

- rats. Br J Nutr. 2004;92:521-526.
35. D'Alessio D. Glucagon-like peptide 1 (GLP-1) in diabetes and aging. J Anti-Aging Med. 2000;3:329-333.
 36. Freeland K, Wilson C, Wolever T. Adaptation of colonic fermentation and glucagon-like peptide-1 secretion with increased wheat fibre intake for 1 year in hyperinsulinaemic human subjects. Br J Nutr. 2010;103:82-90.
 37. Jones J. Consumption of dietary fiber 1992–2000. En: Spiller G.A, editor. Handbook of Dietary fiber in Human Nutrition. 3ª edición. New York: CRC Press; 2001.p.553-566.
 38. Li C, Uppal M. Canadian diabetes association national nutrition committee clinical update on dietary fibre in diabetes: Food sources to physiological effects. Canadian J Diabetes. 2010;34:355-361.
 39. Valores de referencia de energía y nutrientes para la población venezolana. Publicación N° 53. Instituto Nacional de Nutrición. Serie de Cuadernos Azules. Caracas. Venezuela. 2000.
 40. Varela G, Moreiras O, Carbajal A, Campo M. Encuesta de presupuestos familiares 1990–91. Madrid: Instituto Nacional de Estadística; 1991.
 41. Serra Majem L, Aranceta Bartrina J. Nutrición infantil y juvenil. Estudio EnKid. Vol. 5. Barcelona: Masson; 2004.p.1-240.
 42. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino (MARM). Valoración de la dieta española de acuerdo al panel de consumo alimentario del Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación (MAPA) Fundación Española de la Nutrición. Madrid: Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino; 2008.p.1-68.
 43. Tabla de raciones de alimentos. Escuela de nutrición y dietética, Departamento de Ciencias de la Nutrición y Alimentación, Cátedra de Ciencia y Tecnología de Alimentos. Universidad Central de Venezuela. 2005.
 44. Tabla de composición de alimentos de Venezuela para uso práctico. Instituto Nacional de Nutrición. Serie de cuadernos azules, publicación n° 42. 1999. Caracas, Venezuela.

Correspondencia: Omar García

Apartado postal: 40390. Zona postal 1040-A. Los Chaguaramos, Caracas.

Gac Méd Caracas 2012;120(2):114-116

Etapa maculotópica, una propuesta sobre el inicio de la señalización visual según nuestra teoría sobre la visión

† Dr. Efraín Inaudy Bolívar *

e-mail. efibolivar@gmail.com

Centro de Investigación de Bioingeniería de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Carabobo

RESUMEN

Estamos considerando que a nivel de la mácula, región de la retina de máxima agudeza visual por su alta densidad de conos, debe conformarse una representación

* Perinatólogo. Estudiante del doctorado de Bioingeniería en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Carabobo. Miembro Correspondiente Nacional,

mapa maculotópico de aquella imagen del mundo exterior donde fijamos nuestra atención. La estimulación fotónica reflectante del mundo exterior excitaría a los conos de la mácula, y la distribución topográfica de estos conos absorbentes de luz o excitados, coincidiría exactamente con la topografía de la imagen exterior excitante. Uno o más fotorreceptores excitados conformarían un componente de la imagen o de información visual. La sumatoria de

estos componentes de información visual conformaría la imagen total.

Palabras clave: Estimulación fotónica. Mácula. Conos. Imagen maculotópica. Componentes de la imagen.

SUMMARY

We are considering that the level of the macula, the retinal region of maximum visual acuity due to its high density of cones, must conform maculotopic representation or map of that image of the outside world where we focus our attention. Reflecting photonic stimulation from the outside world excite the cones in the macula, and the topographic distribution of these light-absorbing cones or excited, coincide exactly with the topography of the exciting exterior image. One or more photoreceptors excited would form a component of the image or visual information. The sum of these components of visual information would form the total picture.

Key words: Photonic stimulation. Macula. Cones. Maculotopic image. Image components.

PROPUESTA SOBRE LA ETAPA MACULOTÓPICA DE LA VISIÓN

La percepción de los objetos del mundo exterior es posible merced a una serie de transformaciones complejas que experimenta la luz a través de la vía óptica. La energía electromagnética luminosa que estimula la retina para desencadenar el proceso de la visión proviene de la reflectividad de la luz en la superficie de los objetos del mundo exterior. Esta energía radiante se genera en forma discreta o cuantos de luz, unidades cuánticas que reciben el nombre de fotones y de cuya magnitud cuantitativa depende la intensidad de la luminancia. La energía de cada uno de los cuantos de energía electromagnética fotónica o cantidad de luz emitida por la frecuencia de una longitud de onda determinada se calcula mediante la ecuación de Max Planck: $E = hf$, donde E , es la energía, h , la constante de Max Planck ($6,62618 \times 10^{-34}$) y f la frecuencia de la onda (1). Durante la reflectividad, cada emisión fotónica tiene su longitud de onda enmarcada dentro del espectro de la luz visible y cuya banda, dentro del vasto espectro electromagnético, se ubica entre los 350 y los 700 nm. Cada fotón, es una carga eléctrica en movimiento y se propaga como una onda electromagnética en dirección precisa y por supuesto, a la velocidad de la luz (1). Estos fotones, son los que van a impresionar a los fotorreceptores para originar la señalización visual que será procesada en el cerebro para su conversión en percepción visual. Hemos de mencionar, que la longitud de onda de la

luz reflejada por un objeto siempre es modificada por la luz ambiental cambiante, por consiguiente, la percepción de un mismo objeto del mundo exterior puede modificarse de acuerdo a la influencia de la luz del entorno o del fondo del objeto (2).

En este modelo teórico de la retina se considera que a nivel de la mácula, región de máxima agudeza visual, debe conformarse una *representación o mapa maculotópico* de los objetos del mundo exterior como origen de la señalización visual, la cual a través de la vía óptica debe llegar a las neuronas corticales de las *áreas visuales especializadas* para su decodificación y hacer posible el complejo fenómeno de la percepción visual. Se hace esta propuesta tomando como base la estructura íntima de la mácula, contentiva de la fovea, la zona de máxima agudeza visual de la retina (3-5). Se ha determinado que en la mácula existe una alta concentración de conos siendo la densidad de estos fotorreceptores en la fovea de aproximadamente $147\ 000$ a $280\ 000 \times \text{mm}^2$ (6,7), representados por los tres tipos de conos A (azules), V (verdes) y R (rojos) que responden a longitudes de onda corta, media y alta respectivamente. Estos fotorreceptores son responsables de la agudeza visual alta por su gran sensibilidad a los rayos de luz directa y a su alta resolución temporal y espacial. Este mapa maculotópico sería posteriormente transferido, por vía bioquímica, a la red interneuronal retiniana.

Resulta importante la definición del *punto de fijación o de atención* que es aquel punto de la imagen del mundo exterior donde el observador detiene el alineamiento foveolar en busca de la información visual de interés (3). Ante una imagen, el observador crea múltiples puntos de fijación que equivalen por consiguiente, a múltiples escenas. La reflectividad que tiene lugar en la superficie de un objeto ubicado en el punto de fijación estimula un grupo de fotorreceptores, quienes transforman ese estímulo en señal visual.

Una señal visual o punto de luz no depende solo de la longitud de onda de su espectro reflejado, sino que a él se agrega la luminosidad de fondo o del entorno. El color de ese punto podría por consiguiente modificarse en su espectro e intensidad. Está reducida señal visual viajará desde la mácula hasta la corteza cerebral visual donde será decodificada por las neuronas para que sea percibida como un punto de imagen. Pero es lógico pensar que la percepción visual de un punto de luz es imposible, de ahí que se haya considerado que los *fotorreceptores excitados* estructuran los detalles de una serie de imágenes de un objeto del mundo exterior estableciéndose una correspondencia

ETAPA MACULOTÓPICA

topográfica exacta entre los *fotorreceptores excitados* y los detalles o fracciones de una imagen del mundo exterior excitantes. Así se originan en la mácula, lo denominado en esta teoría como *componentes de la imagen o componentes de información visual* (véase Figura 1). La sumatoria de estos componentes de información visual darían origen a la *representación o mapa maculotópico* de uno o varios objetos del mundo exterior (véase Figura 2). A través del sistema óptico, los componentes de información visual llegarían sin variabilidad desde la mácula hasta las neuronas de las *áreas visuales especializadas de la corteza visual* quienes se encargarían de decodificarlos y convertirlos en percepción visual. Como ya mencionamos, es difícil percibir un punto de luz de un objeto, no así un *componente de imagen o de información visual* que estructuraría una mayor porción de imagen visual. Bajo esta organización macular, la información visual, una vez procesada en el cerebro, nos permitiría visualizar una hoja en un tupido ramaje o una mancha de color en el ala de una mariposa.

Los componentes de información visual viajarían primero, por la llamada cascada bioquímica, consistentes en una serie de reacciones químicas que tienen lugar en la membrana del fotorreceptor portadora de compuestos químicos reaccionantes que irían desde la transformación de la molécula de rodopsina hasta el mediador guanosa monofosfato cíclico (GMPc), y cuyas concentraciones energéticas son equivalentes de los códigos de las diferentes longitudes de ondas de la luz estimulante, y segundo, los componentes de la imagen viajarían por la red interneuronal retiniana con la cual hacen sinapsis los fotorreceptores, para conformar de esta manera, el mapa retinotópico de la imagen del mundo exterior,

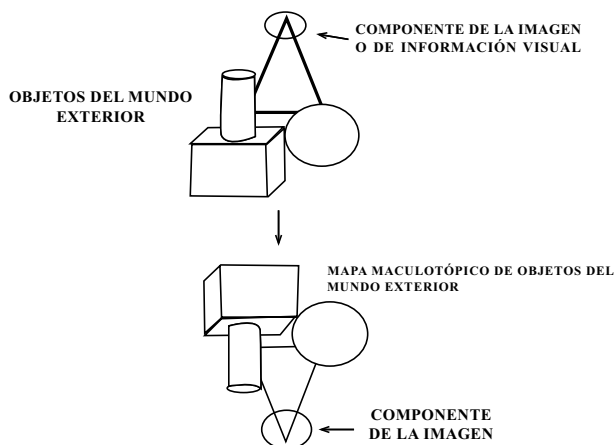


Figura 1. Componente de la imagen o de información visual.

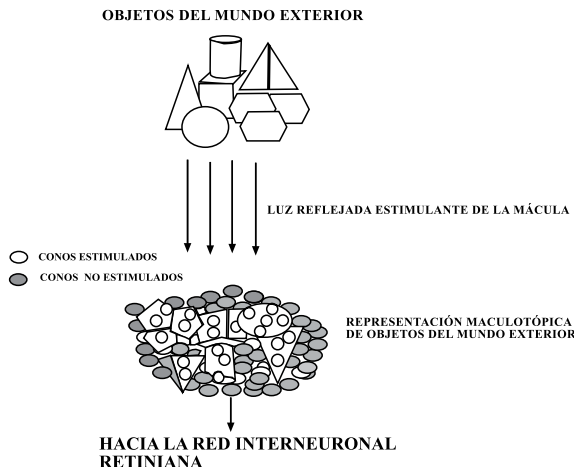


Figura 2. Representación o mapa maculotópico de objetos del mundo exterior.

cuya distribución topográfica es similar a la del mapa maculotópico. A partir de la retina, los componentes de la imagen o de información visual viajarían a través de la vía óptica en forma de impulsos nerviosos, para llegar así, sin variabilidad, hasta las neuronas de las áreas especializadas del córtex visual donde van a experimentar el proceso de la decodificación para el logro de la percepción visual.

REFERENCIAS

1. López V B. Para atrapar un fotón. México: Fondo de Cultura Económica. 1995.
2. Kandel E R, Schwartz J H, Jessel Th M. Principios de Neurociencia. Madrid: Editorial Mc Graw Hill Interamericana; 2007.
3. Schiffman H R. La percepción sensorial. México: Editorial Limusa; 1962.
4. Hendrickson A E, Youdelis C. The morphological development of human fovea. *Ophthalmol.* 1984;91:603:612.
5. Almeth P K, Kolb H, Plug R. Identification of a subtype of cono photoreceptor likely to be sensitive in the human retina. *J Comp Neurol.* 1986;255:18-34.
6. Ostemberg G, Topography of the layer of rods and cones in the human retina. *Act Ophthal.* 1935;6(Suppl):1-103.
7. Brown TS, Wallace PM. Psicología Fisiológica. Trad. M A. Mota G. México: Ed. Mc Graw Hill. 1991.