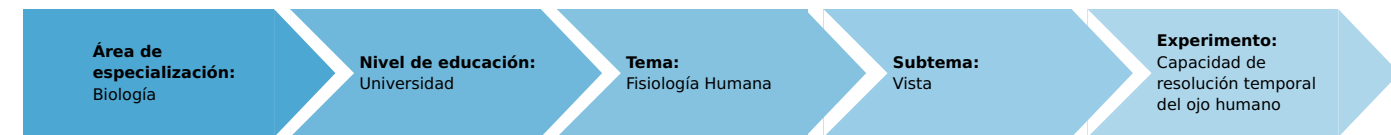


# Capacidad de resolución temporal del ojo humano

(Punto N°: P4070300)

## Relevancia curricular



### Dificultad



Intermedio

### Tiempo de preparación



10 Minutos

### Tiempo de ejecución



1 Hora

### Tamaño de grupo recomendado



1 Alumno

### Requisitos adicionales:

### Variantes de los experimentos:

### Palabras clave:

Perímetro, Resolución temporal, Fusión del parpadeo, Ajuste de la visión a las condiciones lumínicas: claro/oscuro

## Resumen

### Principio

La retina cuenta con células receptoras de luz, las cuales necesitan un poco más de tiempo en activarse que el estímulo luminoso, es por este motivo, que solamente un limitado número de estímulos por unidad de tiempo pueden ser procesados (relación del poder de resolución del ojo-tiempo). Si una fuente de luz se enciende y se apaga periódicamente en una secuencia cada vez más rápida, el ojo primero percibe los destellos, después ocurre el parpadeo y finalmente la impresión de luz continua (fusión del parpadeo). La frecuencia de simulación en la que esto último sucede (la frecuencia de fusión del parpadeo) está directamente relacionada con la intensidad, la longitud de onda y la dirección de incidencia de la luz. Adaptándose a la intensidad lumínica de alrededor, el ojo puede cambiar la intensidad de la luz que entra a través del iris, estando este abierto (en una habitación oscura) o casi cerrado iris.

### Teoría

La frecuencia de fusión del parpadeo, la frecuencia a la cual la impresión de una fuente continua de luz sucede, se mide para estudiar la capacidad de resolución en base al tiempo del ojo humano. Para estudiar la relación entre el ángulo de incidencia de la luz y la frecuencia de fusión del parpadeo se utiliza el perímetro.



Foto 1: Configuración experimental con generador de funciones digital

## Material

| N° de posición | Material                                                           | N° de orden | Cantidad |
|----------------|--------------------------------------------------------------------|-------------|----------|
| 1              | Generador de funciones digital, USB, incluye Cobra4-Software       | 13654-99    | 1        |
| 2              | Perímetro, 60 cm de diámetro                                       | 65984-00    | 1        |
| 3              | Atractiva fuente de luz                                            | 65985-00    | 1        |
| 4              | Trípode, regulable                                                 | 02001-00    | 1        |
| 5              | Abrazadera de mesa PHYWE                                           | 02010-00    | 1        |
| 6              | Poste de sujeción                                                  | 02060-00    | 1        |
| 7              | Tabla sobre barra                                                  | 08060-00    | 1        |
| 8              | Doble nuez                                                         | 02043-00    | 1        |
| 9              | Soporte de varilla de acero inoxidable 18/8, l = 500 mm, d = 10 mm | 02032-00    | 1        |

## Tareas

1. Medir la frecuencia de fusión del parpadeo para todos los ángulos de incidencia entre  $-90^\circ$  y  $90^\circ$  para ambos ojos.
2. Repetir las mediciones en una habitación oscura para estudiar el efecto de la adaptación del ojo a la luz.
3. Repetir las mediciones desde la tarea 1 a la 2 con troa amplitud de señal la cual corresponda a una intensidad diferente de luz.

## Configuración y procedimiento

### Configuración

El perímetro se fija en el borde de la tabla utilizando una abrazadera, una varilla de soporte y una abrazadera de ángulo, de manera que la apertura se dirige lejos de la ventana. El perímetro tiene que fijarse en una posición horizontal precisa. Se fija una tabla pequeña mediante un tubo a la base de soporte y posteriormente se ajusta para que el ojo pueda ser evaluado exactamente en el centro del perímetro. El generador digital de funciones se coloca en el banco de manera que la frecuencia mostrada no pueda ser vista por el sujeto testado. Como se muestra en la figura 1, la fuente de luz que produce el estímulo es conectada directamente a la salida del generador.

**Atención:** la amplitud solamente se puede aumentar hasta un máximo de 3 V. De lo contrario, la fuente de estimulación lumínica se puede estropear!

### Procedimiento

La persona sujeta a evaluación debe posicionarse de manera que el/ella pueda sostener su cabeza en el soporte indicado para la misma y por un largo periodo no debe moverse. Si fuera necesario, ajuste la altura de la silla. El ojo que va a ser evaluado tiene que estar fijo en el centro del interior del perímetro del experimento. Una marca blanca es fijada en el centro para facilitar el enfoque. El otro ojo debe permanecer cerrado. La fuente lumínica estimulante es conducida al centro de interior del perímetro y sostenida por un imán desde la parte exterior. En el generador digital de funciones (figura 2), la frecuencia se establece a 10 Hz, la compensación está configurada a 1.5 V y la amplitud se puede aumentar a 3 voltios como máximo.



Abb. 2

Ahora se aumenta la frecuencia lentamente por el experimentador hasta que desaparezca el parpadeo debido a la luz en la persona sujeta a evaluación (el parpadeo aparece debido a una exposición continua a la luz). La frecuencia de fusión del parpadeo es grabada en una tabla. La fuente estimulante de luz se mueve a continuación horizontalmente  $10^\circ$  desde el centro y la frecuencia de fusión del parpadeo se mide de nuevo como se ha descrito anteriormente, comenzando por 10 Hz. El ojo debe permanecer fijo y permanentemente enfocado en la marca situada en el centro del perímetro. La medición se repite en intervalos de  $10^\circ$  primero a la derecha del centro hasta que la fuente lumínica desaparece del campo de visión, después a la izquierda. Se graba la frecuencia para todos los ángulos. Las mediciones se repiten para el otro ojo.

**Nota:** para una descripción más detallada del modo de operación del generador digital de funciones, por favor revise el manual .

## Resultados y evaluación

### Resultados

A continuación se describe la evaluación de los valores obtenidos con la ayuda de valores de muestra. Sus resultados podrían variar respecto a los que se presentan aquí.

**Tarea 1:** Analizar la relación entre la frecuencia de parpadeo y el ángulo de incidencia de la luz.

En la Fig. 3 la frecuencia de fusión se muestra en función del la incidencia del ángulo de la luz (rojo). Para el ángulo de incidencia  $0^\circ$  (fuente de luz centrada) se muestra un punto claro con una descenso paulatino para ángulos de incidencia mayores, ambos situados a derecha e izquierda del centro de posición. Mientras que hacia la periferia de la retina, el poder de resolución en función del tiempo deja de ser claro. A  $30^\circ$  la frecuencia de fusión es a menudo disminuida prácticamente a la mitad.

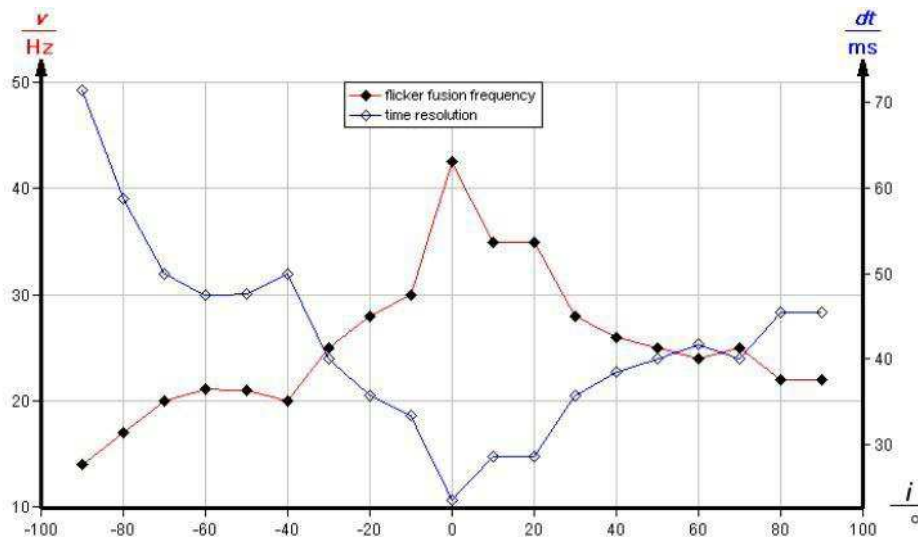


Fig. 3. Frecuencia de fusión del parpadeo y tiempo de resolución para diferentes ángulos de incidencia de estimulación

El tiempo  $dt$  está relacionado con la frecuencia de fusión del parpadeo  $\nu$  como se muestra en la ecuación (1).

$$dt = \frac{1}{\nu} \quad (1)$$

Fig. 3 muestra la relación entre el tiempo de resolución del ojo y el ángulo de incidencia de la luz (azul). Los resultados podrían variar entre el ojo derecho y el izquierdo.

**Tarea 2:** analizar la relación entre la incidencia de la frecuencia de fusión del parpadeo con la intensidad de la luz ambiente.

Para estudiar el efecto de la adaptación del ojo a diferentes intensidades de luz, compare los resultados de la tarea 1 con los resultados obtenidos en un ambiente oscuro. Considere puntos en común y variaciones. Los valores para el ángulo de incidencia  $0^\circ$  (incidencia de la luz en la fóvea) podría variar entre 20 Hz para el ojo adaptado a la oscuridad, hasta 70 Hz en adaptación lumínica.

**Tarea 3:** analizar la relación entre la frecuencia de fusión del parpadeo y la intensidad de la fuente lumínica de estimulación.

Una alternativa para el estudio del efecto de la intensidad de la incidencia de la luz influye directamente en la amplitud de la señal del generador de funciones digital. Una amplitud elevada corresponde a un iris ampliamente abierto: en ambos casos más luz puede entrar en el ojo. De la misma manera, una menor amplitud corresponde a un ambiente altamente iluminado, resultando en un iris más cerrado.