



## Pupilas dilatadas, mente atareada: la dilatación pupilar y su aplicación al estudio del lenguaje

Juan Haro, Marc Guasch y Pilar Ferré

Dept. de Psicología y Centro de Investigación en Evaluación y Medida de la Conducta (CRAMC), Universitat Rovira i Virgili, Tarragona, España

Tipo de artículo: Actualidad.

Disciplinas: Psicología, Neurociencias.

Etiquetas: lenguaje, cerebro, bilingüismo, pupilometría, dilatación pupilar.

*Las pupilas aumentan o reducen su tamaño ante cambios de iluminación. Además, su tamaño también varía en función del esfuerzo mental. Cuanto mayor es el esfuerzo mental, más se dilatan. Esto hace de la dilatación pupilar una medida útil para el estudio de los procesos cognitivos. Recientemente se ha comenzado a usar esta medida para investigar el procesamiento de palabras, lo cual ha revelado que la dilatación de la pupila es sensible a algunas propiedades de las palabras, por ejemplo, su frecuencia de uso o, cuando el lector es bilingüe, el grado de cognación (la semejanza entre una palabra y su traducción).*

A lo largo del día las pupilas se contraen y se dilatan para adaptarse a los cambios de iluminación. Esto permite que la cantidad de luz que llega a cada retina sea siempre la adecuada: ni demasiada, lo cual nos deslumbraría, ni insuficiente, lo que impediría una correcta visibilidad. Pero no solo la luz determina el tamaño de las pupilas. Su tamaño puede variar, por ejemplo, al percibir estímulos emocionales (p.ej., un grito de socorro), tras consumir alguna sustancia psicoactiva (p.ej., cannabis o cocaína) o al sufrir un traumatismo craneoencefálico. Menos conocido es que las pupilas se dilatan en función del esfuerzo mental.



(pixabay) Skitterphoto.

Este efecto fue descubierto en 1964 por Eckard Hess y James Polt, en un estudio donde los participantes debían resolver operaciones matemáticas de distinta complejidad. Los participantes iniciaban la tarea realizando multiplicaciones fáciles (p.ej., 7 x 8) y la finalizaban resolviendo multiplicaciones de mayor dificultad (p.ej., 16 x 23). Los resultados del estudio revelaron una estrecha relación entre esfuerzo mental y dilatación

pupilar, al mostrar que la dilatación de las pupilas aumentó en proporción a la dificultad de las operaciones matemáticas.

Pero, ¿por qué el esfuerzo mental tiene un efecto en la dilatación de las pupilas? La respuesta parece estar en las conexiones que existen entre el ojo y el sistema nervioso simpático, esto es, el conjunto de estructuras nerviosas que preparan nuestro organismo ante las demandas del entorno. El músculo dilatador del iris es el principal responsable de aumentar el tamaño de la pupila, y este está conectado mediante fibras nerviosas a dos estructuras subcorticales del sistema nervioso simpático, el locus cerúleo y el hipotálamo. Cuando estas estructuras aumentan su actividad en función del grado de estimulación mental, estimulan el músculo dilatador del iris produciendo un aumento del tamaño de la pupila.

El descubrimiento de Hess y Polt despertó el interés de otros científicos cognitivos, que comenzaron a utilizar la técnica de medición del diámetro pupilar (también llamada pupilometría) para estudiar los procesos cognitivos. A este creciente interés contribuyeron sus ventajas respecto a otras medidas utilizadas en la época. Por ejemplo, una importante ventaja de la pupilometría es que permite examinar procesos inconscientes que, en ocasiones, no se reflejan en la respuesta del participante en una tarea experimental. Además, no requiere una respuesta explícita por parte del participante, de modo que es una medida que no se ve afectada por los procesos de planificación y ejecución de la respuesta. También cabe destacar lo difícil que es controlar la dilatación de la pupila de forma voluntaria, por lo que esta medida no está sujeta al control consciente del participante. Por otra parte, esta técnica también tiene algunas limitaciones. El tamaño de la pupila puede verse afectado por múltiples factores ajenos a la manipulación experimental, por ejemplo, el estado emocional y de alerta general del participante, la iluminación del lugar donde se realiza el experimento, etc. Esto dificulta su uso, sobre todo, en contextos naturales, es decir, fuera del laboratorio. Además, el nivel de entrenamiento y pericia de los participantes en dicha tarea influye en el esfuerzo necesario para llevarla a cabo y esto puede hacer variar la dilatación pupilar entre participantes.

Aun con sus limitaciones, la pupilometría ha demostrado ser una técnica de gran valor para la ciencia cognitiva. En las últimas seis décadas ha sido empleada en la investigación de distintos procesos cognitivos como memoria, percepción y atención, entre otros. Recientemente, su uso ha comenzado a extenderse al ámbito del procesamiento del lenguaje (véase Schmidkte, 2018). En nuestro laboratorio hemos realizado algunos estudios que demuestran la utilidad de esta técnica para analizar el procesamiento de palabras. En uno de ellos (Haro y col., 2017) medimos el diámetro pupilar de los participantes mientras realizaban una tarea de reconocimiento de palabras. El objetivo del estudio era examinar cómo afecta la frecuencia de una palabra a su reconocimiento. En línea con trabajos anteriores, las palabras de mayor frecuencia fueron reconocidas más rápido que las de menor frecuencia. Además, observamos una mayor dilatación pupilar al procesar palabras de baja frecuencia (p.ej., "potro") que ante palabras de alta frecuencia (p.ej., "perro"). La respuesta pupilar es, por tanto, sensible a la frecuencia léxica, indicando que el reconocimiento de una palabra de baja frecuencia supone un mayor esfuerzo mental que el de una palabra de alta frecuencia.

En otro estudio (Guasch y col., 2017) examinamos cómo las personas bilingües procesan los cognados entre lenguas. Un cognado es una palabra que posee una ortografía similar a la de su traducción en la otra lengua. Por ejemplo, la palabra "ordinador" del catalán es un cognado para un bilingüe catalán-castellano, ya que comparte ortografía con su traducción al castellano, "ordenador". Existe evidencia de que los bilingües reconocen más rápido los cognados que los no cognados (como "cadira", que es la traducción de "silla"), por lo que queríamos comprobar si la respuesta pupilar es sensible a este efecto. Para ello presentamos en castellano cognados catalán-castellano (p.ej., "ordenador"), no cognados (p.ej., "silla") y falsas palabras (p.ej., "judapo") a un grupo de participantes bilingües en una tarea de reconocimiento de palabras; en concreto, en dicha tarea debían identificar si los estímulos presentados visualmente se correspondían con palabras del castellano o bien eran falsas palabras. Los resultados mostraron una menor dilatación pupilar para los cognados frente a los no cognados, además de tiempos de reconocimiento más rápidos. Este resultado

sugiere que, al procesar un cognado, dicha palabra y su traducción se activan conjuntamente en la memoria, reduciendo el esfuerzo necesario para su reconocimiento.

En resumen, los resultados de estos estudios muestran que la dilatación pupilar es una medida muy prometedora para entender mejor el procesamiento de palabras. Además de las ventajas que ofrece, también cabe destacar que se puede usar como medida complementaria a otras ampliamente utilizadas en este campo de estudio, por ejemplo, medidas conductuales, potenciales evocados, etc. Quién sabe si, en el futuro, esta medida nos ayudará a aclarar preguntas que todavía siguen sin respuesta en el ámbito del procesamiento y representación del lenguaje.

## Referencias

- Guasch, M., Ferré, P., y Haro, J. (2017). Pupil dilation is sensitive to the cognate status of words: further evidence for non-selectivity in bilingual lexical access. *Bilingualism: Language and Cognition*, 20, 49-54.
- Haro, J., Guasch, M., Vallès, B., y Ferré, P. (2017). Is pupillary response a reliable index of word recognition? Evidence from a delayed lexical decision task. *Behavior Research Methods*, 49, 1930-1938.
- Hess, E. H., y Polt, J. M. (1964). Pupil size in relation to mental activity during simple problem-solving. *Science*, 143, 1190-1192.
- Schmidtke, J. (2018). Pupillometry in linguistic research: An introduction and review for second language researchers. *Studies in Second Language Acquisition*, 40, 529-549.

Manuscrito recibido el 30 de junio de 2021.

Aceptado el 24 de agosto de 2021.