

# Los fotorreceptores, esas fascinantes células

Artículo publicado en noviembre de 2009

**Nicolás Cuenca Navarro**

Departamento de Fisiología, Genética y Microbiología

Universidad de Alicante

[cuenca@ua.es](mailto:cuenca@ua.es)

*Photoreceptor cells are specialized light-sensitive neurons located in the outer layer of the vertebrate retina. The photoreceptor cells convert incoming photons to an electrical signal through a process called phototransduction. Rod and cone photoreceptor subtypes are further specialized for sensing light in low and high illumination, respectively. The rods and cones, are among the most specialized and complex cells in our body. Perform the conversion of light into nerve impulses that the brain transforms into images. By this mechanism we may be able to recognize shapes, sizes, colors and movement. To enable visual function, these photoreceptors have developed elaborate morphological domains for the detection of light (outer segments), for energy production (inner segments), and for communication with neighboring retinal neurons (synaptic terminals). The structural and functional complexity of these cells makes it likely to suffer various alterations that lead to retinal diseases and even blindness.*

*Los fotorreceptores son neuronas especializadas sensibles a la luz localizadas en la retina externa de los vertebrados. Los conos y bastones, son unas de las células mas especializadas y complejas de nuestro cuerpo. Realizan la conversión de la luz en impulsos nerviosos que el cerebro las transforma en imágenes. Este proceso nos pone en comunicación con el mundo real que nos rodea. Mediante este mecanismo es posible que podamos reconocer formas, tamaños, colores y movimiento y seamos capaces de desenvolvernos en la vida cotidiana. Para ello los fotorreceptores han desarrollado unos dominios morfológicos para la detección de la luz (segmentos externos), para producir energía (segmento interno) y para comunicarse con las neuronas vecinas (terminal sináptico). La complejidad estructural y funcional de esta célula la hace proclive a padecer diversas alteraciones que desembocan en patologías retinianas e incluso la ceguera.*

La visión es el sentido mediante el cual los humanos obtenemos la mayoría de la información del mundo que nos rodea. La retina es una lámina translúcida de tejido nervioso que tapiza la parte posterior del globo ocular y procesa la información visual. Está formada por tres capas de neuronas: la capa nuclear externa, la capa nuclear interna y la capa de las células ganglionares, separadas de dos capas de conexiones sinápticas, la plexiforme externa y la plexiforme interna. (Figura 1). La señal luminosa captada por los fotorreceptores se transmite en forma de impulsos nerviosos verticalmente a las células bipolares. Esta señal es modulada por las células horizontales en la capa plexiforme externa. En la capa plexiforme interna la información que proviene de las células bipolares es procesada conjuntamente con las células amacrinas y ganglionares. Los axones de estas últimas constituyen el nervio óptico, a través del cual se envía la información visual al cerebro. (Figura 1)

La fototransducción es la conversión de la luz recibida en señales nerviosas que el cerebro pueda entender. Este proceso se realiza en unas células muy especializadas denominadas fotorreceptores. La fototransducción se realiza en la parte apical de la

célula (segmento externo) (Figura 2) y en ella intervienen segundos mensajeros, así como un gran número de proteínas. Estas, a través de complejas reacciones bioquímicas, controlan la apertura y cierre de canales en la membrana del fotorreceptor, permitiendo la entrada y salida de iones  $\text{Na}^+$  y  $\text{Ca}^{2+}$ . Este tráfico de iones determina la despolarización o hiperpolarización de la célula provocando la liberación o retención de neurotransmisores en la parte opuesta de la célula: el terminal sináptico.

Los fotorreceptores son las células más especializadas de nuestro cuerpo. Contienen varias zonas en donde se realizan funciones específicas: un segmento externo, un segmento interno, un cuerpo celular y un terminal sináptico. (Figura 2) Los segmentos externos de los bastones están formados por una acumulación de discos membranosos en forma de pilas de monedas rodeados por la membrana celular, donde se realiza el fenómeno de la fototransducción y se encuentra un pigmento fotosensible llamado rodopsina. En los conos, los discos están formados por repliegues de la propia membrana plasmática y las moléculas fotosensibles son las opsinas. Separando el segmento externo del segmento interno se localiza un cilio conector interno que presenta una estructura similar a los cilios o flagelos de otras células. La región del cilio conector sirve de paso de vesículas entre el segmento externo y el interno. En el segmento interno se diferencian dos partes: el elipsoide y el mioide (Figura 2); en el primero se localizan una gran acumulación de mitocondrias y en el segundo es donde reside la maquinaria de síntesis proteica de la célula.

Los fotorreceptores son las células de nuestro organismo que más cantidad de oxígeno consumen y más energía generan. Dada la gran actividad metabólica de conos y bastones son las únicas células de nuestro cuerpo que poseen un gran compartimento cargado de mitocondrias (elipsoide). (Figura 2) Los fotorreceptores presentan una elevada actividad metabólica y están continuamente expuestos a fotones de luz, y por ello generan una gran cantidad de radicales libres. Estos radicales libres son especialmente dañinos para los fotorreceptores actuando sobre el ADN y los discos membranosos de los fotorreceptores, ya que contienen una alta cantidad de lípidos poliinsaturados, los cuales son especialmente sensibles a los radicales libres y a la peroxidación lipídica.

Los fotorreceptores, además de realizar la fototransducción, se comportan como neuronas, liberando neurotransmisores (glutamato) en su terminal axónico. Esto lo realizan mediante un tipo especial de sinapsis química denominado sinapsis en cinta. En el terminal presináptico de dichas sinapsis se encuentra una estructura proteica denominada cintilla sináptica, alrededor de las cuales se localizan vesículas sinápticas cargadas de neurotransmisores.

La complejidad de los fotorreceptores, sus regiones altamente especializadas, el gran número de proteínas que intervienen en su correcto funcionamiento y su alto consumo de energía predisponen a estas células a padecer patologías, provocadas por causas ambientales o por mutaciones genéticas, que desembocan en disfunciones visuales o en ceguera.

## **REFERENCIAS**

The first steps in seeing. R.W. Rodieck. Editorial Sinauer 1998.

How the retina works. Helga Kolb. American Scientist, Volume 91: 28-35. 2003.

[www.webvision.med.utah.edu](http://www.webvision.med.utah.edu)

[www.retinalmicroscopy.com](http://www.retinalmicroscopy.com)

## **FIGURAS**

**Figura 1. Fotografía obtenida con un microscopio confocal en la que se observan las principales capas y células de la retina.**

RP epitelio pigmentario, SE segmento externo, SI segmento interno, CNE capa nuclear externa, CPE capa plexiforme externa, CPE capa plexiforme externa. CNI capa nuclear interna, CPI capa plexiforme interna, CG capa de células ganglionares.

**Figura 2. Fotografía de un cono de retina de mono.**

Obtenida mediante técnicas de inmunocitoquímica y microscopía confocal en la que se observan sus partes principales.