

Velocidad de la luz

Hasta a mediados del siglo XVII, se creía, de manera general, que la velocidad de la luz era infinita, o sea, que se transmitía instantáneamente de un punto al otro, hipótesis que fue duramente criticada por Galileo. Buscando obtener una respuesta, Galileo realizó varias experiencias intentando obtener el valor de la velocidad de la luz. Básicamente su procedimiento consistía en que se colocaran él y su asistente en dos colinas distanciadas cerca de 2 Km, cada uno con una linterna. Cuando Galileo destapaba su linterna su asistente al percibir la luz enviada por la misma, también destapaba su propia linterna, entonces Galileo intentaba medir el intervalo de tiempo que la luz empleaba en efectuar el recorrido de ida y vuelta entre las dos colinas y así poder determinar el valor de la velocidad de la luz.

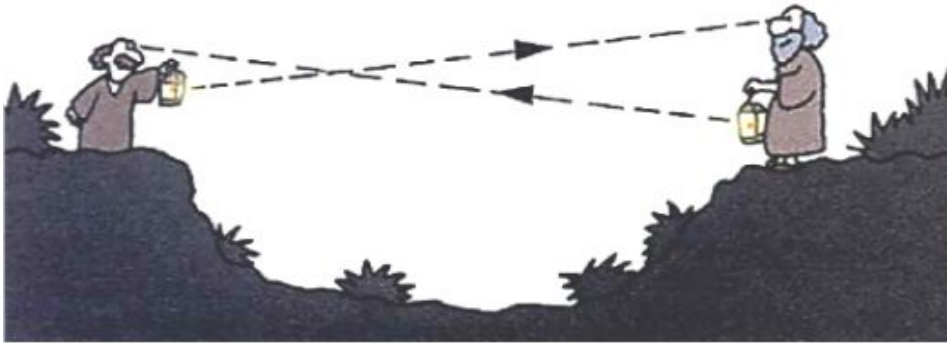


Figura 1 - Experiencia de Galileo para determinar la velocidad de la luz

Si bien su método es correcto Galileo no obtiene éxito en sus mediciones. Actualmente conocemos que la velocidad de la luz es muy grande (300.000 Km/s) entonces en la experiencia de Galileo, el tiempo que empleaba la luz en realizar su recorrido era extremadamente pequeño lo que hacía imposible ser medido con los instrumentos que disponía Galileo en su época, siendo esta la principal causa del fracaso de su experiencia.

La velocidad de la luz no es infinita

La primera evidencia de que la luz no se propaga instantáneamente fue obtenida a través de las observaciones del astrónomo danés Olaf Römer algunos años después de la muerte de Galileo.



Figura 2 - O.Römer (1644-1710)

Römer observando uno de los satélites de Júpiter (io) midió cuidadosamente el tiempo que transcurría entre dos eclipses consecutivos, verificando que era igual a 42,5 horas, sabiendo que el eclipse siguiente sucedería 42,5 horas más tarde y así sucesivamente, organizó una tabla de horarios de los eclipses que ocurrirían durante todo el año. Seis meses después cuando la Tierra se encontraba en la posición

B (más alejada de Júpiter), Romer verificó con sorpresa que los eclipses no estaban ocurriendo en los horarios previstos por él, sino que lo hacían varios minutos después del horario indicado en su tabla. Romer interpreta correctamente el motivo del atraso de los eclipses de la siguiente manera: En seis meses cuando la Tierra pasa de la posición A a la posición B Júpiter se mueve muy poco, manteniéndose prácticamente en la misma posición en su órbita. Entonces la luz proveniente de “io” debe recorrer una cierta distancia para llegar a la Tierra en la posición A y una distancia adicional para alcanzar nuestro planeta en la posición B, de esta manera el atraso observado entre los eclipses sería igual al tiempo que la luz emplea en recorrer la distancia correspondiente al diámetro de la órbita de la Tierra, o sea, la distancia entre A y B.

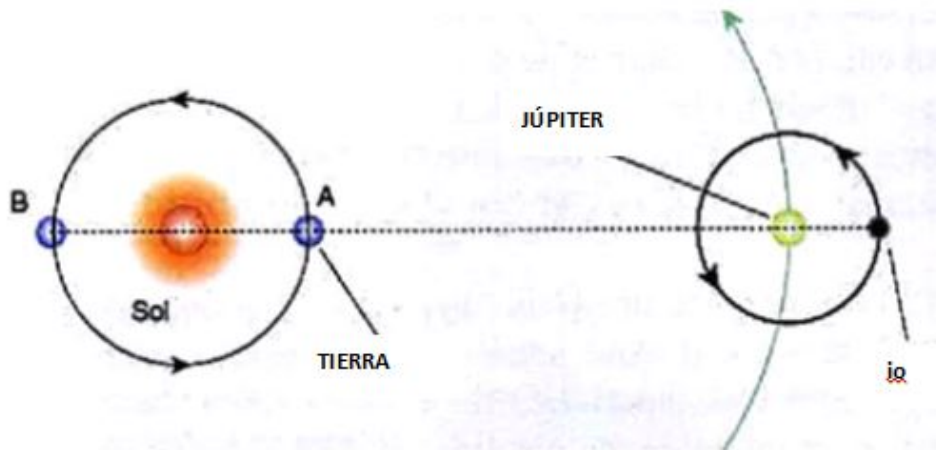


Figura 3 - Eclipse de “io”

Conociendo este tiempo y disponiendo de un valor estimado del diámetro de la órbita de la Tierra, fue posible aún en el siglo XVII determinar un valor para la velocidad de la luz, llegando así al valor de $200.000 \frac{Km}{s}$, este valor difiere bastante del que conocemos actualmente, no obstante las observaciones de Römer fueron reconocidas con el mérito de demostrar que la velocidad de la luz, a pesar de ser muy grande, no es infinita.

La experiencia de Fizeau

En el siglo XIX el físico francés Fizeau pudo medir la velocidad de la luz con bastante precisión, haciendo que un haz de luz recorriera una distancia relativamente pequeña (cerca de 16 Km.), para esto utilizó un dispositivo que le permitió medir un intervalo de tiempo muy pequeño que la luz empleó para recorrer dicha distancia.



Figura 4 - L. Fizeau (1819-1896)

Fizeau hizo incidir un haz de luz sobre una lámina de vidrio en la cual era parcialmente reflejado hasta alcanzar un espejo distante M, después de pasar entre los dientes de una rueda dentada en rotación.

La velocidad de esta rueda era ajustada de tal manera que el haz de luz después de reflejarse en M volvía a la rueda dentada, pasando exactamente por el intervalo B , siendo entonces recibido por el observador O . Así el tiempo que la luz empleaba para efectuar el camino de ida y vuelta entre la rueda y el espejo M , era igual al tiempo t que la rueda empleaba para girar el ángulo correspondiente al arco AB . Conociendo el número de vueltas por segundo de la rueda y el número de dientes que tenía, Fizeau obtuvo el valor de t , como la distancia d entre la rueda y el espejo M era conocida fue posible obtener el valor de la velocidad de la luz. En 1849 Fizeau divulgó los resultados de sus experiencias presentando el valor de la velocidad de la luz $c = 3,13 \times 10^8 \frac{m}{s}$

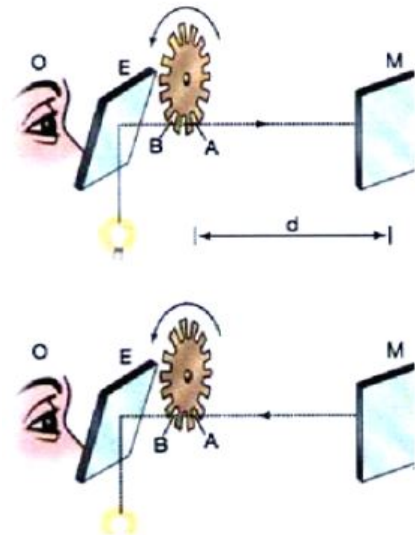


Figura 5 - Dispositivo del experimento de Fizeau

Los trabajos de Foucault y Michelson

El método de Fizeau para medir la velocidad de la luz fue perfeccionado posteriormente por el físico francés Foucault, sustituyendo la rueda dentada por un sistema de espejos en rotación. Con este procedimiento pudo realizar medidas más precisas que las realizadas por Fizeau. En 1862 obtuvo para la velocidad de la luz el valor de $c = 2,98 \times 10^8 \frac{m}{s}$, lo que es bastante próximo al valor que hoy se conoce.



Figura 6 - Foucault (1819-1868)

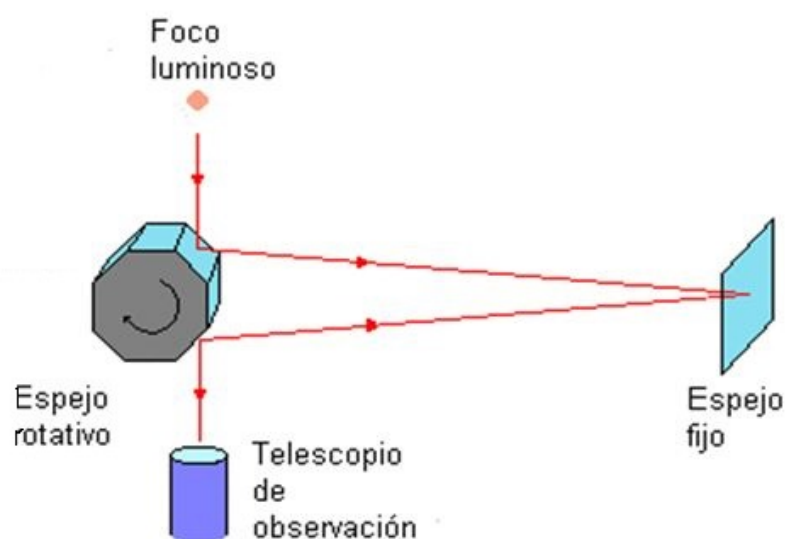


Figura 7 - Esquema del dispositivo utilizado por Foucault

Después de los trabajos de Foucault, varios científicos en diversos países se dedicaron a determinar la velocidad de la luz, buscando obtener valores cada vez más precisos. Entre ellos cabe destacar al científico americano A. Michelson, que durante cerca de 50 años, realizó las más cuidadosas experiencias con dicho objetivo.

El resultado de las últimas medidas realizadas por Michelson es:

$$c = 2,9977 \times 10^8 \frac{m}{s}$$

publicado en 1932 demuestra la gran precisión alcanzada en sus experimentos. Gracias a la continuidad de los trabajos, el valor de la velocidad de la luz es uno de los valores que se conoce con mayor precisión en el campo de la física. Analizando el trabajo de muchos científicos que se dedicaron a medir la velocidad de la luz se llega a la conclusión que el mejor valor para representar la velocidad de la luz es:

$$c = 2,997925 \times 10^8 \frac{m}{s}$$

Para la mayoría de las situaciones en las que debemos utilizar el valor de la velocidad de la luz es aceptado la utilización del valor:

$$c = 3,00 \times 10^8 \frac{m}{s}$$

Las enormes dimensiones del Universo

La velocidad de la luz es usada en la definición de una unidad de distancia llamada el año-luz, muy utilizada en la medida de distancias astronómicas, el valor de un año luz es definido como la distancia que recorre la luz en un año. Para tener una idea de las enormes dimensiones del Universo conocido por el hombre, se presentan algunos ejemplos de distancias entre cuerpos celestes, expresadas en años-luz e intentando interpretar su significado.

La estrella más próxima a la Tierra se trata de *alfa centauro* y la distancia que nos separa de ella es de unos 4,2 años-luz, esto significa que la luz enviada por la estrella demora 4,2 años en llegar a la Tierra viajando a 300.000 km/s, o sea, cuando observamos la estrella estamos viendo cómo era la misma hace 4,2 años atrás. La luz de nuestro sol emplea cerca de 8 minutos en llegar a la Tierra.

Los astrónomos verificaron que las estrellas se encuentran en el espacio agrupado en enormes aglomeraciones, denominadas galaxias constituidas cada una por billones de billones de estrellas. Nuestro sistema solar por ejemplo pertenece a la galaxia denominada *vía láctea* cuyo diámetro vale cerca de 100.000 años luz, el Sol se encuentra a unos 30.000 años-luz del centro de la vía láctea.

El número de Galaxias observadas en el Universo es muy grande, entre ellas, una de las más próximas de la vía láctea es la galaxia de Andrómeda, que se encuentra a una distancia de 2 millones de años-luz, o sea, al ocurrir una explosión en alguna estrella de esta galaxia, solamente después de 2 millones de años este evento será percibido en la Tierra.



Figura 8 - Albert Michelson (1852 - 1931)

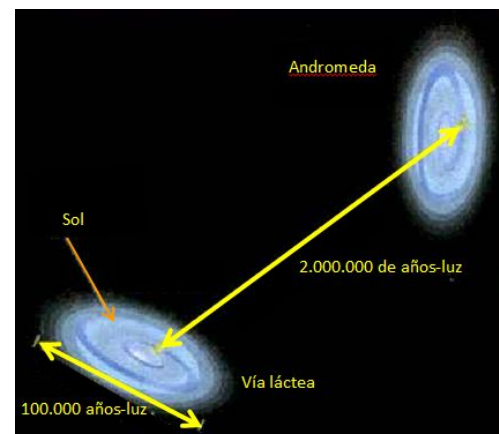


Figura 9 - La galaxia más cercana a nosotros, está ubicada a una distancia de 2 millones de años-luz, la luz emitida por esta galaxia emplea 2.000.000 de años para llegar a nuestra galaxia.