

Realidad aumentada para estimular los movimientos oculares en la lectura de personas con discapacidad

Arcelia Bernal Díaz - Universidad Nacional Autónoma de México
 María Teresa Barrón Tirado - Universidad Nacional Autónoma de México
 Javier Mercado Velázquez - Universidad Nacional Autónoma de México
 José Alfredo Romero Vargas - Universidad Nacional Autónoma de México

 0000-0003-3129-2360
 0000-0002-1133-2225
 0000-0001-8995-3737
 0000-0001-9965-9080

Recepción: 16.06.2022 | Aceptado: 25.10.2022

Correspondencia a través de **ORCID**: Javier Mercado Velázquez

 **0000-0001-8995-3737**

Citar: Bernal Díaz, A, Barrón Tirado, MT, Mercado Velázquez, J y Romero Vargas, JA (2022). Realidad aumentada para estimular los movimientos oculares en la lectura de personas con discapacidad. *REIDOCREA*, 11(51), 596-602.

Agradecimiento: Facultad de Estudios Superiores Aragón de la Universidad Nacional Autónoma de México y JUTE

Área o categoría del conocimiento: Multidisciplinar

Resumen: Ante los cambios para integrar a las personas con discapacidad nos enfrentamos a construir diversos materiales didácticos tecnológicos para el aprendizaje de la lectura, algunos de ellos se basan en juegos para captar su atención. El objetivo de esta investigación fue diseñar un software que estimule los movimientos oculares para fortalecer la lectura de las personas con discapacidad. Para su desarrollo se empleó realidad aumentada, se diseñaron las imágenes y se usaron redes sociales para su ejecución, la aplicación consta de impulsos para mejorar la memoria y visión. Los resultados serán desplegados en dispositivos móviles. Este material didáctico tecnológico se utiliza actualmente en línea con los niños y prestadores del Programa Psicopedagógico de la FES Aragón, se contempla un semestre para realizar las observaciones y ajustes necesarios. Al aplicarlo observamos que fue atractivo para las personas con discapacidad al seguir las secuencias de imágenes en realidad aumentada, se ajustó el tiempo para efectuar los movimientos, debido a la rapidez con que estaba programado, así mismo se estimuló la imitación ocular de las imágenes para la lectura. Por lo que consideramos que el software cumple con el objetivo.

Palabra clave: Software

Augmented reality to stimulate eye movements for reading in people with disabilities

Abstract: Facing the changes to integrate people with disabilities, we build technological didactic materials for learning to read, some of them are focused in caught their attention. This research objective was to design a software that stimulates the eye movements to strengthen the reading of people with disabilities. Augmented reality was used for its development, images were designed, and social networks were used for its execution, the application consists of impulses to improve memory and vision. The results will be deployed on mobile devices. This technological didactic material is currently used online with the children and providers of the FES Aragón Psych Pedagogical Program, a semester is contemplated to make the necessary observations and adjustments. When applying it, we detected that people with disabilities when following the sequences of images in augmented reality they found it attractive. The time to carry out the movements was adjusted, due to the speed with which it was programmed, likewise the ocular imitation of the images was stimulated. Therefore, we consider that the software meets the objective.

Keyword: Software

Introducción

Ante la pandemia de COVID-19, se dejó de llevar a cabo la educación presencial, la forma emergente de abordarla fue en entornos virtuales en el cual las tecnologías se adecuaron para el manejo de contenidos educativos. Actualmente se diseñan en la carrera de Pedagogía e Ingeniería en Computación un software para ejercicios de estimulación de

movimientos oculares, con el propósito de fortalecer la lectura de las personas con discapacidad.

La visión humana es un proceso que integra los ojos y el cerebro mediante una red de neuronas, receptores y células especializadas. Este sistema depende de un buen número de procesos cognoscitivos y emocionales como la atención, la memoria y el procesamiento de información que, en conjunto, facilitan el ahorro de recursos cognoscitivos para prestar atención consciente a tareas que así lo requieran. En un porcentaje alto, la visión humana procesa información de manera automática para “la interpretación del mundo exterior mediante sistemas internos de codificación y representación a través de la extracción de información contenida en las imágenes retinianas” (Pons y Martínez, 2004, p. 15). El ojo es el órgano básico del sentido de la visión. Es capaz de percibir cambios de luz y transformarlos en impulsos eléctricos, lo que permite obtener una gran cantidad de información sobre el mundo externo, como la distancia a la que se encuentran las cosas, la forma, el tamaño y el color de los objetos y la velocidad a la que estos se mueven; esto garantiza que el ser humano tenga una representación confiable de su entorno para tomar decisiones con celeridad (Pons y Martínez, 2004). Movimientos sacádicos. Son pequeños saltos rápidos y precisos sometidos tanto a un control voluntario como involuntario o inducido, responsables del reconocimiento, procesamiento de información visual y asociados con movimientos de la cabeza. Están encargados de conseguir un cambio de blanco para percibir diferentes imágenes (Gila et al., 2009). Los movimientos sacádicos voluntarios y autoinducidos son provocados por la aparición de un estímulo específico o como respuesta a órdenes, por ejemplo, “mire a la derecha” o “mire hacia abajo”. No están determinados por cambios en la periferia, sino que están guiados internamente por procesos cognoscitivos como la memoria, la atención, la monitorización y el control inhibitorio (Crevits y Vandicrendonck, 2005; Cooke, 2005). Los movimientos sacádicos voluntarios están acompañados de movimientos prosacádicos, encargados de dirigir la mirada hacia un nuevo estímulo, así como de movimientos antisacádicos, encargados de alejar la mirada de un estímulo (Gila et al., 2009). Por otro lado, los involuntarios son respuestas reflejas de orientación desatadas por la aparición súbita de un estímulo en la periferia del campo visual, por un cambio inesperado en el ambiente o por la presencia de un estímulo novedoso (Crevits y Vandicrendonck, 2005). Se relacionan con la supervivencia, pues permiten detectar rápidamente señales de peligro (Duchowski, 2017).

Los movimientos sacádicos, que se definen como movimientos rápidos de los ojos entre dos puntos de fijación (Gila et al., 2009), y se miden por medio del test de DEM (test del desarrollo de los movimientos oculomotores), desarrollado para medir la velocidad, precisión y amplitud del movimiento sacádico, indicando cual es la deficiencia oculomotora y si esta es de origen oculomotor o de otro origen. Ello permite saber qué tipo de especialista lo debe tratar, por ejemplo: el psicólogo, el neurólogo, el optómetra, entre otros, o si requiere manejo por parte de un equipo interdisciplinario (Richman y Garzia, 1987). En cuanto a la integridad visomotora, esta es la capacidad de transformar objetos visualmente percibidos con una expresión motora, la cual requiere la percepción visual intacta y velocidad psicomotora. (Camacho et. al, 2013, p15). En el diagnóstico del procesamiento de la información visual: donde se han detectado problemas en áreas como la lateralidad, direccionalidad, percepción de forma y memoria visual. Por lo anterior se diseña un software para estimulación de los movimientos sacádicos en el cual se estimulan los movimientos de los ojos en forma vertical, horizontal y oblicuo, así como el punto próximo a través de la imitación de imágenes emitidas en el monitor.

En la lectura los ojos fijan la mirada en un punto, extraen la información que necesitan y saltan al siguiente. Para que la fijación sea efectiva se necesita que la imagen coincida con la fóvea (es la zona de la retina con máxima agudeza visual) y durante el tiempo de la fijación se extrae la información necesaria de aquello que se está viendo, en ese momento se produce un enganche, acto seguido se produce el desenganche, la fóvea ya no actúa y empieza a trabajar la retina periférica que rastrea dónde va a ser el siguiente salto, cuando localiza el punto exacto, la retina periférica deja de actuar y se vuelve a producir el enganche para que la fóvea saque la información del siguiente punto. Estos movimientos son importantes porque en la lectura nos ayuda a pasar de una palabra a otra en una línea y a saltar cuando terminamos de una línea a otra. Por otra parte, al leer, los ojos efectúan movimientos sacádicos que se combinan con fijaciones, que consiguen que en los periodos cortos la imagen se estabilice. Los movimientos sacádicos que intervienen mayormente durante la lectura son cortos, aunque también se necesitan movimientos más largos, que son los que intervienen cuando el lector se dispone a leer un párrafo completo e irían desde el principio al final de la línea. Estos movimientos sacádicos tienen el nombre de barridos de retorno (Slattery y Vasilev, 2019).

En concordancia con lo anterior, en el ámbito de la educación se advierten los beneficios que aporta el empleo de la Realidad Aumentada (RA) en tanto que opera bajo la idea de la creación de ambientes virtuales, estos pueden utilizarse desde una perspectiva inclusiva que permite a los actores interactuar dentro de los mismos, razón por la cual es plausible el desarrollo de entornos que faciliten aprendizajes en aras de atender problemáticas de carácter psicopedagógico (Fombona, et al., 2012; Brito y Vicente, 2018; Ramírez, et al., 2019; Nuñez, et al., 2021). Otra de las ventajas de la incorporación de la RA respecto a la inclusión, refiere a la versatilidad que ésta posee, debido a los diversos formatos en los que es posible su ejecución, por lo que “puede considerarse como una tecnología adecuada para la diversidad de niveles, de áreas y contextos educativos” (Cabero y García, 2016, p.113).

En situaciones de aprendizaje, se pueden encontrar investigaciones que concluyen que la RA tiene un potencial para “acercar al alumno a una mejor comprensión de los contenidos por medio del marco tecnológico e innovador que conlleva, y por sus características innatas relativas a la experiencia interactiva y tridimensional del espacio” (Maquilón, et al., 2017, p.201), además de que hacen énfasis en que, esta tecnología puede cambiar las situaciones de los sujetos en riesgo de exclusión, gracias a que proporcionan las aptitudes necesarias para tener éxito en el mundo digital, apreciándose así, repercusiones en su entorno inmediato (Nuñez, et al., 2001). En relación con ello, dentro del diseño del software se consideraron aspectos que, a continuación, se presentan.

Objetivo

El objetivo de esta investigación fue diseñar un software que estimule los movimientos oculares para fortalecer la lectura de las personas con discapacidad.

Método

Esta investigación se fundamenta en la investigación acción se relaciona con los problemas prácticos cotidianos experimentados por los profesores y alumnos, en la cual se interpreta lo que ocurre en la vida cotidiana, Elliot (2000), esta puede ser desarrollada por ellos mismos o en colaboración con otros.

La Investigación Acción: consiste en profundizar la comprensión (diagnóstico de su problema, por lo tanto, presenta una postura exploratoria), así a través de la acción emprendida permitirá cambiar la situación detectada, esto permite explicar lo que sucede para posteriormente elaborar un guion para solucionar la problemática encontrada.

Basados en esta metodología: en la primera fase se realizó un diagnóstico a las personas con discapacidad sobre los movimientos sacádicos para la enseñanza de la lectura. En la segunda fase se propuso realizar un software de los movimientos oculares basados en realidad aumentada, la cual que permite al usuario observar el mundo real con elementos virtuales superpuestos y combinados, (Azuma, 1997), las imágenes permiten que los niños imiten los ejercicios. En la tercera fase se realizaron pruebas preliminares, en donde se advirtió la necesidad de ajustar los tiempos de presentación. Posteriormente se realizaron las modificaciones pertinentes para una respuesta mejor en su implementación. Consecuentemente, las personas han ejercitado cotidianamente sus movimientos oculares (Figura 1).

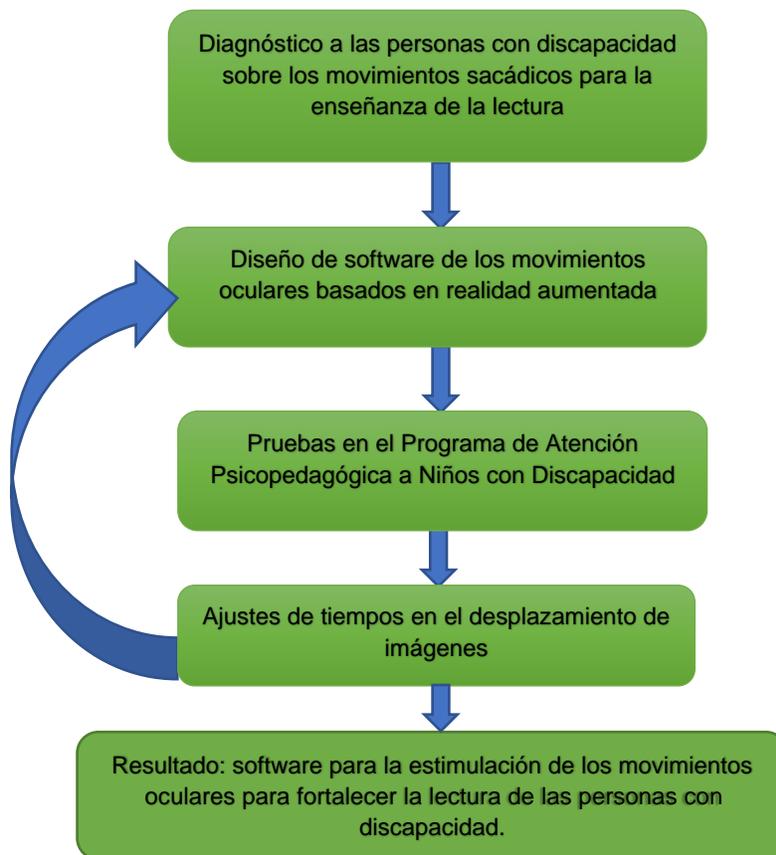


Figura 1. Metodología investigación acción: diagnóstico, diseño de software, pruebas, ajustes necesarios y software.

Este fue un trabajo colaborativo entre los prestadores y docentes de Pedagogía e Ingeniería en Computación, se construye un software para el apoyo y estimulación de los movimientos sacádicos para personas con problemas visuales. Se realiza una valoración cuantitativa del software para medir sus avances de los movimientos oculares y de la lectura.

Los efectos de los movimientos oculares podrán ser desplegados en dispositivos móviles a través de las aplicaciones de Facebook e Instagram, las cuales serán de uso público y sin

costo, para cualquier usuario de estas plataformas. Para desarrollar los efectos se empleó la tecnología que nos provee Facebook denominada *SparkAr*, los cuales permiten aportar información semántica y crear experiencias de Realidad Aumentada. Otra característica es su facilidad de uso, en la que los usuarios pueden compartir nuevos contenidos virtuales, listos para interactuar con la vida diaria (Gironacci, 2020), además de tener la libertad de desarrollar nuevos proyectos y ejecutarlos en sus plataformas. Cada efecto es un programa independiente, cuyo comportamiento lo define el desarrollador. Existen distintas formas de crear los efectos, por ejemplo: blueprints son módulos de programación que su ide (SparkAr studio) tiene implementados para que los programadores puedan desarrollarlos. De esta manera, se utilizó Javascript para la lógica de los filtros, se definieron funciones propias, además de usar las definidas en las bibliotecas de SparkAr y auxiliarnos de facilidades que provee el ide con los blueprints para programar elementos en la escena del usuario, comunicarlos y definir su comportamiento. Lo anterior nos permite desarrollar con mayor rapidez y mejor funcionalidad cada efecto. Para desarrollar los elementos gráficos se empleó Canva, el cual permite producir las distintas imágenes de los efectos y Blender para los modelos 3D.

Para utilizar el programa se desarrolló un manual de usuario del software para los dispositivos móviles con sistemas operativos IOS y Android, así mismo se capacitó a los prestadores de servicio en el que se les explica la manera de ejecutarlo.

Resultados

Se diseñó un software para el fortalecimiento de movimientos oculares, donde el usuario al ejecutar la app en su dispositivo móvil, se mostrará su fotografía junto con la imagen de bienvenida del sistema, la cual tendrá como objetivo imitar los movimientos sacádicos, a través de imágenes que aparecerán en el plano que está colocado en su frente (Figura 2).



Figura 2. Pantalla de bienvenida del software Memoria Ocular.

El usuario al tocar la pantalla, se iniciará el juego y se mostrará la imagen del usuario junto con las secuencias de movimientos sacádicos en su frente que deberá imitar durante el juego, las cuales son 9 diferentes: centro, abajo, arriba, arriba derecha, derecha, abajo derecha, abajo izquierda, arriba izquierda e izquierda (Figura 3).

Los movimientos aparecerán secuencialmente y cada segundo cambiará el movimiento que se deberá realizar, al imitarlos el juego emitirá una señal indicando que los hizo correcta o incorrectamente, en el caso exitoso el juego continuará y el nivel de dificultad aumentará

hasta que ocurra un fallo, lo cual reiniciará el juego dándole al usuario la opción de jugar nuevamente (Figura 4).

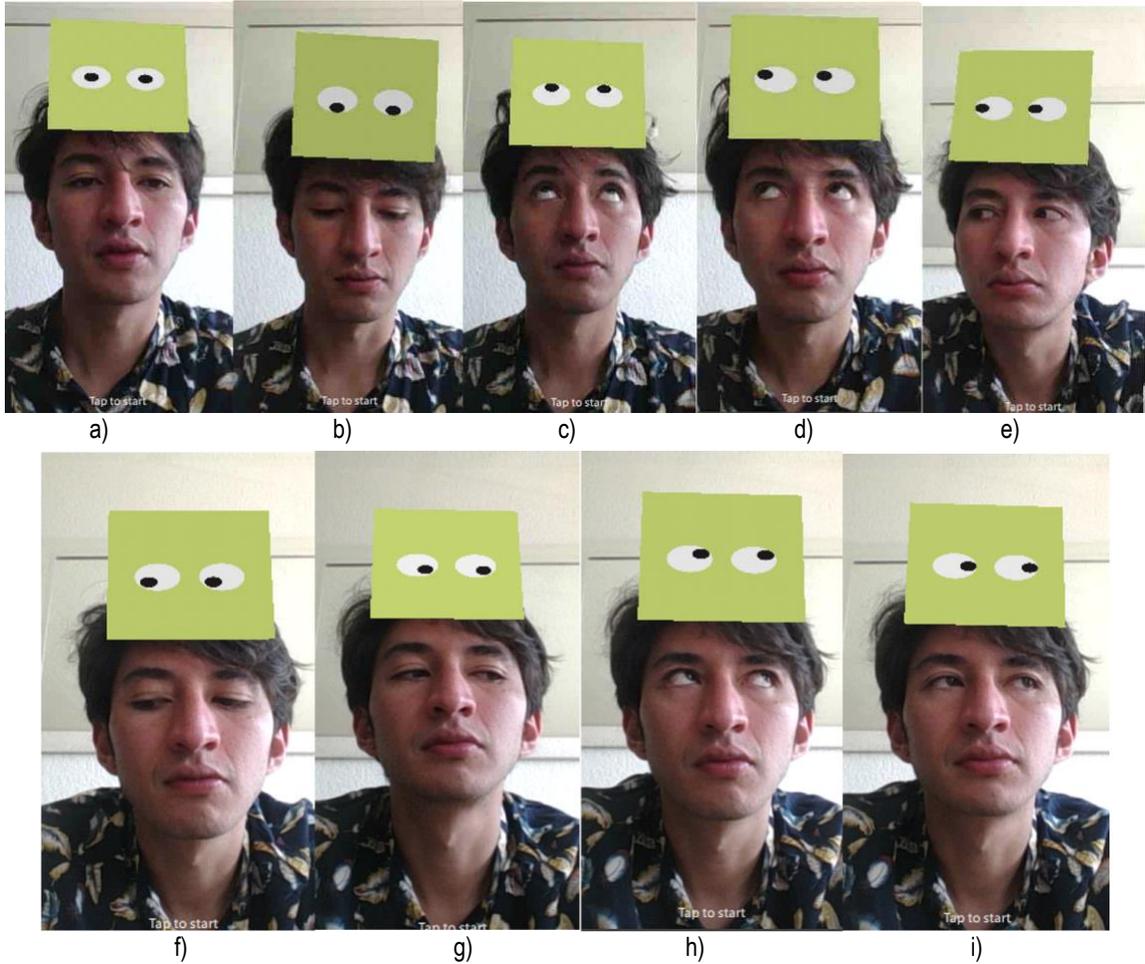


Figura 3. Imagen del usuario junto con la imitación de los movimientos. En las imágenes se muestra al usuario junto con la imitación de los movimientos sacádicos que deberá seguir, por ejemplo: a) centro, b) abajo, c) arriba, d) arriba derecha, e) derecha, f) abajo derecha, g) abajo izquierda, h) arriba izquierda, e i) izquierda.



Figura 4. Opción de repetir nuevamente el juego.

Las personas mostraron interés al realizar los ejercicios de los movimientos oculares en sus distintas posiciones, el uso de este software cumplió con el objetivo para el cual fue diseñado. Actualmente el programa es utilizado para estimular otras áreas como la atención, imitación, memoria, seguimiento de instrucciones. El resultado observado es que fue atractivo para las personas con discapacidad al seguir las secuencias de imágenes en realidad aumentada, se ajustó el tiempo para efectuar los movimientos, debido a la rapidez con que estaba programado, así mismo se estimuló la imitación ocular de las imágenes para la lectura.

Discusión

Se diseñó un software con el propósito de la estimulación de los movimientos oculares sacádicos para la lectura en personas con discapacidad. Se programaron efectos que reaccionan con los movimientos oculares de las personas. El programa puede ser ejecutado en sistemas móviles a través de las redes sociales, esto lo hace versátil y fácil de utilizar. El software actualmente se aplica en línea con los niños del Programa de Atención Psicopedagógica de la FES Aragón, la evaluación del software se realiza a partir de las experiencias de los participantes y de las observaciones de pedagogos dedicados a la enseñanza de la lectura.

Referencias

- Azuma, R (1997). A survey of augmented reality. *Presence: teleoperators & virtual environments*, 6(4), 355-385.
- Brito, C y Vicente, P (2018). Realidad virtual y sus aplicaciones en trastornos mentales: una revisión. *Revista chilena de neuro-psiquiatría*, 56(2), 127-135. <https://doi.org/10.4067/s0717-92272018000200127>
- Cabero, J y García, F (2016). Realidad aumentada. Tecnología para la formación. *Síntesis*.
- Camacho, M, Durán, S y Martínez, C (2013). Prevalencia de las disfunciones en los movimientos sacádicos, habilidades perceptuales visuales e integración visomotora en niños emétopes entre seis y siete años de estratos 1 y 2 de la ciudad de Bogotá. *Ciencia y Tecnología para la Salud Visual y Ocular*, 11(2), 13-25.
- Cooke, L (2005). Eye tracking: How it works and how it relates to usability. *Technical communication*, 52(4), 456-463.
- Crevits, L, & Vandierendonck, A (2005). Gap effect in reflexive and intentional prosaccades. *Neuropsychobiology*, 51(1), 39-44.
- Duchowski, A (2017). *Eye tracking methodology: Theory and practice*. Springer.
- Elliott, J (1990). *La investigación-acción en educación*. Ediciones Morata.
- Fombona, J, Pascual, M y Ferreira, M (2012). Realidad aumentada, una evolución de las aplicaciones de los dispositivos móviles. *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*, 1(41), 197-210.
- Gila, L, Villanueva, A y Cabeza, R (2009). Fisiopatología y técnicas de registro de los movimientos oculares. In *Anales del sistema sanitario de Navarra* 32(3), 9-26.
- Gironacci, L (2020). Spark Ar. Una nueva herramienta para diseñar realidad Aumentada. *EME Experimental Illustration, Art & Design*, 8(8), 74-81. <https://doi.org/10.4995/eme.2020.13212>
- Maquilón, J, Mirete, A y Avilés, M (2017). La Realidad Aumentada (RA). Recursos y propuestas para la innovación educativa. *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 20(2), 183-203.
- Núñez, B, Santamaría, R y Sánchez, P (2021). El uso de la realidad aumentada en las aulas inclusivas a partir de las necesidades docentes. *Opción*, 37(94), 102-120.
- Ramírez, I, Contreras, A, Maldonado, C y Choque, F (2019). Realidad virtual y aumentada: Propuestas educativas para la diversidad funcional. *Infancias, cuerpo y discapacidad*, 2(2), 1-6.
- Richman, J, & Garzia, R (1987). *Developmental Eye Movement Test (DEM)*. Bernel.
- Slatery, TJ, & Vasilev, MR (2019). An eye-movement exploration into return-sweep targeting during reading. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 81(5), 1197-1203.