

UNIVERSIDAD DE OVIEDO
FACULTAD DE PSICOLOGÍA



GRADO EN PSICOLOGÍA
2021-2022

APPS EDUCATIVAS PARA EL ABORDAJE DE LOS TRASTORNOS DEL DESARROLLO DEL
APRENDIZAJE

(Revisión sistemática)

LAURA GONZÁLEZ PRIETO

Oviedo, junio de 2022

RESUMEN

Los Trastornos del Desarrollo del Aprendizaje son trastornos del neurodesarrollo caracterizados por manifestar dificultades en el aprendizaje de habilidades académicas como lectura, escritura y matemáticas. La prevalencia de estos trastornos alcanza cifras de hasta el 15 por ciento. En esta revisión se buscó conocer las características de las aplicaciones móviles propuestas como medida complementaria de intervención para estos trastornos, su funcionamiento y su efectividad. Los resultados encontrados ponen de manifiesto un creciente interés en el tema, en su mayoría centrado en el abordaje de las dificultades en la lectura y de sus procesos más básicos. Aunque han sido propuestas un buen número de apps, se hace necesario comprobar su efectividad como tratamiento informal de forma más objetiva. Además, resulta también necesario continuar con la investigación sobre dificultades en escritura y matemáticas, y sobre los procesos más avanzados de la lectura.

Palabras clave: trastornos del desarrollo del aprendizaje, dificultades del aprendizaje, aplicaciones educativas, apps.

ASBTRACT

Developmental Learning Disorders are neurodevelopment disorders known for manifesting impairment in learning academic abilities such as reading, writing and mathematics. The prevalence of these disorders can be as high as 15 per cent. This study aimed to learn the characteristics of the mobile applications designed as a complementary intervention method for these disorders, their performance and effectiveness. Results manifest an increasing interest in the subject, most of it focused on treating reading difficulties and its basic processes. Although a good number of apps were found, it is needed to test their effectiveness as an informal tool in a more objective way. Further research in writing and mathematical difficulties is also needed, as well as in more advanced reading processes.

Key words: developmental learning disorders, learning difficulties, educational applications, app.

INTRODUCCIÓN

Los trastornos del desarrollo del aprendizaje (en adelante TDA), son un tipo de trastornos del neurodesarrollo que se caracterizan por dificultades significativas y persistentes en el aprendizaje de habilidades académicas (Organización Mundial de la Salud [OMS], 2019). Se trata de dificultades que se manifiestan en edad escolar sin que puedan ser explicadas por otras discapacidades, trastornos o causas ambientales.

Según la Clasificación Internacional de Enfermedades, 11.^a edición (CIE-11, OMS, 2019), estas dificultades pueden manifestarse en lectura, escritura y/o aritmética:

En cuanto a las dificultades en la lectura, pueden estar relacionadas con la fluidez, la precisión y la comprensión. Respecto a las dificultades en la escritura, la CIE-11 habla de problemas en precisión, ortografía, organización y coherencia. Para las matemáticas, se habla de dificultades en el cálculo fluido, cálculo preciso y en el razonamiento matemático.

La prevalencia encontrada para los TDA varía según estudios. Una revisión de Francés y colaboradores (2022), encontró que la literatura la establece entre el 3 y el 10% para población por debajo de los 18 años, mientras que el Manual diagnóstico y estadístico de los trastornos mentales (DSM-V, American Psychiatric Association [APA], 2013) la establece entre el 5 y el 15%.

Además, estos trastornos a menudo se presentan de manera comórbida. En un estudio de Ashraf y Najam (2020), se encontró que la tasa de concurrencia de dificultades específicas de lectura y escritura era del 30%, del 26% para lectura y matemáticas, y del 36% para escritura y matemáticas.

Independientemente de cuáles sean las cifras exactas, lo cierto es que suponen un importante reto para profesorado y alumnado, ya que son una de las principales causas de fracaso escolar (Sans et al., 2017).

Por otro lado, las tecnologías forman ya parte del día a día en los hogares y en las aulas, con un gran número de docentes y familias incorporando apps (entendidas como softwares para dispositivos móviles o tabletas) en la enseñanza. Estas apps funcionan como un método de aprendizaje visual y gamificado, a veces también llamado m-

learning o aprendizaje móvil, debido a las características de los dispositivos en los que funcionan.

El creciente interés por el uso de las apps y las tecnologías en el ámbito educativo se hace evidente. En España, el software móvil más utilizado es Android, y ofrece hasta 55.800 apps en el ámbito de la educación (Cadavieco, 2020). Sin embargo, este mismo estudio encontró que la mayoría de estas apps están dirigidas a la población general.

Por estos motivos, se realiza una revisión sistemática con el objetivo de conocer el estado de la cuestión respecto a apps educativas para el abordaje de las dificultades del aprendizaje. Con este estudio se busca conocer la variedad de apps creadas específicamente para tratar estas dificultades de manera complementaria a las terapias, los procesos específicos a los que atienden, características comunes de diseño que faciliten el aprendizaje, y su efectividad como herramienta de terapia informal.

MÉTODO

La revisión sistemática se ha realizado siguiendo el método PRISMA-P (Page et al., 2020). Para esta revisión, se han buscado publicaciones en las siguientes bases de datos: Google Scholar, Education Resources Information Center (ERIC), Web Of Science, Psycinfo y SCOPUS.

El proceso de selección comenzó con la redacción de una sintaxis de búsqueda que incluyera los conceptos de interés y que devolviera un número generoso de publicaciones. Tras consultar diferentes tesauros y funcionamiento de palabras clave, se concretó la siguiente sintaxis para ser utilizada en todas las bases de datos revisadas:

(“mobile application” OR “mobile app” OR “educational app” OR “Smartphone app” OR “phone app”) AND (“learning difficulties” OR “learning disabilities” OR “dyslexia”)

En esta sintaxis se ha incluido el término “dislexia”, ya que es el diagnóstico de TDA más común, suponiendo aproximadamente un 80% de todos los casos (Lodhi et al., 2016).

La sintaxis elegida devolvía un total de 101 resultados en Scopus, 5 en Psycinfo, 38 en Web of Science, 5900 en Google Scholar y 284,582 en ERIC, dando un total de 290,626, a fecha 17 de abril de 2022. Tras quedarnos con las tres bases de datos fundamentales: SCOPUS, Psycinfo y WOS, el número se reducía a 144 publicaciones.

Para esta revisión, se han buscado publicaciones científicas en español o en inglés referidas a las dificultades del aprendizaje y el uso de apps para su abordaje en contextos familiares y escolares. Los criterios de inclusión supondrían presentar o evaluar una o varias apps dirigidas a este objetivo, centrándose en las características de las mismas y los procesos a los que atienden.

Por tanto, tras eliminar los resultados duplicados, se excluyeron también de este estudio todos los que cumplieran las siguientes características:

- Resúmenes de congresos y conferencias.
- Videojuegos o realidad aumentada.
- Apps de diagnóstico.

- Apps relacionadas con otras dificultades del aprendizaje (ej: autismo, TDA-H, contextos psicosociales).
- Apps dirigidas a población adulta.
- Apps relacionadas con la pandemia por covid-19 y contextos médicos (ej: apps para facilitar la comunicación de síntomas entre paciente y profesional).
- Encuestas y entrevistas.
- Apps relacionadas con la lengua de signos.
- Talleres.
- Referidas a la programación informática de las apps.
- De perspectiva religiosa.
- Referidos a la usabilidad de la herramienta informática.

Así, la revisión se quedaría con 36 artículos de Scopus, y 3 de Web of Science, haciendo un total de 39.

Las publicaciones se agruparon en 4 grupos en función de sus características: el grupo 1 está conformado por aquellas publicaciones que traten exclusivamente de dificultades en la lectura (24 publicaciones), el grupo 2 incluye aquellos que hablen lectura y escritura (4 publicaciones), en el grupo 3 están los referidos a las dificultades en las matemáticas (6 publicaciones) y, finalmente, en el grupo 4 se incluyen artículos que aborden los TDA sin diferenciar lectura/escritura o matemáticas (5 publicaciones), haciendo un total de 39(Tabla 1).

Tabla 1. Clasificación de los artículos

Apps de lectura	Apps de lectoescritura	Apps de matemáticas	Apps generales
Larco et al., 2021	Svensson et al., 2019	Rohizan et al., 2020a	Özbek, 2021
Cahyana et al., 2021	Avishka et al., 2018	Rohizan et al., 2020b	Kariyawasam et al., 2019a
Özbek y Ergül, 2021	Azmi et al., 2017	Ariffin et al., 2019	Kariyawasam et al., 2019b
Eroğlu et al., 2021	Tariq y Latif, 2016	Abd Halim et al., 2018	Polat et al., 2019
Irfan et al., 2020		Halim et al., 2017	Oliveira y Galembeck, 2015
Ansari et al., 2020		Drigas et al., 2016	
Burac y Dela Cruz, 2020			
Politi-Georgousi y Drigas, 2020			
Burac et al., 2020			
Yeo y Lim, 2019			
Rajapakse et al., 2018			
Borhan et al., 2018			
Benalcázar Chicaiza et al., 2018			
Helland et al., 2018			
Alghabban et al., 2017			
Bertumen et al., 2017			
Jurnost y Herrmann, 2017			
Martins et al., 2016			
Bittencourt et al., 2016			
Madeira et al., 2015			
Mohamed Zain, 2014			

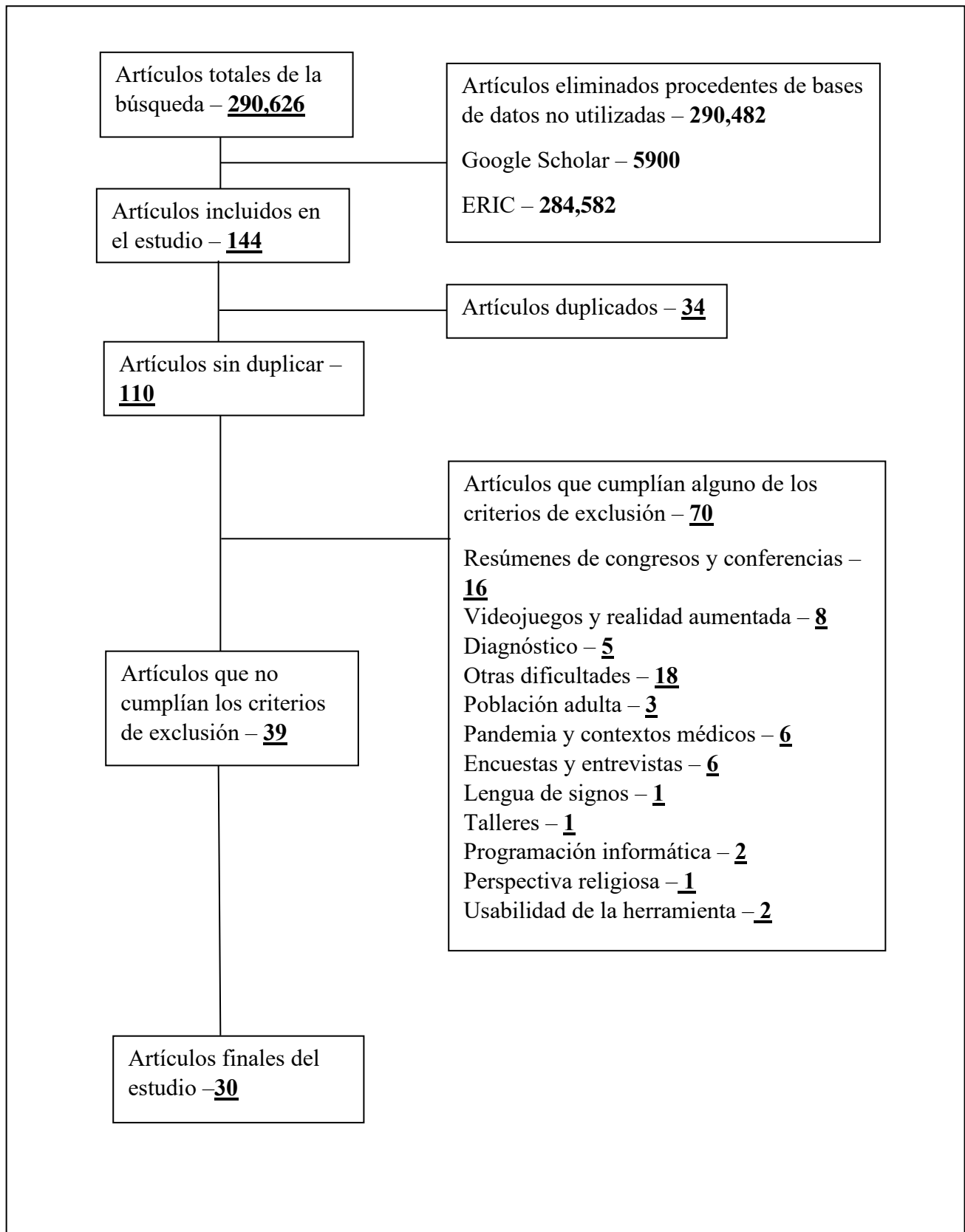
Skiada et al., 2014

Daud y Abas, 2013

Rello et al., 2013

Finalmente, tras la lectura del texto completo de las publicaciones, se eliminaron otras que guardaban relación con el aprendizaje de conceptos ajenos a la lectoescritura y las matemáticas. Así, el número total de publicaciones del estudio se redujo a 30. El proceso de selección se puede consultar en la figura 1.

Figura 1. Diagrama de flujo de los resultados.



RESULTADOS

DIFICULTADES EN LA LECTURA

Como se ha explicado con anterioridad, se analizarán los resultados en función de las características comunes de diseño para la facilitación del aprendizaje, los procesos específicos a los que atienden y su efectividad. En este primer apartado, se analizarán los resultados de las publicaciones recogidas en el grupo 1, dificultades en la lectura.

Características del diseño

En cuanto a características del diseño o la accesibilidad, un buen número de publicaciones hacen énfasis en el tipo de letra, el tamaño, los colores y el contraste de la interfaz utilizada.

Algunas apps utilizan los colores blanco, azul y negro (Larco et al., 2021; Cahvana et al., 2021), mientras que otras optan por dejar las opciones de configuración a los usuarios (Rajapakse et al., 2018; Madeira et al., 2015). Sin embargo, muchas publicaciones no hacen referencia a ello, o mencionan utilizar los “colores apropiados” sin especificar a cuáles se refieren. Aun así, existe un trabajo (Rello et al., 2013) que pone especial interés en los colores empleados, utilizando como referencia las guías World Wide Web Consortium (W3C) y Web Accessibility Initiative (WAI) (2013). Estas guías sugieren la utilización de contraste entre el color del texto y el color del fondo, el uso de colores de tipo pastel (de menor saturación), y contraindican el uso del blanco puro para el fondo. Rello y colaboradores (2013), encontraron que los mejores resultados de lectura se encontraban cuando el texto era de color negro, y el fondo en color crema.

Respecto al tipo de letra o fuente, ocurre algo similar. Muchos trabajos no lo mencionan, o simplemente hacen alusión al empleo de un tipo de letra adecuado. Sin embargo, en otros trabajos podemos encontrar mayores especificaciones. Las fuentes de texto más utilizadas son las Sans Serif, que incluyen Arial y Verdana entre otros, (Larco et al., 2021; Cahyana et al., 2021; Madeira et al., 2015; Rello et al., 2013), mientras que otros trabajos dejan la configuración libre a los usuarios (Rajapakse et al., 2018), manteniendo las fuentes Sans Serif como opciones. De las fuentes Sans Serif recomendadas, la más utilizada en estas apps fue Arial.

En cuanto al tamaño de la letra, se recomiendan tamaños entre 12-14 (Cahyana et al., 2021; Madeira et al., 2015) o 16 (Rello et al., 2013).

Por último, se analiza el empleo de imágenes o dibujos complementarios. Muchos de los trabajos (Larco et al., 2021; Özbek y Ergül, 2021; Rajapakse et al., 2018; Borhan et al., 2018; Madeira et al., 2015; Skiada et al. 2014) mencionan explícitamente el uso de imágenes en sus apps como positivo y apoyo extra en el proceso de lectura.

Procesos específicos a los que atienden

La lectura requiere de una serie de procesos, y las dificultades pueden manifestarse en cualquiera de los niveles. Por tanto, analizaremos las apps propuestas en función de los procesos a los que atienden.

El proceso de identificación de letras es el más básico de todos los procesos de lectura, y el fundamental para poder llegar a desarrollar los siguientes. Las personas con TDAs de lectura, especialmente aquellos con diagnóstico de dislexia, tienen dificultades para distinguir e identificar ciertas letras. Debido a esto, casi todas las apps propuestas cuentan con ejercicios específicos para desarrollar esta habilidad.

Larco y colaboradores (2021), presentan en su app Helpdys una interfaz con imágenes para las confusiones más comunes en dislexia tanto de letras como de números (p y b, q y p, 3 y E, etc.). La app LEADY, de Cahyana y colaboradores (2021), y la app ALEXZA, de Rajapakse y colaboradores (2018) presentan actividades o tarjetas para aprender las letras y su fonema correspondiente, además de permitir cambiar entre mayúscula y minúscula en el caso de LEADY. La app DYS-I-CAN (Irfan et al., 2020), permite aprender tanto letras con su fonema, como números. Alghabban y colaboradores (2017) presentan las letras y símbolos de manera multimodal, utilizando tanto sonido como imágenes como la propia letra a aprender, en mayúscula y minúscula. Daud y Abas (2013), con su app Dyslexia Baca, se centran especialmente en este proceso. Su app cuenta con una actividad a modo de juego de disparar a globos, para identificar las letras P, p, b, d y m. Rello y colaboradores (2013), crean una app para facilitar la lectura en libros electrónicos, y permiten la lectura letra a letra si el usuario lo desea.

Tras la identificación correcta de las letras vienen los procesos léxicos, que incluyen el reconocimiento y la lectura de palabras.

Una manera muy popular de abarcar este proceso desde las apps estudiadas consiste en el juego del ahorcado, en el que presentan una imagen y un número de espacios en blanco correspondiente al número de letras que contiene la palabra (Larco et al., 2021; Burac y Dela Cruz, 2020; Skiada et al., 2017).

Otro de los métodos más utilizados es el Sight Word Reading, o reconocimiento de palabras de alta frecuencia. Este método entrena en el reconocimiento rápido y visual de palabras comunes en una lengua para facilitar la lectura. En el caso del español, algunos ejemplos de palabras de alta frecuencia serían “de” o “que”. Ansari y colaboradores (2020) presentan un prototipo de app basado en este entrenamiento. Para ello utilizan una lista de palabras desarrollada por Fry y Kress en 2012, que incluye palabras en inglés de alta frecuencia. El trabajo de Borhan y colaboradores (2018), emplea también una lista de palabras frecuentes altamente reconocibles, en este caso la de Dolch, desarrollada entre 1930 y 1940. Esta lista de palabras se presenta en cuentos y canciones. Madeira y colaboradores (2015) también proponen una app de entrenamiento de la lectura basándose en listas de palabras de alta frecuencia en portugués.

Los trabajos de lectura texto a voz (Rajapakse et al. 2018; Rello et al. 2013) permiten el resaltado de palabra a palabra durante la lectura. Martins y colaboradores (2016), utilizan el entrenamiento en lectura en voz alta: la app reconoce la voz y la pronunciación del usuario para comprobar si se está leyendo correctamente. Madeira y colaboradores (2015), trabajan con las estructuras silábicas. Algunos de sus ejercicios incluyen rimas consonantes, y actividades para reconocer palabras que comiencen por la misma sílaba.

En los procesos de lectura, el siguiente paso son los procesos gramaticales y la lectura de oraciones. Se encontró un número menor de estudios que trabajasen con estos procesos más avanzados. Lo poco que se pudo encontrar se centraba en promover el uso de frases y oraciones de poca longitud (Azmi et al. 2017; Madeira et al., 2015). Además, se encontró que un trabajo (Skiada et al., 2017) mencionaba la ventaja que suponía el uso de rimas, y que en los niños facilita la comprensión de oraciones por la similitud de los sonidos.

Finalmente, el último escalón de la lectura son los procesos semánticos o de comprensión. Se encontró un único trabajo (Ózbek y Ergül, 2021) que tratase estos procesos. Los investigadores proponen la app COSMA, que busca enseñar y fomentar las estrategias de comprensión. El procedimiento es el siguiente: primero se muestra una imagen y se pide a los alumnos que piensen sobre ella y adivinen el tema del que se va a hablar. Después, se presentan seis párrafos de uno en uno, de menor a mayor complejidad.

Efectividad

La mayoría de los trabajos encontrados hacían referencia a prototipos de aplicaciones cuyo desarrollo no había sido finalizado, y por tanto no habían sido probadas. Respecto a los estudios que sí buscaron evaluar la efectividad de las apps propuestas (Larco et al., 2021; Ózbek y Ergül, 2021; Erolgu et al., 2021; Svensson et al., 2019; Borhan et al., 2019; Alghabban et al., 2017; Jurnost y Hermann, 2017, Skiada et al., 2014), el trabajo de Jurnost y Hermann (2017) fue el único que no encontró una mejoría.

Además de evaluar la mejora del rendimiento, otras muchas publicaciones (Larco et al., 2020; Cahyana et al., 2021; Ansari et al., 2020; Burac y Dela Cruz, 2020; Borhan et al., 2018; Alghabban et al., 2017; Jurnost y Hermann, 2017; Martins et al., 2016; Daud y Abas, 2013) utilizaron también entrevistas y cuestionarios para conocer la impresión de profesores y alumnos que hubieran entrado en contacto con las apps propuestas. Todos los encuestados respondieron favorablemente al empleo de estas apps en el aula o en los hogares.

DIFICULTADES EN LA LECTOESCRITURA

Estos trabajos comparten características con aquellos dedicados exclusivamente a la lectura, y se encuentran recogidos en el grupo 2 de la clasificación de resultados. Se trata de trabajos que tratan la lectura y escritura de manera conjunta, ya que no se ha encontrado ninguna propuesta dirigida exclusivamente al segundo proceso.

Características de diseño

El trabajo de Tariq y Latif (2015) utiliza un tamaño de letra entre 14 y 16, la fuente Arial y el color negro para el texto, mientras que en el fondo emplea blancos y tonos suaves de rosa y verde. Para la parte de escritura, utilizan caligrafía de imprenta. En cuanto a imágenes o dibujos de apoyo, Tariq y Latif advierten sobre los peligros distractores de utilizar demasiadas imágenes.

Azmi y colaboradores (2017) utilizan Comic Sans Ms, texto de tamaño 14 en negro y colores pastel para el fondo. Además, utilizan imágenes para ayudar a la comprensión y para separar el texto en fragmentos más pequeños.

Los otros dos trabajos (Avishka et al., 2020; Svensson et al., 2019) no mencionan características visuales de ningún tipo, aunque cabe mencionar que el trabajo de Svensson y colaboradores no presenta ninguna app, sino que estudia la mejora del rendimiento en lectoescritura utilizando este tipo de tecnologías.

Procesos específicos a los que atienden

La app propuesta por Tariq y Latif (2015), atiende a los procesos motores de la escritura. Permite la copia de las letras, el trazo sobre líneas de puntos, y la escritura libre. Para la lectura, utilizan técnicas multimodales auditivas y visuales para que los usuarios aprendan la correspondencia grafema-fonema, quedándose en el proceso de identificación de letras.

Azmi y colaboradores (2017) se centran también en los procesos motores de la escritura. En su caso, el entrenamiento se realiza mediante estrategias. Por ejemplo, la estrategia para aprender a escribir la letra “d”, sería enseñar que está formada por una “c” y una “l”. La app presentada por estos investigadores es muy visual, y las técnicas de lectura se entrenan mediante la asociación de palabras y dibujos, es decir, atienden también a procesos léxicos.

Avishka y colaboradores (2020), presentan una app que analiza y corrige las producciones verbales y escritas de los usuarios. Atiende a la pronunciación de los fonemas en lectura en voz alta, y a la correcta escritura de las letras y caracteres.

Efectividad

No se ha probado la efectividad en ninguna de las tres apps presentadas. Los únicos métodos de evaluación utilizados fueron cuestionarios y entrevistas a los usuarios y a los profesores, que demostraron su satisfacción general con la herramienta (Azmi et al., 2017; Tariq y Latif, 2015).

Por su parte, el estudio de la mejora del rendimiento con el uso de apps de Svensson y colaboradores (2019), encontró una mejora similar a los grupos de control que recibían técnicas de intervención más tradicionales, además de un aumento del interés y la motivación por parte de los usuarios.

DIFICULTADES EN LAS MATEMÁTICAS

Los siguientes resultados corresponden a las publicaciones del grupo 3 de la clasificación de los resultados, enfocadas a las dificultades en las matemáticas.

Características de diseño

La app MathFun utiliza fuentes Serif Sans sin especificar (Rohizan et al., 2020), mientras que otros trabajos dicen utilizar fuentes adecuadas sin mencionarlas (Ariffin et al., 2019; Halim et al., 2019). Este último trabajo, además, es el único que menciona el uso de colores concretos (beige, blanco), mientras que los demás no hacen especial alusión a ellos. El tamaño de letra no es mencionado en ninguna de las publicaciones, como tampoco lo son otras características del diseño. Sin embargo, en la propuesta de la app MathFun, de Rohizan y colaboradores (2020), podemos ver ejemplos de la interfaz, en los que se aprecia el uso de imágenes para apoyar el cálculo.

Procesos específicos a los que atienden

La app MathFun de Rohizan y colaboradores (2020), permite el entrenamiento en sumas, restas y multiplicaciones, ateniendo por tanto a las competencias de cálculo. Es el único trabajo en el que se puede apreciar el funcionamiento y las actividades presentadas en la app.

Efectividad

Solo una de las apps fue probada en mejora del rendimiento, la app Calculic Kids en el trabajo de Ariffin y colaboradores (2019), obteniendo resultados satisfactorios.

Además, tanto Calculic Kids como MathFun (Rohizan et al., 2020), obtuvieron resultados satisfactorios en las encuestas realizadas a usuarios y profesores.

DIFICULTADES GENERALES

En este último apartado se comentarán los resultados de las publicaciones clasificadas en el grupo 4.

Características de diseño

La app Pubudu (Kariyawasam et al., 2019), es la única app encontrada que abarca todas las dificultades del aprendizaje abordadas en esta revisión. No especifica las características de diseño referidas a colores, tamaño de letra o fuente del texto, pero incluye imágenes en las que se puede apreciar una interfaz colorida que utiliza el apoyo visual.

Procesos específicos a los que atienden

Para las dificultades en la lectura, se trabaja con identificación y pronunciación de letras, sílabas y palabras; atendiendo por tanto a los procesos léxicos y de identificación de letras. Se utiliza presentación multimodal visual y auditiva. En escritura la intervención es similar. Se interviene también en letras, sílabas y palabras, además de ayudar al trazo mediante plantillas.

Para las dificultades en matemáticas se atiende a los procesos de cuentas, comparación de cantidades y sumas. Además, incluye intervención para “discalculia numérica”, ayudando al trazo e identificación de los números de la misma manera en la que se interviene con las letras.

Efectividad

La app fue probada en su módulo de screening, obteniendo un 90% de exactitud en la detección de TDAs. Sin embargo, la mejora del rendimiento utilizando el módulo de intervención no fue probada.

DISCUSIÓN

El objetivo de este estudio era conocer las variedades de apps dedicadas a la intervención informal en los trastornos del desarrollo del aprendizaje, sus características comunes, los procesos a los que atendían y su efectividad.

Los resultados obtenidos reflejan que el foco de interés más habitual en cuanto a intervención son las dificultades en la lectura, como también encontraron Polit-Georgousi y Drigas (2020) y, en concreto, el proceso de identificación de letras. Las propuestas encontradas para trabajar con procesos más avanzados (gramaticales, semánticos), o con diferentes TDA (escritura, matemáticas) fueron más escasas. Además, en lo referido a escritura y matemáticas, los procesos abordados son también los más básicos (trazo, cálculo), dejando aspectos como la planificación sin abordar. Por tanto, estas apps funcionarían como una primera intervención para desarrollar las competencias básicas que se encuentran afectadas en estos trastornos y coadyuvar a una intervención terapéutica más amplia.

Por otra parte, a pesar de que Larco y colaboradores (2021) encontrasen hasta 8 aplicaciones móviles en español en App Store y Google Play, ninguno de los resultados en este estudio muestra una app creada específicamente para el abordaje de estas dificultades en español. Los idiomas más utilizados son portugués, inglés, griego, turco, malayo y cingalés. Existen, sin embargo, opciones de apps de texto a voz que sí ofrecen el idioma español, pero que no suponen una intervención, sino un apoyo.

En lo que respecta a características comunes, se ha observado que un buen número de apps mencionan utilizar fuentes Sans Serif, las habitualmente recomendadas para usuarios con dislexia y otros problemas de lectura, en línea con los estudios de Rello y Baeza-Yates (2013), independientemente de si tratan problemas de esta u otra índole. Si tenemos en cuenta que, como se ha mencionado, los diferentes TDAs presentan una alta comorbilidad, emplear en todas ellas las directrices generales de accesibilidad para dislexia sería no solo efectivo sino necesario.

Además, casi todas las propuestas coinciden en lo positivo del uso de imágenes de apoyo, y muchas mencionan además las ventajas del aprendizaje multimodal. Sin

embargo, Tariq y Latif (2016) advierten sobre la posibilidad de que esto se convierta en un factor distractor, y que por tanto no deben ser utilizadas cuando no son necesarias.

Muchos de los trabajos encontrados explicaban con detalle el funcionamiento y el desarrollo tecnológico de la app, dejando en segundo plano la explicación de las actividades y juegos propuestos, su diseño, los procesos a los que atendían y su usabilidad.

Finalmente, pocas apps fueron probadas respecto a la mejora del rendimiento. Considerando que estas se presentan como una herramienta cuyo objetivo es precisamente este, se hace necesario evaluar la mejora de manera más objetiva en futuras investigaciones, como también sugieren Polat y colaboradores (2019), y Fletcher y colaboradores (2018). Una manera práctica de hacerlo sería añadir la evaluación a la propia app, como hacen Larco y colaboradores (2021), que permiten acceder al historial de las puntuaciones obtenidas.

La mayoría de ellas fueron evaluadas mediante entrevistas y encuestas a los usuarios, profesores y familias. En estas evaluaciones, los encuestados respondían positivamente sobre su funcionamiento y efectividad, y los alumnos manifestaban además un aumento de la motivación con estos métodos de enseñanza, como también demuestra el estudio de Özbek (2021).

Todas aquellas que sí probaron objetivamente el progreso obtenido con su uso encontraron una mejora de los resultados de los alumnos que las utilizaron, a excepción de una app que no encontró mejoras significativas. En el resto, se llegó incluso a igualar los resultados del grupo de control, que recibía el tratamiento habitual, como también encontraron Svensson y colaboradores (2019).

CONCLUSIONES

Tras realizar la revisión de las publicaciones sobre el uso de apps educativas para el abordaje de los trastornos del desarrollo del aprendizaje, se puede afirmar que existe un creciente interés respecto al tema.

En general, los resultados muestran que estos métodos favorecen la motivación de los alumnos y que éstos presentan buena predisposición a usarlas. Sin embargo, a pesar de estos resultados satisfactorios, no se puede ignorar el hecho de que la mayoría de estas apps no han sido probadas de manera objetiva. Por tanto, en línea con otros trabajos (Polat et al., 2019; Fletcher et al., 2018), se sugiere que futuros estudios realicen un análisis más exhaustivo de la mejora del rendimiento. Viendo que las apps que sí han sido probadas resultan casi siempre efectivas, se puede asumir que futuros estudios demostrarán también que se trata de métodos eficaces que podrán ser utilizados como modelos complementarios de intervención.

Aun así, este creciente interés se centra casi exclusivamente en la lectura y sus procesos más básicos. Por tanto, futuras líneas de investigación deberán dirigirse a estudiar procesos más avanzados como la comprensión, difícilmente disgregable del proceso lector, y procesos dirigidos a la escritura y a las matemáticas (Cuetos et al., 2019).

Por otra parte, sería interesante realizar estudios y desarrollar apps para el idioma español, además de comprobar su efectividad con muestras de España, ya que ninguna de las apps encontradas en este estudio utilizaba este idioma.

Esta revisión demuestra el potencial de las apps como herramienta de entrenamiento informal en trastornos del desarrollo del aprendizaje, siendo estas un método sencillo, accesible y atractivo para los alumnos.

REFERENCIAS

- Abd Halim, F. A., Mohd Ariffin, M., y K. Sugathan, S. (2018). Towards the Development of Mobile App Design Model for Dyscalculia Children in Malaysia. *MATEC Web of Conferences*, 150, 05016.
<https://doi.org/10.1051/matecconf/201815005016>
- Alghabban, W. G., Salama, R. M., y Altalhi, A. H. (2017). Mobile cloud computing: An effective multimodal interface tool for students with dyslexia. *Computers in Human Behavior*, 75, 160–166. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2017.05.014>
- American Psychiatric Association (2013). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders* (5th ed.). Author.
- Ansari, S., Banerjee, H., Guha, R., y Mukhopadhyay, J. (2020). Improving the readability of dyslexic learners with mobile game-based sight-word training. *2020 IEEE 20th International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT)*, 287-289. <https://doi.org/10.1109/icalt49669.2020.00093>
- Ariffin, M. M., Abd Halim, F. A., Arshad, N. I., Mehat, M., Hashim y Hashim, A. S. (2019). Calculic Kids© Mobile App: The Impact on Educational Effectiveness of Dyscalculia Children. *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering (IJITEE)*, 8(8), 701-705
- Ashraf, F., y Najam, N. (2020). An epidemiological study of prevalence and comorbidity of non-clinical Dyslexia, Dysgraphia and Dyscalculia symptoms in Public and Private Schools of Pakistan. *Pakistan Journal of Medical Sciences*, 36(7), 1659-1663. <https://doi.org/10.12669/pjms.36.7.2486>

- Avishka, I., Kumarawadu, K., Kudagama, A., Weerathunga, M., y Thelijjagoda, S. (2018). Mobile App to Support People with Dyslexia and Dysgraphia. *2018 IEEE International Conference on Information and Automation for Sustainability (ICIAfS)*. <https://doi.org/10.1109/iciafs.2018.8913335>
- Azmi, A., Nasrudin, N., Wan, A., y Ahmad, J. (2018). Mobile application to enhance writing skills ability among dyslexic children: CinTA. *Journal of Fundamental and Applied Sciences*, 9(5S), 195. <https://doi.org/10.4314/jfas.v9i5s.15>
- Benalcázar Chicaiza, D., Barrera G., M. I., Páez Quinde, M. C., y Pilamunga P., M. E. (2018). M-Learning Didactic Strategy for Children Diagnosed with Dyslexia. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, 143–149. https://doi.org/10.1007/978-3-030-02351-5_18
- Bertumen, E., Albornoz, C., Cañero, D. R., Manalo, J., y Ramos, A. (2017). FLIPPINO: A MOBILE APPLICATION ON READING FOR THE DYSLEXIC STUDENTS OF WORDLAB. *EDULEARN proceedings*. <https://doi.org/10.21125/edulearn.2017.0005>
- Bittencourt, T., Savino, J., Fernandes, H., y Rebello, L. H. B. (2016). Mobile Device Development and Its Contribution to the Treatment of Young Dyslexic Brazilian Children. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, 339–349. https://doi.org/10.1007/978-3-319-41962-6_30
- Borhan, N. H., Shiang, C. W., Chiu, P. C., Sharbini, H., Ping, T. P., Othman, R. M., y Peter, M. (2018). An Enhancement of Dyslexic Mobile Application using Sight Word Reading Strategy: Results and Findings. *Journal of Computer Science*, 14(7), 919–929. <https://doi.org/10.3844/jcssp.2018.919.929>

- Burac, M. A. P., y Dela Cruz, J. (2020). Development and Usability Evaluation on Individualized Reading Enhancing Application for Dyslexia (IREAD): A Mobile Assistive Application. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 803(1), 012015. <https://doi.org/10.1088/1757-899x/803/1/012015>
- Cadavieco, J. F., Pascual, M. A., y Vázquez-Cano, E. (2020). M-learning en niveles iniciales, rasgos didácticos de las APPS educativas. *Campus Virtuales*, 9(1), 17-27.
- Cahyana, C., Hidayati, H., Sanjaya, M. B., Pangestu, A. S., Sundawa, A. A., y Aritakalam, A. (2021). Leady: A Multisensory Approach in Mobile Application for Dyslexic Children. *CommIT (Communication and Information Technology) Journal*, 15(1), 31–39. <https://doi.org/10.21512/commit.v15i1.6661>
- Daud, S. M., y Abas, H. (2013). «Dyslexia Baca» Mobile App -- The Learning Ecosystem for Dyslexic Children. *2013 International Conference on Advanced Computer Science Applications and Technologies*. <https://doi.org/10.1109/acsat.2013.87>
- Drigas, A.S., Pappas, M.A., y Lytras, M. (2016). Emerging Technologies for ICT based Education for Dyscalculia: Implications for Computer Engineering. *Education. International journal of engineering education*, 32(4), 1604-1610
- Eroğlu, G., Teber, S., Ertürk, K., Kırmızı, M., Ekici, B., Arman, F., Balcisoy, S., Özcan, Y. Z., y Çetin, M. (2021). A mobile app that uses neurofeedback and multi-sensory learning methods improves reading abilities in dyslexia: A pilot study. *Applied Neuropsychology: Child*, 1–11. <https://doi.org/10.1080/21622965.2021.1908897>

- Francés, L., Quintero, J., Fernández, A., Ruiz, A., Caules, J., Fillon, G., Hervás, A., y Soler, C. V. (2022). Current state of knowledge on the prevalence of neurodevelopmental disorders in childhood according to the DSM-5: a systematic review in accordance with the PRISMA criteria. *Child and Adolescent Psychiatry and Mental Health*, 16(1), 1-15.
<https://doi.org/10.1186/s13034-022-00462-1>
- Fletcher, J. M., Lyon, G. R., Fuchs, L. S., y Barnes, M. A. (2018). *Learning Disabilities: From identification to intervention* (2.^a ed.). Guilford Publications.
- Halim, F. A. A., Sugathan, S. K., y Ariffin, M. M. (2017). Towards a mobile app design model for Dyscalculia children. *2017 IEEE Conference on e-Learning, e-Management and e-Services (IC3e)*. <https://doi.org/10.1109/ic3e.2017.8409253>
- Helland, T., Morken, F., Bless, J. J., Valderhaug, H. V., Eiken, M., Helland, W. A., y Torkildsen, J. V. (2018). Auditive training effects from a dichotic listening app in children with dyslexia. *Dyslexia*, 24(4), 336–356.
<https://doi.org/10.1002/dys.1600>
- Irfan, S., Kishore, S., S., T. T., R., D., y T., D. (2020). DYS-I-CAN: An Aid for the Dyslexic to improve the skills using Mobile Application. *2020 International Conference on System, Computation, Automation and Networking (ICSCAN)*.
<https://doi.org/10.1109/icscan49426.2020.9262375>
- Jurnost, K., y Herrmann, D. (2017). EVALUATION OF TABLEXIA – A TABLET APPLICATION FOR TRAINING COGNITIVE ABILITIES OF CHILDREN WITH DYSLEXIA. *INTED proceedings*.
<https://doi.org/10.21125/inted.2017.1406>

- Kariyawasam, R., Nadeeshani, M., Hamid, T., Subasinghe, I., y Ratnayake, P. (2019a). A Gamified Approach for Screening and Intervention of Dyslexia, Dysgraphia and Dyscalculia. *2019 International Conference on Advancements in Computing (ICAC)*. <https://doi.org/10.1109/icac49085.2019.9103336>
- Kariyawasam, R., Nadeeshani, M., Hamid, T., Subasinghe, I., Samarasinghe, P., y Ratnayake, P. (2019b). Pubudu: Deep Learning Based Screening And Intervention of Dyslexia, Dysgraphia And Dyscalculia. *2019 14th Conference on Industrial and Information Systems (ICIIS)*. <https://doi.org/10.1109/iciis47346.2019.9063301>
- Larco, A., Carrillo, J., Chicaiza, N., Yanez, C., y Luján-Mora, S. (2021). Moving beyond Limitations: Designing the Helpdys App for Children with Dyslexia in Rural Areas. *Sustainability*, *13*(13), Article 7081. <https://doi.org/10.3390/su13137081>
- Madeira, J., Silva, C., Marcelino, L., y Ferreira, P. (2015). Assistive Mobile Applications for Dyslexia. *Procedia Computer Science*, *64*, 417–424. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2015.08.535>
- Martins, V. F., Lima, T., Sampaio, P. N. M., y de Paiva, M. (2016). Mobile application to support dyslexia diagnostic and reading practice. *2016 IEEE/ACS 13th International Conference of Computer Systems and Applications (AICCSA)*. <https://doi.org/10.1109/aiccsa.2016.7945710>
- Z.N. Mohamed Zain (2014) USING ENGLISH LEARNING APPLICATION IN MOBILE ENVIRONMENT TO SUPPORT LEARNING OF DYSLEXIC STUDENTS, *EDULEARN14 Proceedings*, 4388.

- Oliveira, M. L. D., y Galembeck, E. (2015). Using a web analysis tool to evaluate an educational app usage. *International Journal of Mobile Learning and Organisation*, 9(2), 146. <https://doi.org/10.1504/ijmlo.2015.070705>
- Organización Mundial de la Salud (2019). *Clasificación Internacional y Estadística de Enfermedades y Problemas Relacionados con la Salud*, (11º edición). Autor. <https://icd.who.int/es>
- Özbek, A. B., (2021). Development of and User Experience With the Comprehension Strategies Mobile App (COSMA). *Learning Disabilities: A Contemporary Journal* 19(2), 189-206
- Özbek, A. B., y Ergül, C. (2021). Effectiveness of Comprehension Strategies Mobile App (COSMA) on Reading Comprehension Performances of Students With Learning Disabilities. *Journal of Special Education Technology*, 37(2), 297–309. <https://doi.org/10.1177/01626434211013540>
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., . . . Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*, 71, 1-9. <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>
- Polat, E., Cagiltay, K., Aykut, C., y Karasu, N. (2019). Evaluation of a tangible mobile application for students with specific learning disabilities. *Australian Journal of Learning Difficulties*, 24(1), 95–108. <https://doi.org/10.1080/19404158.2019.1613437>

- Politi-Georgousi, S., y Drigas, A. (2020). Mobile Applications, An Emerging Powerful Tool for Dyslexia Screening and Intervention: A Systematic Literature Review. *International Journal of Interactive Mobile Technologies (iJIM)*, 14(18), 4–17.
<https://doi.org/10.3991/ijim.v14i18.15315>
- Rajapakse, S., Polwattage, D., Guruge, U., Jayathilaka, I., Edirisinghe, T., y Thelijjagoda, S. (2018). ALEXZA: A Mobile Application For Dyslexics Utilizing Artificial Intelligence And Machine Learning Concepts. *2018 3rd International Conference on Information Technology Research (ICITR)*.
<https://doi.org/10.1109/icitr.2018.8736130>
- Rello, L., y Baeza-Yates, R. (2013). Good fonts for dyslexia. *Proceedings of the 15th International ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility*.
<https://doi.org/10.1145/2513383.2513447>
- Rohizan, R., Soon, L. H., y Mubin, S. A. (2020a). MathFun: Examining the Effectiveness of Calculic Model in Designing App for Dyscalculia Children. *Journal of Physics: Conference Series*, 1712(1), 012031.
<https://doi.org/10.1088/1742-6596/1712/1/012031>
- Rohizan, R., Soon, L. H., y Mubin, S. A. (2020b). MathFun: A Mobile App For Dyscalculia Children. *Journal of Physics: Conference Series*, 1712(1), 012030.
<https://doi.org/10.1088/1742-6596/1712/1/012030>
- Sans, A., Boix, C., Colomé, R., López-Sala, A., y Sanguinetti, A. (2012). Trastornos del Aprendizaje. *Pediatría Integral*, 16(9), 691-699.
<https://www.pediatriaintegral.es/numeros-anteriores/publicacion-2012-11/trastornos-del-aprendizaje/>

- Skiada, R., Soroniati, E., Gardeli, A., y Zissis, D. (2014). EasyLexia: A Mobile Application for Children with Learning Difficulties. *Procedia Computer Science*, 27, 218–228. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2014.02.025>
- Svensson, I., Nordström, T., Lindeblad, E., Gustafson, S., Björn, M., Sand, C., Almgren/Bäck, G., y Nilsson, S. (2019). Effects of assistive technology for students with reading and writing disabilities. *Disability and Rehabilitation: Assistive Technology*, 16(2), 196–208. <https://doi.org/10.1080/17483107.2019.1646821>
- Tariq, R., y Latif, S. (2016). A Mobile Application to Improve Learning Performance of Dyslexic Children with Writing Difficulties. *Educational Technology y Society*, 19(4), 151–166.
- Vega, F. C., Soriano-Ferrer, M., y Rello, L. (2019). Dislexia. Ni despiste, ni pereza: Todas las claves para entender el trastorno. La esfera de los libros.
- Yeo, K. J., y Lim, W. W. (2019). A Systematic Review of Learning Application for Students with Dyslexia. *Indian Journal of Public Health Research y Development*, 10(9), 1871-1874. <https://doi.org/10.5958/0976-5506.2019.02727.x>