



Transmedia educativa VIAJEROS DE LAS LUZ

Cuadernillo 1



Ibn al-Haizham, Alhazén para los amigos

“Es esencial realizar experimentos para comprobar lo que se ha escrito en lugar de aceptarlo a ciegas como verdadero”, Alhazén.

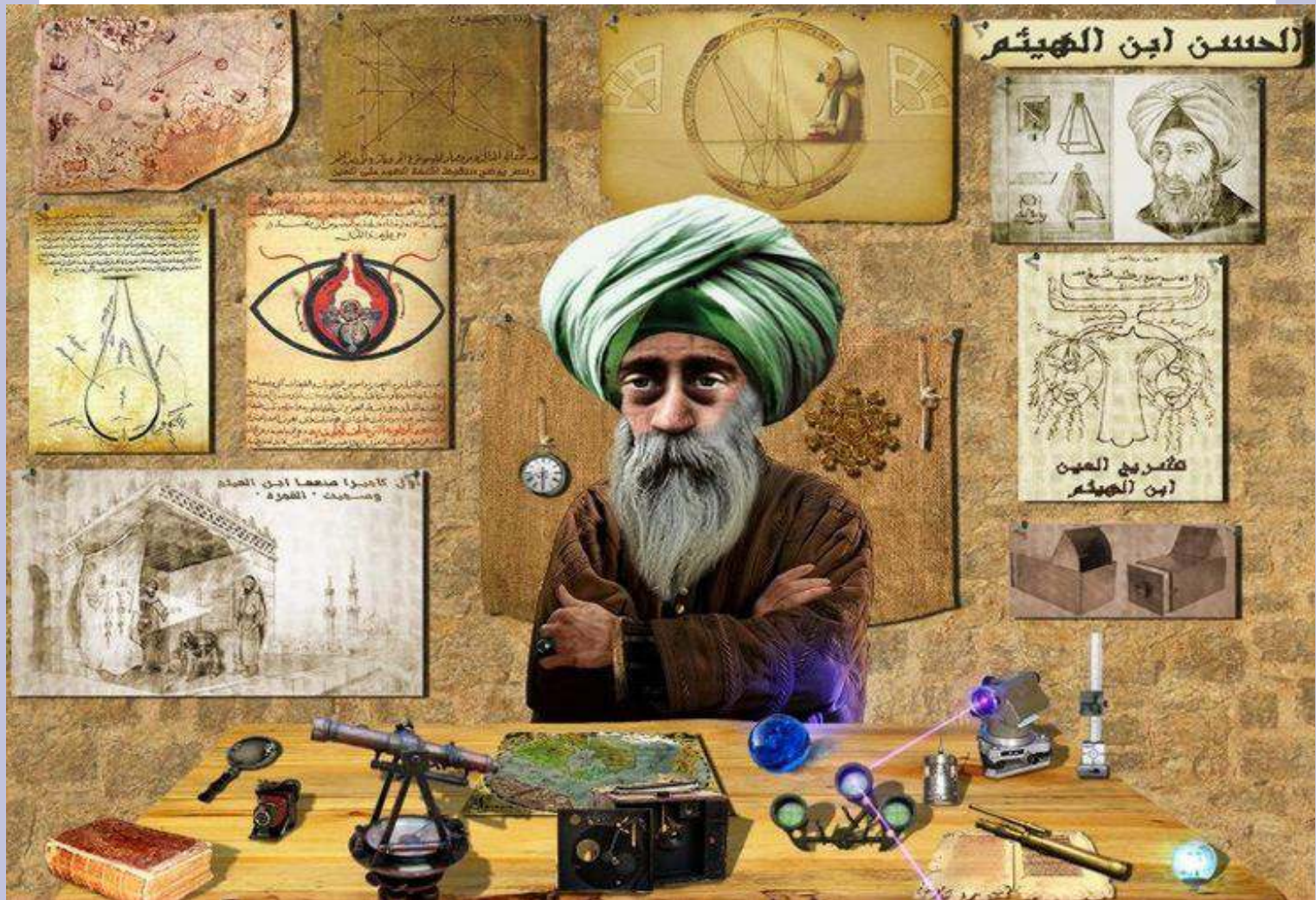


Figura 1. Alhacen en su “laboratorio”

Durante la edad de oro de la civilización musulmana, vino al mundo el primer científico que podía calificarse como tal, el primer personaje de la antigüedad en emplear una metodología basada en la verificación de toda hipótesis teórica mediante la experimentación: Ibn al-Haytham (conocido en la cultura occidental como Alhazén). Sus importantes y numerosas aportaciones a las matemáticas, la física, la medicina, la anatomía y la astronomía le convierten en una de las figuras más relevantes de la Historia de la Ciencia (Figura 1). Nació en Basora, parte de lo que actualmente es Iraq, en el año 965; recibió educación en su ciudad natal y en Bagdad y tras una vida fructífera y de enormes aportaciones científicas, murió en El Cairo, Egipto en el año 1039.

En un intento de obtener una buena reputación, aseguró que descubriría una máquina que regulara las crecidas del Nilo. Como lo esperaba, esto llamó la atención del califa egipcio, que le asignó dicho proyecto. Desgraciadamente para Alhazén, el entonces califa egipcio era al-Hákim, el reinando más peligroso que ha existido entre los tiempos de Calígula e Iván el Terrible. Influyó bastante en este científico el hecho de que al-Hákim no bromeaba al decir que la máquina debía construirse inmediatamente o si no lo pagaría con alguna condena premeditada y larga: no tuvo más remedio que aparentar haberse vuelto loco, comedia que mantuvo hasta la muerte de al-Hákim, en el año 1021. En aquellos momentos en que Alhazén podía sin peligro demostrar su cordura, se manifestó como uno de los físicos más importantes de la Edad Media.

Aportes

Alhazén vivió muchos de sus años cerca de la mezquita de Azhar, en el Cairo, donde hacía sus investigaciones científicas y realizaba labores de profesor. Los escritos que dejó son muy cuantiosos, se dice que realizó alrededor de 92 obras. Los temas de su preferencia fueron astronomía, matemáticas y óptica, de la que hizo investigaciones sobre la teoría de la luz y desarrolló una teoría de la visión.

En particular, escribió una serie de siete volúmenes acerca de óptica llamada Kitab al-Manazir (1021) la que es, tal vez, su contribución más importante. Esta obra fue traducida al latín con el nombre *Opticae thesaurus Alhazeni*, en 1270.

Este tratado de siete volúmenes sobre óptica, estaba organizado de la siguiente manera:

Libro I – Teorías sobre la luz, los colores, y la visión.

Libro II – Teoría de la percepción visual.

Libro III y IV – Ideas sobre los errores en la percepción visual.

Libro V y VI del libro – Evidencia experimental de las teorías de reflexión.

Libro VII – Concepto de refracción



Figura 2. Portada de *Opticae thesaurus Alhazeni*, en 1270.

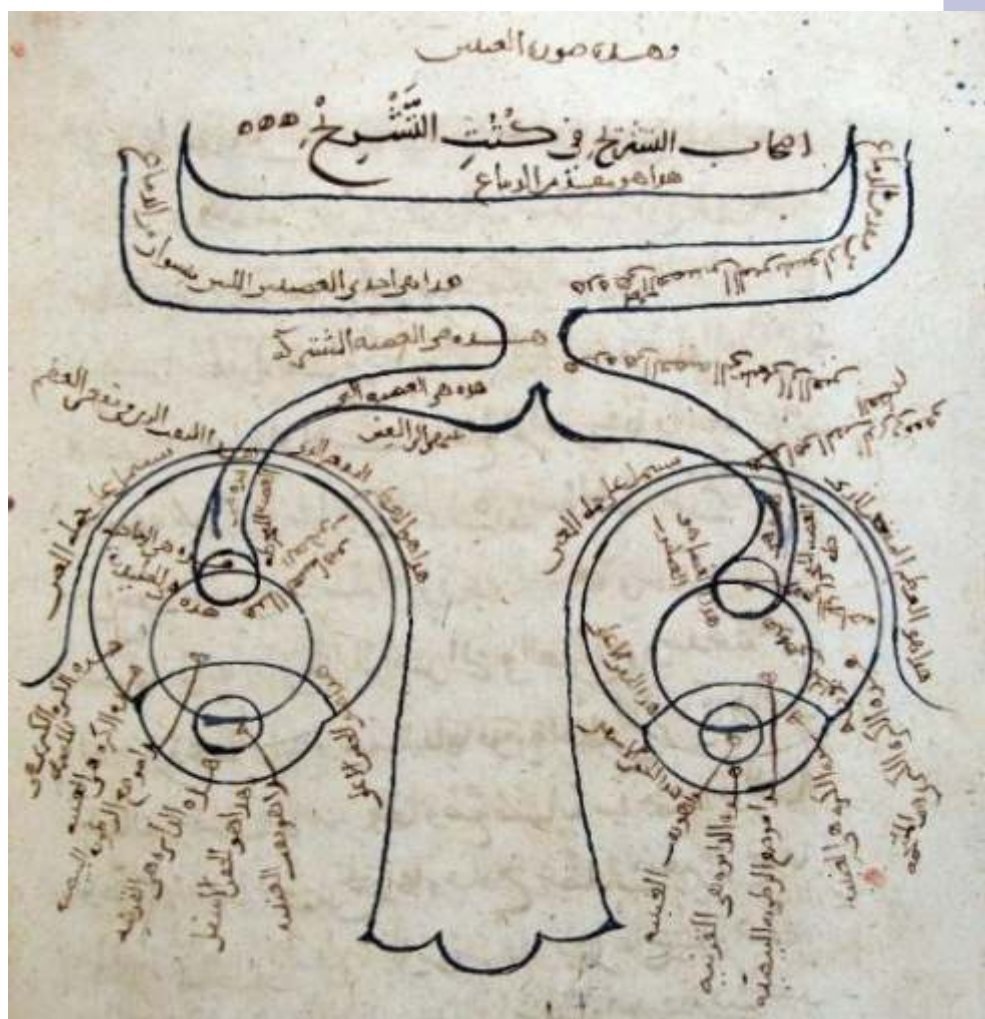
En el primer volumen deja establecido que su investigación acerca de la luz se basará en evidencias experimentales más que en teorías abstractas. Afirma que la luz es la misma, independientemente de la fuente de donde proceda, y pone como ejemplos la luz del sol, la luz emitida por el fuego o la que es reflejada por un espejo; todas –afirma– son de la misma naturaleza.

Su Libro de óptica está considerado uno de los tratados más influyentes en la historia de la física. Por primera vez utilizó procedimientos del método científico para demostrar la propagación rectilínea de la luz.

En esta obra tocó todas las ramas conocidas de la óptica modificando el significado de la misma. La Óptica ya no se limitaba a ser una teoría de la visión, sino que también afectaba a la teoría de la luz, su propagación, y sus efectos como agente material.

Alhazén es el primer hombre de ciencia que ofrece la explicación correcta de la visión (Figura 3) al demostrar que la luz es reflejada desde los objetos hacia el ojo, contrariamente a lo propuesto por Ptolomeo y Euclides, quienes sostenían que la visión resulta de un haz de luz que emerge del ojo y llega al objeto.

Figura 3. El ojo humano según Alhacén



Fue el primero en describir las partes del ojo y aunque lo hace de manera errónea, debido a que no pensó que el cristalino era una lente, estableció criterios que servirían de base a estudios sobre el ojo.

Intentó describir la visión binocular y explicó el aparente aumento de tamaño del Sol y de la Luna cuando están cercanos al horizonte: una ilusión óptica.

Sus investigaciones en el campo de la óptica lo llevaron a proponer el uso de la cámara obscura, convirtiéndose en el primer científico que hace mención de ese artefacto; mediante ésta pudo formar una imagen invertida de un objeto luminoso permitiendo el paso de la luz por un pequeño orificio.

En otra de sus obras hace un análisis de la percepción visual, de las condiciones necesarias para lograr una buena visión y las condiciones que provocan los problemas visuales.

En sus estudios, consideró los rayos de luz como trazos rectos de cuyo comportamiento geométrico se podían derivar consecuencias ópticas.

Al estudiar la reflexión y la refracción, fue el primero en descomponer los rayos en componentes horizontal y vertical e incluso encontró un resultado precursor a la ley de Snell de la refracción, aunque no lo expresó matemáticamente.

Efectuó los primeros experimentos acerca de la descomposición de la luz en los colores que la constituyen.

Fenómenos físicos como las sombras, los eclipses, el arco iris y la naturaleza física de la luz, fueron parte de sus estudios. Construyó espejos parabólicos, como los que son hoy en día usados en telescopios.

En uno de sus libros, escribió sobre la densidad de la atmósfera. Al estudiar la refracción atmosférica concluyó que el crepúsculo cesa hasta que el Sol se encuentra a 19 grados por debajo de la línea del horizonte y, sobre esta base, midió la altura de la atmósfera, concluyendo que tenía 15 kilómetros, lo que en realidad es la altura de la troposfera, la parte de la atmósfera más cercana a la superficie de la Tierra.

De la misma manera, profundizó en las teorías de atracción de masas y aparentemente estuvo consciente acerca del factor de aceleración debida a la gravedad.

Es interesante mencionar que también se dedicó al estudio de la luz de la Luna, afirmando que brilla como si fuera un objeto con luz propia a pesar de que tan sólo refleja la luz del Sol.

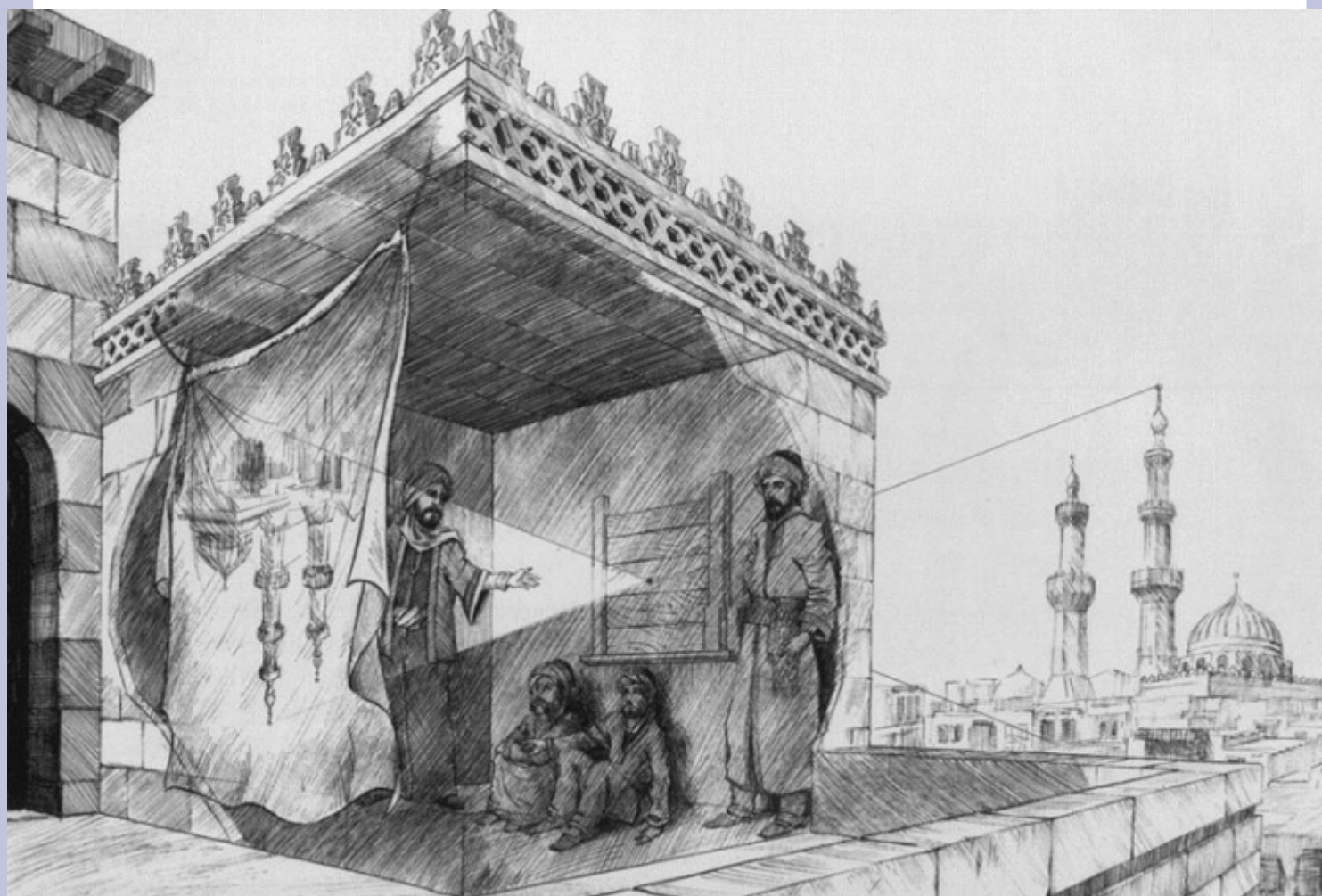


Figura 4. Cámara oscura de Alhacen

Alhazén fue el primer científico en dar una interpretación clara del funcionamiento de la cámara oscura que consistía en un cajón oscuro con un pequeño orificio en una de sus paredes que, al ser atravesado por un rayo de luz, proyectaba la imagen invertida del objeto exterior. A partir de la cámara oscura, planteó un modelo de visión según el cual la imagen óptica se formaba en el interior del ojo de forma semejante a como lo hacía en la cámara. Los rayos de luz emitidos por cada punto del objeto iluminado atravesaban el pequeño agujero de la pupila para formar el punto correspondiente de la imagen en una “pantalla interior”. La cámara oscura es la precursora de la cámara fotográfica (Figura 5).

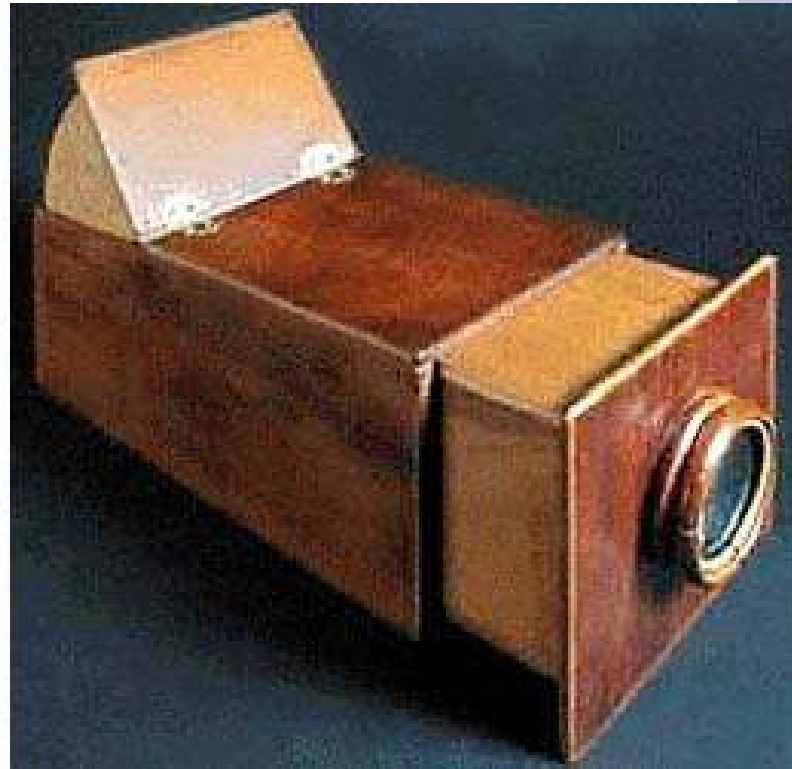
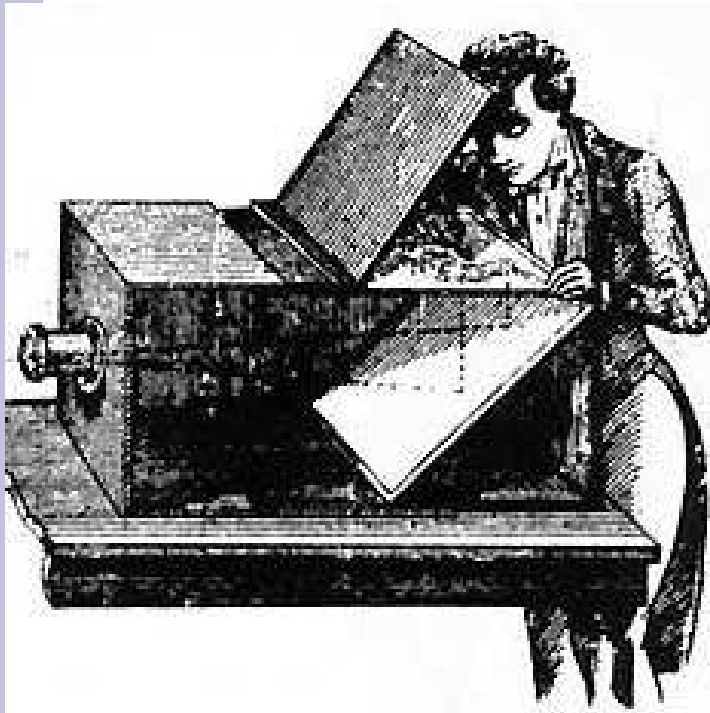


Figura 5. Camara oscura: precursora de la cámara fotográfica

Recuperó la hipótesis corpuscular de Demócrito y Platón considerando que la luz consistía en un flujo de pequeñas partículas que viajaban en línea recta a gran velocidad que eran percibidas como un continuo.

En sus estudios, consideró los rayos de luz como trazos rectos de cuyo comportamiento geométrico se podían derivarse consecuencias ópticas. Al estudiar la reflexión y la refracción, fue el primero en descomponer los rayos en componentes horizontal y vertical e incluso encontró un resultado precursor a la ley de Snell de la refracción, aunque no lo expresó matemáticamente. Estos avances le permitieron explicar varios fenómenos de visión indirecta como la forma en la que observamos los objetos sumergidos en el agua.

Alhazén está considerado como uno de los físicos más importantes de la Edad Media. Si bien sus estudios fundamentales se refirieron a la óptica, hizo aportaciones destacadas en muchos otros campos como las matemáticas, la astronomía, la física o la filosofía. Su trabajo ejerció una profunda influencia en científicos posteriores, como Isaac Newton y Christian Huygens.

Alhazén revolucionó la Óptica y, con ella, la propia física.

Actividad para el Aula

Construcción de una cámara oscura

Existen muchas maneras de construir una cámara oscura y más de una forma de utilizarla. En esta propuesta, mostraremos la cámara oscura de “tubo” y su uso para la observación del Sol (muy útil en el caso de un eclipse), pero especialmente, para la determinación de las dimensiones de nuestra estrella.

Los elementos que se requieren para fabricar la cámara oscura son (Fig.7):

a) un tubo de cartón o un caño de plástico (mejor si es reciclado!).

El diámetro recomendado es de no menos de 6 cm. Respecto de la longitud, debe tenerse en cuenta la “portabilidad” y la dimensión de la imagen que se desea, ya que dicha imagen dependerá de la longitud de la cámara. Cuanto mas corta sea, mas pequeña sera la imagen y más difícil de medir.

Un tubo de aproximadamente 1 metro es adecuado para esta experiencia.(Figura 6)

b) un trozo de papel de aluminio, del usado en la cocina.

c) una hoja de papel de calcar, del usado en la escuela.

d) cinta para pegar estos papeles al tubo, puede ser de enmascarar (cinta de papel) o tipo “scotch”.

e) un clavo

f) para realizar las mediciones: una regla común o una cinta métrica



Figura 6. Tubos de cartón y caños de agua para cámara oscura



Figura 7. Elementos para fabricar la cámara oscura

El procedimiento de fabricación de la cámara oscura se muestra en las Figuras 8, 9 y 10. En ellas se detalla cómo se pega la hoja de calcar en un extremo (Figura 8), la hoja de aluminio en el otro (Figura 9) y de qué manera se realiza un orificio en el centro de papel de aluminio con la ayuda de un clavo fino (Figura 10)



Figura 8. Instalación del papel de calcar en un extremo del tubo



Figura 9. Instalación del papel de aluminio en el otro extremo del tubo

Para realizar la experiencia, la cámara se apunta al Sol, cuya luz ingresa por el orificio en el papel de aluminio y cuya imagen se proyecta en la pantalla que constituye el papel de calcar.



Figura 10. El orificio por donde entra la luz de Sol se realiza en el aluminio con un clavo fino



En la Figura 11 se muestra la situación geométrica que relaciona al objeto (el Sol) con un determinado diámetro real (D) ubicado a una determinada distancia del observador o de la cámara (d_{ST}). Por su parte, la cámara tiene una determinada longitud (l) y en la pantalla se produce una imagen de diámetro " d_i ".

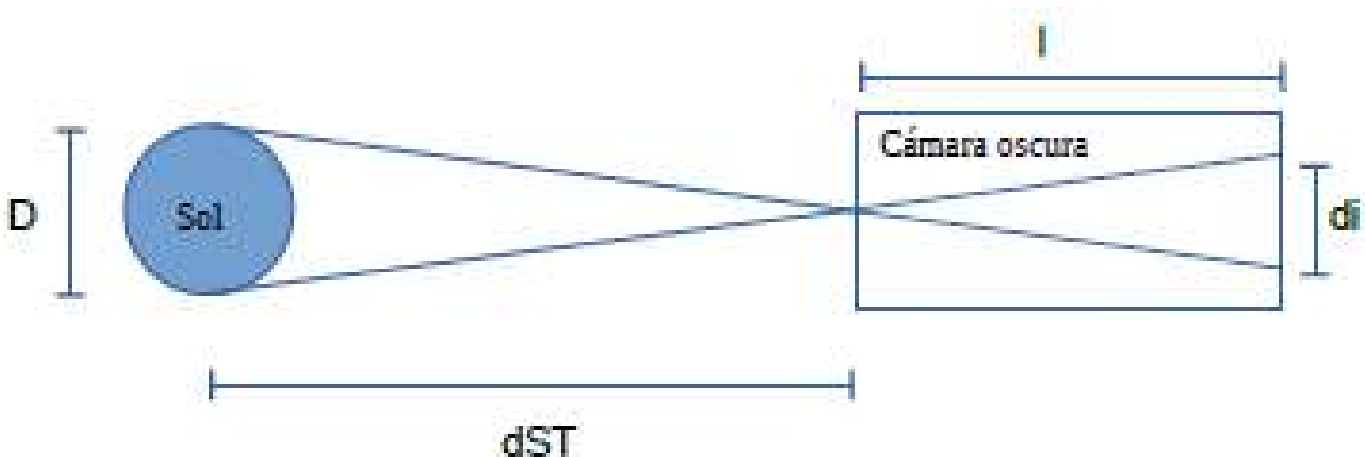


Figura 11. Planteo geométrico para determinar el diámetro real del Sol

A partir de los triángulos semejantes, opuestos por el vértice, que se observan en la figura, es posible establecer la relación:

$$D/dST = di/l \quad (1)$$

Conociendo:

- $dST = 150000000$ km
- l (se mide, ver Figura 12)
- di (se mide, ver Figura 13)

es posible despejar de (1) el diámetro real del Sol y calcularlo mediante la expresión:

$$D = dST \times di / l$$



Figura 12. Medición de la longitud de la cámara oscura



Figura 13. Medición del diámetro de la imagen del Sol en la cámara oscura

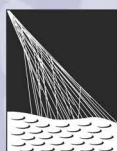
Si se mide cuidadosamente, el error con el que se obtiene el diámetro real del Sol es menor que el 10%.

NOTA: el diámetro real del Sol es de 1391.000 km

VIAJEROS DE LA LUZ



UNIVERSIDAD
NACIONAL
de CHILECITO



OBSERVATORIO
PIERRE
AUGER

