

---

# Análisis del uso de la Potencia Óptica de Lentes Electrónicos Controlados por Señales biológicas: Un Enfoque Cuantitativo de Fatiga Ocular

---

William Gómez Roa  
wa.gomez@javeriana.edu.co  
Bioingeniería y Ciencia de Datos

## Objetivos

El objetivo principal es diseñar y realizar un experimento que permita determinar si existe un cambio significativo en la potencia óptica de lentes electrónicos y en el diámetro pupilar después de una exposición prolongada a una pantalla digital, evaluando la fatiga visual mediante un ANOVA de medidas repetidas con dos factores: **brillo** y **tiempo de exposición**.

## Antecedentes del Problema

Se ha demostrado que el uso prolongado de pantallas digitales puede causar fatiga visual digital. Anteriormente, se han investigado sistemas de lentes electrónicos controlados por señales biológicas, capaces de ajustar su curvatura óptica. Este proyecto busca cuantificar si, tras la exposición prolongada a pantallas, los lentes electrónicos presentan ajustes en su potencia óptica debido a la fatiga visual.

## Descripción de los Datos y su Origen

Los datos provendrán de un experimento con 8 participantes. Se medirán las siguientes variables:

- **Potencia Óptica Lente Izquierda y Derecha:** Medida en dioptrías, antes y después de la exposición.
- **Diámetro de la Pupila:** Medida mediante grabación de video durante el experimento.
- **Brillo:** Nivel de luminosidad de la pantalla, alto o bajo.
- **Tiempo de exposición:** Dos niveles: 45 minutos y 1 hora.

## Variables de Control y de Respuesta

### Variables de control:

- **Brillo:** Dos niveles (alto y bajo).
- **Tiempo de exposición:** Dos niveles (45 minutos y 1 hora).

## Variables de respuesta:

- **Potencia Óptica Lente Izquierda y Derecha:** Se evaluarán antes y después de la exposición para determinar cambios.
- **Diámetro de la Pupila:** Cambios en el tamaño de la pupila antes y después del experimento.

## Variables Constantes Durante el Experimento

- **Distancia de enfoque:** Es la distancia desde los lentes electrónicos hasta la pantalla digital. Esta distancia es fija e igual para todos los participantes.
- **Ángulo de la cabeza:** Es la posición de la cabeza con respecto a la pantalla digital. Una vez iniciado el experimento, se busca que esta postura se mantenga lo más constante posible. Aunque los factores perturbadores externos y la duración del experimento pueden afectarlo significativamente, la idea es que este no varíe mucho.
- **Luminosidad:** Es el brillo seleccionado en la pantalla digital. Tiene dos niveles: brillo alto y brillo bajo. Permanecerá en el nivel seleccionado durante todo el tiempo de exposición del experimento.
- **Tiempo de exposición:** Es el tiempo que durará la persona mirando a través de los lentes hacia la pantalla digital en el montaje experimental desarrollado. El tiempo estipulado es de 1 hora o 45 minutos para todos los participantes.
- **Lectura:** En la pantalla se proyectará el mismo texto, utilizando el mismo tamaño y tipo de letra para todos los participantes.

## Posibles Factores Perturbadores

Se prevé que existan una serie de factores perturbadores que no es posible controlar en el experimento. Se busca disminuir sus efectos mediante el uso de bloques aleatorizados, con el fin de reducir la influencia de estos factores en los resultados:

- **Día y hora:** Las variaciones en el día y la hora pueden afectar el estado de alerta y concentración de los participantes, así como las condiciones de iluminación y ruido en el entorno.
- **Estado de cansancio:** El nivel de cansancio de los participantes puede influir en su capacidad de atención y en las respuestas fisiológicas durante el experimento, lo que podría sesgar los resultados.
- **Condiciones ambientales:** Factores como la temperatura, la humedad y el nivel de ruido en el entorno pueden afectar la comodidad de los participantes y, en consecuencia, su rendimiento durante la exposición a la pantalla digital.

## Interacciones Posibles entre Variables

- **Brillo y Diámetro de la Pupila:** Un mayor brillo podría causar constricción pupilar.
- **Tiempo de exposición y Fatiga Visual:** Mayor tiempo de exposición aumenta la fatiga.
- **Brillo de la pantalla y la fatiga visual digital:** Un mayor brillo o un brillo excesivo o insuficiente en la pantalla puede contribuir a la fatiga visual digital, ya que niveles inadecuados de luminosidad pueden forzar la vista y causar incomodidad.

## Restricciones del Experimento

- **Duración:** Limitada a 1 hora por participante.
- **Número de participantes:** Mínimo 8.

## Preferencias de Diseño Experimental

El experimento contará con 8 participantes, y se realizarán 2 repeticiones para cada combinación de los factores. Los factores principales son:

- **Brillo:** Dos niveles (alto y bajo).
- **Tiempo de exposición:** Dos niveles (45 minutos y 1 hora).

Esto da lugar a un diseño factorial completo, donde cada combinación de los factores brillo y tiempo de exposición se probará con cada participante. Cada combinación se repetirá dos veces para aumentar la robustez de los resultados.

Se usará un diseño de medidas repetidas para evaluar los cambios en las variables de respuesta (potencia óptica y diámetro de la pupila) **antes** y **después** de la exposición al estímulo. El ANOVA de medidas repetidas es adecuado para analizar estos cambios, ya que evalúa las diferencias significativas dentro de los mismos participantes bajo distintas condiciones, y permite controlar la variabilidad individual.

La aleatorización se empleará para asignar el orden de las pruebas a cada participante, minimizando los efectos de posibles factores externos como el cansancio acumulado o la adaptación a la pantalla.