

## LA MASA DEL FOTÓN

**M. López-García**  
**Pemex-Refinación, Refinería Francisco I. Madero**  
**Cd. Madero, Tamaulipas, México**  
**Email: [mlgamx@yahoo.com.mx](mailto:mlgamx@yahoo.com.mx)**

La mayoría de los textos científicos referentes al tema del fotón señalan que este se desplaza en el vacío a la velocidad de la luz teniendo una masa que es “invariablemente cero”, comportándose como todo cuanto con propiedades corpusculares y ondulatorias (dualidad onda-partícula) y que es la partícula elemental responsable de las manifestaciones cuánticas del fenómeno electromagnético. Einstein propuso que la luz (chorro de fotones) debía resentir los fenómenos gravitatorios y que por lo tanto debía desviar un poco su camino al pasar por las cercanías de algún cuerpo celeste con gran masa, este fenómeno fue comprobado por distintas mediciones realizadas en eclipses de sol que demostraron la desviación de la luz al encontrarse en las cercanías de la estrella. Una predicción del fenómeno de atracción de la luz por la gravedad son los agujeros negros, cuerpos celestes supermásicos con un campo gravitacional capaz de atrapar a la luz y de no permitir que se escape de él, así un cuerpo de esta naturaleza es incapaz de emitir luz al exterior y por lo tanto no es visible (es materia negra), pero ¿por qué los fotones son atraídos por los campos gravitacionales si carecen de masa? y para poder representar una fuerza de atracción mediante la ley de la atracción gravitacional, obligatoriamente le tendríamos que asignar una masa al fotón, la verdad es que el concepto de falta de masa del fotón, aún hoy en día es un tema de discusión y polémica, en el siguiente trabajo presentamos una propuesta que se inclina a favor de una masa para el fotón.

Buscando definir las ecuaciones que hicieran visualizar el movimiento vibratorio de una partícula (un movimiento en el cual la partícula es partícula y se desplaza como onda) se encontró una expresión para la velocidad mínima diferente de cero que puede tomar la partícula:

$$v = \sqrt{\frac{h}{m}}$$

Siendo  $h$  = constante de Planck y  $m$  = masa de la partícula.

La constante de Planck es la mínima energía por segundo que puede existir, no hay menos y cualquier valor de energía que podamos medir, simplemente es un múltiplo entero de esta constante, este valor lo encontró Max Planck y es el cimiento de toda la teoría de la energía cuantizada, la energía no es continúa (no puede tomar todos los valores) simplemente está cuantizada, de este hecho se puede determinar que las partículas no pueden tomar cualquier valor de velocidad de desplazamiento y de que su movimiento debe ser vibratorio.

De tal forma un electrón con una masa de  $9.11 \times 10^{-31}$  Kg y la constante de Planck con un valor de  $6.626 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$  se tiene:

$$v = \sqrt{\frac{6.626 \times 10^{-34}}{9.11 \times 10^{-31}}} = 0.02696 \frac{m}{s}$$

Para el protón se puede hacer lo mismo y para el neutrón también, aunque en las deducciones del movimiento vibratorio la ecuación anterior fue una más en el artículo y solo se le dio cierta relevancia, esta importancia cambia dramáticamente si solo se piensa en que masa debe tener la partícula para alcanzar una velocidad mínima que sea la de la luz, ya que si la ecuación es cierta estaríamos pensando que entonces la partícula que se desplaza a esa velocidad es el fotón mismo, de tal forma:

$$m = \frac{h}{v^2}$$

Haciendo  $v = c$

$$m = \frac{h}{c^2}$$

$$m = \frac{6.626 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}}{\left(299792458 \frac{m}{s}\right)^2} = 7.37 \times 10^{-51} \text{ Kg}$$

Aquí en este punto, con este resultado se puede pensar que la ecuación no es correcta y que todas las deducciones para el movimiento vibratorio también son incorrectas, al menos que se agregue una prueba que pueda demostrar su veracidad.

Antes de publicar algún tema que se catalogue como original, es necesario indagar en la mayor parte de los medios posibles que no exista una publicación

que contenga la misma idea general y para esto busque los temas que hablan sobre la masa del fotón, encontrando un artículo científico titulado Masa, cantidad de movimiento y energía mínima del fotón donde aparece un resultado idéntico para la masa del fotón, pero con una idea general distinta, de hecho ni siquiera se habla sobre algún movimiento vibratorio para una partícula en ese trabajo y las formulas utilizadas son diferentes, de tal forma es totalmente improbable llegar a un mismo resultado por dos diferentes caminos, si las consideraciones no son correctas.

Algo que no se puede visualizar en el artículo antes mencionado, es la posibilidad de rebasar la velocidad de la luz, pero en las deducciones para el movimiento vibratorio si:

$$v = \sqrt{\frac{h}{m}}$$

Ya que si hubiese una masa inferior al valor calculado para la masa del fotón, esto implicaría una velocidad para esa partícula superior a la de la luz. El momento en que vino a mi cabeza la anterior idea sucedió alrededor de las 3:00 de la mañana cuando por algún motivo me desperté agitado y ya no pude dormir más, la idea me lo impidió, no había forma de conciliar nuevamente el sueño, por más que lo intente.

Debo mencionar que mi primera reacción al ver la fórmula  $m = \frac{h}{c^2}$  publicada en el artículo Masa, cantidad de movimiento y energía mínima del fotón fue de total desagrado, ya que eso me quitaba la paternidad de la ecuación, pero poco a poco me fui tranquilizando al darme cuenta que este artículo lo único que hacía era comprobar mis resultados para los trabajos realizados para el movimiento vibratorio, era otra forma de pensar, pero teniendo un mismo

resultado  $m = \frac{h}{c^2}$ , el autor del artículo es el médico cirujano Heber Gabriel

Pico Jiménez, a quien por supuesto no tengo el gusto de conocer, más que por su artículo, su nacionalidad es colombiana y su artículo se puede localizar en la Internet.

Louis de Broglie estudio historia y derecho y por algún motivo se intereso en la ciencia, dándonos una aportación por demás relevante para la física, parece ser que a veces los resultados más valiosas para la ciencia vienen de un origen que no está precisamente ligado a ella del todo.

Después de lo anterior, ahora estamos en condiciones de explicar ¿por qué la luz es atraída por la gravedad?.

Considerando ahora que el fotón debe tener una masa igual a:

$$m = \frac{h}{c^2} = h\varepsilon_0\mu_0$$

$h$  = constante de Planck

$\varepsilon_0$  = Permitividad del vacío (campo eléctrico)

$\mu_0$  = Permeabilidad del vacío (campo magnético)

$$c = \frac{1}{\sqrt{\varepsilon_0\mu_0}}$$

La fuerza gravitacional que debe experimentar un fotón es:

$$F = Gh\varepsilon_0\mu_0 \frac{M}{r^2}$$

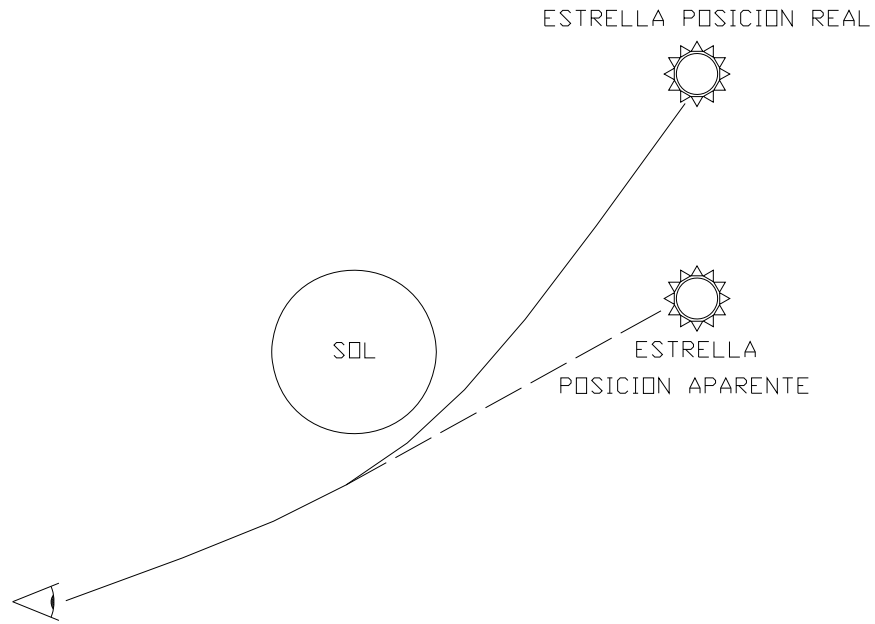
$M$  = masa del cuerpo celeste

$r$  = radio del cuerpo celeste

Entre mayor sea la masa y menor el radio del cuerpo celeste provocará que la fuerza de atracción sobre los fotones aumente hasta un límite donde ya no le sea posible escapar del campo gravitacional, estaríamos hablando de que probablemente el cuerpo celeste sería un agujero negro.

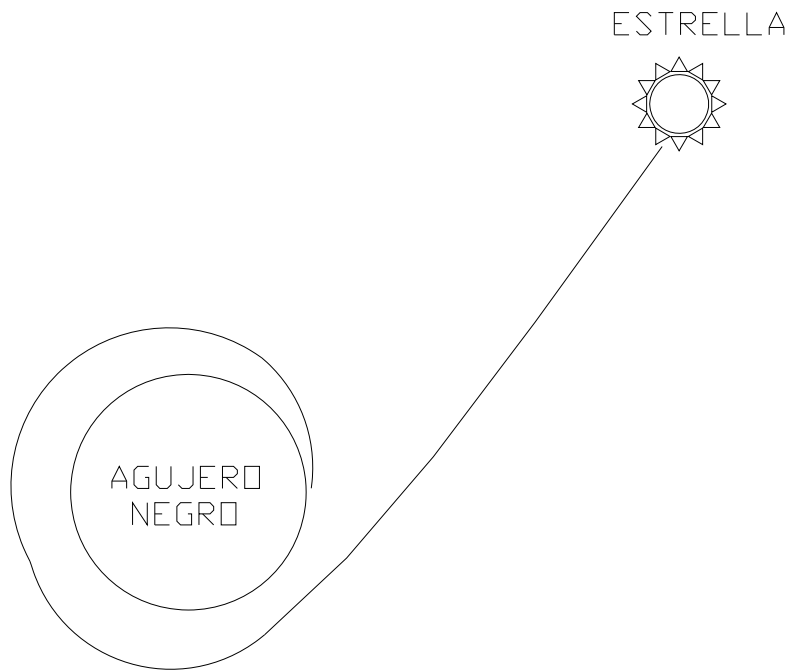
La ecuación de la fuerza de atracción gravitacional para los fotones relaciona a la constante gravitacional, la constante eléctrica, la constante magnética y una invitada no esperada, la constante de Planck, ya que todos los que han pensado en el campo unificado solo habían supuesto la relación de las tres primeras constantes.

El efecto que se produce cuando un rayo atraviesa una estrella es una desviación del rayo, como se ilustra en la siguiente figura:



Es decir, si nosotros somos observadores en la tierra pensaremos que la estrella lejana que estamos viendo se encuentra en otro lugar, es decir tiene una posición aparente. Este es un fenómeno comprobado y que demuestra que la luz reciente los efectos de la gravedad.

Un rayo pasando por las cercanías de un agujero negro sería atrapado por este como se muestra en la figura:



De tal forma la luz de la estrella sería absorbida y dependiendo que tan cerca se encuentre la estrella del agujero negro, éste se la podría tragar completamente.

Por otra parte, dos fotones, aún teniendo masa no se pueden atraer entre sí, ya que la fuerza inercial se los impide, ésta depende de la velocidad e iguala a la fuerza gravitacional a la velocidad de la luz, del tal forma los fotones no se atraen, de lo contrario veríamos que los rayos de luz y las ondas electromagnéticas se enlazarían:

$$F_{inercial} = \frac{G}{c^2} \frac{m_1 m_2 v^2}{r^2}$$

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2} - \frac{G}{c^2} \frac{m_1 m_2 v^2}{r^2}$$

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2} \left( 1 - \frac{v^2}{c^2} \right)$$

$$G \frac{m_1 m_2}{r^2} \left( 1 - \frac{v^2}{c^2} \right) = 0$$

Ya que  $v = c$

Ahora, si hacemos  $m_1 = m_2$

$$\text{Y tomamos } v = \sqrt{\frac{nh}{m}}$$

Podríamos reescribir la fórmula:

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2} \left( 1 - \frac{v^2}{c^2} \right)$$

De la siguiente forma:

$$F = G \frac{m^2}{r^2} \left( 1 - \frac{nh}{mc^2} \right)$$

En el inicio del Universo, cuando sucede la gran explosión, la materia se comienza a crear, se expande y se enfría, en algún momento la luz se separa de la materia al vencer a las fuerzas gravitacionales y crea un límite creciente que tiene un radio mayor al del Universo formado por los cuerpos celestes, es posible que en los inicios del Universo, se hubieran creado partículas con una masa inferior a la de los fotones a las cuales les fue más sencillo vencer a las fuerzas gravitacionales, separándose antes que la luz de la gravitación y alcanzando velocidades mayores a la de la luz, según la ecuación de la velocidad de las partículas:

$$v = \sqrt{\frac{h}{m}}$$

Esas partículas se van separando entre sí, ya que la fuerza inercial aumenta con la velocidad y deben formar el límite creciente del Universo, pero en algún momento tendrán que ser frenadas y volver a su origen de acuerdo a la siguiente expresión:

$$F = Gh\epsilon_0\mu_0 \frac{M}{r^2}$$

La masa del Universo se acumulará y en algún momento hará que su radio comience a decrecer hasta un límite que tenderá a cero, el Universo se verá nuevamente como una partícula y estará en condiciones para iniciar un nuevo ciclo, la siguiente gran explosión, tal vez este ciclo no sea el primero, ¡tal vez ya hayan sucedido millones de ellos!