

ÍNDICE

<i>Introducción</i>	11
---------------------------	----

THOMAS HOBBS ELEMENTOS DE FILOSOFÍA

SECCIÓN SEGUNDA Tratado sobre El Hombre

<i>Capítulo I.</i> ORIGEN DEL GÉNERO HUMANO	27
<i>Capítulo II.</i> LA LÍNEA VISUAL Y LA PERCEPCIÓN DEL MOVIMIENTO	33
<i>Capítulo III.</i> EL LUGAR APARENTE DEL OBJETO O, COMO DICEN MUCHOS, EL LUGAR DE LA IMAGEN EN LA VISIÓN DIRECTA, ESTO ES, CUANDO NO SE DA NI REFLEXIÓN NI REFRACCIÓN	45
<i>Capítulo IV.</i> REPRESENTACIÓN DE UN OBJETO EN PERSPECTIVA	55
<i>Capítulo V.</i> LUGAR APARENTE DEL OBJETO POR REFLEXIÓN EN LOS ESPEJOS PLANOS Y EN LOS CONVEXOS ESFÉRICOS	67
<i>Capítulo VI.</i> LUGAR APARENTE DE UN OBJETO POR REFLEXIÓN EN UN ESPEJO ESFÉRICO CÓNCAVO	75
<i>Capítulo VII.</i> LUGAR APARENTE DEL OBJETO VISTO A TRAVÉS DE UNA ÚNICA REFRACCIÓN	87
<i>Capítulo VIII.</i> VISIÓN DESPUÉS DE DOS REFRACCIONES. LAS LENTES COMUNES ESFÉRICAMENTE CONVEXAS O CÓNCAVAS	95
<i>Capítulo IX.</i> LAS LENTES DUPLICADAS, O EL TELESCOPIO Y EL MICROSCOPIO	107
<i>Capítulo X.</i> EL LENGUAJE Y LAS CIENCIAS	119
<i>Capítulo XI.</i> EL APETITO Y LA AVERSIÓN, LO AGRADABLE, LO MOLESTO Y SUS CAUSAS	125

<i>Capítulo XII.</i> LOS AFECTOS O LAS PERTURBACIONES DEL ÁNIMO	133
<i>Capítulo XIII.</i> INGENIOS Y COSTUMBRES	139
<i>Capítulo XIV.</i> LA RELIGIÓN	145
<i>Capítulo XV.</i> EL HOMBRE FICTICIO	155
<i>Bibliografía básica</i>	159

CAPÍTULO II

LA LÍNEA VISUAL Y LA PERCEPCIÓN DEL MOVIMIENTO

1. Introducción

Una visión es *distinta y figurada* cuando la luz o el calor forman una figura cuyas partes se deben a las partes del objeto y cada una de ellas responde de forma ordenada a sus correspondientes.

A la luz y el color figurados de esa manera se les llama *imagen*. Y por naturaleza está inscrito en todo animal, que a primera vista considere que esa imagen es la misma cosa vista, o al menos un cuerpo que reproduce exactamente la cosa misma con una coloración semejante de sus partes. Más aún, los hombres, con excepción de unos pocos que han corregido con la razón el juicio de los sentidos, consideran que esa imagen es el objeto mismo, y no pueden darse cuenta sin esfuerzo de que el sol y los astros son mayores y más lejanos de lo que parecen.

Sin embargo, por qué un objeto aparece ahora mayor, ahora menor, ahora más lejano y ahora más próximo, ahora con una figura y ahora con otra, es cosa que, aunque muchos han intentado demostrar, nadie, que yo sepa, la ha demostrado. De lo cual no me admiro en absoluto porque a nadie se le ha ocurrido ni siquiera sospechar que la luz y el color no son accidentes de los objetos sino fantasmas nuestros. Y de esta forma, como hasta ahora no se ha escrito nada sobre el lugar de la imagen con la firmeza de razones que exigen los que desean saber las verdaderas causas de las cosas, veamos si por lo dicho anteriormente pueden calcular con exactitud también las causas de esos fenómenos.

2. La línea visual: qué es y qué se consigue con ella con unos ojos normales

Cada uno de los puntos vistos aparece en la línea recta de la cual un punto es el centro de la *retina*, y otro está en su superficie, a saber, el punto hacia el que se deriva la irradiación que proviene del punto visto. A esa línea recta se la llamará línea visual, y si es perpendicular a la superficie del ojo, *eje óptico*.

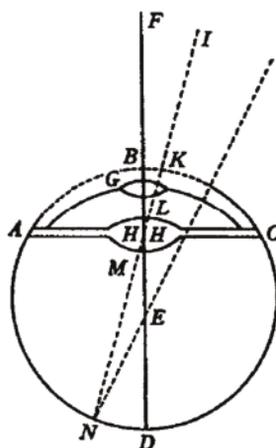


Figura 1.

Sea, en la Figura 1, el ojo ABCD, la pupila G, el humor cristalino HH y los procesos ciliares AC. Incida en el ojo el rayo desde el punto visto F perpendicularmente hasta B. Pasará en consecuencia (según el Tratado sobre *El Cuerpo*, cap. XXIV, art. 2) por el centro del ojo hasta la retina en D sin refractarse. Y el eje óptico será FD, perpendicular a la retina en D. De esta forma se producirá una resistencia, esto es, una reacción de la retina perpendicularmente, y el punto F aparecerá en algún lugar sobre DF, es decir, en algún lugar de la recta de la que un punto está en el centro de la retina y el otro en la misma retina en el lugar donde incide sobre ella la línea radiada desde el objeto F.

Y ahora, sea el punto visto I, cuya radiación incida oblicuamente al ojo en K. De esta forma se refractará hacia la perpendicular por KL hasta la superficie del humor cristalino en L; y desde allí se refractará nuevamente hacia la perpendicular por LM hasta la otra superficie del humor cristalino en M. Por último, se refractará por MN desde la perpendicular hasta la superficie de la retina en N. Trácese ahora la recta NE por el centro de la retina E. El punto visto I aparecerá en algún lugar de la prolongación de NE. Porque se ha demostrado (en el Tratado sobre *El Cuerpo*, cap. XXII, art. 6) que la resistencia, incida donde sea la fuerza del agente, se produce siempre de forma perpendicular a lo que resiste. De esta forma, I aparecerá en la recta NE, de la cual un punto E es el centro de la retina, y otro N es el punto de la retina hacia el que se deriva la irradiación.

Que es lo que se trataba de demostrar.

COROLARIO. Por lo dicho resulta evidente que todas las líneas visuales se cortan mutuamente en el centro de la retina.

Una vez conocido lo anterior, daremos cuenta de dos fenómenos o experimentos que muchos ya observaron y cualquiera puede observar. Uno de ellos se da cuando alguien ve un objeto con ambos ojos: uno comportándose naturalmente y el otro distorsionado de tal forma que el eje óptico no incide en el objeto, y entonces el objeto se ve en dos lugares. El otro se da cuando alguien mira atentamente algún objeto con ambos ojos, y otro objeto cualquiera, más próximo o más lejano (con tal de que se vea) aparece en dos lugares.

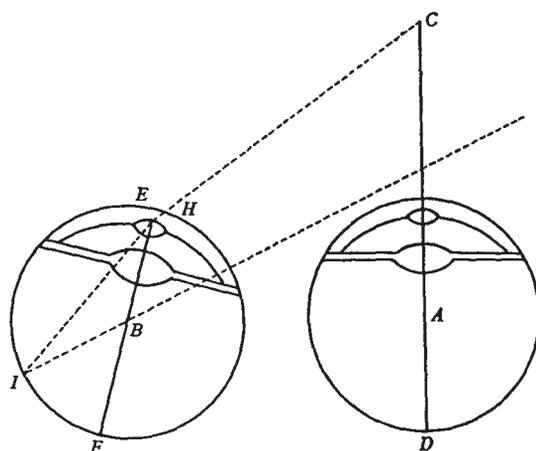


Figura 2.

Por lo que se refiere al primer fenómeno, en la Figura 2, sea el centro de la retina de un ojo A, y el del otro B. En el eje óptico de uno, AC, sea C el punto visto. De esta forma, al ojo cuyo centro de la retina es A le aparecerá el punto C en el eje DAC; por lo tanto aparecerá en C. En cambio, el rayo que procede del punto C incide oblicuamente en el otro ojo en el punto H de manera que, por las refracciones debidas, llegue hasta la retina en el punto I. En consecuencia, el ojo cuyo centro de la retina es B, lo verá en algún lugar en la prolongación de la recta IB, es decir, en una dirección contraria a la distorsión del ojo. Porque sin esa distorsión, el eje del ojo cuyo centro de la retina es B se colocaría y se orientaría naturalmente hacia el objeto visto C, y pasaría por H, donde ahora se desvía de su lugar natural en el punto E. Por lo tanto el punto C se verá en dos lugares, etc. Que es lo que se trataba de probar.

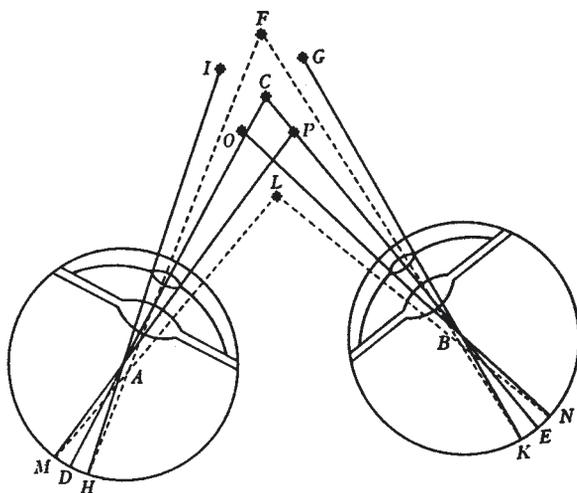


Figura 3.

Por lo que se refiere al segundo fenómeno, en la Figura 3, sean dos ojos cuyas retinas tengan el centro en A y en B y sus ejes ópticos sean DAC y EBC, orientados ambos al punto C. Y sea otro objeto F, más lejano que C. Digo que F aparecerá en dos lugares. Porque el rayo proveniente de F, al no ser el eje óptico, caerá oblicuamente sobre el ojo y de esa manera se refractará e incidirá en la retina desde la otra parte del eje. Por lo tanto, incida, por ejemplo, en un ojo en el punto H, y en el otro en el punto K. En consecuencia, trazadas y prolongadas HA y KB, el punto F aparecerá en las rectas HI y KG, pero no en su cruce sino más acá, por lo cual el objeto C aparecerá por el rayo CE o el CD casi a la misma distancia en que se ve por el rayo GK o el IH. Por lo tanto F aparece en dos lugares. Y a su vez, si se toma un objeto más próximo al ojo, como el punto L, los rayos que van desde allí a la retina incidirán en ella desde la otra parte del eje, por ejemplo en M y en N. En consecuencia, una vez trazadas MA y NB y prolongadas por ejemplo hasta O y P, el punto L aparecerá en dos lugares: O y P. Y no importa que F, C y L estén en la misma recta o no, con tal de que al menos uno de ellos esté en el eje óptico. Y tampoco importa que el punto C sea un objeto visible o no, con tal de que ambos ejes ópticos se dirijan hacia él. Aunque sin un objeto visible que dirija los ejes ópticos al punto en cuestión resulte algo más difícil sin la costumbre de distorsionar los ojos a voluntad.

COROLARIO I. Por esto se comprende que al que mira atentamente un objeto muy pequeño, todos los demás próximos le parecerán confusos; confusión

que procede del hecho de que esos objetos próximos, al no ser vistos por el eje óptico, aparecen dobles.

COROLARIO II. De eso mismo se sigue que ningún objeto puede verse por un ojo inmóvil a no ser de manera confusa; porque al estar inmóvil el ojo, permanece inmóvil el eje óptico, que es en el único en que puede darse una visión distinta, pero solamente de un punto. De lo que se sigue que nunca podrá darse una visión distinta a menos que el ojo lea cada una de las partes del objeto de forma ordenada; aunque ese movimiento del ojo, tratándose de objetos pequeños, es tan exiguo que ni se percibe. Y ésta es la causa de que los que quieren leer una línea por breve que sea, y comprensible de una sola mirada, necesitan orientar continuamente el eje del ojo a la secuencia de las letras.

3. La visión confusa por la pequeñez del objeto

Pero las magnitudes muy pequeñas o, aun siendo grandes, muy lejanas, siempre aparecen confusas; y eso se debe a la amplitud de la pupila que no puede contraerse todo lo que sería necesario.

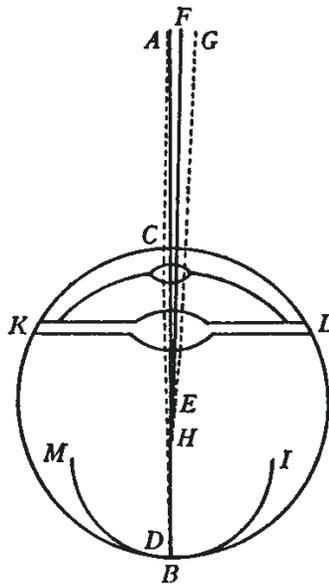


Figura 4.

Sea pues, en la figura 4, el objeto A como un punto, y el eje óptico AB. Por lo tanto el punto A se verá en el eje BA. A su vez, sea el rayo AC que incide en el ojo oblicuamente en C, y se propaga por refracción hasta la retina en D. En consecuencia, trazada por el centro E la recta DF, el punto A se verá en la recta EF. De esta forma, se verá en varios lugares a la vez, esto es, confusamente. Sucede también que se admite el rayo AC porque la pupila C no puede contraerse de tal forma que excluya todos los rayos oblicuos.

COROLARIO I. De aquí se desprende que no puedan distinguirse entre sí las partes más pequeñas del objeto ni siquiera por un ojo perfectamente constituido, ni ayudado por lentes, porque un objeto se puede dividir en partes cada vez más pequeñas, pero la potencia de las lentes no se puede aumentar hasta el infinito.

COROLARIO II. También es coherente con esta teoría lo siguiente: que las líneas muy finas y los límites de las superficies aparezcan confusos. De igual manera el polvo, compuesto de muchas partículas pequeñísimas de diversos colores, aparece de un solo color, compuesto por todos ellos.

4. Confusión de la vista por defecto de los ojos

Permaneciendo iguales la pupila y el humor cristalino y a la misma distancia del fondo del ojo B, si la retina tiene una forma esférica, pero de una esfera menor, como es MBI, la confusión será mayor aún en todos los puntos del objeto. Porque el centro de la retina estará más cercano al fondo B, por ejemplo en H; y al trazar DG por H, el objeto A se verá en HG más lejos del eje. Lo mismo sucedería si AC cortase el eje antes de llegar a la retina; pero entonces A parecería en la otra parte del eje.

A su vez, permaneciendo igual la forma de la retina, si la refracción fuera mayor o menor, ya suceda eso por una mayor o menor consistencia de los humores o por una mayor o menor curvatura del humor cristalino, o si la distancia del humor cristalino a la retina fuera mayor o menor, la confusión será siempre mayor. Porque cuanto mayor es la refracción, con tanta mayor rapidez corta el eje el rayo oblicuo AC, esto es, forma con el eje un ángulo mayor. Por eso la línea visual trazada por el centro formará también un ángulo mayor con el mismo eje. Así finalmente, el punto A se verá más lejos del eje. Y cuanto menor sea la refracción, tanto más lejos se apartará el punto D del punto B, y así también el

ángulo con el eje en el centro se hará mayor; y A aparecerá más lejos del eje, pero por la otra parte. De igual manera, cuanto más alejado esté el humor cristalino de la retina, tanto más lejos del punto B incidirá en la retina el rayo AC por ambas partes, y el ángulo con el eje se hará mayor por una u otra parte.

COROLARIO I. La vejez por lo tanto, ya contraiga con su sequedad la retina, como en MBI, o los procesos ciliares KL, con lo cual resultará que el humor cristalino quede más plano por ambas partes, ya vuelva los humores más fluidos, ya ponga más abierta la pupila, necesariamente hará la visión más confusa. Y ello, por las líneas visuales superfluas que se forman por la parte del eje en que se encuentran los propios rayos visuales a los que corresponden. Pero una densidad antinatural de los humores, una distancia del cristalino a la retina mayor de lo debido y una excesiva curvatura del cristalino hacen confusa la visión debido a las líneas visuales superfluas por la parte contraria del eje. Y a los que afecta este vicio los griegos los llaman *μύωπες*, y los latinos *lusciosi*.¹

COROLARIO II. A esta confusión de los ancianos y los miopes le ponen remedio vidrios diversamente configurados, como se mostrará en su lugar más adelante; y también, sin necesidad de vidrios, una lámina perforada con un pequeño orificio, o un pequeño tubo aplicado al ojo, con el que se eliminan los rayos oblicuos que son la causa de esa confusión y que provienen de una y otra parte del eje óptico. Remedio que parece ser el único para ambos vicios, tanto de los ancianos como de los miopes.

Y ya que la vejez no disminuye el defecto de los miopes, no parece que su causa consista en la densidad de los humores sino más bien en la forma del cristalino, que es demasiado curvada, o en una distancia excesiva del cristalino a la retina, siendo en unos una causa y en otros otra.

COROLARIO III. Por lo dicho se pone de manifiesto por qué las chispas del fuego y las estrellas fijas aparecen como dotadas de cabellera o crines. Porque aquellas debido a su pequeñez y éstas por la enorme distancia que las separan de nosotros, emiten hacia el ojo rayos con un ángulo insensible; y por ello aparecen como tantos otros puntos multiplicados en todas las direcciones.

Una vez establecidos la línea visual y los fenómenos que de ella se derivan, pasaremos a hablar sobre la percepción del movimiento. Por lo tanto es necesari-

¹ Miopes.

rio saber que si se mueve ante el ojo un objeto y la línea por la que se mueven sus puntos corta el eje óptico, no se puede producir visión alguna si el ojo no se orienta continuamente con tal velocidad que pueda seguir el movimiento del objeto; de tal forma que el eje óptico incida sobre él y lo alcance. Y la causa de esto es evidente por lo que hemos dicho, esto es, porque fuera del eje óptico toda visión es confusa y débil, tanto por la oblicuidad de la acción como, sobre todo, por la intención de la mente que siempre va en la dirección del eje óptico. Por eso, para una perfecta visión de las cosas lejanas conviene siempre orientar el ojo, e incluso a veces, si los objetos están próximos y se mueven con rapidez, también la cabeza. Pero para seguir objetos muy lejanos aunque se muevan con mucha velocidad, basta un pequeño movimiento del ojo; porque el movimiento de las cosas que están lejos del ojo, debido al gran espacio intermedio, forman con el ojo un ángulo muy pequeño.

Se ha de saber también que, al ser toda sensación movimiento (como hemos expuesto en el cap. XXV del Tratado sobre *El Cuerpo*), el cual, por pequeño que sea, no puede suprimirse en un instante, la imagen que nace de la visión no desaparece instantáneamente sino que dura por un tiempo con la misma claridad que tuvo al principio, aunque ese tiempo sea muy breve.

5. Cómo en la visión los objetos parecen más largos de lo que son

Por lo dicho ya podemos dar cuenta de por qué objetos muy pequeños que se mueven muy velozmente parecen mucho más largos de lo que son. Fenómeno que observamos en las chispas que saltan del fuego, que aparecen a los ojos no como puntos, que es lo que son, sino como largas líneas ardientes. Lo mismo sucede en el movimiento circular rápido de cualquier elemento luminoso o bien iluminado, cuando en lugar de un punto vemos una circunferencia. Porque si la imagen concebida en el comienzo del movimiento dura hasta que forme un círculo completo, el objeto aparecerá como una circunferencia; pero si dura sólo hasta que se cumpla medio círculo, aparecerá como una semicircunferencia. Y lo mismo sucede con los objetos que se mueven en línea recta. La razón es que al durar la imagen que se produce al comienzo del movimiento, y al añadirse las imágenes producidas en todas las demás partes del recorrido por el que se mueve, si todas esas imágenes son de un mismo objeto, el objeto aparecerá necesariamente en todas las partes del recorrido y, en consecuencia, de un objeto puntual se produce la apariencia de una línea.

COROLARIO I. Por eso también puede eliminarse aquella admiración por el hecho de que cuerpos inflamados emitan llamas tan grandes con pérdida de una cantidad tan exigua de sus cuerpos. Porque la llama no es otra cosa que una cantidad de corpúsculos muy pequeños, los cuales, debido a su pequeñez (según lo que queda dicho en este capítulo en el artículo cuarto, corolario tercero) se ven mayores y más largos de lo que en realidad son, por la velocidad del movimiento.

COROLARIO II. Igualmente, por lo que se refiere a aquéllos que piensan que al inflamarse la pólvora explosiva, cada una de las mismas partículas de pólvora ocupan un lugar mayor que el que ocupaban antes, por rarefacción (cosa inimaginable ya que el mismo cuerpo posee siempre la misma magnitud), éstos no sostienen inevitablemente tan absurda sentencia; ya que la pólvora encendida provoca una explosión no porque la pólvora busque un lugar más amplio sino a causa de la velocidad de las partículas que salen.

Percibimos el movimiento sólo cuando sentimos que nuestro ojo o nuestro eje óptico se gira; y son coherentes con esta proposición los experimentos que siguen.

Primero, que el movimiento del sol o de la luna, y más aún el de las estrellas fijas, aunque es muy veloz, sin embargo el ojo no lo percibe. Porque a tanta distancia un giro insensible del ojo es suficiente para seguir su movimiento, cuyos rayos, que proceden de lugares muy distantes entre sí, forman sin embargo un ángulo muy pequeño en el centro de la retina.

Segundo, que si el ojo y el objeto tienen un movimiento común, el movimiento del objeto no se percibirá. Porque cuando eso sucede el ojo mismo no gira sino que se desplaza por una línea que es paralela a la línea del movimiento del objeto, y por eso los rayos que vienen del objeto no forman ningún ángulo en el centro de la retina.

6. Cómo en la visión parece que se mueven cosas que no se mueven, debido al movimiento del que ve

Tercero, que si el ojo se desplaza pero el objeto no se mueve, como sucede a los que en el mar bordean el litoral, comprenden si son ellos o el objeto lo que se mueve, por razonamiento, no por lo que ven. Y lo mismo sucede a los que se alejan de la costa que a los que se acercan. Por la misma razón se ha de investigar si la tierra o los astros se mueven con movimiento anual o diario no por los