

SOFTWARE DE PRUEBAS PARA DETECCIÓN DE NIVELES DE ATENCIÓN

TECHNOLOGICAL TOOL FOR MEASURING
LEVELS OF ATTENTION

María del Carmen Cabrera Hernández^{1*}
Abel Santillán Rodríguez¹
Marco Antonio Aceves Fernández¹
Carlos Jesus Pedraza Ortega¹
Manuel Toledano Ayala¹

¹*Facultad de Ingeniería
Universidad Autónoma de Querétaro
Querétaro, México*

*maria.delcarmen.cabrera@uaq.mx

RESUMEN

El diagnóstico del trastorno por déficit de atención e hiperactividad (TDAH) es con mayor frecuencia el que se realiza en la etapa temprana de la infancia. No es fortuito que los números varíen dependiendo del país y en algunos casos, como lo es México, se desconozcan las cifras oficiales de quienes padecen dicho trastorno; podríamos sugerir que es debido a los instrumentos de diagnóstico actuales, ya que ignoran los factores que intervienen en los mecanismos de atención, por ejemplo: el creciente número de TDAH podría estar sujeto a la noción social acerca de la infancia.

La mejora de los procesos para detectar el TDAH es primordial para los profesionales del campo, llevándoles a analizar constantemente las pruebas que se aplican. Dentro de esta búsqueda de innovación, se plantea un software moderno, basado en exámenes históricamente utilizados para el diagnóstico oportuno del TDAH y enfocado en el análisis de la atención visual.

Dentro del objetivo del artículo es fundamental comprender los cimientos y el proceso de la atención en los niños. Por tal motivo proponemos una solución tecnológica multidisciplinaria, debido a que es necesario para efectuar un cotejo más fino de los niveles de atención del usuario. En el presente trabajo se utilizaron herramientas de

seguimiento ocular en conjunto con pruebas de carga cognitiva y evaluaciones neuropsicológicas.

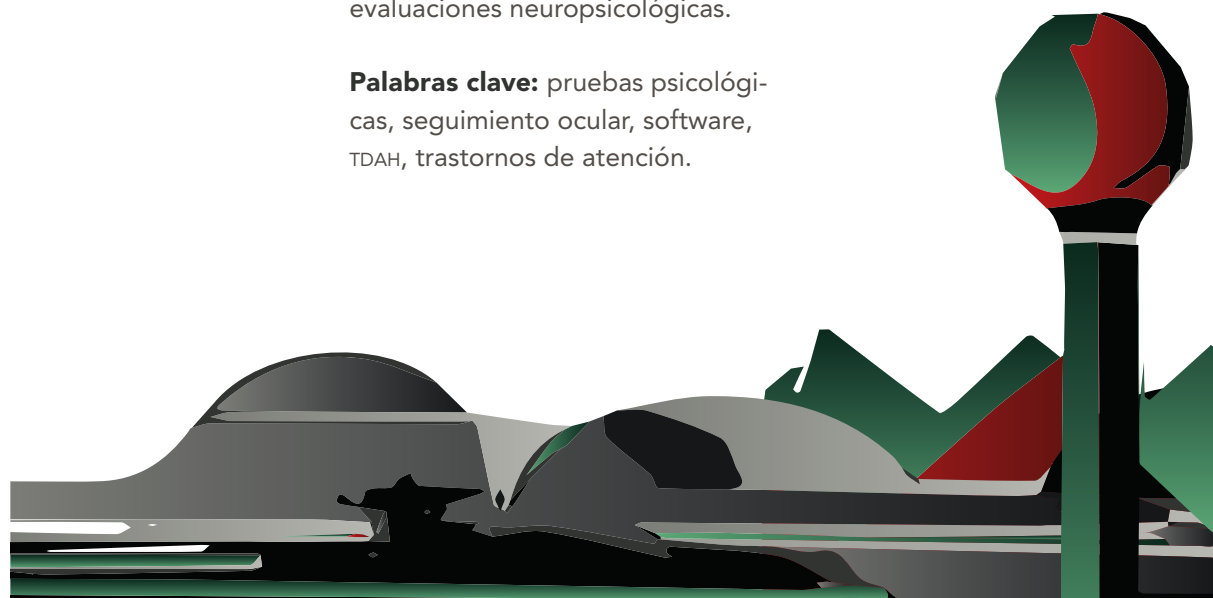
Palabras clave: pruebas psicológicas, seguimiento ocular, software, TDAH, trastornos de atención.

ABSTRACT

The diagnosis of attention disorders such as Attention Deficit Hyperactivity Disorder (ADHD) is the most common in school-age children, however, the figures vary depending on the children's country of residence, and in some cases, Mexico does not have official figures of how many children suffer from it, this is believed to be due to the fact that current diagnostic instruments do not take into account all the factors that influence the mechanisms of attention, for example, the concept of childhood in society could be influencing the growing number of ADHD cases, among other factors.

In this work, a proposal for a technological tool supported by various disciplines is presented that contributes to the objective of understanding how the attention process is in children to measure the levels of attention, using eye tracking tools. In conjunction with cognitive load tests and neuropsychological assessments.

Keywords: psychological tests, eye tracking, software, adhd, attention disorders.





INTRODUCCIÓN

El trastorno de déficit de atención (TDAH) es una perturbación del desarrollo y aprendizaje, fruto de la falta de control de determinadas áreas cerebrales sobre la conducta. Dentro del espectro de los trastornos crónicos el TDAH es el que cuenta con mayor visibilidad, por lo mismo se ha reportado que tiene una prevalencia del 5 % de la población a nivel mundial [1] y en México las cifras apuntalan que entre 1.5 y 2 millones de personas lo padecen [2, 3].

En 2019 el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) reportó que atendió cerca de 87 645 casos de TDAH, lo cual representa el 5.8 % de la población estimada de los que padecen este déficit [4]. Queda manifiesta la necesidad de crear herramientas para diagnosticar, controlar y mitigar los síntomas.

Actualmente, las herramientas utilizadas para el diagnóstico de estos trastornos incluyen el electroencefalograma [5] y listas de verificación para valorar los síntomas y conductas del individuo. Si bien los síntomas a evaluar son diversos, se clasifican en dos categorías: falta de atención e hiperactividad. Se entiende que si se presentaran más de seis de estos síntomas se recibe un diagnóstico de trastorno de atención [6 - 7]. Esta lista de valoración, en caso de niños y adolescentes, es contestada principalmente por los tutores y profesores; en algunas ocasiones los resultados difieren entre sí, ya que están basados en la percepción que tiene el adulto del infante [8].

A principios del siglo xx se realizaron investigaciones que proponían métodos para medir la atención, por ejemplo, distractores y sensibi-

lidad retiniana [9]. Actualmente el progreso tecnológico ha reconfigurado los métodos que tratan de obtener una medición precisa del TDAH. Como se mencionó anteriormente, una de las principales herramientas para este diagnóstico, desde hace setenta y cinco años [11], es el electroencefalograma (del inglés electroencephalography, EEG), el cual monitorea la actividad eléctrica del cerebro, en específico, la fluctuación de electricidad de las neuronas [10]. Sin embargo, se sigue cuestionando la confiabilidad del EEG como herramienta diagnóstica [12], ya que el margen de error es susceptible de producir falsos positivos para TDAH.

En efecto, se ha propuesto otro tipo de herramientas para apoyar al diagnóstico del trastorno, como es el Conners Continuous Performance Test (CPT-II) [13] [14], el cual constituye una prueba automatizada que evalúa la capacidad de atención global del individuo. Sin embargo, se ha descubierto que es falible para el diagnóstico, debido a que reconoce como TDAH los casos de sujetos con desórdenes de lectura [15].

SEGUIMIENTO OCULAR Y MEDICIÓN DE ATENCIÓN VISUAL

Se ha documentado el uso de pruebas de seguimiento ocular, técnica que registra los movimientos de la mirada [16], en conjunto con algoritmos de aprendizaje automático para el diagnóstico de TDAH [17], ya que ha demostrado preeminencia durante el monitoreo de emociones, procesos de lectura, fatiga en conductores y la percepción del usuario en la publicidad de un sitio web. El seguimiento registra y analiza los movimientos constantes de los ojos de alguien que mira una pantalla,



y así detecta cuando el usuario aparta la mirada de una zona en particular [18]. Dicha herramienta resulta benéfica al momento de registrar el estatus de la atención visual del usuario; en el caso de este proyecto, se pretende ampliar el alcance de la atención en los infantes.

CARGA COGNITIVA

El concepto de carga cognitiva expone la proporción de la demanda de recursos atencionales o los mencionados en el título que se invierten en tareas de aprendizaje [19]. Algunas investigaciones han catalogado el ínfimo desempeño en tareas de carga cognitiva como parte de los indicadores de trastornos de atención [20].

MATERIALES Y MÉTODOS

Es oportuno ahora proponer una herramienta de trabajo que recolectará la información del comportamiento visual de los pacientes durante actividades de carga cognitiva. Se encargará de aunar

la información clínica del historial mental del paciente mediante la implementación de la evaluación Neuropsicológica Infantil II (ENI-2).

MÓDULOS DEL SOFTWARE

Sirven de apoyo para los especialistas al momento de dictaminar algún padecimiento y su posterior seguimiento. El software cuenta con diversos módulos: registro de usuario, entrevistas, pruebas e información básica. El diagrama de flujo de datos entre dichos bloques se puede observar a detalle en la Figura 1.

MÓDULO DE REGISTRO DE USUARIO

Primero, para obtener el historial adecuado del paciente y darle seguimiento es necesario tener una cuenta personalizada como responsable de la evaluación; para tal fin es posible ingresar a una cuenta existente o crear una nueva, como se refleja en las Figuras 2 y 3. Los resultados de las pruebas guardan el registro de quién fue el encargado de aplicarlas en cada ocasión.



Figura 1. Diagrama de flujo de la herramienta.



Figura 2. Módulo de registro.

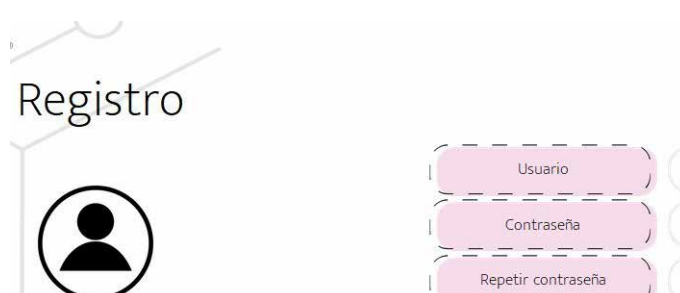


Figura 3. Detalle del registro de usuario.



MÓDULO DE PRUEBAS

62

Las pruebas realizadas a los pacientes se seleccionaron con el objetivo de que representaran tareas con cierta carga cognitiva, para las cuales fue imprescindible que el usuario centrara su atención en dicha tarea; de esta forma, se puede perfilar la atención cuando es requerida en una zona delimitada. Así, se estableció cuál sería la versión implementada, puesto que pruebas específicas tienen diferentes formas de efectuarse. Sin embargo, es importante aclarar que las versiones incluidas en la herramienta siguen los lineamientos correspondientes a cada prueba, de modo que los resultados sean analizados y validados. La validación se ejecuta tras una calibración del seguidor ocular con respecto a la pantalla, a fin de calcular el margen de error con los puntos de mirada y las imágenes desplegadas.

PRUEBA DE LAS FIGURAS SUPERPUESTAS

Es una prueba rápida para verificar si existen problemas de reconocimiento visual. Como indica el nombre, la prueba consiste en dos láminas en las que aparecen dibujos de objetos superpuestos, el paciente tiene que identificar los objetos presentados; para que se realice correctamente es necesario que se reconozca el contraste entre la figura y el fondo y así se permitan identificar los elementos.

Nuestra adaptación del test consiste en que a los participantes se les mostrarán dos grupos de dibujos, el primero los presenta superpuestos y el segundo aislados. El infante tendrá que elegir aquellos dibujos del segundo grupo (respuestas) que aparezcan

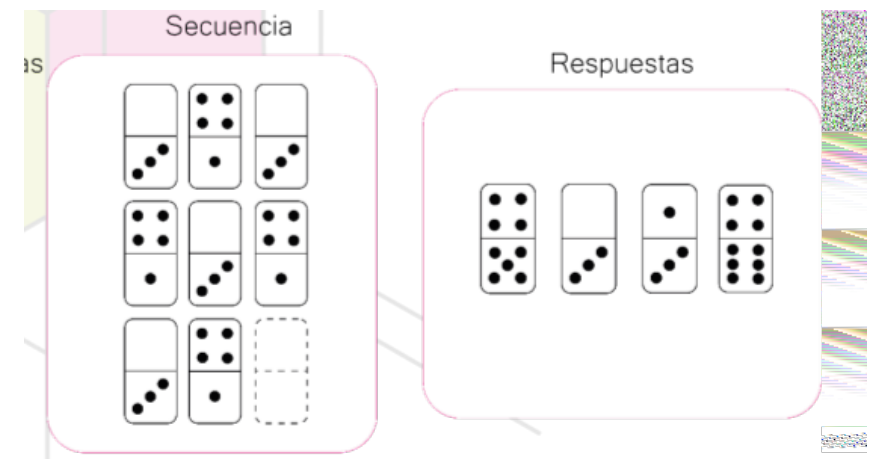


Figura 4. Prueba de las figuras superpuestas.

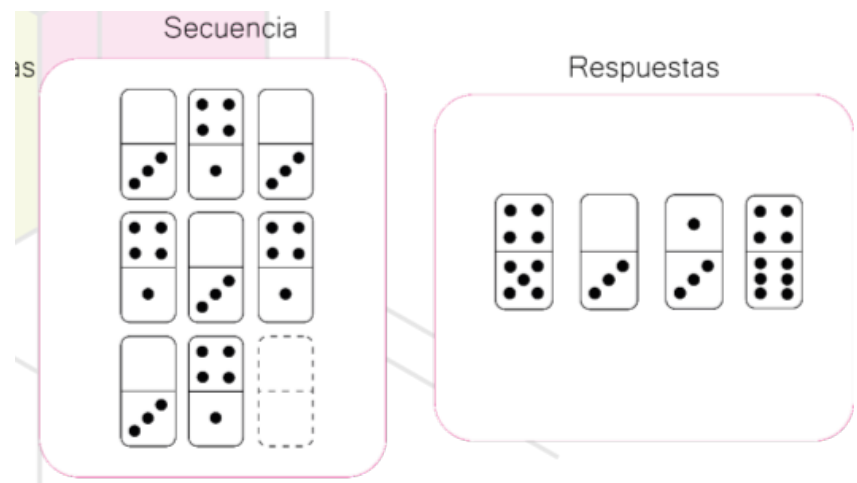


Figura 5. Prueba de series numéricas de dominó.

en el conjunto sobrepuesto (Figura 4). Cabe aclarar que los dibujos cambian de color al ser seleccionados.

La prueba tiene como antecedente el *Test de las Figuras Superpuestas de Poppelreuter Ghent*, el cual fue elaborado como una escala de reconocimiento visual, mismo que integra figuras objetivo y distractores [21]; lo encontramos útil para la investigación, ya que mide la atención del paciente a través del seguidor ocular que recoge varias métricas apoyadas en la vista. Es importante recalcar el tiempo de respuesta, la prueba puede durar 30, 40 o 50 segundos, aunque en este caso particular se eligió un tiempo de 40 segundos.

PRUEBA DE LAS FICHAS DE DOMINÓ

Se le proporcionará al paciente una secuencia numérica a través de fichas de dominó, y se le facilitará una serie de respuestas potenciales para continuar con la secuencia numérica, pero solo podrá elegir una (Figura 5).

Un referente para esta prueba es *Dominó* también conocido como D-48, el cual consta de 44 problemas clasificados por orden y dificultad [22]. Este sondeo fue diseñado para medir el factor G, es decir, la capacidad de inteligencia general en función de las facultades lógicas. Hay quienes afirman que para resolver la prueba es necesario poseer una

sobresaliente capacidad intelectual [23]. En esencia, el carácter de la prueba es relevante a nuestro trabajo debido a los principios de exactitud en cuanto a la atención que el paciente debe enfocar para realizarla.

PRUEBA DE LOS CUBOS DESPLEGADOS

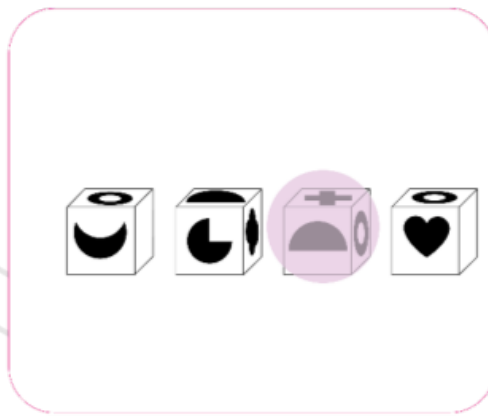
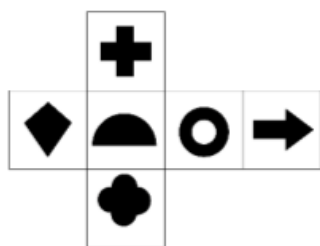


Figura 6. Prueba de los cubos desplegados.

Se le mostrará al paciente la imagen de un cubo desplegado, que a su vez contiene colores y figuras en cada uno de sus lados; posteriormente se le darán opciones de cubos plegados con la finalidad de que elija aquel que coincida con el desarrollo plano mostrado al inicio (Figura 6).



Figura 7. Vista parcial de una pantalla de la ENI-2

Conviene distinguir que el examen implementado está basado en el test de medida de la capacidad para formar imágenes mentales espaciales (Measure of the Ability to Form Spatial Mental Imagery, **MASMI**), el cual funciona como instrumento para estimar los diferentes tipos de imágenes mentales, su capacidad para pensar en dos y tres dimensiones, manipulación, rotación y navegación de objetos en la mente del usuario además de su habilidad para percibir detalles [24]. De aquí que se eligió este esquema para integrarlo a la herramienta, ya que se relaciona con el análisis visual del objeto para crear una imagen mental, como lo hicimos notar, la mayor parte del ejercicio es la examinación visual.

ENTREVISTAS

El módulo de entrevistas contiene dos ejemplares: el Test de Magallanes y la Evaluación Neuropsicológica Infantil.

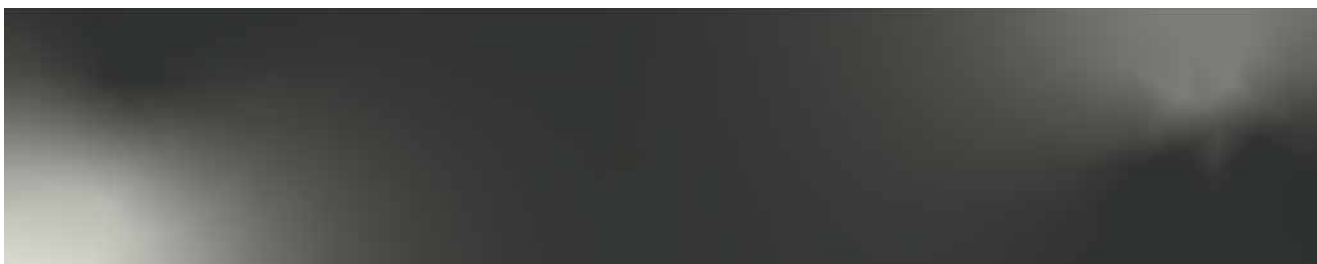
TEST DE MAGALLANES

Es una escala que tiene como propósito detectar indicadores de trastornos de atención e hiperactividad. Las variables que evalúa [26] son las siguientes: déficit de atención sostenida, hiperactividad-hipercinesia-hiperactividad, déficit de eficacia atencional, lentitud motriz y cognitiva (**DEA**), agresividad, retraimiento social, ansiedad y ren-

dimiento académico. Esta escala también se registra como parte de la evaluación e historial clínico del paciente.

ENI-2

La Evaluación Neuropsicológica Infantil o **ENI-2** [25] es un cuestionario para los padres. Su naturaleza es en gran medida autoadministrable. Entre sus funciones se encuentran las de recabar datos generales sobre el núcleo familiar, detectar la presencia de trastornos y detallar los informes sobre el motivo de la evaluación. En la Figura 7 se expone una vista parcial de la implementación del **ENI-2**.





Aquí nos referimos a las partes que constituyen esta entrevista, tales como: historial clínico y familiar, antecedentes prenatales, natales y posnatales, comportamientos, método de disciplina y escolaridad.

MÓDULO DE INFORMACIÓN BÁSICA

Contiene numerosos referentes sobre la información del programa, y va enlazado a un video junto con una breve explicación. A continuación, la Figura 8 muestra las opciones de referencia básica sobre el funcionamiento del software: información del mismo, descripción del seguidor ocular y metodología de las pruebas.

ARQUITECTURA DEL SOFTWARE

Consta de tres capas: hardware, aplicación y datos; se muestran a continuación en la Figura 10.

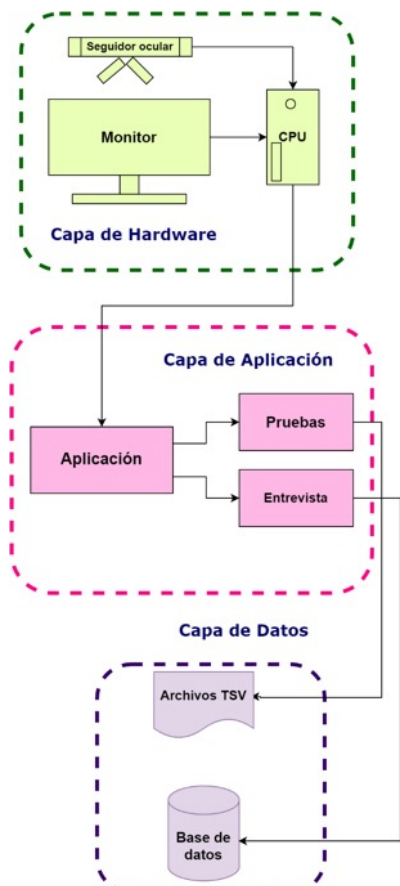


Figura 10. Diagrama de la arquitectura de la herramienta.

Información básica



Figura 8. Detalle del menú del módulo de información básica.

Instrucciones

- 1 Mantén la vista directamente en el centro de la pantalla
- 2 Trata de parpadear lo menos posible
- 3 No hables ni muevas la lengua o movimiento con el rostro

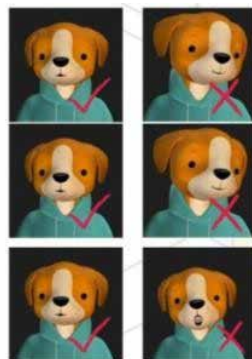


Figura 9. Pantalla del menú del módulo de información básica.

Ahora bien, en la Figura 11, se presenta el diagrama del ensamblaje del sistema que conforma la herramienta propuesta.

HARDWARE

Aquí nos referimos al soporte físico del sistema, el cual registra el comportamiento visual del paciente mientras realiza las tareas de carga cognitiva a través del

seguidor ocular, asimismo la computadora donde reside el software que conforma la herramienta:

COMPUTADORA

- Procesador: Intel® Core™ i5
- RAM: 8 GB
- Sistema operativo: Windows 7, 8.1 o 10
- Monitor: 15 pulgadas



Figura 11. Diagrama del sistema (imagen editada para proteger la identidad del paciente).

SEGUIDOR OCULAR

- Modelo: EyeTribe
- Precisión del ángulo visual: 0.5 - 1°
- Velocidad de muestreo: 60 Hz
- Calibración: 5 o 9 puntos
- Movimiento: 25 cm horizontal x 11 cm vertical
- Rango de movimiento de profundidad: +15 cm (Figura 12)
- Dimensiones: 235 x 45 x 40 mm
- Peso: 115 g [26]

Este seguidor ocular [28] registra: tamaño de pupila, coordenadas en bruto y normalizadas en píxeles para cada ojo.

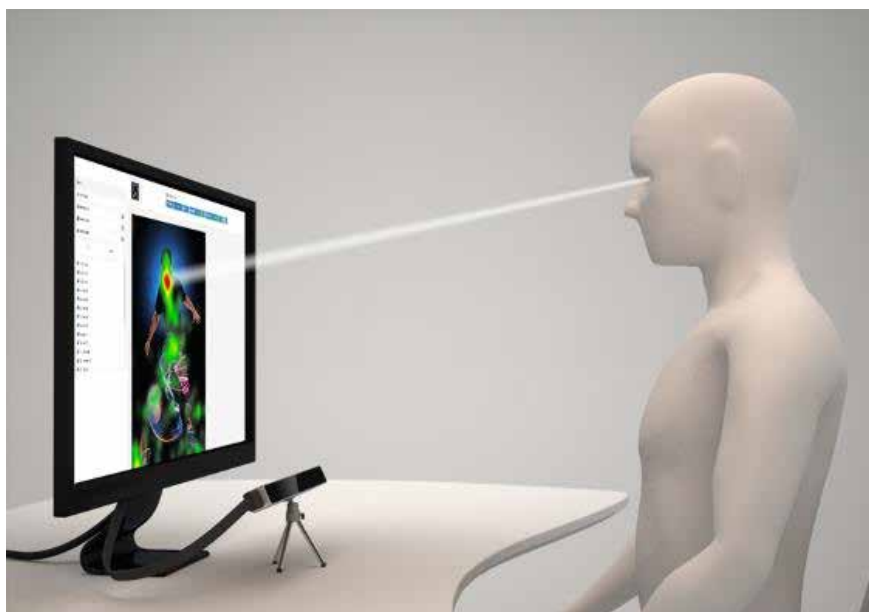


Figura 12. Uso del seguidor ocular EyeTribe [26].

APLICACIÓN Y DATOS

Con respecto a lo anterior, la capa de aplicación en conjunto con el seguidor ocular generan datos que posteriormente serán procesados para organizar la información sobre los niveles de atención del paciente. Los informes resultantes se clasifican en dos maneras (Figura 13): los puntos de mirada se almacenan en un archivo de texto separado por comas (formato .tsv) en una carpeta señalada por la aplicación; las entrevistas y registros de las pruebas se almacenan en una base de datos (Figura 14) construida en el administrador de bases de datos de código abierto MySQL; contienen fecha, usuarios, pruebas realizadas y ubicación del archivo .tsv.

DATOS DEL SEGUIDOR OCULAR

El análisis de los datos obtenidos por medio del seguidor involucra conceptos básicos sobre cómo evaluar los movimientos oculares, por ejemplo: la dirección, duración y secuencia de la mirada[29].

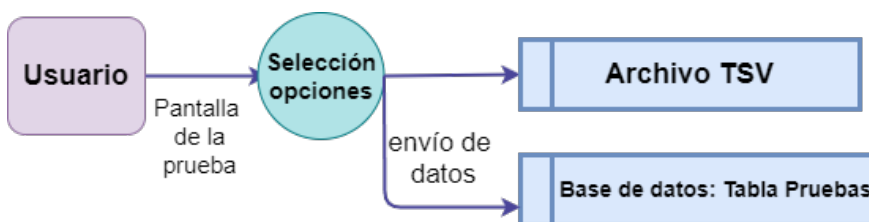


Figura 13. Diagrama de flujo de datos de las pruebas.

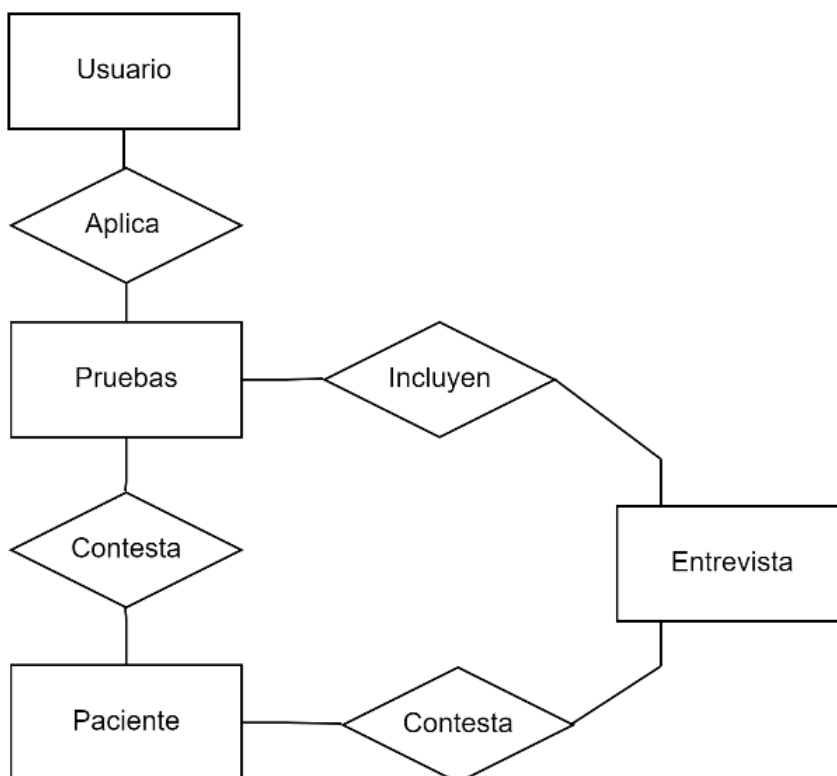


Figura 14. Diagrama de entidad y relación simplificada de la base de datos.

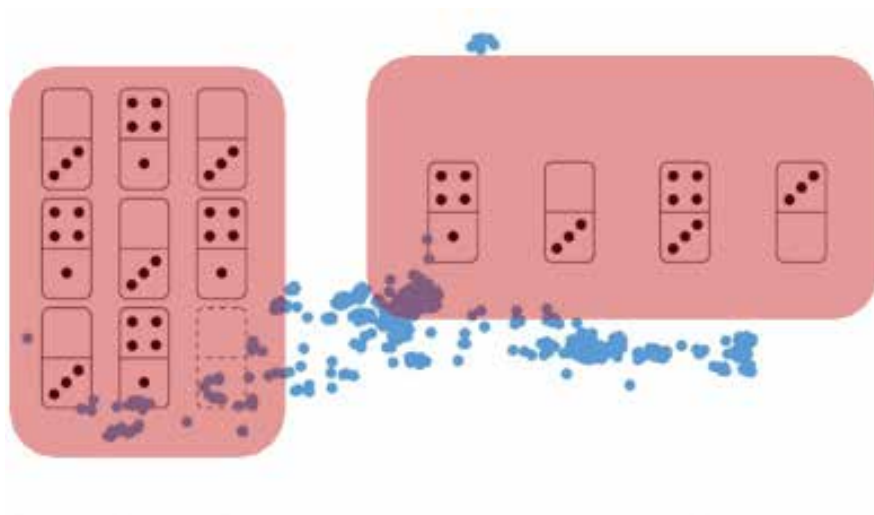


Figura 15. Ejemplo de nube de puntos y AOI en una prueba de Dominó.

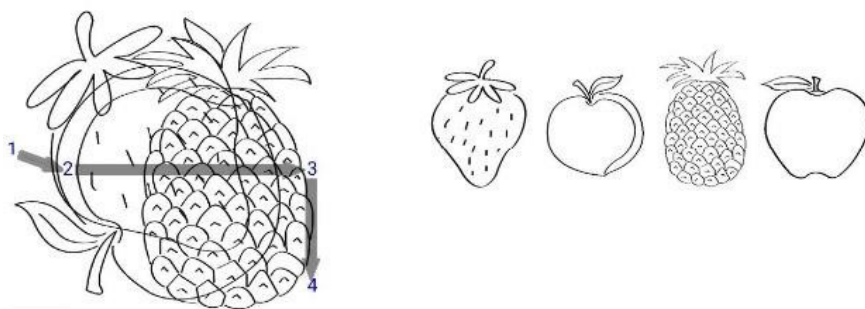


Figura 16. Patrón de escaneo en prueba de figuras superpuestas.

Primeramente la fijación visual es la habilidad del ojo para mantener la mirada enfocada en un objeto, en un estímulo puede estabilizarse durante un periodo que va de los 200 a los 300 ms. El talante en que se relaciona esta acción del ojo y sus procesos cognitivos tiene una explicación en dos etapas: la inmediatez, donde la mirada se posa sobre aquello que observa; y el mecanismo ojo-mente, donde la fijación permanece hasta que la persona comprende el objeto observado.

Los sacádicos, movimientos oculares súbitos y continuos que suceden entre fijaciones, son voluntarios y duran de 40 a 50 ms. Posteriormente, tenemos a los microsacádicos, movimientos espasmódicos e involuntarios aunque necesarios durante fijaciones prolongadas, cuya función principal es refrescar la memoria visual. En cuarto lugar, se encuentra la

dilatación de la pupila, la cual cuando hay escasa iluminación se ensancha para permitir mayor entrada de luz; sin embargo, puede suceder también cuando interfieren otros factores como cambios en el estado de ánimo o si el paciente debe realizar tareas cognitivas complejas.

Las áreas de interés (AOI) son como se estudian los datos de los movimientos oculares, con respecto a ciertas tareas que contienen estímulos, por ejemplo, diagramas o imágenes. Un AOI puede jugar un papel relevante para el participante al momento de completar una tarea. Por último, la ruta de escaneo (*scanpath*) es el registro cronológico de una serie de fijaciones y evidencia el patrón de movimientos oculares del usuario.

En concreto, en la Figura 15 se expone una propuesta de AOI, la cual contiene una nube que representa

los puntos obtenidos en un experimento preliminar, con una de las evaluaciones de dominó que formarán parte de las tareas destinadas a los involucrados del estudio. La nube representa las direcciones en que el participante fijó la mirada, simbolizadas por los puntos azules. A su vez, las AOI son representadas por los recuadros rojos.

El análisis de estas áreas puede llevarse a cabo de distintos modos, desde determinar cuántos puntos en porcentaje quedaron inscritos en los recuadros, hasta delinear diferentes áreas de interés y hacer un análisis con respecto a ese nuevo objetivo.

La Figura 16 representa cómo sería una ruta de escaneo seguida por la mirada en la prueba de las figuras superpuestas, y cómo cada fijación es constituida por un número que expresa el orden en que sucedió.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Una vez implementada la herramienta se realizó la extracción de los datos proporcionados por los voluntarios, que fueron un total de 7, cuya información se muestra en la Tabla 1. En el caso de los infantes, se les hizo acompañar de padres o tutores que respondieran las entrevistas de Magallanes y ENI-2 y salvaguardaran la integridad y privacidad de los niños (Figura 17).

Los datos procedentes de las pruebas nos proporcionan información sobre la calibración que se realiza al empezar cada ensayo. Revelan que el software cumplió su encomienda al cuantificar el comportamiento de la mirada y almacenarla en los archivos de extensión .tsv de la Figura 18.

En este punto ya es posible realizar un análisis con los datos mediante técnicas que parten desde la inteligencia artificial o métodos estadísticos para encontrar patrones de mirada y estos se clasifican en niveles.

En la Figura 19, se observa un análisis de ruta de escaneo obtenido a través de datos recolectados por la herramienta de software. Además, otro de los resultados importantes es que el software que forma parte de la herramienta ya fue registrado ante el Instituto de Derechos de Autor (Indautor) [30] con número de registro 03-2022-071113515900-01. El resultado es un producto tecnológico susceptible de convertirse en una transferencia de tecnología.

Tabla 1. Voluntarios para pruebas.

SEXO	VOLUNTARIOS	EDADES
Masculino	4	20 a 24
Femenino	3	8 a 23



Figura 17. Aplicación de las pruebas en niños.

timestamp	time	fix	state	rawx	rawy	avgx
MSG	2022-08-26 10:46:39.314.0		pygaze initiation report start			
MSG	2022-08-26 10:46:39.314.0		display resolution: 1536x864			
MSG	2022-08-26 10:46:39.314.0		display size in cm: 48x28			
MSG	2022-08-26 10:46:39.314.0		samplerate: 30 Hz			
MSG	2022-08-26 10:46:39.314.0		sampletime: 33.33333333333336 ms			
MSG	2022-08-26 10:46:39.314.0		fixation threshold: 1.5 degrees			
MSG	2022-08-26 10:46:39.314.0		speed threshold: 35 degrees/second			
MSG	2022-08-26 10:46:39.314.0		acceleration threshold: 9500 degrees/second**2			
MSG	2022-08-26 10:46:39.314.0		pygaze initiation report end			
MSG	2022-08-26 10:46:39.314.0	450228900	pygaze calibration report start			
MSG	2022-08-26 10:46:39.314.0	450228901	accuracy (degrees): LX=0.0, LY=0.0, RX=0.0, RY=0.0			
MSG	2022-08-26 10:46:39.314.0	450228901	accuracy (in pixels): LX=0.0, LY=0.0, RX=0.0, RY=0.0			

Figura 18. Datos del comportamiento visual de los voluntarios.

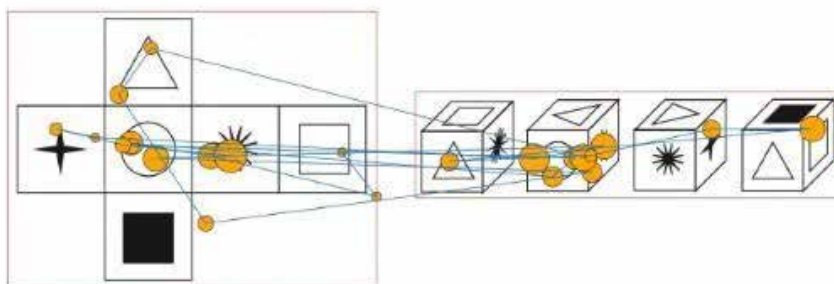


Figura 19. Análisis proyectado de los datos.





CONCLUSIONES

Se infiere que con los datos obtenidos por medio del seguidor ocular y la aplicación de pruebas se puede ejecutar un análisis que admita clasificar de manera precisa en diferentes niveles la atención visual a través de algoritmos pertenecientes a la inteligencia artificial. Hay que añadir que se proyecta que nuestra investigación contribuya al desarrollo de una metodología que dé resultados precisos, a pesar del bajo costo de las herramientas. Por último, se espera que en subsecuentes investigaciones se incluyan en el análisis variables que forman parte del contexto de los sujetos de investigación, como las del hábitat y el comportamiento individual, haciendo de este un estudio interdisciplinario.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, agradecemos a la Universidad Autónoma de Querétaro por otorgarnos el apoyo económico para llevar a cabo este proyecto, a través del Fondo de Proyectos Especiales de Rectoría. Asimismo, extendemos nuestro agradecimiento al apoyo de la Facultad de Ingeniería de dicha institución, por los recursos económicos y la gestión para el registro ante Indautor del software que forma parte del sistema descrito en el presente trabajo.

REFERENCIAS

- [1] R. Drechsler, S. Brem, D. Brandeis, E. Grünblatt, G. Berger, S. Walitzka, "ADHD: Current concepts and treatments in children and adolescents" *Neuropediatrics*, vol. 51(05), 315-335, 2020.
- [2] En México dos millones de personas con Trastorno de déficit de Atención, Retrieved August 27, 2022, from <http://comunicacion.senado.gob.mx/index.php/informacion/grupos-parlamentarios/38806-en-mexico-dos-millones-de-personas-con-trastorno-de-deficit-de-atencion.html>.
- [3] UNAM, F. (n.d.). TDAH afecta a más de un millón y medio de niños mexicanos. TDAH afecta a más de un millón y medio de niños mexicanos. Retrieved August 15, 2022, from <https://www.fundacionunam.org.mx/unam-al-dia/trastorno-de-deficit-de-atencion-e-hiperactividad-afecta-a-mas-de-un-millon-y-medio-de-ninos-mexicanos/>
- [4] Comunicación Social IMSS, Durante confinamiento, fundamental que menores con tdah realicen actividades en casa y sean constantes con sus medicamentos. *Acercando el Imss al ciudadano*. Recuperado en agosto 14, 2022. <http://www.imss.gob.mx/prensa/archivo/202007/473>
- [5] A. Lenartowicz & S.K. Loo, "Use of EEG to diagnose ADHD", *Current psychiatry reports*, vol. 16(11), 1-11, 2014.
- [6] American Psychiatric Association, "Diagnostic and statistical manual of mental disorders" *BMC Med*, 17, 133-137, 2013.
- [7] C. T. Gualtieri & L.G. Johnson, "ADHD: Is objective diagnosis possible?" *Psychiatry Edgmont*, vol. 2(11), 44, 2005.
- [8] M.E. Narad, A.A. Garner, J.L. Peugh, L. Tamm, T.N. Antonini, K.M. Kingery & J.N. Epstein, "Parent-teacher agreement on ADHD symptoms across development", *Psychological assessment*, vol. 27(1), 239, 2015.
- [9] H. Woodrow, "The measurement of attention" *The psychological monographs*, vol. 17 (5), I, 1914.
- [10] E. Niedermeyer, "The normal EEG of the waking adult. Electroencephalography: Basic principles, clinical applications, and related fields", 167 155-164, 2005.
- [11] A. Lenartowicz & S.K. Loo (2014). "Use of EEG to diagnose ADHD. *Current psychiatry reports*", vol. 16 (11), 498, 2014.
- [12] N. Weder. "Are we there yet? Electroencephalography as a diagnostic tool for attention-deficit/hyperactivity disorder", 2013.
- [13] C.K. Conners, "Manual for the Conners' Rating Scales, Toronto: Multi-Health Systems", 1990.
- [14] K. Holmqvist, M. Nyström, R. Andersson, R. Dewhurst, H. Jarodzka, & J. Van de Weijer, "Eye tracking: A comprehensive guide to methods and measures", OUP Oxford, 2011.
- [15] R.A. McGee, S.E. Clark & D.K. Symons, "Does the Conners' continuous performance test aid in ADHD diagnosis?", *Journal of Abnormal*, 2000.
- [16] S.Lis, N.Baer, C. Stein en Nosse, B. Gallhofer, G. Sammer & P. Kirsch, "Objective measurement of motor activity during cognitive performance in adults with attention deficit/hyperactivity disorder", *Acta Psychiatrica Scandinavica*, 122 (4), 285-294, 2010.
- [17] P. H. Tseng, I. G. Cameron, G. Pari, J. N Reynolds, D. P. Munoz, & L. Itti, "High-throughput classification of clinical populations from natural viewing eye movements", *Journal of Neurology*, 260 (1), 275-284. doi: 10.1007/s00415-012-6631-2, 2013.
- [18] S. Chandra, G. Sharma, S. Malhotra, D. Jha & A. P. Mittal, "Eye tracking based human computer interaction: Applications and their uses", *International Conference on Man and Machine Interfacing (MAMI)*, pp. 1-5, IEEE, 2015.

- [19] J. Zambrano, "Enseñar considerando la carga mental del aprendizaje: la teoría de la carga cognitiva", *IV Congreso Internacional de Ciencias Pedagógicas de Ecuador*, Guayaquil, 2018.
- [20] R. M. Alderson, L. J. Kasper, K. L. Hudec & C. H. Patros, "Attention-deficit/hyperactivity disorder (ADHD) and working memory in adults: a meta-analytic review", *Neuropsychology*, 27(3), 287, 2013.
- [21] S. D. Sala, M. Laiacona, C. Trivelli & H. Spinnler, "Poppelreuter-Ghent's overlapping figures test: Its sensitivity to age, and its clinical use", *Clinical Neuropsychology*, 10(6), 511-534, 1995.
- [22] E. Anstey, "Dominó D-48", *TEA Ediciones*, 1999.
- [23] C. Thorne, O. Villegas, P. Martínez, Z. Rossel & W. Twanama, "El Test de Dominos: elaboración de baremos para la población de Lima Metropolitana", *Revista de Psicología*, 3(2), 163-181, 1985.
- [24] A. Campos, "Spatial imagery: A new measure of the visualization factor. *Cognition and Personality*", 29(1), 31-39, 2009.
- [25] A. R. Bodoque Osma, "Detección de la condición TDAH en niños/as de la Provincia de Cuenca mediante la Escala Magallanes de Detección de Déficit de Atención (EMA-DDA)", 2015.
- [26] E. Matute, M. Roselli, A. Ardila & F. Ostrosky, "ENI-2 Evaluación Neuropsicológica Infantil Manual de Aplicación", Manual Moderno, México, 2014.
- [27] S. Alstrup, J. San Agustín, M. Tall & H. Skovsgaard, 2016. <https://theyetribe.com/dev.theeyetribe.com/dev.theeyetribe.com/general/index.html>, 02 de septiembre de 2022.
- [28] S. Alstrup, J. San Agustín, M. Tall & H. Skovsgaard, 2016. <https://theyetribe.com/dev.th> [theyetribe.com/api/index.html](https://theyetribe.com/dev.theeyetribe.com/api/index.html), 03 de mayo de 2022.
- [29] Z. Sharafi, T. Shaffer, B. Sharif, Y. G. Guéhéneuc, "Eye-tracking metrics in software engineering", *Asia-Pacific Software Engineering Conference (APSEC)* pp. 96-103, IEEE, 2015.
- [30] Instituto Nacional del Derecho de autor, <https://www.indautor.gob.mx>, 20 de agosto de 2022.