y consensuado por los demás socios del proyecto hasta obtener una versión definitiva en inglés<sup>i</sup>.

Posteriormente, las entrevistas fueron traducidas a los idiomas del consorcio europeo participante (español, italiano y rumano). La administración de las entrevistas fue realizada por cada país en su idioma y, tras su realización, fueron transcritas y traducidas al inglés para

poder realizar el análisis conjunto del contenido. En cuanto a la recopilación de datos de las entrevistas, finalizó cuando los participantes ya no tenían más aportaciones al respecto.

### **Análisis de datos**

Para llevar a cabo el análisis de datos obtenidos en las entrevistas se ha realizado el análisis de contenido, entendido como una técnica de investigación cualitativa que pretende convertir fenómenos simbólicos de conducta en datos científicos mediante la descripción objetiva, sistemática y cuantitativa del contenido manifiesto de la comunicación o de cualquier otra manifestación de la conducta para facilitar una visión objetiva del hecho (Martín, 2015).

De acuerdo con Arbeláez y Onrubia (2014), el análisis de contenido temático considera la presencia de términos o conceptos con independencia de las relaciones surgidas entre ellos, siendo las técnicas más utilizadas las listas de frecuencias; la identificación y clasificación temática; y la búsqueda de palabras en contexto. Dentro de estas técnicas se seleccionan y, en ocasiones, se definen los términos o conceptos antes de iniciar para precisar las unidades de análisis.

Los criterios utilizados para analizar los datos de tipo textual de las diversas entrevistas realizadas han sido temáticos, siguiendo para ello el método inductivo e intentando identificar los ejes centrales o categorías temáticas principales en el contenido.

## **Resultados**

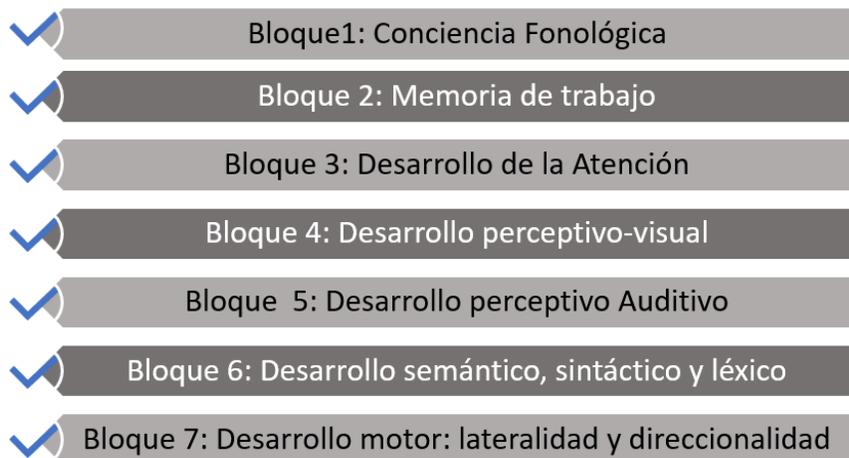
Teniendo en cuenta los diversos ámbitos en los cuales presentan dificultades las personas con dislexia (Fletcher et al., 2019) y, tras el análisis de contenido de las entrevistas realizadas a los grupos de interés, inicialmente se extrajeron diez categorías en las que los estudiantes con dislexia presentan más dificultades y, por ende, precisan de un trabajo más específico (Rodríguez-Cano et al., 2020b): desarrollo léxico, conciencia fonológica, memoria a corto plazo, desarrollo perceptivo-visual, desarrollo perceptivo-auditivo, desarrollo semántico, equilibrio de desarrollo motor, reducción de la ansiedad a través de la lectura, atención y fluidez lectora.

Este análisis fue sometido a juicio de expertos por doctores en educación, especialistas en dislexia y profesionales externos expertos en realidad virtual que expresaron su opinión y realizaron diferentes propuestas para el desarrollo del software dentro los ejes de intervención analizados.

Finalmente, tras revisión por expertos y consenso con los socios, se extrajeron siete áreas de desarrollo que fundamentan los bloques de contenido a partir de las cuales se han diseñado las actividades que componen la aplicación de realidad virtual (figura 1).

**Figura 1.**

*Bloques de contenido y áreas de desarrollo*



### ***Bloque 1: Conciencia Fonológica***

La conciencia fonológica, es aquella por la que llegamos a poseer nuestro propio lenguaje y permite distinguir conscientemente las secuencias y correspondencias de la letra y el sonido (Cuetos et al., 2012), es decir, la capacidad de reconocer fonemas.

Rosseli et al., (2010), sostienen que la conciencia fonológica predice el progreso de las competencias lectoras dentro de un proceso metalingüístico, siendo la relación entre conciencia fonológica y lectoescritura bidireccional puesto que la conciencia fonológica favorece la adquisición de la lectoescritura y su enseñanza desarrolla dicha conciencia.

Por lo tanto, la lectura supone un desafío particular por la evidencia existente sobre que los estudiantes con dislexia tienen una dificultad en concreto para decodificar los fonemas (Abdul-Hamid et al., 2015; McArthur et al., 2015).

Para trabajar la conciencia fonológica, se han desarrollado actividades de relación grafema y fonema, reconocimiento de sílabas (conciencia silábica), lectura de palabras y pseudopalabras (conciencia léxica) y conciencia fonémica. La conciencia fonológica se utiliza de forma transversal en la metodología.

### ***Bloque 2: Memoria de trabajo***

Para ejecutar correctamente la lectura de un párrafo necesitamos retener el inicio de una frase escrita para comprender el final. Una frase larga y compleja será mucho más difícil de comprender que una corta y simple (Martín-Lobo, 2003). La memoria de trabajo está relacionada por lo tanto con la correcta comprensión lectora, lo que también se ha llamado memoria de lectura.

La memoria de trabajo u operativa se concibe en la actualidad como la capacidad básica necesaria en la realización de actividades cognitivas complejas (razonamiento, comprensión, aprendizaje), siendo fundamental para analizar, procesar, monitorizar y retener la información en la realización de dichas actividades (Bonfill et al., 2015).

García-Madruga et al., (2007) expresan que se estudia como factor potencial y determinante de las diferencias individuales en las principales habilidades cognitivas.

Se han planteado actividades de memorización a corto plazo mediante actividades de selección e identificación de letras y símbolos a nivel visual (asociación de imágenes con cantidades, asociación de imagen y número...), identificación de sonidos y repetición de series de letras, números o palabras.

También se trabajan instrucciones y características que deberán recordar o memorizar para poder avanzar en el juego.

### ***Bloque 3: Desarrollo de la Atención***

La atención es mediadora en los procesos de memoria sostenida para la ejecución de determinadas tareas en la percepción consciente, en la asignación de recursos cognitivos, y en la interacción con la memoria a largo plazo (Gordillo et al., 2014).

Además, puede cursar con un déficit de la capacidad de concentración, lo cual hace que en ocasiones se confunda con TDAH si bien el origen de la inatención es diferente (Regan y Woods, 2000).

Se trabaja la atención y la atención selectiva de una forma lúdica prácticamente en todas las actividades de la aplicación. Estas irán encaminadas a identificar diferencias; identificar el sonido consonántico que se repite en todas las palabras de una serie; búsqueda de objetos iguales en grupo; historia narrada que da pistas (pudiendo recuperar información); proporcionar apoyo auditivo de textos y recuperación de la información.

### ***Bloque 4 y 5: Desarrollo perceptivo-visual y perceptivo auditivo***

Siguiendo las aportaciones de Franceschini et al., (2012), los déficits de atención visoespacial podrían estar asociados con la dislexia. En un estudio longitudinal de tres años, estos autores, comprobaron que sujetos con dificultades en la lectura ya presentaban déficits en dichos aspectos cuando eran prelectores; confirmando la validez de la discriminación visual y la atención visoespacial no solo como predictores de la dislexia sino como posibilidad de tratamiento.

Según estos autores, los lectores con dificultades también mostraron un procesamiento auditivo-fonológico deficitario en tareas de discriminación silábica cuando eran prelectores. En la actualidad ambas vías de investigación están abiertas.

A nivel perceptivo-visual se realizarán actividades para reconocer palabras dentro de un texto: lectura de palabras incompletas, actividades de encontrar las diferencias; continuar una

serie visual a partir de un modelo, etc. Para el desarrollo perceptivo-auditivo, se trabajarán ejercicios de identificación de sonidos en palabras; primer y último sonido de una palabra; palabras que empiezan con el mismo sonido, se han introducido también sonidos musicales que deben asociarse a un instrumento, los personajes del juego tienen diferentes tipos de voz con registros amplios para trabajar este bloque de contenidos etc.

### ***Bloque 6: Desarrollo semántico, sintáctico y léxico***

La lectura es una actividad aparentemente rápida, demanda de automatismos y realización de una serie de operaciones mentales hasta llegar al significado y pronunciación de palabras escritas. Así mismo, va ligada a tres procesos de interacción del sujeto lector y el texto: primero, a lo fonológico en la transducción de grafema a fonema, lo segundo a la identificación de la palabra en relación con su respectivo significado y, por último, a la comprensión del significado del texto (Martín-Lobo, 2003).

Por tanto, leer consiste en transformar los signos gráficos que aparecen sobre un papel o una pantalla en sonidos -en el caso de la lectura en voz alta- o en significados -en el caso de la lectura silenciosa o comprensiva (Cuetos y Domínguez, 2012).

Dentro del desarrollo semántico, algunas de las actividades se encaminarán hacia la comprensión de palabras y oraciones, lectura de instrucciones y comprensión del argumento y la narrativa.

El desarrollo léxico se trabajará a través de actividades con pseudopalabras. El trabajo a través de la técnica de las pseudopalabras está avalado entre los especialistas en dislexia como un método útil de trabajo y tratamiento (Aguado et al., 2018).

### ***Bloque 7: Desarrollo motor: lateralidad y direccionalidad***

Oliveira y Capellini (2013), con base a los resultados de su investigación, concluyeron que los estudiantes con dislexia muestran un desarrollo motor alterado, con habilidades inferiores en la función motora global, equilibrio, organización espacial y organización temporal.

Por otro lado, Ruíz-Pérez et al., (2016) realizan un análisis de las diferentes investigaciones sobre el desarrollo motor y el desarrollo del lenguaje proponiendo un análisis más exhaustivo de esta relación y la intervención conjunta de ambas áreas para el desarrollo de los problemas de lenguaje y de los problemas motores, pues entre ambos desarrollos encuentran numerosas evidencias de una cronología paralela e interrelacionada.

Las actividades para trabajar el área del desarrollo motor estarán relacionadas con la coordinación visomotora (apuntar y disparar con el puntero, mover fichas arrastrando con el dedo, figuras en movimiento y seleccionar la adecuada), el equilibrio (esquivar obstáculos) y la orientación espacial, mediante el trabajo de localización en mapas o gps.

## Discusión y conclusiones

Actualmente esta metodología está siendo implementada en un videojuego de realidad virtual, pero por su flexibilidad puede tener diferentes aplicaciones en el trabajo con niños con dislexia u otras dificultades que engloben los contenidos desarrollados en nuestra investigación.

Los resultados de la investigación desarrollada dan respuesta a uno de los objetivos planteados en el contexto del proyecto europeo Erasmus+ FORDYSVAR en relación con el diseño de una aplicación de realidad virtual que pueda contribuir al aprendizaje de estudiantes con dislexia. El cuál se ha realizado teniendo en cuenta las necesidades de los usuarios finales, así como la visión de los profesionales

Para cumplir este objetivo, se han realizado entrevistas abiertas relacionadas con el ámbito de la dislexia a los grupos de interés (profesores y/o especialistas en la intervención de la dislexia, estudiantes y familiares), extrayéndose diferentes áreas de intervención y estructura del videojuego. La recogida de información y la posterior revisión por expertos llevada a cabo ha permitido determinar las áreas de desarrollo para intervención en trastornos específicos del aprendizaje de concretamente en estudiantes con dislexia mediante la utilización de realidad virtual.

Se han extraído siete líneas desarrollo de las actividades (conciencia fonológica; memoria de trabajo; desarrollo de la atención; desarrollo perceptivo-visual; desarrollo perceptivo-auditivo; desarrollo semántico, sintáctico y léxico; desarrollo motor: lateralidad y direccionalidad), teniendo en cuenta los diversos ámbitos en los cuales presentan dificultades las personas con dislexia, así como el análisis del contenido de las entrevistas realizadas a los grupos de interés. Todo ello sometido a revisión por expertos en dislexia y consensuado por los socios del proyecto.

El desarrollo de la realidad virtual en un contexto educativo y lúdico es incipiente también en la investigación científica, si bien, están empezando a aparecer iniciativas en esta línea (Attree et al., 2009; Broadhead et al., 2018), son pocas las investigaciones que se han realizado hasta el momento. En concreto, la realidad virtual inmersiva basada en la utilización de los dispositivos digitales móviles aún tiene poco recorrido y queda mucho por avanzar en su aplicación para que haya una implantación mayor (Aznar-Díaz et al., 2018).

Por ello, para poder sentar unas bases sólidas en el tratamiento y rehabilitación de las personas con dislexia a través de la realidad virtual (RV), son necesarios más estudios científicos que avalen la eficacia de estas intervenciones (Ausín et al., 2019).

La investigación realizada presenta una propuesta novedosa para el abordaje terapéutico de la dislexia a través de la utilización de tecnología, concretamente realidad virtual. Cabe reseñar que, en el diseño inicial de nuestro proyecto, al realizar la revisión del estado de la cuestión se evidenció la carencia de investigaciones al respecto, de ahí la relevancia del trabajo presentado pues supone un avance en este ámbito de conocimiento. Otras propuestas encontradas también centran su atención en el uso de la tecnología como recurso para trabajar las dificultades derivadas de la dislexia, no obstante, lo que diferencia a nuestro trabajo de otros es el carácter motivador del software diseñado pues ha sido creado por los usuarios finales

(niños y niñas con dislexia) y además permite al usuario sumergirse en otra realidad pues se trata de una aplicación de realidad virtual inmersiva en la que el jugador no sólo ve una realidad distinta a través del visor de RV sino que puede interactuar en la misma mediante la utilización de unos controladores específicos.

Tras el trabajo realizado hasta el momento, podemos concluir que para ofrecer una adecuada respuesta educativa a los estudiantes con dislexia es necesaria la colaboración del contexto escolar, familiar y social, agentes que deben formar parte en la toma de decisiones, con el objetivo de conseguir cambios que hagan posible mejorar la situación. Por otro lado, la tecnología nos puede mostrar otra vía de tratamiento ofreciendo un entorno lúdico, seguro, controlado y motivador para los estudiantes con dislexia.

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, 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 la realidad virtual en el diagnóstico y tratamiento de la dislexia

## Referencias

- Abdul-Hamid, S.S., Admodisastro, N., & Kamaruddin, A. (2015). A study of computer-based learning model for students with dyslexia. In *2015 9th Malaysian Software Engineering Conference, MySEC*. <https://doi.org/10.1109/MySEC.2015.7475234>
- Aguado, G., Ripoll, J. C., Tapia, M. M., & Gibson, M. (2018). Marcadores del trastorno específico del lenguaje en español: comparación entre la repetición de oraciones y la repetición de pseudopalabras. *Revista de Logopedia, Foniatría y Audiología*, 38(3), 105-112. <https://doi.org/10.1016/j.rlfa.2018.04.003>
- American Psychiatry Association (2014). *Manual diagnóstico y estadístico de los trastornos mentales (DSM-5)* (5ª ed.). Editorial Médica Panamericana.
- Área, M., & Guarro, A. (2012). La alfabetización informacional y digital: fundamentos pedagógicos para la enseñanza y el aprendizaje competente. *Revista Española de Documentación Científica*, 3, 46-74. <https://doi.org/10.3989/redc.2012.mono.977>
- Arbeláez, M., & Onrubia, J. (2014). Análisis bibliométrico y de contenido. Dos metodologías complementarias para el análisis de la revista colombiana Educación y Cultura. *Revista de Investigaciones UCM*, 14(23), 14-31. <https://doi.org/10.22383/ri.v14i1.5>
- Attree, E., Turner, M. J. & Cowel, N. (2009). A virtual reality test identifies the visuospatial strenghts of adolescents with dyslexia. *Cyberpsychology & Behavior*, 12(2),163-168. <https://doi.org/10.1089/cpb.2008.0204>
- Ausín, V., Delgado, V., Cuevas, S., Santaolalla, G., Bortolot, S., Flego, L., Ioan, A., & Ibars, V. (2019). Nuevas tendencias en el tratamiento de la dislexia: utilización de la realidad virtual. En *I Congreso Internacional Educación Crítica e Inclusiva*. Universidad de León.
- 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/edmet.ic.v7i1.10139>
- Benítez-Burraco, A. (2010). Neurobiología y neurogenética de la dislexia. *Neurología*, 25(9), 563-581. <https://doi.org/10.1016/j.nrl.2009.12.010>
- 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.
- Bonfill, J., Calderón, V., Fernández, E., Gómez, L., Oneto, M., & Ranieri, L. (2015). Impacto de la memoria de trabajo en las dificultades del aprendizaje. *Hologramática*, 22(2), 89-104.
- Broadhead, M., Zad, D., MacKinnon, L., & Bacon, L. (2018). A multisensory 3D environment as intervention to aid reading in dyslexia: A proposed framework. *2018 10th International Conference on Virtual Worlds and Games for Serious Applications, VS-Games 2018 - Proceedings*, 1-4. <https://doi.org/10.1109/VS-Games.2018.8493407>
- Cabero, J., & Barroso, J. (2013). La utilización del juicio de experto para la evaluación de TIC: el coeficiente de competencia experta. *Bordón*, 65(2), 25-38. <https://doi.org/10.13042/brp.2013.65202>
- 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://doi.org/10.1590/1982-021620171917916>
- Corbetta, P. (2003). *Metodología y técnicas de investigación social*. McGrawHill.
- Cuetos, F., & Domínguez, A. (2012). *Neurología del lenguaje. Bases e implicaciones clínicas*. Editorial Médica Panamericana.
- Cuetos, F., Defior, S., Fernández, A., Gallego, C., & Jiménez, J. (2012). Marco teórico de la dislexia. En Ministerio de Educación, Cultura y Deporte (Coord.), *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., Soriano, M., & Rello, L. (2019). *Dislexia. Ni despiste, ni pereza: Todas las claves para entender el trastorno*. La Esfera de los Libros.
- De la Peña, C. (2016). Revisión de programas de intervención en Dislexia Evolutiva. *Reidocrea*, 5, 310-315.
- Dymora, P., & Niemiec, K. (2019). Gamification as a supportive tool for school children with dyslexia. *Informatics*, 6(4), 48. <https://doi.org/10.3390/informatics6040048>
- Escobar-Pérez, J., & Cuervo-Martínez, A. (2008). Validez de contenido y juicio de expertos: una aproximación a su utilización. *Avances en medición*, 6(1), 27-36.
- Fletcher, J. M., Lyon, G. R., Fuchs, L. S., & Barnes, M. A. (2019). *Learning disabilities: From identification to intervention*. The Guildford Press.
- FORDYSVAR (2020). *Objetivos y destinatarios. Fostering inclusive learning for children with dyslexia in Europe by providing easy-to-use virtual and/or augmented reality tools and guidelines*. <https://fordysvar.eu/es/proyecto/objetivos-y-destinatarios>
- Franceschini, S., Gori, S., Ruffino, M., Viola, S., Molteni, M., & Facoetti, A. (2013). Action video games make dyslexic children read better. *Current Biology*, 23(6), 462-466. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2013.01.044>

- García-Madruga, J. A., Gutiérrez, F., Carriedo, N., Luzón J. M., & Vila, J.O. (2007). Mental models in propositional reasoning and working memory's central executive. *Thinking and Reasoning*, 13(4), 370-393. <https://doi.org/10.1080/13546780701203813>
- Gordillo, V., Ducart, S., & Schüller, M. T. (2014). Comorbilidad de trastornos de lenguaje y la atención en el ámbito logopédico. Revisión a partir de un caso. En *XXIX Congreso Internacional de la Asociación Española de Logopedia, Foniatría y Audiología*. Universidad de Murcia. <https://bit.ly/3aQqhee>
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2010). *Metodología de la investigación*. Mc Graw Hill.
- ISO (2010). *ISO 9241-210. Ergonomics of human system interaction - Part 210: Human-centered design for interactive systems* (formerly known as 13407). [http://www.iso.org/iso/catalogue\\_detail.htm?cnumber=52075](http://www.iso.org/iso/catalogue_detail.htm?cnumber=52075)
- Jiménez-González, J. A. (2006). *Tradislexia: un videojuego interactivo para el tratamiento de la dislexia*. <http://hdl.handle.net/11162/83855>
- Jiménez, A. M., & Díez, E. (2018). Impacto de videojuegos en la fluidez lectora en niños con y sin dislexia. El caso de Minecraft. *Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa*, 17(1), 77-90. <https://doi.org/10.17398/1695-288X.17.1.77>
- Kalyvioty, 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.
- Kalyvioty, K., & Mikropoulos, T. A. (2014). Virtual Environments and Dyslexia: Review of literature. *Procedia Computer Science*, 27, 138-147. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2014.02.017>
- Maguire, M., Elton, E., Osman, Z., & Nicolle, C. (2006). Design of a Virtual Learning Environment for Students with Special Needs. *Human Technology*, 2, 119-153. <https://doi.org/10.17011/ht/urn.2006162>
- Martín, R. M. (2015). *Estadística y Metodología de la Investigación: análisis de contenido*. Universidad de Castilla-La Mancha.
- Martín-Lobo, P. (2003). *La lectura. Procesos neuropsicológicos de aprendizaje. Dificultades, programas de intervención y estudio de casos*. Lebón.
- McArthur, G., Castles, A., Kohonen, S., Larsen, L., Jones, K., Anandakumar, T., & Banales, E. (2015). Sight word and phonics training in children with dyslexia. *Journal Learning Disability*, 48(4), 390-407. <https://doi.org/10.1177/0022219413504996>
- McMillan, J. H., & Schumacher, S. (2001). Diseños y Métodos de investigación cuantitativa. En J. H. McMillan, & S. Schumacher (Eds.), *Investigación educativa* (pp. 127-357). Pearson AdisonWesley.
- Mikropoulos, T. A., & Strouboulis, V. (2004). Factors That Influence Presence in Educational Virtual Environments. *Cyberpsychology & Behavior*, 7, 582-591. <https://doi.org/10.1089/cpb.2004.7.582>
- National Institute of Neurological Disorder and Stroke (2016). *Dyslexia Information Page*. <http://bit.ly/2loXY8H>
- Oliveira, C. C., & Capellini, S. A. (2013). Desempenho motor de escolares com dislexia, transtornos e dificuldades de aprendizagem. *Revista Psicopedagogia*, 30, 105-112.
- Phipps, L., Sutherland, A., & Seale, J. (2002). *Access All Areas: disability, technology and learning*. JISC TechDis Service and ALT.
- 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>
- Regan, T., & Woods, K. (2000). Teachers' understandings of dyslexia: Implications for educational practice. *Educational Psychology in Practice*, 16(3), 333-347. <https://doi.org/10.1080/713666081>

- Rodríguez-Cano, S., Ausín-Villaverde, V., Delgado-Benito, V., & Tuñón, M. (2020a). Líneas de intervención para el diseño de toolkit en el proyecto FORDYSVAR. En *V Encontro Internacional de Formação na Docência | Livro de Resumos*. Instituto Politécnico de Bragança.
- Rodríguez-Cano, S., Delgado-Benito, V., & Ausín-Villaverde, V. (2020b). *Metodología de Desarrollo de actividades para niños con dislexia en juegos, videojuegos y otros materiales*. Número de Asiento Registral 00/2021/332. Registro Central de la Propiedad Intelectual, Ministerio de Cultura y Deporte.
- Rodríguez-Cano, S., Sebastián-Alonso, P., Delgado-Benito, V., & Ausín-Villaverde, V. (2021). Evaluation of Motivational Learning Strategies for Children with Dyslexia: A FORDYSVAR Proposal for Education and Sustainable Innovation. *Sustainability*, 13(5), 2666. <https://doi.org/10.3390/su13052666>
- 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.
- Rosseli, M., Matute, E., & Ardila, A. (2010). *Neuropsicología del desarrollo infantil*. Editorial Manual Moderno.
- Rubio, G., Navarro, E., & Montero, F. (2014). APADYT: a multimedia application for SEN learners. *Multimedia Tools and Applications*, 71(3), 1771-1802. <https://doi.org/10.1007/s11042-012-1304-9>
- Ruiz-Pérez, L. M., Ruiz-Amengual, A., & Linaza-Iglesias, J. L. (2016). Movimiento y lenguaje: Análisis de las relaciones entre el desarrollo motor y del lenguaje en la infancia. *Revista Internacional de Ciencias del Deporte*, 12(46), 382-397. <https://doi.org/10.5232/ricyde2016.04603>
- Sabariego, M. (2004). El proceso de investigación. En R. Bisquerra (Ed.), *Metodología de la investigación educativa* (pp.141-158). McGraw-Hill.
- Sabariego, M., Dorio, I., & Massot, I. (2004). Metodología de la investigación educativa. En R. Bisquerra (Coord.). *Metodología de cualitativa* (pp. 276- 366). La Muralla.
- UNESCO (2020). *Embracing Dyslexia - Crossing the chasm and saving lives*. <https://bit.ly/2Vzyey2>
- Xi, N., & Hamari, J. (2021). Shopping in virtual reality: A literature review and future agenda. *Journal of Business Research*, 134, 37-58. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2021.04.075>

## Notas

- i Los instrumentos de recogida de datos pueden consultarse en [https://bit.ly/Anexos\\_B-B-2701](https://bit.ly/Anexos_B-B-2701) para facilitar la replicación de otros estudios.