Luz: fotones en trayectorias helicoidales

Por: Dr. Leslie R. Holdridge Homes*

La luz es un fenómeno fascinante, realmente una cosa maravillosa. Cuando consideramos la luz, generalmente pensamos en la luz visible, aquella que notamos con los ojos. Eso incluye la suave luz de una candela, el resplandor de las luces de un automóvil, la luz de la luna, del sol y toda la luz reflejada de tantas cosas alrededor nuestro, que nos permite ver esos objetos.

Aunque la luz visible es, obviamente, de extrema importancia para nosotros, abarca solo una octava dentro del amplio espectro de la radiación que atraviesa el espacio todo el tiempo. Hay más de sesenta octavas. El espectro se extiende desde las ondas eléctricas más largas hasta las octavas de ondas de radio cortas y largas y la luz visible en las octavas finales de rayos -x y rayos gama.

A la par de la luz visible en el espectro, en el lado de la onda más larga, hay unas pocas octavas de lo que es conocido, colectivamente, como radiación infrarroja o luz. Esa radiación, que transporta energía calórica del sol, es lo que calienta la atmósfera y las aguas de nuestra Tierra y hace posible la vida. Podemos sentir el calor que emana de una estufa o de un pedazo de metal expuesto a la luz solar como radiación infrarroja, pero no podemos verla. Cuando una estufa de hierro empieza a ponerse roja por el recalentamiento, podemos ver el color porque la luz visible viene tanto del hierro como de lo infrarrojo.

En el lado opuesto de la octava de la luz visible, hay varias octavas de luz ultra-violeta. Esa es la luz con la onda más corta, que tiende a quemar o a oscurecer nuestra piel cuando estamos expuestos de lleno al sol. Afortunadamente para nosotros, la mayor parte de la luz ultravioleta que viene del sol es interceptada por moléculas de la atmósfera; lo mismo que las otras radiaciones dañinas en cantidad para el hombre, como los rayos-x y los rayos gama.

Una de las cualidades maravillosas de la luz es su velocidad, o sea la rapidez con que viaja a través del espacio o nuestra atmósfera. Esta velocidad, escrita frecuentemente como c, es aproximadamente de 300.000 km/segundo. La luz gasta solo ocho minutos en llegar del sol a la tierra. No obstante es difícil comprender esta distancia. Para una mejor comprensión, veamos el siguiente ejemplo: los aviones de LACSA vuelan del Aeropuerto Juan Santamaría a Miami, Florida. Esta distancia, en línea recta, es de 1.800 km. aproximadamente. El viaje de ida tarda cerca de 2:45 hrs.

Ahora bien, si la luz pudiera viajar entre dos espejos colocados en torres muy altas en los dos aeropuertos, de manera que fuera factible establecer una línea recta entre ellos, sobre la curvatura de la tierra, ¿cuánto tiempo tomaría la luz para hacer el viaje ida y vuelta?. Realmente el tiempo que transcurre en un viaje completo sería apenas una pequeña porción de segundo, porque la luz puede ir y volver a Miami más de 80 veces en el lapso de un segundo, o sea aproximadamente el tiempo que toma un latido del corazón.

Debido a la gran velocidad de la luz, es que vemos todas las actividades a nuestra cercanía simultáneamente. Desde las montañas, mirando a Cartago o San José, cualquier acción que veamos, sucede en el mismo instante. Solo cuando vemos el firmamento en una noche clara, podemos ver las estrellas, como se veían en tiempos muy diferentes. Esto se debe a que las distancias observadas son tan grandes que la luz tarda mucho tiempo en atravesar el espacio desde las estrellas a la tierra, aún cuando su velocidad sea muy grande. Por ejemplo, la estrella más cercana a la tierra después del sol es Alpha Centauri y su luz tarda cuatro años y medio para llegar a nosotros.

* El autor es Cosmólogo y Ecólogo. Actualmente es profesor del Departamento de Ingeniería Forestal del Instituto Tecnológico de Costa Rica.

Otras estrellas que podemos ver a simple vista, están a miles de años luz de distancia. Un año luz, es la distancia que la luz recorre en un año a su velocidad c. Con el uso de telescopios, podemos observar o fotografiar galaxias mucho más distantes. De este modo, en una noche, es posible tomar una fotografía que muestre dos cosas: cómo se veía Alpha Centauri hace 4 años y medio y cómo se veían algunas galaxias distantes hace aproximadamente 3 millones de años.

Si bien c equivale aproximadamente a 300.000 km/seg., que es la velocidad de los incomprensiblemente pequeños trozos de materia llamados fotones, esto es apenas una parte de la historia. En realidad los fotones viajan mucho más rápido porque no se mueven a través del espacio precisamente en línea recta, sino más bien en rutas helicoidales considerablemente más largas. La razón de la longitud de la trayectoria helicoidal y la distancia en línea recta se designa con el término r. En el caso de la longitud de la onda más corta de la luz visible que es la luz azul, el r de esta luz es 1,68179, lo que significa que los fotones viajan a una velocidad superior a 500.000 km/seg., a pesar de que su avance a través del espacio es igual o menor que 300.000 kms/seg.

¿Cómo sé que un fotón es realmente un pequeño trozo de materia, y que viaja en una trayectoria helicoidal?. Hay varias evidencias que indican claramente, que los fotones de luz son unidades de materia y no ondas. En primer lugar, las ondas no pueden atravesar el espacio vacío, pero sabemos que la luz lo hace. Segundo, el ojo humano ha evolucionado para ver por medio de la luz directa y reflejada que entra en el órgano; sin embargo, no está estructurado para recibir e interpretar ondas, como sí lo está el oído.

Finalmente, existe el llamado efecto fotoeléctrico (1) en virtud del cual se desplazan electrones fuera del metal cuando se dirige a él radiación de suficiente energía. Para la mayoría de los metales, la luz ultra-violeta de longitudes de onda más corta, y de mayor energía que la luz visible, es requisito psra desplazar electrones del metal. La velocidad máxima de los electrones emitidos depende sólo de la frecuencia de la luz incidente. Frecuencia es el número de longitudes de onda por segundo de tiempo.

Aunque es evidente que los fotones deben ser pequeños objets materiales, no obstante, la luz tiene ciertas propiedades de onda. De este modo si nosotros aceptamos la evidencia de que los fotones son diminutas partículas de materia, debemos también explicar qué es lo que produce los efectos de onda. Yo resolví esto planteando la hipótesis de que los fotones son pequeños trozos de materia, probablemente esferas, que viajan en trayectorias helicoidales. La evidencia para esta solución es sólida, y una vez aceptada, provee las explicaciones para todas las variadas propiedades de la luz.

Con los fotones viajando en trayectorias helicoidales, cada vuelta de un fotón alrededor de la espiral constituiría la misma extensión que la longitud de onda. Esta última es la distancia en línea recta entre dos crestas de ondas adyacentes. Observadas desde un punto de vista lateral, una trayectoria helicoidal y una trayectoria ondular parecen iguales si sus longitudes son iguales. Frecuencia, entonces, es el número de longitudes de onda o longitudes helicoidales por segundo.

Max Planck (2) fue el primero en enunciar la hipótesis de que la radiación está formada de paquetes individuales de energía, a los que llamó quantum. Su notable fórmula, E=hf, dice que la energía de un quantum o fotón es igual a su frecuencia multiplicada por h, el símbolo ahora conocido como la Constante de Planck, que equivale a .00000000000000000000000006625 erg/seg., usualmente escrito como 6.625×10^{-27} erg/seg.

Ni Planck, ni los otros científicos utilizaron correctamente las nuevas posibilidades que el descubrimiento de su constante facilitaba. Su adelanto había dado a la ciencia, por primera vez, datos numéricos precisos sobre la energía radiante para compararla con otras fórmulas de energía. También, la sencillez de esta fórmula con un factor constante, dio una clara indicación de que la relación entre las octavas del espectro de radiación tenía que ser muy regular para permitir el uso de un factor sobre el ámbito total de las octavas.

Proseguí con mi investigación, asumiendo que las fórmulas de energía deben ser igualmente válidas para partículas sub-atómicas, para objetos comúnmente observales o para las galaxias. La fórmula utilizada más frecuentemente para energía es $E = \frac{m}{2} v^2$, donde m = masa y v = velocidad. Al igualar esa fórmula con E= hf, h debe incluir no sólo $\frac{m}{2}$, sino

también el residuo de v^2, porque f representa solo una porción del término velocidad. Si un fotón viaja en una trayectoria helicoidal, entonces h debe ser igual a:

$$\frac{m}{2} r^2 \lambda^2 f,$$

de modo que, cuando se multiplique por f, E debe ser igual a:

$$\frac{m}{2} r^2 c^2 \text{ o } \frac{m}{2} v^2$$

(el signo λ que en lo anterior es usado para describir una longitud de onda, se usa también aquí para describir la longitud helicoidal, $\lambda^2 f^2 = c^2$).

Conociendo lo anterior, yo tenía, entonces dos fórmulas especiales para calcular la energía de un fotón:

$$E = hf \text{ y } E = \frac{m}{2} r^2 \lambda^2 f^2.$$

De la fórmula de Planck, podía obtener el valor de E para cualquier frecuencia o longitud helicoidal. Mis dos incógnitas en la otra fórmula eran m y r. Si yo pudiese relacionar el valor correcto de r con una frecuencia específica o longitud helicoidal, entonces podría calcular la masa de un fotón. Traté de concentrar mi atención en obtener el valor de la masa de un fotón de luz visible.

En respuesta a una solicitud de información sobre el ámbito exacto de la longitud de la luz visible, la Oficina de Normas del Gobierno de los EUA en Washington D.C., gentilmente me envió un gráfico, indicando que, el ojo humano es más sensitivo a la luz verde, con un valor máximo muy cercano a una longitud de onda de 5500 Å (angstroms). Sin mucha justificación, yo supuse que la longitud de onda anterior, podría ser el valor de mi espiral mediana para luz visible. Aún más, asumí, que una espiral mediana, o la más normal, debería tener una pendiente en su trayectoria de 45º. Para esto "r", tiene un valor de 1.41421. Insertando este valor, en la fórmula:

$$E = \frac{m}{2} r^2 \lambda^2 f^2$$

con una longitud helicoidal de 5500 Å y el valor de E, calculado con la fórmula de Planck, se obtiene un valor aproximado de 4×10^{-33} gramos para la masa de un fotón de luz visible. Cálculos subsecuentes más refinados han establecido que la masa es de 4.036×10^{-33} gramos; lo cual probablemente es una buena aproximación.

Si la trayectoria helicoidal normal o mediana tiene una pendiente de 45 grados, lo que significa un r de 1.41421 entonces r^2 es 2. Este valor de r^2, me llevó a la conclusión de que la tan citada fórmula de Albert Einstein, $E = mc^2$ es sólo otra forma de la misma fórmula básica de la energía $E = \frac{m}{2} v^2$. La fórmula de Einstein no puede ser utilizada para el cálculo de energía de los fotones individuales, sino más bien, para grupos o pequeñas masas de materia subatómica. La fórmula $E = mc^2$ es lo mismo que $E = \frac{m}{2} r^2 c^2$ para grupos de materia, porque r^2 sería aproximadamente 2, en la segunda fórmula y reduciría $\frac{m}{2} r^2 c^2$ a mc^2 cancelando los 2. Para la radiación que se expande como en las bombas atómicas, la velocidad al cuadrado (V^2) es igual al cuadrado de la velocidad de la luz o sea c^2. Todo lo anterior tendía a confirmar mi hipótesis de que la radiación abarca fotones o pequeñas partículas de materia que viajan en una trayectoria helicoidal. Se mantenía el problema de explicar cómo E = hf puede servir para cualquier fotón en el espectro entero de la radiación, debiendo existir una suave transición de una octava a otra. Sin ahondar en muchos cálculos, la solución que aparece relativamente simple ahora, ha sido descifrada de la siguiente manera:

Si la trayectoria helicoidal más empinada posible r para un fotón es aceptada como 1.68179 y la trayectoria helicoidal r más moderada como 1.18921, el cuadrado de éstos (r^2) será 2.82842 y 1.41421 respectivamente. Obviamente el primero es precisamente el doble de segundo. Ahora, si asuminos que la masa de un fotón en una octava adyacente, es también el doble del fotón central, cuando el primero está en la frecuencia más alta del espectro, o la mitad de la masa del fotón central en la frecuencia más baja, entonces es posible una leve transición de una octava a otra. En otras palabras, dondequiera que dos octavas de un espectro de radiación se junte, la duplicación de la masa de un fotón en relación con otro fotón, es contrabalanceado por la duplicación de r^2 en la relación inversa. Esto hace la fórmula E–hf aplicable para cualquier longitud helicoidal en cualquier octava del espectro.

Por tanto, mi hipótesis de que los fotones son pequeñas esferas de materia que avanzan a c, la velocidad de la luz, pero que realmente están viajando en trayectorias helicoidales a velocidades considerablemente mayores, está respaldada por cálculos que muestran que su energía puede ser derivada de las mismas fórmulas

de energía que son aplicadas a los movimientos de objetos macroscópicos de nuestro conocimiento. Esto implica que c, la velocidad de la luz, no es un límite físico, porque los mismos fotones viajan mucho más rápido en sus trayectorias helicoidales.

La hipótesis anterior hace posible explicar cómo la luz de dos estrellas de un sistema estelar binario, girando una alrededor de la otra desde nuestra línea de vista, nos alcanza al mismo tiempo, aún cuando una se aleja de nosotros, mientras que la otra se acerca. La luz emitida por la estrella que se aleja se enrojece, esto es, que tiene una longitud de onda más larga o sea una trayectoria helicoidal más aplanada. La luz de la estrella más cercana es azulada, tiene una longitud de onda más corta, o sea una trayectoria helicoidal más empinada. La luz azul viaja mucho más rápido en su trayectoria helicoidal que la luz roja de la estrella que gira lejos de nosotros, pero los fotones emitidos al mismo tiempo de ambas estrellas llegan a la tierra juntos.

El mismo conocimiento del viaje de los fotones en trayectorias espirales y los límites de r nos permite comprender que los quasars (3), que son esferas galácticas en proceso de abrirse, no están tan distantes como lo cree la mayoría de los astrónomos. Debido a que los quasars viajaban alejándose de nosotros a una velocidad sumamente alta, las trayectorias helicoidales de los fotones se iban estrechando fuera del límite de un r de 1.18921. Una mayor velocidad de retirada de los quasars, más allá del límite, hace que los fotones viajen a través del espacio hacia nosotros con una trayectoria espiral de $r = 1.18921$, pero avanzan a una velocidad menor que c, la velocidad normal de la luz. La interpretación conduce a una evaluación más racional de la energía generada de los quasars, su distancia en el tiempo y el tamaño de nuestro Universo (5).

LITERATURA CONSULTADA

1.– Shortley, G. y Williams, D. ELEMENTS OF PHYSICS. 3 ed. New Jersey: Prentice – Hall, 1961. 928 p. (Ref. p. 697).

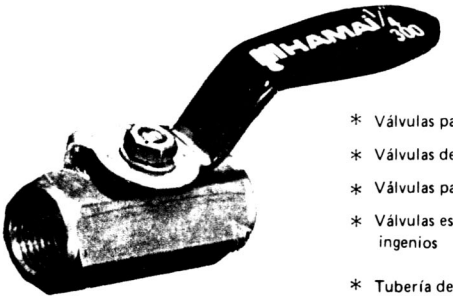
2.– Ruechardt, E. LIGHT, VISIBLE AND INVISIBLE. Ann Arbor: University of Michigan Press, 1958. 201 p. (Ref. p. 195-196)

3.– Shipman, H. L. BLACK HOLES, QUASARS AND THE UNIVERSE. Boston: Houghton Mifflin, 1976. 309 p.

4.– Holdridge, L. R. QUASI – STELLAR OBJECTS IN A CYCLIC UNIVERSE. Occasional paper No. 9. San José, Tropical Science Center, 1969. 16 p.

5.– Jastrow, R. y Thompson, M.H. ASTRONOMY: FUNDAMENTALS AND FRONTIERS. 3 ed. New York: John Wiley, 1977. 532 p.

VALVULAS DE BOLA



MAYORISTAS:

* Válvulas para urbanización
* Válvulas de bronce
* Válvulas para altas presiones
* Válvulas especiales para ingenios
* Tubería de cobre y accesorios
* Tubería para vapor y accesorios
* Tubería de hierro galvanizado y accesorios
* Tubería de P. V. C. y accesorios
* Tubería para amoniaco y accesorios
* Aislamientos térmicos
* Sistemas de bombeo y medidores

Tels. 22-51-60—22-13-04
22-08-68

Dirección:
Paseo de los Estudiantes del SNAA 20 Mts. al Este,
Apartado 2831 San José, Costa Rica

VYE
VALVULAS Y EQUIPOS