

## **EVIN, UNA APLICACIÓN ADAPTATIVA INTEGRAL PARA EL ENTRENAMIENTO VISUAL ONLINE DE NIÑOS CON BAJA VISIÓN**

**Carlos Manuel Santos Plaza**

Organización Nacional de Ciegos de España, ONCE  
carlosantos@telefonica.net

**Yolanda Matas Martín**

Universidad Nacional de Educación a Distancia, UNED  
yolandamatas@telefonica.net

**Félix Hernández Del Olmo**

Universidad Nacional de Educación a Distancia, UNED  
felixh@dia.uned.es

**Elena Gaudioso Vázquez**

Universidad Nacional de Educación a Distancia, UNED  
elena@dia.uned.es

*Recepción Artículo: 22 octubre 2021*

*Admisión Evaluación: 22 octubre 2021*

*Informe Evaluador 1: 23 octubre 2021*

*Informe Evaluador 2: 24 octubre 2021*

*Aprobación Publicación: 24 octubre 2021*

### **RESUMEN**

La baja visión es una deficiencia visual que no puede ser mejorada con ayudas ópticas convencionales. No obstante, para incrementar sus habilidades estas personas pueden seguir un programa de entrenamiento visual planificado y supervisado por un experto en este campo. Este entrenamiento es especialmente efectivo en niños, debido a su plasticidad para aprender. Pero, debido a la falta de expertos especializados, las sesiones de entrenamiento son generalmente menos frecuentes de lo que sería conveniente. Los programas de entrenamiento visual online son una solución para mitigar este problema, porque pueden ser llevado a efecto por expertos y familias de forma conjunta. De este modo, desarrollamos la aplicación Estimulación Visual en Internet (EVIN), que proporciona un programa de entrenamiento visual en diferentes tareas a través de juegos. Además, presenta informes de los resultados de los niños durante el entrenamiento. Aunque en trabajos anteriores ya se ha probado la utilidad de EVIN, se ha visto necesaria abordar dos nuevas metas: (i) proporcionar algún tipo de soporte en EVIN que ayude a expertos y familias a trabajar juntos debido, entre otras causas, a la gran variedad de ejercicios y configuraciones que pueden ser prescritas a los niños y, (ii) diseñar un riguroso experimento para comparar el entrenamiento visual en niños con EVIN con el entrenamiento con métodos tradicionales. Para afrontar estos objetivos, presentamos una versión adaptativa de EVIN que proporciona una nueva herramienta que permite al experto planificar el entrenamiento visual usando plantillas de ejercicios prediseñadas. Además, hemos desarro-

llado nuevas métricas e informes que permiten valorar con mayor precisión los resultados de los niños. Todo ello nos ha permitido desarrollar un experimento para evaluar si se produce mejora significativa en los niños entrenados con EVIN.

**Palabras clave:** baja visión; entrenamiento visual; plataformas online, sistemas adaptativos

### **ABSTRACT**

**EVIN, an adaptive, comprehensive application to support home-based visual training for children with low vision.** Low vision is a visual impairment that cannot be improved by standard vision aids such as glasses. Therefore, to improve their visual skills, people affected by low vision usually follow a visual training program planned and supervised by an expert in this field. Visual training is especially suitable for children because of their plasticity for learning. However, due to a lack of experts specializing in this field, training sessions are usually less frequent than optimal. As a result, home-based visual training has emerged as a solution to mitigate this problem because it can be undertaken by experts and families together. Therefore, we implemented the Visual Stimulation on the Internet (EVIN) application, which provides comprehensive visual training tasks through games. In addition, it provides reports on children's performance in these visual training tasks. However, although EVIN has already proven its usefulness in previous works, two main solutions are needed: (i) some kind of support setup in EVIN to help experts

and families work together because, among other things, of the large variety of exercises and different configurations that can be prescribed to the child and (ii) a rigorous experimental design to compare children trained with EVIN with children trained with traditional materials. To face these challenges, we present an adaptive version of EVIN that provides a new design tool that allows expert to plan visual training tasks through templates in advance. In addition, we developed new metrics and reports to achieve a more accurate assessment of children's improvement. Among other results, it allowed us to develop an authoritative experiment to evaluate significant improvements in those children trained with EVIN.

**Keywords:** low vision; visual training; on-line platforms; adaptive systems

### **INTRODUCCIÓN**

La visión es uno de nuestros principales medios para obtener información del entorno que nos rodea e interrelacionarnos con él. Se calcula que aproximadamente el 40 % de las entradas sensoriales son visuales y que casi la mitad de nuestra corteza cerebral está dedicada al procesamiento de la información visual, lo que es un claro indicativo de la importancia de la visión para el ser humano (Abril, A. del y otros, 2001).

La optimización del uso de la visión, que es el propósito de la estimulación/entrenamiento visual, es fundamental en los alumnos con bajo resto visual, con deficiencias visuales cerebrales y en los que, por la concurrencia de otras deficiencias asociadas o dificultades en áreas específicas perceptivo visuales, no aprovechan al máximo su sentido visual. Debe realizarse siempre que, después de una cuidadosa valoración, se detecte que el alumno no alcanza el desarrollo visual adecuado a su edad y nivel cognitivo, ya sea en general o en alguna de las áreas visuales específicas. Esta intervención se debe intentar aplicar durante el período sensible de desarrollo visual, cuando esto sea posible, pero se puede y se debe intervenir en cualquier otro momento evolutivo.

En lo referente a los niños con baja visión, es un experto quien elabora un programa de estimulación visual, pudiendo realizar la intervención de forma directa, o bien delegar en terceras personas, por lo general profesores y/o familiares del alumno, posibilitando su ejecución en el entorno del niño (en casa, en el colegio, etc.). Debido a la escasez de expertos en baja visión, esta aproximación es la más habitual. La persona encargada de guiar este proceso necesitará explicaciones sobre la forma de actuar con más o menos detalle, dependiendo de su grado de experiencia.

Diversos trabajos han demostrado la eficacia del uso de las computadoras como medio para realizar entrenamientos visuales [Hammarlund, 1994, Jaritz et al., 1994]. Las Tecnologías de la Información y Comunicación, TIC, se han incorporado plenamente en el ámbito educativo ya que, entre otras cosas, permiten un alto grado de

individualización y posibilitan el acceso a los recursos educativos en cualquier instante y desde cualquier lugar.

Una aplicación, que sirva de soporte al proceso de estimulación visual en el entorno del niño, debe:

Disponer de ejercicios variados que permitan el entrenamiento en tareas visuales básicas.

Presentar características estimulables adecuadas para niños con baja visión (contraste, tamaño, tiempo de presentación, etc.),.

Ser intuitiva y fácil de usar por personas con poca experiencia en el área.

Presentar capacidades de monitorización y seguimiento que permitan valorar las necesidades del niño y observar los progresos alcanzados, ayudando en la toma de decisiones.

Disponer de mecanismos que permitan trabajar a varias personas con el mismo niño, compartiendo información sobre su evolución a lo largo del proceso.

Una aplicación con estas características permitiría al especialista en baja visión centrarse en los dos aspectos fundamentales de este proceso: la planificación de los entrenamientos y la continua valoración de las habilidades visuales del niño [Matas et al., 2019]. No se conocen aplicaciones que cumplan estos requisitos. Por esta razón, se ha implementado EVIN (Estimulación Visual en Internet) [Matas et al., 2017], una plataforma web que permite al usuario ejercitarse en las tareas visuales básicas mediante juegos. Estos juegos pueden ser configurados, estableciendo diferentes niveles de dificultad y permitiendo adaptar sus características a distintos grados de discapacidad visual. Sin embargo, esta flexibilidad dificulta el uso de EVIN por personas sin la suficiente experiencia.

Para facilitar la colaboración con las familias y/o los profesores, en este trabajo presentamos una versión adaptativa de EVIN con una herramienta de diseño que permite al experto planificar por adelantado secuencias de ejercicios que, posteriormente, se presentan de forma adaptativa. Además, hemos definido métricas e informes de evaluación que han permitido realizar, de forma precisa, un experimento sobre la mejora significativa de aquellos niños entrenados con EVIN [Matas et al., 2019].

El juego seleccionado para realizar este trabajo, denominado Exploraciones, es un ejercicio utilizado tradicionalmente en estimulación visual. Su importancia radica en que permite el entrenamiento en la realización de recorridos ordenados. Ferrell, (2010) considera la capacidad de realizar barridos visuales y fijaciones repetidas para observar una serie de estímulos visuales, como una de las siete habilidades visuales básicas. Esta habilidad es esencial para realizar eficientemente muchas tareas, incluida la de lectura.

## OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

Las dos hipótesis que guiaron el trabajo fueron las siguientes. La intervención mediante estimulación visual en niños con baja visión sería más eficaz si: (i) un sistema para realizar entrenamientos visuales más dinámico, accesible y con capacidades de monitorización está disponible, y (ii) el especialista puede colaborar con las familias con objeto de enriquecer el trabajo con el niño mediante una plataforma adaptativa y ubicua.

Para verificar estas dos hipótesis, se desarrolló una versión adaptativa del sistema EVIN con el propósito de alcanzar los siguientes objetivos: (i) monitorizar la interacción de los niños con el sistema; (ii) proporcionar una ayuda para que expertos y familias trabajen de forma conjunta y sean capaces, entre otras cosas, de tomar la decisión más adecuada frente al elevado número de opciones existentes para configurar un ejercicio dentro de EVIN; (iii) diseñar de forma rigurosa un experimento que compare los resultados obtenidos por aquellos niños entrenados con EVIN frente a aquellos otros entrenados con materiales tradicionales; y (iv) desarrollar nuevas métricas que permitan evaluar con mayor precisión la mejora del niño tras la realización de los entrenamientos visuales.

## MUESTRA

Con el fin de poder conseguir la muestra necesaria para la evaluación y el desarrollo del proyecto, se promovió y consiguió la firma de un Convenio de colaboración con la Dirección de Educación, Empleo y Promoción Cultural de la ONCE. Así mismo, fue fundamental la colaboración de la Fundación CISEN (Centro de Integración Sensorial). Además, participó un alumno adulto con deficiencia visual cerebral adquirida, con dificultades en la realización de recorridos ordenados.

## **EVIN, UNA APLICACIÓN ADAPTATIVA INTEGRAL PARA EL ENTRENAMIENTO VISUAL ONLINE DE NIÑOS CON BAJA VISIÓN**

En total, veintitrés alumnos participaron en la experiencia. De estos veintitrés niños, la mitad fueron seleccionados al azar para someterse a una intervención con EVIN, y los niños restantes siguieron el método estándar. Por varias razones ajenas al proyecto EVIN, sólo una fracción de los niños terminó todas las tareas. Al final, se obtuvo un grupo de intervención de siete niños (grupo EVIN), y un grupo de control de cinco niños.

El grupo control estaba formado por cinco alumnos atendidos por maestros de la ONCE (n=2) y del Colegio CISEN (n=3). Los participantes tenían edades comprendidas entre 4 y 15 años (media 9,8 años).

Los siete participantes del grupo EVIN tenían edades comprendidas entre 4 y 21 años (media 10,3 años). Fueron atendidos por maestros de la ONCE (n=2) y del Colegio CISEN (n=4), mientras que el alumno adulto (n=1) realizó las actividades con un pequeño apoyo de la familia y de un experto en baja visión.

### **METODOLOGÍA**

Se diseñaron tres tipos de plantillas que utilizan el juego Exploraciones: pretest, postest e intervención. Las tres plantillas de evaluación previa están destinadas a evaluar las habilidades de cada niño en la tarea de exploración ordenada de estímulos visuales, antes de realizar las sesiones de entrenamiento. Cada una de estas plantillas tiene un nivel de dificultad diferente y contiene cuatro ejercicios con diferentes configuraciones. Las plantillas que se utilizan como postest están destinadas a evaluar las habilidades visuales del niño en la misma tarea que se ha estado entrenando, tras finalizar las sesiones de trabajo. Estas plantillas permiten valorar el progreso del niño. Las plantillas de intervención forman un completo conjunto de ejercicios que un niño debe realizar durante diferentes sesiones de entrenamiento. Se definieron treinta plantillas de intervención (diez para cada nivel de dificultad). Cada plantilla consta de un ejercicio que se repite 4 ó 5 veces.

Los maestros pasaron el pretest tanto a los alumnos del grupo control, como a los del grupo EVIN. Los niños asignados al grupo control siguieron un programa de entrenamiento visual. Los maestros realizaron la intervención con los materiales y programas de estimulación visual que se utilizan habitualmente con los alumnos con baja visión: Áreas Didácticas del método Mira y Piensa [Tobin et al., 1977], Programa

de Instrucción del método Barraga [Barraga and Morris, 1978], programa de Entrenamiento Visual por Ordenador, EVO [Rodríguez et al., 2001] y otros diversos juegos seleccionados por cada profesional. Los niños del grupo EVIN utilizaron los módulos de intervención del juego Exploraciones, para el entrenamiento de recorridos visuales libres y ordenados (horizontales y verticales).

Al finalizar la intervención, los maestros pasaron los postest a los alumnos de ambos grupos.

### **RESULTADOS ALCANZADOS**

Para medir el nivel de mejora en los niños con baja visión, hemos definido dos métricas principales, la velocidad (sp) y la tasa de aciertos (sr). La métrica sp mide el número de aciertos logrados durante el tiempo dedicado a realizar una tarea visual. Formalmente, definimos sp como:  $sp = \text{aciertos}/\text{tiempo}$ . Por otro lado, sr mide el número de aciertos obtenidos relativo al total de acciones que el niño realizó durante un ejercicio visual. Formalmente, definimos sr como:  $sr = \text{aciertos}/(\text{aciertos} + \text{fallos})$ .

Además, debido a que la tarea visual ejercitada en este experimento estaba basada en el juego Exploraciones de EVIN, incluimos una tercera métrica para sacar todo el partido de los datos disponibles. La tarea de Exploraciones en EVIN puede considerarse un juego de elección de bolas, sin reposición, de una urna con dos tipos de bolas: aciertos y fallos. consideramos que esta tarea sigue una distribución hipergeométrica con sesgo, ya que los niños elegirán las bolas de acierto con mayor probabilidad que las de fracaso. Por lo tanto, esta tarea sigue una distribución hipergeométrica no central de Wallenius [Johnson et al., 2005, Wallenius, 1963]. En esta distribución de probabilidad, cuanto mayor es la probabilidad asignada a las bolas de acierto, más seguros estamos de las habilidades del niño con baja visión. En consecuencia, usamos la probabilidad de elegir una bola correcta de la urna como métrica para evaluar las habilidades visuales del niño. A esta métrica la llamamos p.

Tras el análisis de los resultados, podemos concluir que el grupo EVIN mejora significativamente en la precisión al realizar la tarea, tras los entrenamientos visuales, respecto al grupo control. Sobre la velocidad no se han obtenido resultados significativos.

## DISCUSIÓN

La evaluación de EVIN consistió en la realización de un experimento para verificar su importancia como herramienta de intervención para niños con dificultades perceptivo visuales. Debido a que la población de niños con baja visión es muy pequeña, y a las dificultades surgidas para obtener las colaboraciones imprescindibles, se incluyó a niños con discapacidad intelectual y a un adulto joven con deficiencia visual cerebral adquirida. Como consecuencia de la reducida muestra final, tuvimos que explotar todos los datos que teníamos. Por una parte, desarrollamos nuevas métricas para medir con precisión el desempeño de los niños y, por la otra, aplicamos métodos estadísticos computacionales para capturar las diferencias más sutiles de una manera precisa. Este procedimiento fue necesario para medir la mejora de cada grupo, tanto en términos de precisión (medida mediante las métricas  $sr$  y  $p$ ), como de velocidad (medida mediante la métrica  $sp$ ), al realizar recorridos visuales. Así, concluimos que el grupo EVIN mejora en precisión  $p$  con respecto al grupo de control de forma significativa. En otras palabras, podemos inferir que EVIN mejora la capacidad de los alumnos significativamente (con un 90% de confianza) con respecto a los métodos tradicionales.

## CONCLUSIONES

Debido a que no es fácil encontrar aplicaciones que sirvan de soporte al proceso de estimulación visual en el entorno del niño y que sean accesibles para niños con baja visión, surge el proyecto EVIN [Matas et al., 2017], cuyo objetivo es el desarrollo de una plataforma educativa online que permita realizar entrenamientos visuales mediante juegos y la evaluación de los alumnos registrados en el sistema. Aunque EVIN cubre una gran parte de las tareas necesarias para realizar estimulación visual en el entorno del niño, el usuario debe decidir por sí mismo cómo adaptar los entrenamientos a las características individuales de cada niño. Esta labor es compleja, por lo que hay que tener un cierto grado de experiencia para poder abordarla adecuadamente. Sin embargo, la estimulación visual en niños requiere, en la mayoría de las ocasiones, la participación de tutores (maestros o familiares), que no tienen este conocimiento que posee el experto. Otro problema, no menos importante, es la necesidad de mecanismos de comunicación entre familias, profesores y especialistas,

El primer paso para abordar estos retos, ha sido la definición de un nuevo marco de trabajo para el proceso de estimulación visual realizado en el entorno del niño, utilizando un sistema adaptativo con soporte a las familias, mediante plantillas de ejercicios. Estas plantillas son definidas y actualizadas por el experto en baja visión y secuenciadas por el sistema, en función del progreso del niño y de sus características. Los informes de evaluación son generados automáticamente por el sistema y consultados por el especialista, que puede supervisar y ajustar los entrenamientos.

Este tipo de sistema es novedoso en el campo de la estimulación visual y las ventajas que aporta son las siguientes:

Ayudar a los profesores, especialmente a los menos expertos en este área o a los familiares del niño, proporcionándoles una guía que les ayude a realizar los entrenamientos visuales de una forma más eficiente.

Proporcionar ayuda al profesional experto que debe instruir tanto a los profesores menos experimentados como a las familias, para que sepan qué ejercicios son más adecuados para la persona con la que van a realizar los entrenamientos. Las orientaciones del sistema servirán de guía para la realización de la estimulación visual al seguir las indicaciones ajustadas al perfil del niño, secuenciando las plantillas siguiendo los criterios definidos por expertos en el dominio.

Contribuir a la realización del proceso de estimulación visual en el entorno del niño de una forma integral. Los módulos de evaluación permiten la valoración inicial del niño y también seguir su evolución durante el proceso de entrenamiento en la tarea de recorridos visuales ordenados.

Por otra parte, no hay pruebas de evaluación/valoración de la eficiencia visual baremadas y actualizadas. Aunque existen algunas pruebas baremadas (el Procedimiento de Valoración Diagnóstica de la Dra. Barraga [Barraga and Morris, 1978], la Lista de Control del Método Mira y Piensa [Tobin et al., 1977], etc.), éstas están obsoletas. Debido al tiempo transcurrido desde que fueron desarrolladas, sin haberse realizado ninguna actuali-

zación de las mismas, ni los estímulos presentados ni las propias tareas visuales se ajustan a las que realizan los niños en estos momentos. El módulo de valoración de EVIN, con el uso de plantillas y herramientas que permiten a los profesionales ajustar las mismas a cada caso particular, presenta un gran potencial para posibilitar el diseño de un programa completo y adaptable para la valoración del desarrollo perceptivo visual.

### **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- Abril, A. del y al. (2001). *Fundamentos Biológicos de la Conducta (2ª edición). Vol. II*. Madrid: Sanz y Torres.
- Barraga, N., Morris, J. (1978). Program to Develop Efficiency Vision Functioning. New York, NY, USA: American Printing House for the Blind.
- Ferrell, K. (2010). Visual development in normal and low vision children. In Corn, A. and Erin, J. E., editors, *Foundations of Low Vision: Clinical and Functional Perspectives*. 2nd Edition. New York. AFB Press.
- Hammarlund, J. (1994). Computer play for visually impaired pre-school children: a report from experimental work at TRC. Solna (Sweden). Technical report, Tomtebodas Resource Centre.
- Jaritz, G., Hyvaerinen, L., and Schaden, H. (1994). Multimodally stimulating materials. In et al., A. C. K., editor, *Low Vision. Research and new developments in rehabilitation*, pages 327\_330. Amsterdam: IOS Press.
- Johnson, N. L., Kemp, A. W., and Kotz, S. (2005). *Univariate discrete distributions*, volume 444. Hoboken, NJ, USA: Wiley.
- Matas, Y., Santos, C., Hernández-del-Olmo, F., and Gaudioso, E. (2017). Involving teachers, parents and rehabilitation instructors in visual training for visually impaired children: A web-based approach. *International Journal of Child-Computer Interaction*, 11:83\_89
- Matas, Y., Hernández-del-Olmo, F., Gaudioso, E., and Santos, C. (2019). An adaptive, comprehensive application to support home-based visual training for children with low vision. *IEEE Access*, 7:169018\_169028.
- Rodríguez, J., Vicente, M., Santos, C., and Lillo, J. (2001). EVO: computer-assisted visual training for people with visual impairment. *Revista Integración*, 36:5\_16.
- Tobin, M., Tooze, F., Chapman, E., and Moss, S. (1977). *Look and Think: A Hand-book on Visual Perception Training for Severely Visually Handicapped Children*. London, U.K.: Schools Council.
- Wallenius, K. T. (1963). Biased sampling; the noncentral hypergeometric probability distribution. Technical report, Applied Mathematics Statistics Labs, Stanford Univ., Stanford, CA, USA. Technical Report AD0426243.