



DIRECCIÓN VISUAL

AUTOR

Thomas Salmon: Northeastern State University, EEUU

PAR REVISOR

Scott Steinman: Southern California College of Optometry, EEUU

¿POR QUÉ ESTUDIAR LA DIRECCIÓN VISUAL?

Muchos de nosotros damos por hecho el tener visión binocular, por tanto es difícil apreciar la complejidad de los procesos involucrados en la consecución de la visión binocular, por ejemplo, obtener visión sencilla usando ambos ojos. Cada uno de nuestros ojos ve una imagen separada y las dos imágenes son levemente distintas una de la otra debido a las diferentes posiciones de cada ojo. Por tanto, el cerebro recibe dos imágenes diferentes del mundo que ve cada ojo. Si el cerebro recibe dos imágenes, ¿por qué vemos una sola, en lugar de ver dos? Ono describe este problema fundamental:

Pensar en los ojos como dos sistemas ópticos separados sugeriría que la diplopia o visión doble sería una regla en lugar de una excepción. Nuestra experiencia normal, es sin embargo, ver un objeto único.

(From, Ono, H. 1991 Binocular Visual Directions of an Object when Seen as Single or Double, in Regan D (ed). Binocular Vision Vol. 9 in Vision and Visual Dysfunction), a 17 volume series

Ver una imagen sencilla significa que a pesar de que esa imagen del objeto pueda tener una dirección visual diferente en cada ojo, nuestro cerebro asigna un solo sentido de dirección. Por otro lado, cuando presentamos diplopia, vemos dos objetos, cada uno con una dirección visual distinta. Nuevamente citando de Ono:

... Saber las leyes de la dirección visual es fundamental para la comprensión de visión sencilla y visión doble, ya que la visión sencilla consiste en ver un objeto en una sola dirección y la visión doble consiste en ver el objeto en dos direcciones distintas. Por tanto, un punto lógico para iniciar el estudio de la visión binocular es considerar la dirección visual

EGOCENTRO Y DIRECCIÓN ÓCULO-CÉNTRICA

Los dos propósitos principales de la visión son el ver que son las cosas y donde están, por tanto una función visual básica es el sentido de la dirección. Cualquier sistema que especifique la localización o dirección debe definirlas con respecto a algún punto de referencia. Por ejemplo, uno puede referirse a la escuela de optometría que está localizada al norte del campus. Para una persona, la combinación de los estímulos sensoriales proporciona información acerca de donde están localizados los objetos cercanos a él, ej. un expositor haciendo referencia al tablero que está detrás de él.

Si consideramos la visión separada del resto de los sentidos, el sentido binocular de la dirección visual emplea, como punto de referencia u origen, un punto de la cabeza conocido como el **egocentro**. **La localización egocéntrica** es el sistema que especifica la posición de los objetos relativos al egocentro, es decir, donde se localizan los objetos de acuerdo a uno mismo. Con el propósito de estudiar la dirección visual, asumamos que la cabeza es estacionaria, pero que los ojos pueden estar moviéndose. El cerebro recibe la información de dirección de ambos ojos y las combina en un solo sentido de dirección.

Es como si viéramos las cosas con un solo ojo localizado en el egocentro. Al describir nuestro sentido binocular de dirección visual, algunos científicos emplean el concepto del **ojo cíclope**, que representa un ojo hipotético único localizado aproximadamente en la mitad de ambos ojos. (Ver Benjamin, W. Borish's Clinical Refraction. WB Saunders, Philadelphia. 2006.; Figure 5-2)

Resulta interesante considerar que, cuando se le pregunta a un niño de 2-3 años de edad que mire un objeto a través de un tubo, muchos de ellos llevan ese tubo primero a un punto entre ambos ojos, luego lo llevan a un ojo u otro para ver. Esto ha sido interpretado como evidencia de que el sistema visual procesa la dirección visual como si tuviera un ojo cíclope-(Howard IP, Rogers BJ. 1995; pp 595 Binocular Vision and Stereopsis, Oxford University Press, New York)

El cerebro recibe estímulos de ambos ojos y computa la dirección egocéntrica de un objeto basándose en dos características principales de los datos recibidos:

1. La localización retinal de la imagen del objeto en cada ojo y
2. La orientación de la mirada de cada ojo. El cerebro recibe información de la dirección de la mirada, probablemente de la propiocepción de los músculos extraoculares y/o de las neuronas oculomotoras que estimulan a los músculos. Cada retina tiene su propio sentido de dirección. La posición retinal de todas las imágenes puede especificarse con respecto a la fovea. La fovea representa el origen del campo de visión para un ojo, ya que corresponde al punto de fijación derecho al frente. **La dirección relativa a la fovea de un ojo es llamada localización óculo-céntrica**. Si el ojo apunta derecho al frente y la imagen cae sobre la fovea, el sistema binocular interpretará que la dirección del objeto es derecho al frente. ¿Qué sucede si el objeto está localizado a la derecha y usted lo fija foveolarmente (asumiendo que su cabeza no se mueve)? Obviamente el objeto no será visto como derecho al frente, sino hacia la derecha, a pesar de que la imagen cae en la fovea para ambos ojos (Figura 2.1). Por tanto, para computar la dirección visual correctamente, el cerebro también tiene que tener en cuenta la orientación del ojo.

El cómputo perceptual de la dirección egocéntrica de un objeto comienza con la determinación de la posición de la imagen de ese objeto en la retina... La dirección óculo-céntrica no es una dirección percibida como tal, sino un factor empleado por el cerebro para computar perceptualmente la dirección egocéntrica. Lo que significa que todos los juicios de la dirección visual son finalmente egocéntricos (From: McCormack GL. 2006; pp 148 Fusion and Binocularity, in Borish's Clinical Refraction, ed. Benjamin WJ, WB Saunders Company, Philadelphia.)

Es importante hacer una distinción entre la localización egocéntrica y la localización óculo-céntrica; pueden ser o no ser la misma, dependiendo de la situación. Por ejemplo (Figura 15.1), al ver un objeto localizado directamente frente al ojo derecho, la dirección óculo-céntrica será derecho al frente para cada ojo, pero la dirección egocéntrica será un poco hacia la derecha.

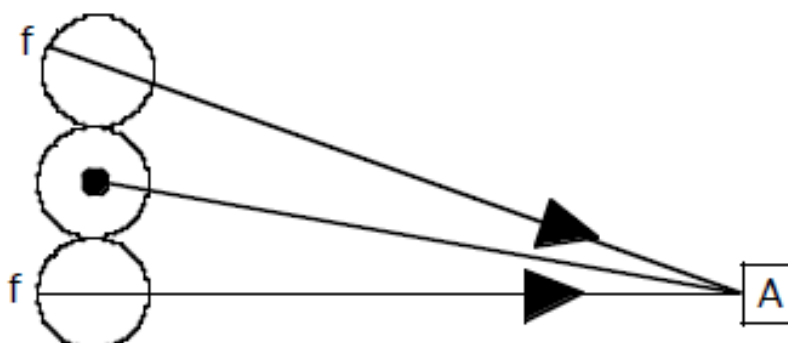


Figure 15.1 El ojo se rota hacia la derecha para fijar con la fovea el objeto.

También es posible que un objeto se perciba como derecho al frente por localización egocéntrica, pero, tenga una dirección óculo-céntrica distinta en cada ojo. Esto se ilustra en la figura 15.2

Cuando los ojos miran derecho al frente un objeto cercano (A), aun se percibe que está derecho al frente de la localización de la persona (localización egocéntrica), incluso a pesar de que la dirección óculo-céntrica para el ojo

derecho es izquierda (retina temporal) y para el ojo izquierdo es derecha (retina temporal). Relativo al ojo cíclope, ilustrado en la mitad de ambos ojos, el objeto A está derecho al frente.

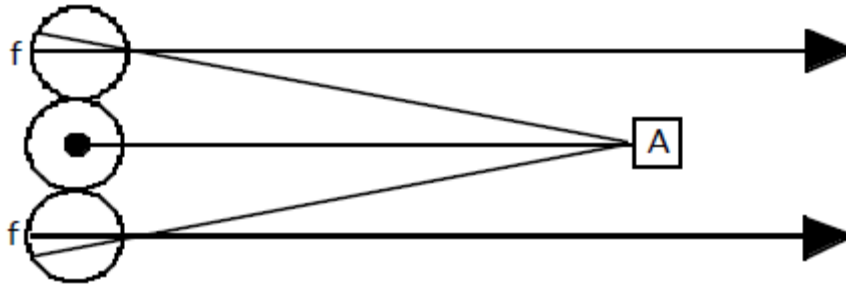


Figura 15.2 También es posible que un objeto se vea derecho al frente para la localización egocéntrica, pero, tenga una dirección óculo-céntrica diferente para cada ojo.

Para resumir, el cerebro emplea datos direccionales óculo-céntricos de cada ojo y crea un nuevo sentido egocéntrico de dirección que puede ser diferente a cada dirección óculo-céntrica. Normalmente la percepción binocular de dirección es egocéntrica, lo que significa que todas las direcciones visuales son relativas a un punto en nuestra cabeza conocido como el egocentro. Nuestro cerebro computa la dirección visual de los objetos basado en la:

1. Dirección óculo-céntrica (retinal) de cada ojo y
2. La orientación direccional de cada ojo

LEYES DE DIRECCIÓN VISUAL DE WELLS

Hering (1879) es reconocido por desarrollar las leyes de dirección visual, pero, casi un siglo antes Wells (1792) ya había desarrollado varias reglas básicas para describir el sentido binocular de dirección. El escribió tres propuestas para describir lo que observaba acerca de la dirección visual binocular basado en el estímulo de ambos ojos.

- **Propuesta 1:** Los objetos situados en el eje óculo-céntrico de cada ojo no parecen estar en esa línea sino en el eje egocéntrico.
- **Propuesta 2:** Los objetos que se sitúan en el eje egocéntrico no parecen estar sobre esa línea sino en el eje óculo-céntrico del ojo contralateral.
- **Propuesta 3:** Los objetos situados en cualquier línea que se dibuje entre la intersección del eje óculo-céntrico y la base visual, no parecen estar sobre esa línea, sino sobre otra, dibujada en la misma intersección para un punto en la base visual a la mitad de la distancia desde un punto final de la línea ocular formada, hacia la izquierda si el objeto es visto por el ojo derecho, pero, hacia la derecha si el objeto es visto con el ojo izquierdo (La base visual es la línea que conecta los puntos nodales de ambos ojos)

La figura 15.3 ilustra uno de los simples experimentos de Wells. Un sujeto mira un punto negro a través de una carta con dos orificios, uno para cada eje visual (Fig.15.3a y b). Un cuadrado negro es pintado en el centro de la carta. Lo que una persona con visión binocular normal debería ver se ilustra en la figura 15.3c.

Los puntos negros percibidos tienen una dirección derecho al frente, centrados en un orificio. Esto ilustra la propuesta # 1 de Wells que dice (parafraseada), “los objetos en el eje óculo-céntrico no se perciben sobre este eje, sino en el eje egocéntrico”.

Dos cuadrados negros son vistos a cada lado de la apertura central. Esto ilustra la propuesta # 2 de Wells “Los objetos que se sitúan en el eje egocéntrico no parecen estar sobre esa línea sino en el eje óculo-céntrico del ojo contralateral”

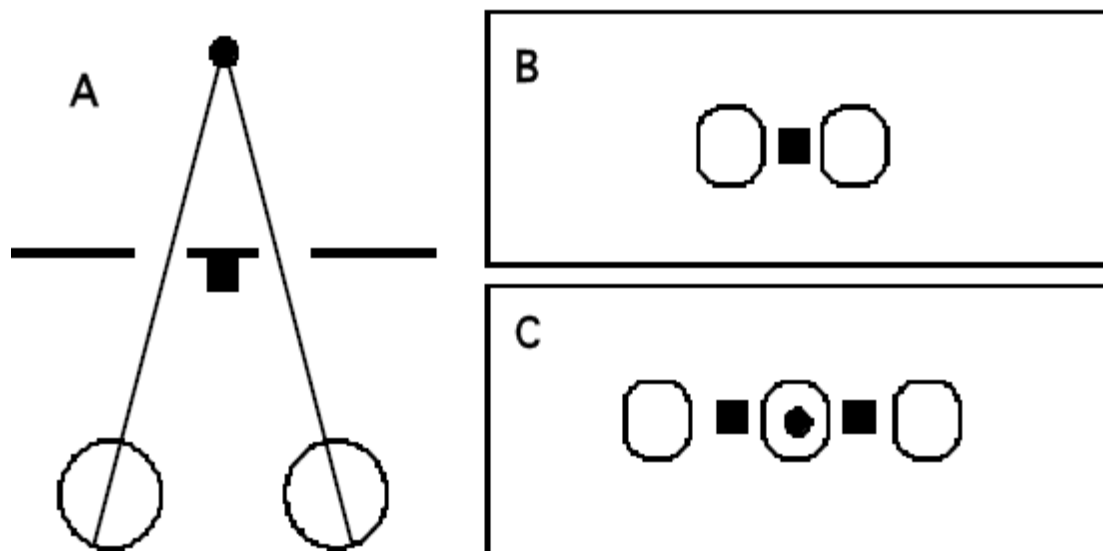


Figura 15.3 (A) Salida del estímulo. (B) Los ojos miran un punto a través de una carta con dos aperturas. (C) Muestra lo que la persona percibe monocularmente adaptado de Ono, 1991 in Regan, p. 5.

Finalmente, la propuesta #3 empleada para explicar la localización aparente de los orificios circulares. La Figura 15.4 ilustra lo dicho.

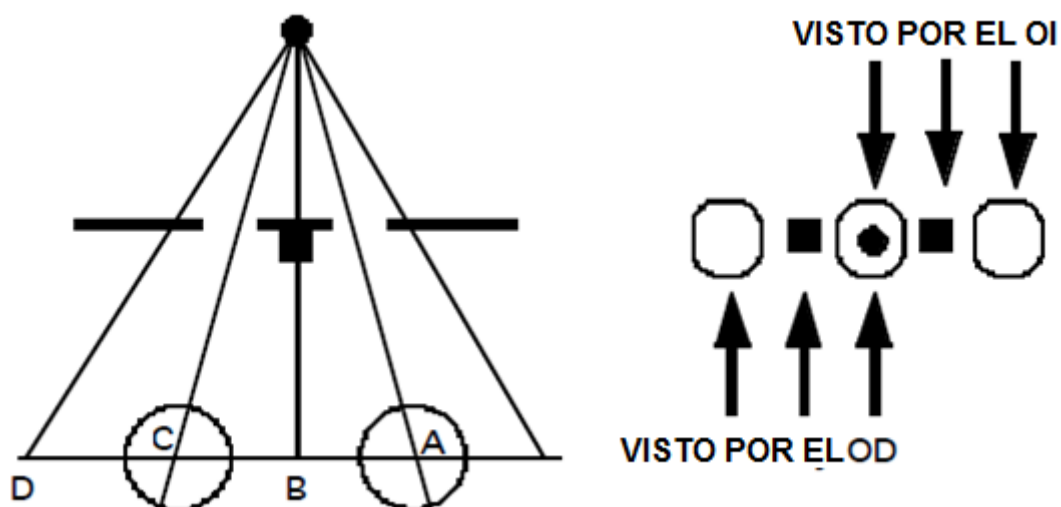


Figura 15.4 Los objetos situados en cualquier línea que se dibuje entre la intersección del eje óculo-céntrico y la base visual, no parecen estar sobre esa línea, sino sobre otra, dibujada en la misma intersección para un punto en la base visual a la mitad de la distancia desde un punto final de la línea ocular formada, hacia la izquierda si el objeto es visto por el ojo derecho, pero, hacia la derecha si el objeto es visto con el ojo izquierdo (La base visual es la línea que conecta los puntos nodales de ambos ojos)

La propuesta #3 es mucho más general que la 1 o la 2 y puede explicar la localización percibida de todos los objetos.

Considere la localización de las imágenes vistas por el ojo derecho. Ve dos orificios en la tarjeta. El orificio derecho se localiza en su eje óculo-céntrico, y el izquierdo está hacia la izquierda del eje visual derecho. La intersección de los ejes óculo-céntricos se indica con el punto. Una línea desde el punto, a través del orificio derecho, interseca la base visual en el punto A. El punto B, es un punto a la mitad de la base visual hacia la izquierda de A. El orificio derecho parece caer sobre esta línea. La línea desde el punto de fijación, a través del orificio izquierdo, interseca la base visual en el punto C. El punto D es el punto a la mitad de la base visual hacia la izquierda de C. El orificio izquierdo parece estar localizado sobre esta línea. Usted puede emplear esta misma explicación lógica para explicar porque el ojo izquierdo ve los dos orificios localizados a la derecha de sus verdaderas posiciones. Basándonos en esto,

podemos concluir que, con la visión binocular, una imagen se percibe como sencilla si se encuentra en la intersección de ambos ejes visuales y se percibe como visión doble cuando no está en esta intersección.

BIBLIOGRAFÍA

- Howard IP and Rogers BJ. **Binocular Vision and Stereopsis**, Oxford University Press, New York. 1995; pp 595
- Ono, H. 1991. **Binocular visual directions of an object when seen as single or double**, in Regan D (ed). Vision Vol 9. **Vision and Visual Dysfunction**. A 17 volume series 1991.
- Von Noorden GK. **Binocular Vision and Ocular Motility - 5th edition**. Mosby, St. Louis. 1996.
- Benjamin, W. **Borish's Clinical Refraction**. WB Saunders, Philadelphia. 2006.
- Ciuffreda KJ and Tannen B. **Eye Movement Basics for the Clinician**. Mosby, St. Louis, 1995.
- Kaufmann PL, Alm A and Francis HA. **Adler's Physiology of the Eye, 10th Ed**. Mosby, St. Louis, 2003.
- Hart W. **Adler's Physiology of the Eye, 9th Ed**. Mosby Yearbook, St. Louis. 1992.
- Moses, RA. **Adler's Physiology of the Eye, 8th Ed**. Mosby Yearbook, St. Louis. 1987.
- Griffin JF. **Binocular Anomalies - Diagnosis and Vision Therapy, 3rd Edition**, Butterworth-Heinemann, 1995.
- Kandel. **Essentials of Neural Science and Behavior**, Appleton & Lange, 1995.
- Steinman et al. **Foundations of Binocular Vision**. McGraw-Hill, New York, 2000.
- Regan D. **Binocular Vision** (Vol 9 in Vision and Visual Dysfunction, 1991).
- Reading RW. **Binocular Vision**. Butterworth Publishers, Woburn, MA, 1983.
- Schwartz S. **Visual Perception - 2nd Edition**. Appleton & Lange, Stamford, CT, 1999.