

La percepción de la profundidad y el relieve

Se denomina percepción *batoscópica* o percepción *estereoscópica* al reconocimiento visual de la profundidad del espacio, que constituye una información fundamental para el individuo. Los estudios neurológicos parecen indicar que el hemisferio derecho del cerebro está más especializado en el procesamiento de la información visual relativa a la profundidad de una escena y a las localizaciones en el espacio ³⁹, mientras que en el izquierdo se alojan las sedes del habla, la escritura y la lectura. Desde Wheastone (1833) es bien sabido que esta percepción batoscópica es en gran medida una consecuencia de la disparidad de las dos imágenes retinianas, debido a la distancia que separa a ambas pupilas, que es de unos 60 milímetros. Y la magnitud de esta disparidad retiniana es inversamente proporcional a la distancia que separa el objeto contemplado de su observador.

El invento de la perspectiva por parte de los pintores renacentistas italianos -tema sobre el que volveremos en el próximo capítulo- demuestra que algunos índices ópticos de la profundidad eran bien conocidos y utilizados en esta época. El primero de ellos es la *perspectiva lineal*, nacida de la observación y en contradicción con los postulados geométricos admitidos en la época. En efecto, en la geometría de Euclides las paralelas son siempre equidistantes y por mucho que se prolonguen nunca se encuentran. Pero en la geometría no euclidiana, generada como abstracción de la experiencia del campo visual, aquel postulado se revelaba falso, pues vemos como las paralelas convergen en un punto de fuga situado en el horizonte y, por lo tanto, aparecen más próximas entre sí cuanto más se alejan de nosotros, proporcionando una medida eficaz de su distancia. En cuanto a la llamada *perspectiva aérea*, fue descubierta y así bautizada por Leonardo Da Vinci y se trata en realidad de un gradiente de tonalidad cromática en función de la distancia, mientras la perspectiva geométrica es un gradiente lineal y de tamaño.

Años más tarde, Berkeley (1709) postuló las claves primarias de la profundidad, que eran en realidad de naturaleza fisiológica. Berkeley estableció que los datos sensoriales para el cálculo de distancias proceden de las sensaciones de los músculos oculares que acompañan a la convergencia mayor o menor de ambos ojos, según se fijen en puntos próximos o lejanos. Tal convergencia ocular está en relación inversa con la distancia al objeto observado; es máxima para el objeto próximo y mínima para el lejano. El segundo factor citado por Berkeley era la sensación derivada de la acomodación del cristalino a la distancia, para ajustar el enfoque de la imagen sobre la retina. Pero hoy sabemos que la estimación de la distancia por efecto de la acomodación del cristalino es muy difícil para los objetos cercanos e imposible para los lejanos, ya que a partir de una distancia de 6 metros la acomodación es prácticamente invariable.

Después de señaladas estas matizaciones, concluyamos que tanto la acomodación del cristalino como la convergencia ocular son *ajustes reflejos* para optimizar la visión intencional. Es decir, a partir de un impulso voluntario o intencional (el de mirar un objeto), se produce: 1) la convergencia ocular para encuadrarlo correctamente en la *fovea centralis* de la retina, y 2) la acomodación del cristalino para convertir la borrosidad del desenfoque en nitidez del enfoque. Estos movimientos fisiológicos se denominan claves o señales *oculomotoras*.

Dicho esto, estamos en condiciones de inventariar el conjunto de índices que nos permiten percibir mediante la vista la profundidad y el relieve. Son índices primarios la disparidad retiniana y la convergencia ocular -ambos fenómenos binoculares-, y en escasa medida la acomodación del cristalino a la distancia. Y entre los índices secundarios, todos ellos producto del aprendizaje visual y de naturaleza monocular, citemos:

- 1. Si un objeto parece cubrir u ocultar total o parcialmente a otro, está más cerca del observador.**
- 2. Si parecen converger bordes que se saben paralelos, es que retroceden (fundamento de la perspectiva lineal o geométrica).**
- 3. Si objetos de tamaño similar parecen más pequeños es que están más alejados, siendo su distancia proporcional a la reducción de su tamaño.**
- 4. Si una cosa parece estar encima de otra, puede indicar que está en el mismo plano, pero a mayor distancia.**
- 5. Si un objeto parece azulado y borroso puede ser debido a su gran lejanía (fundamento de la perspectiva aérea).**
- 6. Si los contrastes entre las partes claras y las sombreadas de un objeto aparecen atenuadas, es porque el objeto está alejado.**
- 7. Si un objeto es en parte claro y en parte sombreado bajo una luz homogénea, su superficie no puede ser plana.**
- 8. Si un objeto aparece sombreado, puede indicar que se halla detrás de otro que se interpone entre él y la fuente de luz.**
- 9. Si un objeto parece desplazarse más extensamente que otro cuando el observador mueve la cabeza lateralmente, el primero está más cerca que el segundo (fenómeno de *paralaje de movimiento*).**

La suma coordinada de todas estas informaciones visuales -añadida a los factores extraópticos acústicos, táctiles y cinestéticos- suministra al observador una percepción segura del mundo tridimensional, un mundo físico que, en términos generales, se torna visualmente más denso, con detalles más diminutos y menos nítidos (y por lo tanto de peor legibilidad) cuanto más se aleja del observador, si bien con tal alejamiento se amplía también la extensión del paisaje visual y crece correlativamente el mosaico de estímulos y de información.

La exploración visual del espacio

Al describir la estructura del ojo humano mencionamos la existencia, en el centro de la retina, de una leve depresión circular, de un radio de unos 0'4 mm, compuesta por una densa concentración de conos. Esta área fotorreceptora, llamada *fovea centralis*, constituye el centro de la visión nítida y subtiende un arco de aproximadamente 1°, en comparación con los 240° del ángulo visual que subtiende toda la retina. Cuando miramos un objeto, para verlo con claridad automáticamente movemos el globo ocular para que la imagen se sitúe en la *fovea*, denominándose a este movimiento *reflejo de fijación*. Los continuos desplazamientos de la mirada nacen de movimientos musculares de alta precisión, para orientar el globo ocular, y tienen por tanto la misión de fijar durante una fracción de segundo en la *fovea* ciertas porciones muy concretas de la imagen, llamadas *puntos de fijación*. Por eso Colin Cherry ha podido escribir que el *barrido* o *exploración* visual de las escenas, mediante movimientos bruscos de los ojos entre puntos de fijación de los que obtienen información, convierte a la información *espacial* en una percepción secuencial y, por lo tanto, *temporal* ⁴⁰. La visión periférica de la retina, aunque no es nítida, proporciona información suficiente al cerebro acerca del destino de cada siguiente *punto de fijación*.

Se llaman *movimientos oculares sacádicos* a las trayectorias oculares rápidas y breves, que barriendo porciones del campo visual separan a dos puntos de fijación consecutivos. Su función, como ha quedado dicho, es la de establecer nuevos *puntos de fijación*, y en eso se distinguen claramente de los *movimientos de seguimiento*, para mantener en la *fovea* la imagen de un móvil en su desplazamiento. El tiempo perceptivamente improductivo empleado por los ojos en recorrer las distancias que separan a los *puntos de fijación* representa sólo el diez por ciento del tiempo total de visión, ya que cada desplazamiento suele durar menos de 1/20 de segundo. Pero como la prolongada excitación de la retina por parte de un mismo estímulo estabilizado conduce al agotamiento de la pigmentación retiniana, por lo que se produce una desconexión funcional y el estímulo deja de ser visto al cabo de un rato, el ojo evita fijación estática con otra categoría de movimientos, unos rápidos micromovimientos oculares, llamada *nistagmo fisiológico*, que desplazan ligeramente la imagen en la retina (con unos 150 ciclos por segundo), permitiendo que los fotorreceptores regeneren las sustancias fotosensibles necesarias para la conducción nerviosa. Los experimentos de fijación inmóvil de la imagen en la retina evidencian que esta estabilidad hace desaparecer la transmisión bioeléctrica y ciega su percepción.

Multitud de experimentos efectuados sobre las trayectorias oculares han revelado que los itinerarios de la mirada son escasamente caprichosos, como ocurre con casi todos los procesos naturales, y sí altamente funcionales. Se puede afirmar, en líneas muy generales, que el ojo es escasamente libre en sus trayectorias, pues casi siempre acaba por seguir un

itinerario guiado, según la feliz expresión de Ruggero Pierantoni ⁴¹. En efecto, los experimentos de laboratorio concurren en demostrar que las trayectorias oculares, de gran complejidad y estructuración, no aparecen guiadas por el azar, sino que obedecen a factores determinantes de orden cognitivo y motivacional, que evidencian su finalidad biológica y la estrecha interdependencia entre actividad perceptiva y actividad motora. Al igual que el tacto ante las superficies, ante imágenes complejas el ojo recorre, selecciona y desglosa el conjunto en datos informativos elementales y relevantes, que recompone luego por síntesis. Concretamente, la trayectoria de la mirada recorre la escena y se detiene en los puntos de mayor densidad de información visual, tal como hace el tacto con las protuberancias y hendiduras. En este sentido, los estudios sobre movimientos oculares coinciden con las exploraciones electrofisiológicas del cerebro en indicar que los ángulos y las curvas pronunciadas de un dibujo o fotografía (es decir, las rupturas bruscas de dirección) son los rasgos más altamente informativos de las formas, o de mayor *pregnancia*, empleando la terminología de la Gestalt ⁴².

39. «The Asymmetry of the Human Brain», de Doreen Kimura, en *Recent Progress in Perception*, cit., p. 250.

40. *On Human Communication*, de Colin Cherry, The M.I.T. Press, Cambridge (Massachusetts), 1971, p. 126.

41. *L'occhio e l'idea. Fisiologia e storia della visione*, de Ruggero Pierantoni, Paolo Boringhieri Editore, Turín, 1981, p. 190.

42. «Eye Movements and Visual Perception», de David Noton y Lawrence Stark, en *Perception: Mechanisms and Models*, cit., p. 221.