

Newton y la ley de la gravitación universal

Héctor Zenil

En el siglo XVII no era claro que lo que nos mantiene sujetos al piso es lo mismo que lo que sostiene a la Luna en órbita alrededor de la Tierra. Fue Newton quien asoció ambos fenómenos físicos mediante su descubrimiento de la gravedad. Él dedujo que ésta era una fuerza que estaba presente en todo el Universo. Newton se dio cuenta de que la fuerza que nos mantiene en el piso es la misma que causa que la Tierra se mantenga girando alrededor del Sol.

Pero también en su ley de la inercia había establecido que todo objeto se mueve en línea recta a menos que se ejerza sobre él alguna fuerza que se lo impida. Por ello Newton supuso que la Luna no se movía en línea recta porque alguna otra fuerza la atraía permanentemente hacia la Tierra, como si hubiera una cuerda invisible. Newton llamó a esa fuerza: gravedad, y creyó que debía actuar a distancia, sin necesidad de una entidad física como la cuerda mencionada, conectando de alguna forma a la Luna con la Tierra. Actualmente continúa el debate sobre si la gravedad es un fenómeno a distancia o hay alguna entidad física por la que se manifiesta.

La forma en que la Luna se mantiene en órbita alrededor de la Tierra puede ejemplificarse de la siguiente manera: si dejamos caer un objeto al suelo, éste caerá en línea recta, pero si se lanza horizontalmente, su trayectoria será una curva que llegará a mayor distancia cada vez que lo lanzamos con mayor fuerza. Si se pudiera lanzar este objeto con suficiente fuerza, se mantendría cayendo sin tocar nunca el suelo, pues la trayectoria de su curva al ir cayendo sería tan grande como la circunferencia de la Tierra manteniéndose siempre a la misma distancia del suelo. De esta manera es posible mantener en órbita las naves y los satélites que se envían al espacio. Esto hace manifiesto también que la ingravidez que perciben los astronautas es sólo aparente, pues al mantenerse en caída libre dentro de un ambiente controlado, se perciben a sí mismos en un ambiente sin gravedad.

La gravedad depende únicamente de la cantidad de masa de los objetos y de la distancia entre ellos. Entre más cerca se encuentre un objeto de otro, mayor será la atracción entre ellos y cuanto mayor sea la masa de alguno o de ambos la mutua atracción gravitacional también aumentará. En la fuerza de gravedad, la masa y la distancia desempeñan el papel primordial. Se le llama masa a la cantidad de materia que tiene un cuerpo, mientras que el peso, que no debe confundirse con masa, es la

fuerza con que la Tierra atrae a todo cuerpo con masa. La masa es una propiedad inherente al cuerpo, mientras que el peso es una fuerza que depende del lugar donde se mida. Por ejemplo, en los diferentes planetas, la masa de un objeto es la misma pero el peso cambia, pues la atracción gravitacional del planeta aumenta o disminuye dependiendo de su propia masa.

Newton encontró la relación que describe la fuerza de gravedad en términos de las masas de los objetos y la distancia entre ellos. Esta relación queda expresada en la fórmula:

$$F = GM_1M_2/d^2$$

donde **F** es la fuerza de gravedad, **M₁** y **M₂** las masas de los objetos, **d** la distancia entre ellos y **G** la constante de gravitación que encontró Newton, la que para un cuerpo sobre la superficie terrestre es de 9.806 m·s⁻². De esta forma, cada vez que la distancia entre los objetos disminuye, su gravedad aumenta; y si aumenta su gravedad disminuye. De igual manera, si el producto de **M₁** por **M₂** crece, es porque **M₁** o **M₂** (o ambos) crecieron, y entonces aumenta la fuerza de atracción entre ellos. De hecho, según esta ley, tanto el Sol como la Tierra giran alrededor de un centro común de gravedad, pero la masa de la Tierra es tan insignificante comparada con la del Sol, que el centro de gravedad queda dentro del Sol (aunque no en su centro). Por lo tanto, técnicamente, la Tierra da vueltas alrededor del Sol y el Sol alrededor de la Tierra. En otras palabras, la Tierra atrae a cada uno de los objetos hacia ella pero también éstos atraen la Tierra hacia ellos.

La gravedad está presente en todos lados y todo el tiempo; no sólo nos mantiene sujetos al planeta, mantiene también unida a la propia Tierra sin permitir que se disgregue. También impide que la atmósfera se escape y mantiene unida la materia que forma al Sol y al resto de las estrellas. O sea, que también impide que se dispersen los planetas del Sistema solar y permite que existan galaxias y cúmulos de galaxias. La gravedad es la cohesión del Universo y en esto estriba la importancia del descubrimiento de Isaac Newton.

Tres siglos después, Albert Einstein encontraría la relación estrecha entre el espacio y tiempo que hace evidente el gran alcance de la teoría de gravitación de Newton y permite explicar lo que ésta no explicaba, por ejemplo, el corrimiento del perihelio de Mercurio o el efecto de las lentes gravitacionales. Así, la teoría de la relatividad general de Einstein se convierte en una nueva teoría de la gravitación aumentada que

La Evolución del Cosmos

contiene a la teoría de Newton y que explica mejor y con mayor precisión al fenómeno de la gravedad.