

# Historia de las ideas sobre la luz

## La naturaleza de la luz

Si miramos en la actualidad el gran desarrollo que encierran los instrumentos ópticos de alta tecnología; telescopios, microscopios, cámaras que fotografían planetas del sistema solar, etc. y la gran precisión con que se realizan microcirugías, vemos cómo la humanidad en su proceso evolutivo ha recorrido un gran trecho desde la domesticación del fuego hasta nuestros días:

El hombre inicialmente se preguntó: ¿Por qué se ven los objetos que nos rodean? Algunos filósofos griegos, contestaron que la percepción de los objetos con los ojos era algo análogo hasta cierto punto, a la percepción por medio del tacto. Estos filósofos opinaban que de los ojos salía una especie de tentáculos invisibles que se dirigían al objeto que miraban. Pero en la misma Grecia antigua se expresó también la opinión de que la luz procede de los cuerpos. Los cuerpos fueron divididos en dos grandes clases: los que emiten luz propia llamados fuentes de luz y los que la reflejan llamados reflectores.

Los griegos estudiaron las sombras producidas por los cuerpos opacos cuando se interponen entre una fuente luminosa y una superficie, concluyeron que la luz se propaga en forma rectilínea. Al analizar los rayos luminosos que pasan a través de un orificio pequeño de una cámara oscura destacaron otra propiedad importante de la luz, que los rayos que parten de objetos diferentes se cortan entre sí multitud de veces pero esto no impide que cada uno de los rayos se propague sin depender de los demás.

El principal adelanto técnico de los griegos relativo a la óptica se debe a Arquímedes, quien se desempeñaba como asesor militar del ejército griego, que se había aliado con los cartagineses en la guerra que éstos sostenían contra los romanos. Cuando la ciudad de Siracusa (Sicilia) fue sitiada durante más de tres años por las naves romanas, Arquímedes entre otros inventos ingeniosos, utilizó espejos cóncavos para concentrar los rayos solares en los barcos y así poderlos quemar.

Sin embargo debido a la superioridad numérica de los romanos, la ciudad cae y según cuenta Plutarco “Arquímedes estaba resolviendo un problema geométrico y un soldado que corrió hacia la ciudad para participar en el saqueo tropezó con él y le dijo que se quitase de su camino. Arquímedes le contestó: “no me molestes, estoy tratando de resolver este problema” en vista de lo cual el soldado lo mató. De esta forma murió el último de los grandes sabios griegos y se inicia el gran reflujo cultural en Europa.

## Óptica medieval

Los aportes a la óptica en la época medieval son debidos exclusivamente a los orientales y esto se produjo en su mayor parte como consecuencia de la medicina. El tratamiento quirúrgico de los males oculares produjo un renovado interés por su estructura.

Este conocimiento dio a los árabes la primera comprensión real de la dióptica, en el nuevo sentido de estudiar el paso de la luz a través de materiales transparentes; esto llevó a la creación de la óptica moderna. El cristalino del ojo indicó el modo de utilizar lentes de cristal para amplificar y leer especialmente para los ancianos. El invento de montar dichos lentes en armazones (gafas) vino después. La "Optical Thesaurus de Ibn al-Hart- ham" (Alhazen) hacia el año 1038 fue el primer tratado científico serio y en él se basa la óptica medieval. La lente fue el prototipo de los telescopios, microscopio, cámara fotográfica y demás instrumentos ópticos de las épocas posteriores.

El empleo de los espejuelos dio un gran ímpetu al estudio de la óptica. Grosseteste, Roger Bacon y Dietrich de Friburgo, hicieron contribuciones científicas al explicar la acción de las lentes tanto al concentrar los rayos luminosos como al amplificar los objetos. Lo que tuvo tal vez mayor importancia fue que la demanda de espejuelos hizo surgir las artesanías de los talladores de lentes y de los fabricantes de gafas.

Según se considera fue uno de estos artesanos, Lippershey, quien inventó en 1608 el telescopio, combinando en su taller en forma casual las lentes.

La deficiencia práctica del telescopio, la aberración cromática y el perfeccionamiento de su funcionamiento fue el nuevo causante en el impulso de la óptica. El holandés Snell (1591-1626) descubrió la ley correcta de la refracción, de la cual se apropió después Descartes para explicarla en función de partículas de luz en movimiento, que necesitaban viajar con mayor velocidad en el cuerpo refractivo que en el aire (conclusión incorrecta) que produjo después mucha confusión. Con la ley de Snell la óptica pareció convertirse en parte de la geometría y en principio teóricamente se hizo posible la construcción de telescopios perfectos.

Sin embargo los telescopio en uso, seguían siendo imperfectos; la luz al pasar por las lentes refractaba de diferente forma siendo la luz roja la menos refractada y la luz azul la más refractada.

La solución a este problema de color fue encontrada por Newton.

Newton trato de eludir la dificultad de las imágenes con color evitando la refracción que las causaba, construyo el primer telescopio de reflexión. Pero se dedicó a estudiar la refracción de los prismas retomando los estudios de Descartes.

Newton en sus estudios de óptica consideró otros tipos de colores distintos a los del arco iris, especialmente los que se producen por reflexión en capas delgadas, como los de aceite en agua. Así encontró el primer indicio de discontinuidad tanto en la materia como en como en la luz. Esta visión filosófica sobre la constitución atómica de la materia, lo hizo seguir a Descartes considerando atómica a la luz y a sus rayos como trayectoria de partículas que se reflejan igual que una bala al rebotar en un muro. Otros fenómenos que producen colores llevaron a una conclusión diferente Grimaldi (1618-1663) había estudiado antes que Newton los colores que se producen en los bordes de las sombras particularmente en orificios diminutos y en objetos muy delgados como los cabellos. También encontró que los rayos de luz no son completamente rectilíneos, sino que se desvían o difractan al pasar cerca de un objeto. Grimaldi consideró que estos fenómenos no son ondulatorios, como las ondas que se forman en el agua o las vibraciones del sonido y atribuyó a los diferentes colores distintas longitudes de onda como a las notas musicales.

Huygens desarrollo matemáticamente esta idea y demostró que la teoría ondulatoria de la luz puede explicar la difracción y los colores de las placas delgadas. Pero debido a la gran autoridad que Newton tenía, la teoría ondulatoria quedó relegada y tuvo que espera más de un siglo para ser rehabilitada.

## **TEORIA ONDULATORIA Y CORPUSCULAR**

Los estudios de la óptica en el siglo XVII habían llegado hasta el punto donde los dejó Isaac Newton, quien se había pronunciado en favor de la teoría corpuscular sobre la luz. Debido a su gran prestigio en Inglaterra y en el mundo, había opacado a Huygens quien fuera partidario de la teoría ondulatoria. Este último modelo sobre la luz fue tomado por el investigador Británico Thomas Young quien en 1801 demostró en forma experimental con el famoso experimento que lleva su nombre el fenómeno de interferencia cuando la luz pasa por dos orificios separados por una muy pequeña distancia.

Nuevamente de esta forma el mundo científico valora la importancia de los estudios de Huygens y admite de hecho el carácter ondulatorio de la luz. Esta

teoría admitida en la primera mitad del siglo XIX explica las oscilaciones luminosas como vibraciones elásticas de un medio continuo constituido por el éter universal.

La hipótesis corpuscular desarrollada por Newton resulta de fácil comprensión; la luz está constituida por pequeños cuerpos o “corpúsculos”, de distintos tamaños según su color, que se propagan según las leyes de la mecánica.

La hipótesis ondulatoria de la luz presentaba más dificultades, ya que necesitaba de un medio a través del cual propagarse.

Ambos científicos -Newton y Huygens – contaban con pruebas a favor y en contra de sus teorías; pero veamos como Einstein expone dichos argumentos en forma de supuesto diálogo entre los dos:

**Newton:** - *En la teoría corpuscular, la velocidad de la luz tiene un significado concreto. Es la velocidad con que se propagan los corpúsculos en el vacío. ¿Cuál es la interpretación de dicha velocidad en la teoría ondulatoria?*

**Huygens:** -*Significa naturalmente, la velocidad de la onda luminosa. Toda onda conocida se propaga con una determinada velocidad y lo mismo sucede en la onda luminosa.*

**Newton:** *Esto no es tan simple como parece. Las ondas sonoras se propagan en el aire , las olas oceánicas en el agua. Toda onda requiere de un medio material a través del cual propagarse. Pero la luz atraviesa el vacío en el cual el sonido no se propaga. Admitir una onda en el vacío es realmente no admitir onda alguna.*

**Huygens:** -*Sí, esto es una dificultad, aunque no nueva para mí . Mi maestro pensó detenidamente este asunto y decidió que la única salida es admitir la existencia de una sustancia -el éter- que es un medio transparente y ubicuo. El universo está, por decirlo así, sumergido en el éter. Si nos decidimos por la introducción de este concepto todo resultará claro y convincente.*

**Newton:** - *Pero yo objeto semejante suposición. En primer término, introduce una nueva sustancia hipotética, y ya tenemos demasiadas de esas sustancias en la física. Hay además una segunda razón para oponerse a tal hipótesis. Es indudable que también cree que debemos explicar todos los fenómenos en términos mecánicos. Pero, ¿qué me dice del éter? ¿Puede contestar usted la sencilla cuestión de cómo está constituido de partículas elementales el éter y cómo se comporta en otros fenómenos?*

**HUYGENS:** - *La primera objeción está por cierto justificada. Pero por la introducción de esta materia artificial e imponderable –el éter- nos libramos en el acto de los mucho más artificiales corpúsculos luminosos. Tenemos aquí solo una*

sustancia "luminosa" en lugar de un número infinito de ellas, correspondientes a otros tantos colores del espectro. ¿No piensa usted que esto constituye un progreso real? Por lo menos todas las dificultades se concentran en un solo punto. No necesitamos ya la suposición artificiosa de que las partículas se propagan todas con la misma velocidad en el vacío. No podemos dar una interpretación mecánica del éter. Pero no hay duda de que investigaciones futuras de la óptica y, tal vez, de otros fenómenos revelará su estructura. Por el momento tenemos que esperar nuevos experimentos y conclusiones. Pero tengo la esperanza de que finalmente seremos capaces de establecer el problema de la estructura mecánica del éter.

**Newton:** - Dejemos este asunto para otro momento, ya que no podemos resolverlo ahora. Me gustaría saber como explica su teoría, dejando de lado las anteriores dificultades, los fenómenos que nos aparecen claros e inteligibles a la luz de la teoría corpuscular. Tomemos. Por ejemplo el hecho de la propagación rectilínea de los rayos luminosos en el vacío. Un trozo de papel colocado frente a una lámpara, produce una sombra bien delimitada. No sería posible la formación de sombras nítidas, si la teoría ondulatoria fuera correcta porque las ondas bordearían los extremos de la pantalla y, en consecuencia, aquellas aparecerían esfumadas. Una pequeña embarcación, como usted sabe, no es un obstáculo insalvable para las olas del mar, ya que ellas rodean y continúan del otro lado de ella.

**Huygens:** -Esto no es un argumento decisivo en contra. Supongamos que ondas cortas de un río incidan sobre el costado de un barco grande; se observa que no pasan al otro lado de aquel. Si las ondas son bastante pequeñas y el buque bastante grande, se puede decir, parangonando, que también en este caso se producen sombras nítidas. Es muy probable que la luz parezca propagarse en línea recta, únicamente porque su longitud de onda es muy pequeña en comparación con el tamaño de los obstáculos comunes y de las aberturas usadas en los experimentos. Pero si fuera posible idear obstáculos bastante pequeños, es probable que no se produjeran sombras nítidas. Comprendemos que la construcción de tales aparatos que prueben que la luz tiene la propiedad de doblarse, pueda, experimentalmente ser muy difícil.

Sin embargo, si se puede realizar, ello constituiría un experimento crucial para decidir entre la teoría ondulatoria y la teoría corpuscular de la luz.

**Newton:** - La teoría ondulatoria puede conducir al descubrimiento de nuevos hechos en el futuro, pero no conozco ningún dato experimental que la confirme. Mientras no se pruebe experimentalmente que la luz puede contornear un

*obstáculo, no veo ninguna razón para no creer en la teoría corpuscular, que me parece más simple, y, por tanto, mejor que la teoría ondulatoria.*

Después se demostró que las ondas luminosas son ondas electromagnéticas. Esto jugó un importante papel en el desarrollo de toda la física a finales del siglo XIX y comienzos del XX. No obstante, el gran adelanto que produjo la nueva teoría sobre la luz, las investigaciones de la época demostraron que al variar la longitud de las ondas, se producen cambios cualitativos en las propiedades de la luz. Los estudios realizados sobre la distribución de la energía en el espectro del cuerpo negro y sobre el efecto fotoeléctrico pusieron de manifiesto que las radiaciones de pequeña longitud de onda (rayos de luz visibles) tienen propiedades que sobrepasan el marco de la física clásica. En 1900, Planck lanzó la hipótesis de que la luz es emitida en porciones discretas y Einstein demostró en 1905 cómo la absorción de la luz en el efecto fotoeléctrico también se realiza en forma discreta. De esta forma quedó establecido que el flujo luminoso tiene forma discontinua. Esta situación condujo a retomar la idea de nuevo la idea de los corpúsculos luminosos de Isaac Newton, los cuales recibieron el nombre de fotones. Cada fotón posee una energía determinada y una determinada cantidad de la misma. Esta energía depende de la frecuencia de la onda. En las emisiones de baja frecuencia la energía de los fotones es tan pequeña que es muy difícil descubrir su carácter discontinuo y solo manifiestan propiedades ondulatorias. En la luz visible la energía de los fotones es mayor y sus rayos presentan simultáneamente propiedades ondulatorias y corpusculares. De esta forma se llegó a considerar el carácter dual de la luz al tener tanto propiedad3s ondulatorias como corpusculares. El desarrollo posterior de la física demostró que esta dualidad de la naturaleza de la luz no es sólo inherente a ésta, sino que es característico de cualquier flujo de partículas elementales como electrones.

Tomado de GALAXIA Física 11

Editorial Voluntad S.A.

Luis Ángel Piedrahita Gómez

2017

