

DOI: <https://doi.org/10.46296/ig.v8i15.0230>

REGISTRO Y ANÁLISIS DE EMOCIONES A PARTIR DE DATOS OBTENIDOS DESDE EL EYETRACKING

RECORDING AND ANALYSING EMOTIONS FROM DATA OBTAINED FROM EYETRACKING

Chinga-Zambrano Marcos Alberto ¹; Alcívar-Cevallos Roberth Abel ²

¹ Universidad Técnica de Manabí. Portoviejo, Ecuador.

Correo: mchinga4446@utm.edu.ec. ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0003-9485-6546>.

² Universidad Técnica de Manabí. Portoviejo, Ecuador.

Correo: roberth.alcivar@utm.edu.ec. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-6282-8493>.

Resumen

Este estudio analiza las respuestas emocionales a estímulos visuales utilizando el dispositivo de seguimiento ocular eyetracking, que rastrea los movimientos oculares y mide la atención visual. Las emociones influyen en la percepción de la información visual, generando diferentes patrones de atención ante estímulos positivos y negativos. El objetivo general de este estudio es registrar y analizar las emociones a partir de datos obtenidos mediante eyetracking. La metodología se basa en la recopilación, análisis y procesamiento de datos. Se seleccionó un grupo de 40 participantes, quienes fueron expuestos a diferentes estímulos visuales, incluyendo imágenes tanto positivas como negativas. Se midieron cinco variables claves: Duración Total de las Fijaciones (DTF), Duración Promedio de las Fijaciones (DPF), Número Total de Fijaciones (NTF), Número de Sacadas (NS) y Diámetro Promedio de la Pupila durante las Fijaciones (DPPF). Los resultados indicaron que las imágenes negativas generaron un 15.3% más de duración promedio de fijación (DPF: 175.33 ms) en comparación con las imágenes positivas (DPF: 168.66 ms). En cuanto a la Duración Total de las Fijaciones (DTF), las imágenes positivas (117.61 ms) y negativas (116.07 ms) presentaron medias comparables, con una diferencia del 1.3%. El análisis del Diámetro Promedio de la Pupila durante las Fijaciones (DPPF) reveló que las imágenes positivas generaron un diámetro pupilar promedio de 3.10 mm, un 10.7% mayor que las imágenes negativas (2.80 mm). Estos hallazgos respaldan la teoría de que, si existen diferencias significativas, de que las emociones negativas provocan una atención más intensa y prolongada, mientras que las emociones positivas, aunque atractivas, no generan la misma necesidad de evaluación en muchos casos; mostrando que existen diferencias en las variables antes mencionadas al momento de presentar estímulos positivos y negativos. Este estudio contribuye al entendimiento del proceso emocional en respuesta a estímulos visuales y proporciona una base para futuras investigaciones sobre la relación entre emociones y percepción visual.

Palabras clave: Eyetracking, emociones, variables, diámetro pupilar, estímulos visuales.

Abstract

This study analyzes emotional responses to visual stimuli using the eyetracking device, which tracks eye movements and measures visual attention. Emotions influence the perception of visual information, generating different attention patterns to positive and negative stimuli. The general objective of this study is to record and analyze emotions from data obtained through eyetracking. The methodology is based on data collection, analysis and processing. A group of 40 participants was selected, who were exposed to different visual stimuli, including both positive and negative images. Five key variables were measured: Total Fixation Duration (TFD), Average Fixation Duration (ADF), Total Number of Fixations (TNF), Number of Saccades (NS) and Average Pupil Diameter during Fixations (APD). The results indicated that negative images generated a 15.3% longer average fixation duration (TPD: 175.33 ms) compared to positive images (TPD: 168.66 ms). Regarding Total Fixation Duration (TFD), positive (117.61 ms) and negative (116.07 ms) presented comparable means, with a difference of 1.3%. The analysis of the Average Pupil Diameter during Fixations (APD) revealed that positive images generated an average pupil diameter of 3.10 mm, a 10.7% greater than negative images (2.80 mm). These findings support the theory that, if there are significant differences, that negative emotions provoke a more intense and prolonged attention, while positive emotions, although attractive, do not generate the same need for evaluation in many cases; showing that there are differences in the variables mentioned above at the moment of presenting positive and negative stimuli. This study contributes to the understanding of the emotional process in response to visual stimuli and provides a basis for future research on the relationship between emotions and visual perception.

Información del manuscrito:

Fecha de recepción: 12 de agosto de 2024.

Fecha de aceptación: 15 de octubre de 2024.

Fecha de publicación: 10 de enero de 2025.



images presented comparable means, with a difference of 1.3%. The analysis of Average Pupil Diameter during Fixations (APD) revealed that positive images generated an average pupil diameter of 3.10 mm, 10.7% larger than negative images (2.80 mm). These findings support the theory that, if significant differences exist, negative emotions provoke more intense and prolonged attention, while positive emotions, although attractive, do not generate the same need for evaluation in many cases; showing that there are differences in the aforementioned variables when presenting positive and negative stimuli. This study contributes to the understanding of the emotional process in response to visual stimuli and provides a basis for future research on the relationship between emotions and visual perception.

Keywords: Photovoltaic Systems, Long-term, Estimate, Solar Potential.

1. Introducción

El estudio de las emociones ha adquirido una relevancia cada vez mayor en la investigación científica debido a su impacto en diversas disciplinas, como la psicología, el marketing y la interacción humano-computadora. Las emociones están intrínsecamente vinculadas a los procesos cognitivos, influyendo de manera significativa en la percepción y la respuesta de los individuos ante diversos estímulos. En este ámbito, el uso del eyetracking se ha consolidado como una herramienta robusta para el análisis detallado de los movimientos oculares.

Las emociones son un fenómeno complejo que involucra respuestas psicofisiológicas, cognitivas y conductuales frente a los estímulos más relevantes del entorno. A lo largo de la historia de la psicología, cada autor ha contribuido con una

definición de las emociones que captura diferentes aspectos de este fenómeno multidimensional. Por otra parte, en ocasiones se habla de emociones positivas y emociones negativas, en función de si son más o menos agradables. No obstante, hay que señalar que todas las emociones son adaptativas y necesarias para nuestra supervivencia, por lo que no hay emociones “malas” o “buenas” (Morales, 2023).

Con el desarrollo de tecnologías de sensores portátiles avanzadas, las investigaciones sobre el reconocimiento de emociones se han vuelto cada vez más populares entre los investigadores de las áreas de computación y psicología, ya que el reconocimiento de emociones puede aportar muchas aplicaciones útiles en los campos de neuromarketing, entretenimiento, juegos digitales, salud, psicología,

educación, entre otros. Las emociones juegan un papel importante en la actividad humana y en las interacciones de la vida real. En los últimos años, ha existido una tendencia creciente en la investigación para mejorar los sistemas de reconocimiento de emociones con la capacidad de detectar, procesar y responder a los estados emocionales del usuario. Dado que las emociones contienen muchas señales no verbales, varios estudios aplican diferentes modalidades como indicadores de estados emocionales. Se han desarrollado muchas aplicaciones con detección de emociones, como conducción segura, monitoreo de salud mental y seguridad social (Hessels & Hooge, 2019).

Los sistemas de reconocimiento de emociones pueden mejorar la interacción profesor-alumno y, como resultado, conducir a mejores resultados de aprendizaje. Actualmente, debido al creciente número de materiales multimedia que aparecen en Internet, se llevan a cabo numerosos estudios relacionados con su etiquetado automático. Las películas o la música a menudo se diseñan para

evocar emociones específicas; por lo tanto, las etiquetas generadas automáticamente deben contener información sobre las características emocionales del material (Tarnowski, Kołodziej, Majkowski, & Rak, 2020).

En el estudio de (Perez, Iturria, & Vila, 2019) realizado en México se investigó la regulación de las emociones para el comportamiento adaptativo y la salud mental. Donde se analizaron los efectos de diferentes estrategias de regulación de las emociones sobre la dilatación de la pupila, las respuestas de conductancia y las respuestas emocionales subjetivas. Estos resultados indicaron que el diámetro de la pupila está modulado por la excitación emocional, pero que inicialmente está relacionado con el alcance del esfuerzo mental requerido para regular las respuestas emocionales automáticas.

Por otra parte, el eyetracking también conocido como dispositivo de seguimiento ocular, permite registrar y analizar los movimientos oculares de las personas para conocer los elementos que naturalmente llamaron su atención

(Coppola, 2023). Los investigadores y académicos utilizan información sobre los movimientos y las fijaciones de los ojos para evaluar los procesos de atención, comparar el comportamiento de grupos, medir las respuestas visuales inducidas por estímulos y más (Imotions, 2023). Las principales marcas de consumo utilizan el seguimiento ocular para comprender mejor la experiencia del cliente y el rendimiento del producto al medir la atención visual a los mensajes clave en los anuncios de productos, la ubicación y la marca.

Este dispositivo permite capturar con precisión los patrones de atención visual, identificando qué elementos en un entorno o imagen generan mayor interés o activación emocional. A través del registro de variables como la duración y frecuencia de las fijaciones o el diámetro pupilar, el eyetracking ofrece un enfoque cuantitativo para estudiar la interacción entre estímulos visuales y respuestas emocionales, proporcionando datos valiosos para investigaciones científicas en áreas como el comportamiento humano, el diseño de interfaces y la publicidad.

Los sistemas de reconocimiento de emociones ayudan a detectar emociones humanas basándose en la información que se obtiene de varios sensores, como seguimiento ocular y datos de electroencefalografía (EEG), entre otros. En las tareas de detección de emociones, se pueden utilizar varias señales para clasificar las emociones en función de señales fisiológicas y no fisiológicas (Lim, Mountstephens, & Teo, 2020).

El objetivo de la presente investigación se basa en la obtención de los registros y análisis de emociones a través del eyetracking, para ellos se seleccionó un conjunto de sujetos de prueba los que fueron sometidos a la observación de diferentes estímulos visuales como imágenes tanto positivas y negativas, y así determinar que emociones podrían estar asociadas a los datos obtenidos con el dispositivo.

2. Materiales y métodos

La metodología utilizada en esta investigación se basa en la recopilación, análisis y procesamiento de datos obtenidos a

través del eyetracking. El proceso de recolección de datos involucró la presentación de un conjunto de imágenes cuidadosamente seleccionadas. Se utilizaron un total de 20 imágenes, divididas equitativamente en 10 imágenes de carácter positivo y 10 de carácter negativo. Estas imágenes fueron elegidas de manera aleatoria, considerando su capacidad para generar un impacto emocional significativo en los sujetos. Las imágenes negativas incluyeron contenido con potencial para provocar emociones como tristeza, miedo o repulsión, mientras que las imágenes positivas se enfocaron en generar respuestas emocionales de alegría, calma o satisfacción. Esta selección aleatoria y equilibrada permitió observar una gama de reacciones emocionales esperadas en función del tipo de estímulo visual presentado. Para el análisis de los datos, se utilizó Python. Dentro de este lenguaje de programación, se implementaron diversos algoritmos para el procesamiento y análisis de los datos obtenidos. En primer lugar, se utilizaron bibliotecas como Pandas y NumPy para la limpieza y organización de los datos, permitiendo su estructuración para

un análisis adecuado. Posteriormente, se empleó Matplotlib y Seaborn para la visualización gráfica de los movimientos oculares y su asociación con diversas emociones. Finalmente, con el uso de SciPy, se realizaron pruebas estadísticas avanzadas para identificar patrones significativos en los datos, vinculando las fijaciones oculares con respuestas emocionales.

2-1.- Selección de dispositivos

Para la realización de este estudio se seleccionó el eyetracking como herramienta principal, utilizando específicamente el Tobii Pro Nano (Ver figura 1), con su respectivo software Tobii Pro Lab versión 1.241, el cual es ampliamente utilizado por su capacidad para capturar datos realizados con el seguimiento ocular, lo que lo hace especialmente útil en estudios sobre psicología y comportamiento humano, garantizando mediciones fiables y precisas.

Figura 1. Tobii pro

2.2.- Selección de estímulos visuales

Los estímulos visuales (imágenes) fueron seleccionadas al azar y se eligieron de acuerdo a su capacidad de generar una respuesta emocional en los participantes. Las imágenes positivas incluyeron escenas agradables o asociadas a emociones como alegría, mientras que las imágenes negativas representaban estímulos perturbadores o asociados a emociones como tristeza o temor. La inclusión de estos dos tipos de estímulos visuales permitió establecer un contraste emocional claro, lo que facilita el análisis de cómo diferentes estados emocionales pueden influir en los patrones de atención y procesamiento visual de los participantes. Además, se consideró el impacto cultural y el contexto de los estudiantes, asegurando que las

imágenes seleccionadas fueran pertinentes y capaces de evocar las emociones deseadas en el contexto actual.

2.3.- Participantes

El total de la muestra fue conformada por un total de 40 estudiantes (20 hombres y 20 mujeres), de la Facultad de Ciencias Informáticas de la Universidad Técnica de Manabí, estos sujetos están dentro de un rango de 22-25 años.

Ningún participante presentó patologías visuales o problemas oftalmológicos que pudieran interferir en la realización de las pruebas. Además, se aseguró que no tuvieran antecedentes de enfermedades neurológicas, psicológicas o psiquiátricas que pudieran afectar el desempeño en las tareas visuales o la respuesta a

los estímulos emocionales presentados.

Los estudiantes participaron de manera voluntaria y fueron informados previamente sobre la naturaleza del estudio, firmando un consentimiento informado en el que se garantizaba la confidencialidad de los datos y el uso de los resultados únicamente con fines de investigación científica.

2.4.- Procedimiento para la toma de muestra

1.- El experimento se realizó en un espacio controlado 5.50 x 4.50 metros, con un ambiente controlado. La iluminación fue uniforme y constante, con una intensidad de 500-600 lux (Indica el nivel de brillo necesario), utilizando luz blanca fría de 4000-5000K (Se refiere a la temperatura de color) para evitar fatiga visual y asegurar una correcta percepción de los estímulos visuales sin interferencias. Estas condiciones fueron cuidadosamente seleccionadas para evitar influencias externas en los resultados del experimento.

2.- Antes de iniciar el experimento, a los participantes se les proporcionó una descripción detallada de cómo

se llevaría a cabo el experimento. Para ello como primera instancia se utilizó un test de calibración inicial para asegurar la precisión de los datos.

3.-La calibración consistió en ajustar el dispositivo, para ello se les pidió que observaran un punto en la pantalla mientras el sistema ajustaba el rastreo de sus ojos para asegurar que los movimientos oculares fueran registrados correctamente. Este paso aseguró que cada participante tuviera una configuración personalizada y que los datos recolectados fueran consistentes.

4. Cada imagen fue proyectada durante un intervalo de 5 segundos antes de pasar a la siguiente, manteniendo una duración total de 1 minuto por participante, incluyendo la calibración.

5.- Finalmente, durante este tiempo, el sistema registró datos como la duración total de las fijaciones, el número de sacadas y el diámetro pupilar, para posteriormente analizar las reacciones emocionales de los participantes a los estímulos visuales.

2.5.- Selección de variables

Una vez realizada la adquisición de datos, se siguió con el proceso de selección de variables significativas, utilizando el algoritmo Random Forest. El uso de Random Forest es relevante porque, a diferencia de otros algoritmos, permite evaluar de manera no lineal la importancia de las variables y no hace suposiciones sobre la distribución de los datos. Se seleccionaron aquellas variables que ofrecieron un mayor aporte al modelo, basado en el porcentaje de importancia asignado por el algoritmo. Esta elección se respaldó al utilizar la prueba t student para comprobar si existen diferencias significativas en las variables con

respecto a los estímulos (positivos y negativos) asegurando que los resultados no sean producto del azar.

Los resultados de los métodos informáticos y estadísticos indicaron que las siguientes variables eran las más significativas: la Duración Total de las Fijaciones (DTF), la Duración Promedio de las Fijaciones (DPF), el Número Total de Fijaciones (NTF), el Número de Sacadas (NS), y el Diámetro Promedio de la Pupila durante las Fijaciones (DPP). Dichos resultados pueden ser visualizado en la (Tabla 1) donde se aplica el método estadístico y en la (Tabla 2) aplicando el Random Forest.

Tabla 1. Valores p por variables aplicando t student

Significativa: Valor < 0.05
No Significativa: Valor $\geq$ 0.05

Variable	Valor	Significativa
Diámetro promedio de la pupila	0.0402	Sí
Duración total de las fijaciones	0.0465	Sí
Duración promedio de las fijaciones	0.0452	Sí
Número total de las fijaciones	0.0492	Sí
Número de sacadas	0.0497	Sí

Tabla 2. Importancia de las variables aplicando Random Forest

Variables	Importancia	Descripción
Duración Total de las Fijaciones (DTF)	30,5%	Es la suma del tiempo total en que el ojo permanece fijado en un punto específico durante una tarea visual. Representa cuánto tiempo en

		total el sujeto se concentró en un área particular antes de cambiar su mirada.
Duración Promedio de las Fijaciones (DPF)	25,8%	Es el promedio de la duración de cada fijación individual. Este valor refleja cuánto tiempo, en promedio, los ojos permanecen enfocados en un área de interés antes de moverse hacia otro punto. Es útil para evaluar la profundidad de la atención en un estímulo.
Número Total de Fijaciones (NTF)	20.3%	Es la cantidad total de veces que los ojos se detienen en un punto específico mientras observan un estímulo visual. Este número ayuda a identificar las áreas de mayor interés o atención dentro de una imagen o escena
Número de Sacadas (NS)	14.7%	Se refiere a la cantidad de movimientos rápidos que realiza el ojo entre una fijación y otra. Las sacadas son movimientos oculares rápidos que permiten que el ojo cambie de un punto de interés a otro dentro de un estímulo visual
Diámetro Promedio de la Pupila durante las Fijaciones (DPP)	8.7%	Es la medida del tamaño promedio de la pupila mientras el ojo está fijado en un punto. El diámetro de la pupila puede cambiar en respuesta a estímulos emocionales o cognitivos, y este valor proporciona información sobre el estado emocional o nivel de excitación del sujeto.

2.6.- Proceso de Limpieza de Datos

El proceso de limpieza de datos se llevó a cabo en varias etapas para asegurar la calidad y la integridad de la información obtenida a través del eyetracking. Inicialmente, se realizó una revisión exhaustiva de los registros de datos para identificar y eliminar cualquier entrada duplicada. Esto fue crucial, ya que la duplicación podría distorsionar los resultados finales.

Posteriormente, se verificaron los datos por consistencia y precisión.

Se excluyeron aquellos registros con valores extremos o fuera de rango, que pudieran indicar errores de medición. Para ello, se establecieron límites razonables basados en la literatura existente sobre variables del eyetracking. Por ejemplo, se descartaron fijaciones con una duración menor a 50 milisegundos y sacadas que excedieran los 1000 milisegundos, ya que estas medidas no son representativas del comportamiento visual normal.

A continuación, se llevó a cabo una normalización de los datos,

asignando un identificador único a cada participante y agrupando sus variables en función de las categorías de estímulos (positivos y negativos). Este procedimiento permitió una organización más eficiente de los datos y facilitó el análisis posterior.

Finalmente, se realizó un análisis exploratorio para identificar patrones y tendencias dentro de los datos limpios. Esta etapa fue esencial para garantizar que los análisis estadísticos posteriores fueran precisos y significativos, permitiendo así una interpretación válida de los resultados obtenidos.

3. Resultados y discusión

Una vez realizado el proceso de adquisición de datos, se detallan las medias y desviaciones estándar de las variables analizadas, tanto para las imágenes con contenido emocional positivo como negativo. Estas variables incluyen la Duración Total de las Fijaciones (DTF), la Duración Promedio de las Fijaciones (DPF), el Número Total de Fijaciones (NTF), el Número de Sacadas (NS), y el Diámetro Promedio de la Pupila durante las Fijaciones (DPPF). A continuación, se comparan y discuten las diferencias más relevantes entre ambos tipos de estímulos (Ver tabla 3) y (Figura 2), proporcionando una visión clara de los patrones de atención visual observados.

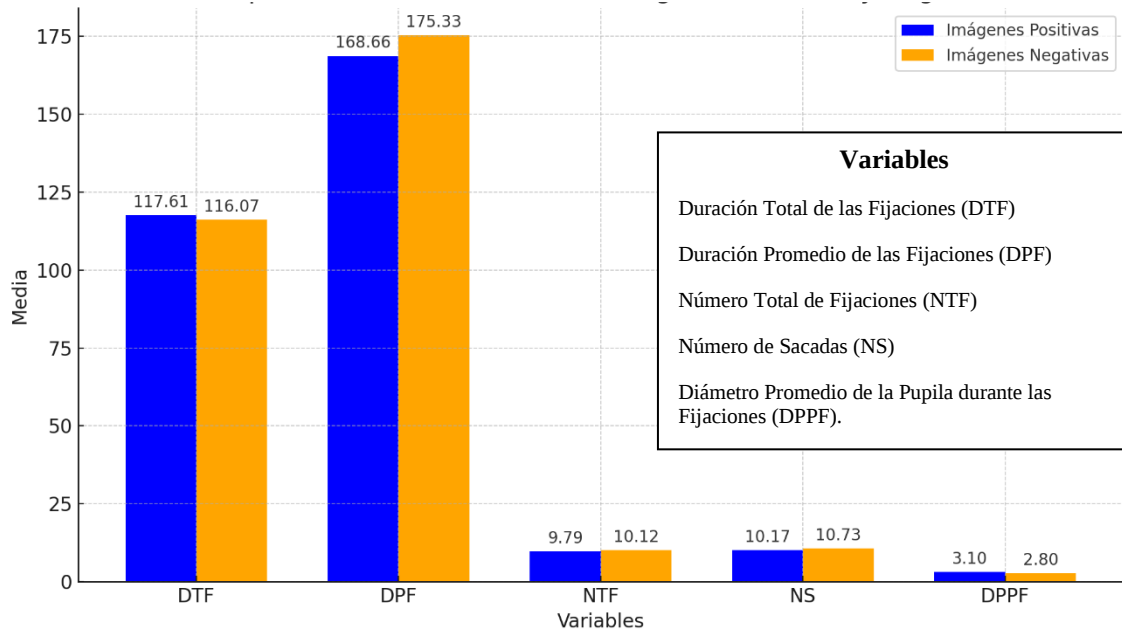
Análisis estadístico de variables

Tabla 3. Comparación de variables con rangos de referencia en imágenes positivas y negativas

Variables	Rango de referencia	Imágenes Positivas (media $\pm$ desviación estándar)	Imágenes Negativas (media $\pm$ desviación estándar)
Duración Total de las Fijaciones (DTF)	(300- 500 ms)	117.61 $\pm$ 43.42 ms	116.07 $\pm$ 16.90 ms
Duración Promedio de las Fijaciones (DPF)	(150 - 250 ms)	168.66 $\pm$ 84.75 ms	175.33 $\pm$ 82.87 ms
Número Total de Fijaciones (NTF)	(10 – 20)	9.79 $\pm$ 0.93	10.12 $\pm$ 0.72

Número de Sacadas (NS)	(20 – 30)	10.17 ± 0.56	10.73 ± 0.55
Diámetro Promedio de la Pupila (DPPF)	(2.5 - 3.5 mm)	3.10 ± 0.20 mm	2.80 ± 0.18 mm

Figura 2. Comparación de valores medios de variables ante estímulos positivos y negativos



En el cuadro proporcionado, se presentan cinco variables que según el método informático (Random Forest) y respaldado por el análisis estadístico (t student) de diferencias significativas antes estímulos positivos y negativos son las variables más importantes para el estudio: la Duración Total de las Fijaciones (DTF), la Duración Promedio de las Fijaciones (DPF), el Número Total de Fijaciones (NTF), el Número de Sacadas (NS) y el Diámetro Promedio de la Pupila (DPPF), junto con sus respectivos valores medios en la visualización de imágenes positivas y negativas.

Interpretación de las variables:

Duración Total de las Fijaciones (DTF):

Esta variable mide el tiempo total que los observadores dedican a fijar la mirada en puntos específicos de la imagen. Los rangos de referencia son entre 300 y 500 milisegundos (ms), y las medias para las imágenes positivas (117.61 ms) y negativas (116.07 ms) están por debajo de este rango de referencia. Esto indica que, en promedio, los observadores pasaron menos tiempo fijando su mirada en áreas específicas de ambas categorías de imágenes. Sin embargo, la diferencia

en la respuesta a los dos tipos de imágenes es mínima de manera gráfica, pero si se analiza o se toma como referencia el valor $p=0.04655$, se observa que si tiene diferencias significativas. Este hallazgo sugiere que, a pesar de ser leves, las imágenes positivas y negativas provocaron diferentes respuestas en la cantidad de atención visual que se les dedicó. La disminución en el tiempo de fijación total puede reflejar que los estímulos presentados no generaron la suficiente complejidad o interés visual en los participantes, lo que podría explicar una exploración menos prolongada.

Duración Promedio de las Fijaciones (DPF): El rango de referencia para esta variable es de 150 a 250 ms, en las imágenes positivas se observa un promedio de 168.66 ms, mientras que en las negativas es de 175.33 ms, con un valor $p=0.04525$. Ambos valores se encuentran dentro del rango esperado, pero las fijaciones en las imágenes negativas son ligeramente más largas. Esto puede indicar que las imágenes con connotaciones negativas requerían un procesamiento más profundo, lo que

llevó a una mayor duración de las fijaciones.

Número Total de Fijaciones (NTF):

Con un rango de referencia entre 10 y 20 fijaciones, los promedios de NTF son 9.79 para imágenes positivas y 10.12 para negativas, con un valor $p=0.04926$, lo que sugiere que los observadores realizaron menos fijaciones de las esperadas en ambos casos. Las imágenes negativas generaron un número ligeramente mayor de fijaciones, lo que podría estar relacionado con la mayor necesidad de procesamiento visual de dichas imágenes. Esta mayor cantidad de fijaciones en las imágenes negativas sugiere que los participantes experimentaron mayor incertidumbre o interés visual, lo que los llevó a realizar más paradas oculares para obtener información adicional.

Número de Sacadas (NS): Las sacadas, o movimientos rápidos entre puntos de fijación, tienen un rango esperado entre 20 y 30. Sin embargo, tanto para imágenes positivas (10.17) como para negativas (10.73), con un valor $p=0.04975$ el número de sacadas es considerablemente menor. Esto puede indicar que los observadores

realizaron menos movimientos de exploración ocular de lo esperado, posiblemente debido a la simplicidad de las imágenes. A menor número de sacadas, es probable que los participantes mantuvieran su atención concentrada en áreas específicas de las imágenes sin necesidad de realizar demasiados movimientos oculares. Esto podría reflejar una menor dispersión o complejidad visual de los estímulos, lo que facilitó un procesamiento visual más focalizado y menos disperso.

Diámetro Promedio de la Pupila (DPPF): En este caso, el diámetro de la pupila se encuentra dentro del rango de 2.5 a 3.5 mm. Para las imágenes positivas, el DPPF es de 3.10 mm, mientras que para las negativas es de 2.80 mm, con un valor $p=0.04025$. El mayor tamaño pupilar asociado a las imágenes positivas podría reflejar un estado de mayor excitación o interés, lo que concuerda con la idea de que las emociones positivas tienden a generar respuestas fisiológicas más intensas. Esta variación en el tamaño de la pupila refuerza la idea de que las emociones, ya sean positivas o negativas, influyen en las

respuestas fisiológicas de los participantes y pueden afectar su nivel de atención y procesamiento visual.

En conjunto, las diferencias en estas variables sugieren que las imágenes negativas requieren más procesamiento visual y posiblemente una mayor atención cognitiva, mientras que las positivas provocan una mayor dilatación pupilar, lo que puede reflejar un mayor impacto emocional.

4. Conclusiones

La presente investigación ha proporcionado un análisis exhaustivo de las respuestas emocionales a estímulos visuales utilizando el dispositivo de seguimiento ocular, que ha permitido capturar de manera precisa los patrones de atención visual ante imágenes de contenido emocional positivo y negativo. Los resultados obtenidos ofrecen una perspectiva amplia y detallada sobre la interacción entre emociones y atención, destacando la importancia de las variables analizadas: la Duración Total de las Fijaciones (DTF), la Duración Promedio de las

Fijaciones (DPF), el Número Total de Fijaciones (NTF), el Número de Sacadas (NS) y el Diámetro Promedio de la Pupila durante las Fijaciones (DPPF).

Los hallazgos sugieren que los estímulos negativos capturan y retienen la atención de manera más intensa, puede interpretarse en el contexto de la teoría de la atención emocional, que plantea que los estímulos negativos tienden a evocar respuestas más robustas y sostenidas debido a su naturaleza potencialmente amenazante o relevante para la supervivencia (Corbin, 2016). La mayor duración de fijación en las imágenes negativas puede reflejar un proceso de evaluación cognitiva más profundo, donde los participantes analizan y procesan la información emocional de manera más exhaustiva.

Por otro lado, la mayor duración promedio de fijación en las imágenes negativas, en comparación con las positivas, también puede indicar que estas generan una respuesta emocional más intensa, lo que a su vez podría influir en la toma de decisiones y el comportamiento posterior de los individuos.

Estos resultados proporcionan una perspectiva valiosa sobre la dinámica de atención y la respuesta fisiológica frente a diferentes tipos de contenido emocional, destacando la importancia de considerar las diferencias en la atención visual en contextos donde la emoción juega un papel crucial (Montañés, 2005). Esta comprensión puede tener aplicaciones significativas en áreas como el diseño de contenido visual, el marketing y la psicología, donde la manipulación de estímulos emocionales puede ser utilizada estratégicamente para influir en el comportamiento del consumidor o en la comunicación efectiva.

Un hallazgo clave es la diferencia en la Duración Total de las Fijaciones (DTF) entre imágenes positivas (117.61 ms) y negativas (116.07 ms) con un valor $p=0.04655$. Aunque las medias son comparables, la mayor variabilidad en las imágenes positivas sugiere una atención menos uniforme, lo que puede interpretarse como un indicativo de que las emociones positivas, a pesar de ser atractivas, no generan la misma necesidad de evaluación intensa que las emociones negativas.

La Duración Promedio de las Fijaciones (DPF) mostró resultados significativos al indicar que las imágenes negativas (175.33 ms) provocaron una mayor duración promedio de fijación en comparación con las positivas (168.66 ms) con un valor $p= 0.04525$. Este patrón sugiere que los estímulos negativos no solo capturan la atención, sino que también facilitan un proceso de evaluación más profundo.

El análisis del Diámetro Promedio de la Pupila durante las Fijaciones (DPPF) reveló que las imágenes positivas generan un diámetro pupilar promedio mayor (3.10 mm) en comparación con las imágenes negativas (2.80 mm) con un valor $p= 0.04025$. Este hallazgo es particularmente interesante, ya que podría indicar que los estímulos positivos son percibidos como más atractivos, generando una mayor excitación fisiológica, mientras que las imágenes negativas, a pesar de su naturaleza emocionalmente intensa, provocan una respuesta pupilar más controlada, lo que contradice algunas expectativas previas sobre la relación entre emoción y dilatación pupilar.

A partir de estos resultados este estudio se comprobó que si existe diferencias significativas en las variables presentadas frente a estímulos positivos y negativos. Esto indica que la naturaleza emocional de los estímulos influye de manera directa en los patrones de atención visual de los participantes.

La utilización del eyetracking como herramienta de investigación se valida aún más a través de este estudio, sugiriendo que futuras investigaciones podrían explorar más a fondo cómo diferentes situaciones, como estímulos visuales, videos, páginas web, etc., pueden afectar las respuestas emocionales y de atención. Esta investigación abre un sinnúmero de oportunidades para profundizar en la relación entre emociones y atención visual, contribuyendo así al entendimiento de la complejidad de la experiencia humana.

Bibliografía

Coppola, M. (2023). Qué es el Eye Tracking, cómo funciona y para qué sirve? Obtenido de Hubspot:
<https://blog.hubspot.es/web-site/eye-tracking>

- Corbin, J. A. (2016). Psicología emocional: principales teorías de la emoción. Obtenido de psicologiyamente: <https://psicologiyamente.com/psicologia/psicologia-emocional>
- Hessels, R., & Hooge, I. (2019). Eye tracking in developmental cognitive neuroscience – The good, the bad and the ugly. *Developmental Cognitive Neuroscience*, págs. 2-11.
- Imotions. (2023). Eye Tracking. Obtenido de Imotions: <https://imotions.com/eye-tracking/>
- Lim, J. Z., Mountstephens, J., & Teo, J. (2020). Emotion Recognition Using Eye-Tracking: Taxonomy, Review and Current Challenges. *Sensor*, págs. 1-22.
- Montañés, M. C. (2005). PSICOLOGÍA DE LA EMOCIÓN. Obtenido de <https://www.uv.es/choliz/Proceso%20emocional.pdf>
- Morales, S. (2023). Qué son las emociones, cuántos tipos existen y cómo podemos aprender a gestionarlas. Obtenido de unobravo: <https://www.unobravo.com/es/blog/emociones>
- Perez, J., Iturria, R., & Vila, J. (2019). El seguimiento ocular como una medida conductual de la atención empleando diapositivas del IAPS. *Revista de Psicología y Ciencias del Comportamiento de la U.A.C.J.S.*, págs. 63-73.
- Santos, D. (2023). Data cleansing: qué es la limpieza de datos y cómo realizarla. Obtenido de Hubspot: <https://blog.hubspot.es/marketing/limpieza-de-datos>
- Sharma, P., Joshi, S., Gautam, S., Maharjan, S., Khanal, S. R., Cabral, M., . . . Filipe, V. M. (2023). Student Engagement Detection Using Emotion Analysis, Eye Tracking and Head Movement with Machine Learning. *Technology and Innovation in Learning, Teaching and Education*, págs. 52-68.
- Skaramagkas, V., Ktistakis, E., Manousos, D., Kazantzaki, E., Tachos, N., Tripoliti, E., . . . Tsiknakis, M. (2023). eSEE-d: Emotional State Estimation Based on Eye-Tracking Dataset. *MDPI*, pág. 589.
- Tarnowski, P., Kołodziej, M., Majkowski, n., & Rak, R. J. (2020). Eye-Tracking Analysis for Emotion Recognition. *Computational Intelligence and Neuroscience*, págs. 1-13.