**Universidad de Puerto Rico**

**Recinto de Río Piedras**

**Departamento de Ciencias Físicas**

**La luz a través de la Historia I. De los griegos a Newton. – preguntas**

**Introducción:**

Se trata de un estudio sobre el desarrollo del concepto sobre la luz y la dualidad onda/partícula. Usted debe ver el video, buscar la información que entienda pertinente sobre el tema y responder a las preguntas de una forma lógica.

**Instrucciones:**

Vea el siguiente video sobre “Historia de la Luz”: <https://www.youtube.com/watch?v=rgh6azo9KeI> y conteste las siguientes preguntas:

1. Presente la información que se conoce acerca de cómo los griegos (Homero (s. VIII a.C.), Empédocles (490 a.C.), y Aristóteles (384 a.C.), Demócrito (460 a.C.) y Platón (427 a.C.)), entendían el concepto de luz.

**Homero:** creencia popular dice que el fuego interior de los ojos se encuentra con la luz exterior y entonces se produce la visión. Todo lo que irradia puede ver (p. ej. El Sol).

**Empédocles:** hace la primera hipótesis sobre la luz, basada en la concepción dual de los fenómenos. Ojos y objetos irradian efluvios de fuego luz.

**Demócrito y Platón**: Teorías granulares sobre la luz. Los efluvios emitidos serían chorros de partículas que viajan a velocidad finita; el ojo las percibe como flujo continuo. **Demócrito**: partículas vacías, con formas diferentes y se asocian para formar colores. **Platón**: tetraedros macizos de diferentes tamaños (colores) que viajan a distintas velocidades. Más tarde esas ideas llevarán a la teoría corpuscular de Newton y Einstein.

**Aristóteles**: primera **teoría dinámica**. Los efluvios causan variaciones de las calidades de los medios, y los ojos las perciben. La luz es la acción del medio transparente cuando recibe un impulso (movimiento – dinámica) por el fuego, que se propaga de manera instantánea. Llevará a la teoría ondulatoria de Huygens, Fresnel y Maxwell.

1. Presente la información que se conoce acerca de cómo Euclides (325 a.C.) y Ptolomeo (100 d.C.), entendían el concepto de luz.

Tratados de Óptica de Euclides y Ptolomeo: leyes de la óptica geométrica que se van a completar en el s. XVIII. Euclides: los ojos emiten efluvios rectilíneos divergentes (perspectiva y agudeza visual), formando conos de luz discontinua. Ptolomeo: los conos tienen apertura continua que permiten determinar la profundidad de un objeto. Estudia la refracción atmosférica y su influencia en la determinación de la posición de las estrellas. La luz para ir de un punto a otro haría el camino más curto (influencia en Fermat, s. XVII)

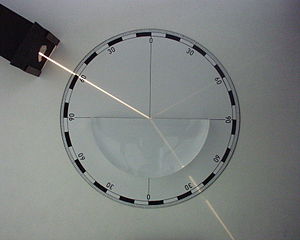
1. Presente la información que se conoce acerca de cómo los árabes Ibn Al-Haytam (ó Alhacén - Basora, 965 a.C.) y Kaman al-Din al-Farisi (Irán, 1260) entendían el concepto de luz.

Árabes: Ibn Al-Haytam: hace un tratado de óptica. La luz procede del Sol, los rayos van del objeto al ojo, estudia la fisiología del ojo (cristalino), concepto de la visión binocular, los espejismos, los halos, los arcoíris, el agrandamiento del Sol en el horizonte, los espejos esféricos y parabólicos, los lentes, la aberración esférica, las relaciones entre el ángulo de incidencia y el de refracción, etc. Al Farizi: hace un estudio del arcoíris y de la refracción. Afirma que la velocidad de la luz es inversamente proporcional a la densidad óptica (idea precursora del índice de refracción) del medio que atraviesa.

1. ¿Cuándo y con quien empieza la óptica moderna?

Inicia con René Descartes, que publica en 1637 el “Discurso del Método” (dióptrica – estudio del poder de refracción de una lente). Hace experimentos que “mediante su método, guían la razón, para buscar la verdad en las Ciencias” y permiten establecer la ley de refracción de la luz, establecida experimentalmente por Snell algunos años antes.

1. Describa el experimento de refracción. Haga un dibujo dónde identifique el rayo incidente, reflejado y refractado. Indique la normal a la superficie del agua. ¿cómo se relacionan el ángulo de incidencia y reflexión?

Experimento de refracción: usa un láser y una cubeta con agua; ángulo de incidencia y reflexión son iguales, pero el ángulo de refracción es distinto; la luz se tuerce al entrar en el agua.

1. Enuncie matemáticamente la ley de Snell e indique el significado de cada variable.

n1 sen Ɵ1 = n2 sen Ɵ2; n es el índice de refracción del medio y Ɵ el ángulo de incidencia o de refracción, que se mide desde la recta normal a la superficie de incidencia de la luz.

1. Explique cómo se forma el arcoíris, según explica Descartes.

Luz entra en la gota de agua de lluvia, se refleja (y se pierde en el aire) y refracta (entra en la gota). La porción refractada vuelve a refractarse (la mayor parte de la luz, que sale por detrás de la gota) y reflejarse internamente y sale hacia al observador – es lo que se ve en el arcoíris.

1. ¿Cuáles son los 4 modos de la luz propagarse?

Rectilínea (propagación directa), reflejarse, refractarse y por difracción.

1. ¿Quién propone el cuarto modo de propagación de la luz? Explique en qué consiste la difracción.

Francesco Maria de Grimaldi (jesuita italiano, 1618). Entiende que la propagación de la luz no es rectilínea necesariamente. Cuando la luz pasa por un orificio pequeño, la mancha formada posteriormente por proyección en una pantalla no es abrupta de claro a oscuro, sino que presenta bandas de intensidad progresivamente menor, alternando con zonas de oscuridad. Se inclina a una teoría dinámica (ondulatoria) de la luz, anteriormente aceptada por Robert Hooke (1635, Inglaterra). Emplea el sistema ondulatorio y explica la luz como rápidas vibraciones, perpendiculares a la dirección de propagación, que se propagan a gran velocidad.

1. ¿Qué es la doble refracción?

Es la capacidad de algunos minerales (con cristales anisótropos – sus propiedades son distintas según la orientación del material) de presentar dos índices de refracción, según la dirección de vibración (polarización) de las ondas luminosas. El rayo de luz produce, en el interior del material, dos rayos de luz refractada distintos, que vibran en planos perpendiculares entre sí.

1. ¿Cuál fue la contribución del holandés Christiaan Huighens (1629) para la comprensión de los fenómenos ópticos?

Descubre la luz polarizada. Elabora una teoría ondulatoria dónde cada punto de un frente de onda luminosa puede considerarse como una nueva fuente de luz. Con eso explica la reflexión, la refracción y la doble refracción. (Demostrada experimentalmente por Young, s. XIX). La luz como movimiento de la materia entre nosotros y el cuerpo luminoso: necesitaría un medio material para propagarse. Elimina la propagación instantánea de la luz. Se extiende desde el punto de emisión mediante ondas esféricas como el sonido. La luz se propaga más lenta en el agua que en el aire.

1. ¿Cómo Pierre de Fermat (Francia, 1601) entiende la teoría ondulatoria de la luz?

Establece el principio del tiempo mínimo: naturaleza actúa siempre por el camino más rápido. La luz se propaga más lenta en el agua que en el aire. Explica la refracción, las trayectorias curvilíneas de rayos de luz, el ensanchamiento del Sol en el horizonte, los espejismos, etc.

1. Busque y describa la analogía que hace Richard Feynman (USA, 1918) acerca del salva vidas en una playa para explicar el cambio de trayectoria del rayo de luz al pasar de un medio a otro.

El salva vidas busca hacer el camino más rápido al que se ahoga: va corriendo por la playa hasta el punto más cercano al bañista (velocidad al correr es mayor que al nadar – luz en el aire) y entonces entra en el agua, cambiando la trayectoria (la dirección de propagación de luz que se dobla al pasar a un medio dónde se propaga más lentamente). Es análogo al que sucede en la refracción…

1. El video presenta una secuencia de pasos que supone la metodología científica. Enuméralos. (**Atención: usar “hipótesis” en vez de teorías… Las “hipótesis” a que se refiere Newton no son “hipótesis científicas” como entendemos hoy, sino sencillas conjeturas.)**
2. Experimentar,
3. reflexionar,
4. idear hipótesis,
5. nuevos experimentos,
6. nuevos resultados,
7. verificar hipótesis.
8. ¿Cuáles fueron los motivos que llevaron a Isaac Newton (Inglaterra, 1642) a decantarse a favor de una teoría corpuscular de la luz en vez de la ondulatoria? Explique considerando cómo Newton entiende el fenómeno de la refracción de la luz al pasar del aire al agua.

La teoría ondulatoria de la luz no explica la polarización y tampoco la existencia de distintos colores; o sea, no explica cómo se forma la luz. Newton, en 1666, estudia la descomposición de la luz blanca, y percibe que los colores tienen índices de refracción distintos. Para él la luz sale del cuerpo luminoso en forma de partículas diminutas (teoría de la emisión). Entenderá los colores como distintas partículas que son atraídas de modo distinto al pasar por un medio. En el fenómeno de la refracción, las partículas de luz serían más atraídas por el agua que por el aire; consecuentemente, se desviarían en la dirección perpendicular a la superficie. Con eso consigue explicar el arcoíris de modo contrario al de la teoría ondulatoria, que suponía una menor velocidad de la luz en el agua que en el aire.

**Material desarrollado y de propiedad del Dr. Estevão Rosim Fachini y sujeto a corrección 28 de diciembre de 2015**

**Autoridad de Newton hace dominar la teoría corpuscular**