

CienciaOnline  
↔ Física ↔

LORENZO HERNÁNDEZ

3 de diciembre de 2013

## *Enfrentándose al más grande.↔↔↔*

---

Al suponer que la velocidad de la luz era constante, una especie de límite cósmico, que nada en el Universo puede superar, Einstein ponía en tela de juicio la teoría de la gravedad de Newton. La Teoría de la Relatividad Especial, publicada en 1905, contradecía la Ley de la Gravedad de Newton. Einstein se estaba enfrentado al padre de la gravedad. Pero ¿qué tiene que ver la velocidad de la luz con la gravedad?

Newton demostró que la fuerza de la gravedad era la que mantenía a los planetas dando vueltas alrededor del Sol y la Luna alrededor de la Tierra. Para comprender el conflicto supongamos que de repente el Sol se vaporizara y desapareciera por completo. En ese instante, según Newton, los planetas saldrían inmediatamente de sus órbitas por la tangente y se perderían en el espacio. Al igual que ocurre cuando hacemos girar una esfera atada a un hilo de forma circular y soltamos el hilo. Newton creía que la gravedad era una fuerza que actuaba instantáneamente a cualquier distancia, de modo, que sentiríamos los efectos de la destrucción del Sol de manera inmediata. Pero Einstein encontró un problema en la teoría de Newton. Uno de los postulados de Einstein en su teoría especial de la relatividad era que la velocidad de la luz era constante (unos 300000 Km/s) y que nada podía viajar más rápido. Así, la radiación electromagnética procedente del Sol tarda 8 minutos en recorrer los 150 millones de kilómetros que hay hasta la Tierra. Y si había demostrado que nada, ni siquiera la gravedad, viaja más rápido que la luz, ¿cómo podría salirse de la órbita la Tierra antes de que la oscuridad producida por la desaparición del sol llegara a nuestros ojos?

Cuando rondaba la treintena se embarcó en una travesía para resolver este misterio. Después de 10 años encontró una respuesta. Einstein supuso un tejido espacio-temporal el cual se deformaba debido a las masas al igual que se deforma una cama elásticas cuando ponemos un objeto como una bola de bolos en su centro. La curvatura del espacio-tiempo es lo que produce la gravedad. El Sol deforma el espacio-tiempo y por eso la Tierra gira a su alrededor. Suponiendo esto, si desapareciera el Sol, la perturbación gravitacional produciría una especie de ola que se propagaría por el tejido espacial del mismo modo que al lanzar una piedra a un lago. No percibiríamos un cambio en la órbita hasta que esa ola no alcanzara nuestro planeta. Es más, Einstein calculó que estas ondas gravitacionales viajan exactamente a la velocidad de la luz. Con esta nueva teoría resolvió el conflicto con Newton respecto a la rapidez a la que se desplaza la gravedad pero además le proporcionó al mundo entero una nueva forma de ver la fuerza de la gravedad: curvaturas y pliegues en un tejido del espacio y el tiempo. Bautizó a esta teoría como Teoría General de

la Relatividad.

## *Los aceleradores del coche.↔↔↔*

---

El pedal de la gasolina se llama acelerador porque el uso común del término aceleración se refiere a un aumento de velocidad. Sin embargo, la definición científica es que ocurre una aceleración siempre que la velocidad cambia de alguna manera: de módulo o de dirección. Por tanto, el pedal del freno también se puede considerar como un acelerador porque reduce la velocidad del vehículo. Pero incluso el volante se puede considerar un acelerador porque cambia la dirección del vector velocidad.

Por tanto, deducimos que el coche tiene tres aceleradores, cada uno con una función distinta. Cotidianamente, cuando decimos «acelera» todos nos referimos al aumento de velocidad.

## *La presión y los oídos.↔↔↔*

---

Cuando vamos de viaje en el coche o nos montamos en un avión hacia cotas más altas, tenemos la sensación de que se nos taponan los oídos. Esto es así porque la presión disminuye conforme subimos en la atmósfera ya que hay menos aire sobre nuestras cabezas. Pero es sólo una sensación, realmente no se taponan nada.

La parte interior del oído es una cámara de aire aislada, conectada al interior de la nariz por una válvula (la trompa de Eustaquio) y separada por el exterior por el tímpano, una membrana que transmite las vibraciones del sonido externo al cerebro. Cuando la presión del exterior es menor que la del interior del oído, el aire del interior empuja y curva el tímpano hacia afuera. Al estirarse el tímpano es menos sensible a las vibraciones y sentimos los oídos “tapados”, aunque en realidad no están tapados por nada.

Y aquí entra en juego la trompa de Eustaquio, que se abre por un instante, deja entrar aire en el oído y las presiones se equilibran. Ahí es cuando el oído se destapa. Como sabéis, si bostezamos o abrimos la mandíbula favorecemos la apertura del tubo y los oídos se nos destapan con mayor facilidad.

## *La revolución de la mecánica cuántica.*

---

Dada una causa no se produce el mismo efecto: ésta fue la verdadera revolución de la mecánica cuántica.

La mecánica cuántica fue una revolución científica que trastocó todas las ideas sobre el comportamiento de la naturaleza. Ha sido y sigue siendo un triunfo para la explicación de los fenómenos que ocurren a escala microscópica, pero este triunfo tuvo un costo enorme: desafió una de las ideas más fundamentales de todas, la relación entre causa y efecto.

En la física aristotélica cada movimiento tenía que tener una causa inmediata. Se necesitaba un impulso para mantener algo en movimiento. En la física newtoniana el movimiento ya no necesitaba de una causa pero cada cambio en el movimiento sí la necesitaba. Sin embargo, en la física cuántica dada una causa no siempre se produce el mismo efecto. Esta fue la verdadera revolución y el verdadero abandono de las ideas que fundamentaban la física clásica.

Los resultados de un conjunto dado de circunstancias no están completamente determinados. Hay resultados alternativos posibles. Sólo están determinadas con precisión las probabilidades de las alternativas. La falta de determinismo es realmente revolucionaria.

## *La carga eléctrica: cuestión de actitud.*

---

En nuestro lenguaje cotidiano, solemos decir que la batería está cargada dando a entender que tiene suficiente energía almacenada para que funcione un determinado dispositivo (el móvil, por ejemplo). Pero cuando hablamos de la carga del electrón y del protón no nos referimos a la energía que estos almacenan o a su estado energético.

Solemos tener muy clara la idea de carga eléctrica hasta que nos preguntan qué es. ¿Qué quiere decir que el electrón tiene carga negativa y el protón positiva? ¿Qué tiene de negativo el electrón y de positivo el protón? ¿Acaso si los viéramos a través de un telescopio imaginario tienen dibujado el signo más y menos?

Hay muchos trabajos, en Internet y revistas especializadas, que hablan de la carga eléctrica y de cómo enseñarla. Por ejemplo, en el tamiz.com hay una estupenda

explicación usando colores y en la revista Alambique Didáctica de las Ciencias Experimentales se pueden encontrar actividades para introducir el concepto en el aula.

Podemos acudir a una cualidad humana para definir la carga. Podemos decir que “la carga es una actitud, no es nada en sí mismo”. Es decir, podemos decir que una partícula está cargada según sea su capacidad de atraer o repeler a las demás partículas, según sea su “actitud” respecto a otras partículas.

Cuando hablamos de negativo o positivo “se trata de una manera de mirar la carga que es muy útil matemáticamente, y hace de nuestras fórmulas algo más simple de lo que serían si empleásemos otros convenios diferentes, pero eso es todo” [eltamiz.com](http://eltamiz.com).

## *Los atomistas y la inercia.*

---

Dijo Richard Feynman:

*"Si tuviera que elegir una sola frase para expresar lo más importante de la ciencia moderna, esa frase sería: Todo está hecho de átomos."*

No le hicimos (le hicieron) caso a esta idea cuando la plantearon los atomistas Demócrito y Leucipo allá por el siglo IV a.C. Es verdad que no tenían pruebas y, por tanto, no debemos reprochar nada a los que pensaban que el mundo no estaba formado por átomos, pero es una idea que, de haber sido aceptada, hubiera hecho avanzar mucho más rápido a ciencias como la astronomía y la mecánica, ciencias que, en principio, no parecen tener relación con la teoría atómica. Lo que no podremos saber nunca es si el futuro de la humanidad hubiera sido mejor que el que hoy tenemos.

La teoría atómica planteaba algo quizá más importante que la propia hipótesis atómica. Y es que intuyeron el principio de inercia adelantadote casi 2000 años en el pensamiento humano.

A modo de resumen, la doctrina democritea es como sigue:

1. Los átomos son indivisibles e indestructibles.
2. Se mueven en todas direcciones en el seno del espacio vacío.
3. Todo lo que existe es átomo y vacío.

4. Hay diferentes tipos de átomos, distinguibles por diferencias (no microscópicas) de forma, y todos los átomos son tan pequeños que escapan a la percepción sensible.
5. Las cosas que vemos y tocamos se componen de átomos agrupados y ordenados.
6. El cambio físico no es más que la redistribución de los átomos. No hay alteración en el átomo mismo.
7. El movimiento del átomo se mantiene uniforme hasta que choca- sin duda con otro átomo, puesto que la teoría niega la posibilidad de cualquier otra entidad con la que un átomo puede chocar-.

De todas las ideas del atomismo antiguo, la uniformidad del movimiento del átomo es la más importante, pues constituye, como he mencionado antes, una anticipación mental de la ley de inercia de Galileo.

La ley de inercia se opone a la opinión de Aristóteles de que todo cuerpo en movimiento se detiene si no hay ninguna causa que lo mantenga en movimiento. Desgraciadamente para nuestro entendimiento del mundo físico, la visión aristotélica dominó el pensamiento casi 2000 años. El progreso de la astronomía y de la mecánica habría sido mucho más rápido si se hubieran impuesto los puntos de vista de la escuela atomística.

Pero en fin, lo pasado, pasado está.

## *Una galleta muy explosiva.*

---

Una galleta tiene mas energía que el TNT. En una primera impresión, esta afirmación nos sorprende bastante. Pero esto es debido a las ideas previas que tenemos sobre qué es la energía y cómo se almacena. Solemos pensar que el TNT (trinitrotolueno) tiene mucha energía porque lo utilizamos para crear explosivos, creando un gran daño alrededor. Hay que indicar, porque mucha gente lo confunde, que el TNT no es la dinamita. Es por esto que nos cuesta creer que una simple y rica galleta pueda tener más energía.

La diferencia entre una bomba y lo que no es una bomba, es que en la primera se libera una cantidad de energía en corto plazo de tiempo y en un espacio reducido.

Pero veamos el valor energético de ambos:

Las galletas de chocolate proporcionan unas 5 kilocalorías por gramo, mientras que el TNT solamente proporciona 0.65 kilocalorías por gramo, es decir, nueve veces menos. Realmente, el TNT no se usa por su alto valor energético, sino por lo rápido que libera su energía. El motivo de esta rapidez es que el TNT no necesita reaccionar con aire. Los átomos de las moléculas de TNT son como muelles comprimidos y sujetos con un seguro; si se suelta el seguro, la energía sale disparada. De modo análogo si se rompe una molécula de TNT, la energía restante rompe los “seguros” adyacentes y se produce una reacción química en cadena que hace detonar todo el TNT. La galleta, sin embargo, no produce ninguna explosión pero bien usada sí puede producir desperfectos. La galleta es un alimento que nos proporciona energía, que podemos usarla para coger un mazo y destrozar un coche. La diferencia entre la bomba y la galleta es que la primera destrozará el coche en un segundo, mientras que la galleta, utilizandonos como herramienta, necesitará más tiempo, liberando la energía a un ritmo menor.