

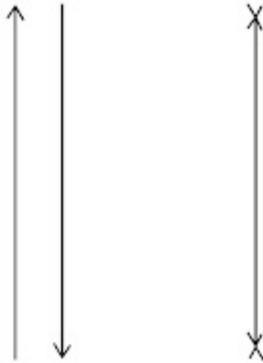
DISCONTINUIDAD DE LA ONDA

La onda siempre ha sido considerada un fenómeno continuo y esto llevó a imaginarse la existencia del fotón como corpúsculo para dar cuenta de la discontinuidad que imponía la constante h de Planck en la emisión del cuerpo negro.

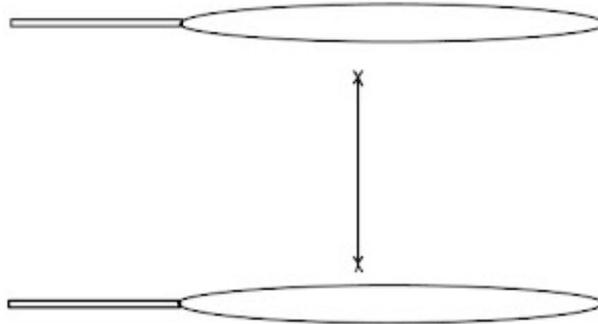
Ahora vamos a estudiar más en profundidad el fenómeno de la onda para ver si esto es cierto.

No necesitamos demostrar que la onda es necesariamente un fenómeno discontinuo sino solo demostrar la posibilidad de que lo sea, por cuanto los experimentos que llevan a la difracción excluyen la posibilidad de los corpúsculos y han llevado a las conocidas contradicciones ontológicas de la teoría cuántica, es decir, ya tenemos suficientes pruebas de que la luz, por ejemplo, está constituida por ondas para que la sola posibilidad de que la onda pudiera dar cuenta del fenómeno de discontinuidad, que es el único que la invalida la colocaría en una situación de absoluto privilegio frente a los corpúsculos.

Analicemos el oscilador emisor de ondas y su relación con ella que no es más que una señal de su comportamiento. En el primer gráfico tenemos un movimiento hacia arriba que repentinamente cambia de dirección y se dirige hacia abajo, ya que este movimiento se realiza en una misma línea lo representaremos en el segundo gráfico de ese modo.



Ahora consideremos que el movimiento está producido por dos paletas que hacen rebotar en ellas a una pequeña pelota (luego explicaremos porque este ejemplo es más apropiado para los osciladores en las paredes del cuerpo negro que el ejemplo de las oscilaciones de un péndulo):

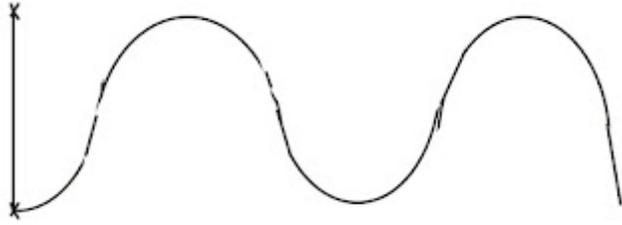


Aquí podemos ver que en el trayecto en que la pelota se dirige hacia arriba o hacia abajo su movimiento es simplemente debido al principio de inercia porque como sabemos por la primera ley de Newton tiende a conservarse en movimiento rectilíneo y uniforme hasta que otra fuerza se lo impida. La fuerza que se lo impedirá y lo obligará a detenerse y cambiar de dirección es la paleta que vuelve a golpear la pelota del lado opuesto y así sucesivamente. (Podemos imaginar que esta experiencia la hacemos en el vacío para conservar perfectamente el movimiento rectilíneo y uniforme, pero la influencia de la fricción del aire o la energía potencial gravitatoria en nuestro ejemplo es absolutamente despreciable comparada con el freno violento que significa el choque contra las paletas).

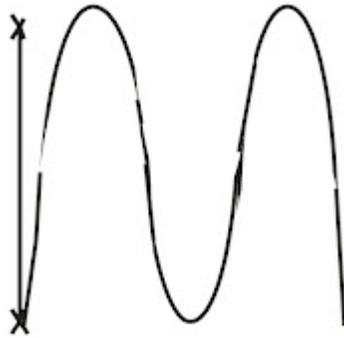
El lugar donde están dibujadas las puntas de flecha es donde se otorga la nueva energía para determinar el movimiento de la pelota hacia el lado opuesto.

Ahora imaginemos que la pelota tiene un hilo atado que por inducción de la pelota presentará un movimiento ondulatorio.

He elegido este ejemplo por ser más simple de explicar, podemos también imaginar una mano que sube y baja una cuerda que en el momento de cambiar de dirección sentimos hasta muscularmente el cambio de energía al frenar y cambiar la dirección del movimiento.



Y luego imaginemos que la onda se hace cada vez más corta por el incremento de la velocidad que se le suministra a la pelota.



Entonces veremos que el movimiento de la onda se empieza a parecer cada vez más al de la pelota identificándose con él en el infinito.

Pero el movimiento de la pelota es discontinuo, no sólo porque cambia de dirección, sino porque los lugares donde recibe la energía son solo los puntos más altos y los más bajos de su recorrido, el resto del camino sólo responde al principio de inercia y no depende de ningún nuevo suministro de energía.

Ahora, si la onda es sólo la señal que depende de una fuente emisora de movimiento discontinuo y tiende a identificarse con él en el infinito, ella también debe ser discontinua y sólo sus crestas y sus valles representan el incremento de energía y no el recorrido entre ellas.

Por lo cual la energía que se presenta en ella es discontinua y cada onda vale h , tanto sea una onda veloz y corta como una onda más lenta y larga, así como si a un ciclista que cuenta con un caudal específico de energía se le diera a elegir entre correr una carrera de larga o corta distancia; de elegir la segunda opción utilizaría toda la energía de golpe y si eligiera la primera graduaría su entrega de energía administrándola para un trayecto más largo, pero la energía que terminaría utilizando en ambos casos es la misma.

Por eso la fórmula de la energía es:

$$e=h.f$$

Puesto que h representa a cualquier onda tanto larga como corta y f , o sea la frecuencia, la cantidad de veces que ella pasa por un punto.

Entonces en lugar de decir h veces la frecuencia como se dice deberíamos decir que la frecuencia es la cantidad de veces que pasa h , o sea la onda.

Y el fotón imaginado como corpúsculo ya no es necesario ya que el paquete de ondas al que él representa es un simple paquete de ondas en sí mismas discontinuas.

Es decir, que por un mismo punto (en el que se encuentra el electrón en el caso del efecto fotoeléctrico) solo pueden pasar $1h$, $2h$, $3h$, o lo que es lo mismo 1 onda, 2 ondas, 3 ondas y así sucesivamente, por cuanto cada onda es indivisible desde el punto de vista energético y la interacción causal ocurre en un tiempo y lugar bien determinado.

Por esto si las ondas son más cortas pasaran más de ellas por segundo por el lugar donde se encuentra el electrón y lo termina expulsando con más velocidad.

O lo que es lo mismo, los ladrillos del mundo no son las partículas sino la cantidad mínima de energía posible que siempre vale h .

Tanto el punto en geometría que no tiene dimensión como el instante en el tiempo que no tiene duración solo son producto de la imaginación humana, no pueden ser de ningún modo "los ladrillos del mundo", puesto que en un punto sin dimensión y en un instante sin duración es imposible la existencia, ser el ladrillo del mundo no tiene que ver solo con el tamaño o la duración sino con una necesaria combinación de ellos: más espacio por menos tiempo o más tiempo por menos espacio, con tal que esto dé h , que garantiza el suceso mínimo para estar en el mundo.

Buscar los ladrillos del mundo solo en el tamaño mínimo: primero en el átomo, luego en los electrones y así sucesivamente sin tener en cuenta la dimensión temporal ha dificultado comprender que es la energía que se presenta en distintas proporciones de espacio y tiempo el verdadero ladrillo del mundo.

Para dar un ejemplo digamos que identificando la materia con la energía un ladrillo más pequeño, puede tener la misma materia que uno más grande siempre y cuando el más grande sea menos denso.

Sabemos que Planck se inspiró en su trabajo en las teorías de Maxwell sobre termodinámica, es decir, en la estadística del movimiento de moléculas colisionando entre sí o en las paredes del recipiente y quiso tratar las ondas de luz en el interior de un cuerpo negro de un modo estadístico similar al de las moléculas. Por otro lado comenzó con proponer que en las paredes de la cavidad existía un conjunto de osciladores eléctricos que vibraban con un movimiento de vaivén al ser sometidos a agitación térmica (Aún no se sabía nada de los átomos).

Quizás no percibió que esta comparación era más profunda de lo que se imaginaba.

Sabemos que para construir un cuerpo negro prácticamente perfecto se debe construir una caja con algún material que sea conductor térmico, como el metal.

Y el flujo de calor hacia un cuerpo metálico aumenta su energía interna y también el movimiento libre de las moléculas y de los electrones dentro de él. Este movimiento vigoroso al azar destruye el ordenamiento y los electrones chocan entre sí como las moléculas.

Ahora podemos ver entonces, que las oscilaciones de los electrones en las paredes del cuerpo negro se condicen con nuestro ejemplo de las paletas con que choca la pelota-electrón solo que en este caso no son las paletas sino otros electrones libres con los que choca nuestro electrón.

No solo Max Planck se sintió molesto por no encontrar ontología a su constante y criticó severamente el adjudicarle un carácter corpuscular a la luz a Albert Einstein en su artículo de 1905 sobre el efecto fotoeléctrico, sino que el mismo Einstein tituló su artículo "Sobre un punto de vista heurístico concerniente a la producción y transformación de la luz", la palabra heurística significa solución no rigurosa pero instigadora de nuevos avances.

Por otro lado Einstein no afirma la existencia efectiva de los cuantos de energía, (a los que por otro lado nunca llamó fotones, esto fue un nombre que luego se le asignó) su conclusión lleva siempre la cláusula "como si", en ello consiste el carácter "heurístico" de la formulación de toda su teoría.

Maxwell cuando publica sus trabajos sobre termodinámica que inspiraron a Planck era un atomista convencido y tanto Planck como Einstein siguieron ese derrotero (no nos olvidemos del trabajo de este último sobre el movimiento Browniano) y la discontinuidad encontrada hizo pensar a Einstein directamente en corpúsculos, aunque como dije antes siempre se refirió a ellos "como si", es decir, como si fueran corpúsculos, porque en el fondo la idea de que realmente lo fueran nunca lo convenció, solo que por el momento no encontraba otra explicación para dicha discontinuidad. Y la antigua controversia entre la teoría ondulatoria de Huygens y la corpuscular de Newton que era evidentemente discontinua polarizaba a la primera al supuesto carácter de la continuidad.

Einstein mismo dijo que todos creían saber lo que era un fotón pero no lo sabían, porque el mismo no lo sabía y retrocedió espantado ante el posterior desarrollo de la teoría cuántica que el con su teoría sobre el efecto fotoeléctrico había contribuido a generar.

Todo el resto de su vida lo dedicó a encontrar las variables ocultas que se le escapaban a los defensores de la teoría cuántica que tanto detestaba, pero quizás lo que se lo impidió fue su propia anterior historia exitosa considerando interpretaciones atomistas como la del movimiento browniano.

El genial Goethe ya había dicho de un modo intuitivo que la onda era el fenómeno primordial que dio origen al mundo, pero no podía confrontar con la teoría corpuscular de Newton por adolecer frente a este de conocimientos científicos.

Pero si consideramos a la onda como yo digo como un fenómeno discontinuo en sí mismo ya no necesitamos de las partículas para dar cuenta de tal discontinuidad observada en los fenómenos y por tanto superamos la dualidad onda-partícula que atenta contra el principio de no contradicción, pilar de toda nuestra lógica.