

Ciencias Naturales, Semestre I-08
Prof. Maricarmen Grisolia Cardona

LA VÍA LÁCTEA Y NUESTRO SISTEMA SOLAR

Hay tantas galaxias en el Universo como granos de arena sobre la Tierra, y la *Vía Láctea* es sólo una de esas galaxias; precisamente, es la galaxia en que se encuentra nuestro Sistema Solar.

El nombre de Vía Láctea proviene del Latín y significa *camino de leche*. Fue denominada así por la apariencia de banda lechosa de luz tenue que atraviesa el cielo nocturno de lado a lado. Esta banda no es más que la luz emitida por el conjunto de estrellas que forman el disco galáctico.

Nuestro Sistema Solar está conformado por los planetas, los planetas enanos, las lunas, los cometas, los asteroides y otros cuerpos en constante movimiento que, en su mayoría, orbitan alrededor del Sol siguiendo trayectorias elípticas. Según sus características, los cuerpos que conforman el Sistema Solar se clasifican en:

- **Sol:** Es la estrella más cercana a la Tierra y constituye el centro del Sistema Solar, manteniéndolo unido debido a su gran atracción gravitacional. Concentra más del 99% de toda la masa del Sistema Solar.
- **Planetas:** Los hay *interiores* (Mercurio, Venus, Tierra y Marte) y *exteriores* o gigantes (Júpiter, Saturno, Urano y Neptuno). Todos los planetas gigantes tienen anillos a su alrededor.
- **Planetas Enanos:** Esta nueva categoría, inferior a la de planeta y creada en agosto de 2006, incluye a planetas demasiado pequeños, como Plutón, Ceres y Eris.
- **Satélites:** Son cuerpos que se encuentran orbitando algunos planetas. Resaltan la Luna de la Tierra, Ganímedes de Júpiter, y Titán de Saturno.
- **Asteroides:** Son cuerpos de forma irregular, muy pequeños comparados con los planetas, que se encuentran agrupados orbitando al Sol entre las órbitas de Marte y Júpiter, formando el *cinturón de asteroides*.
- **Objetos del Cinturón de Kuiper y de la Nube de Oort:** Son objetos pequeños y helados que orbitan lejos del Sol, más allá de la órbita de Neptuno, y que eventualmente se acercan a la zona interna del Sistema Solar. Se incluyen aquí los cometas.



Debido a que no podemos tomar fotografías de nuestra galaxia desde afuera tenemos que conformarnos con compararla con otras galaxias. La galaxia espiral NGC 3949 se parece mucho a nuestra Vía Láctea.

Para hacerse una idea del tamaño relativo de los planetas, se puede leer este texto del científico y escritor James Trefil:

Si La Tierra fuese una pelota de baloncesto de 5 kilogramos de masa y localizada a 30 metros del Sol:

Mercurio es una pelota de béisbol de 250 gramos a 12 metros del Sol.

Venus es una pelota de baloncesto de 4 kilos a 21 metros del Sol.

Marte es una fruta de 30 gramos a 45 metros del Sol.

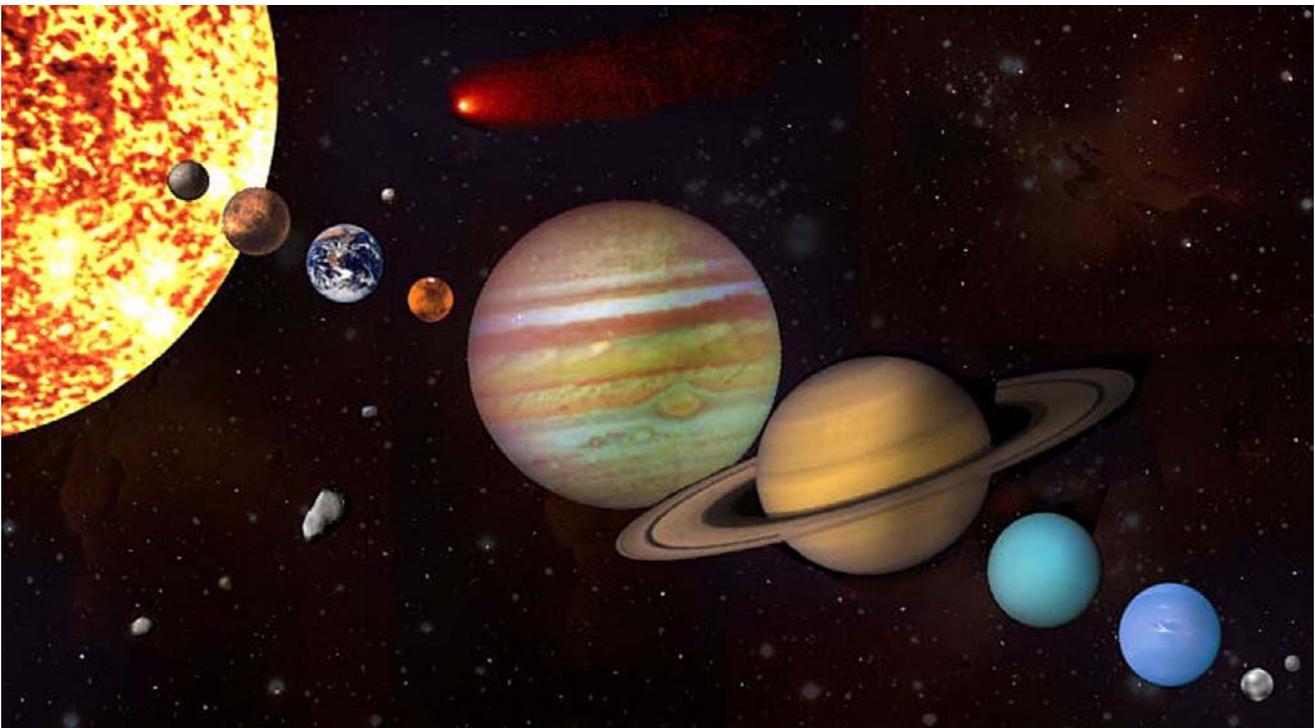
Júpiter es un camión de 6 metros a 150 metros del Sol.

Saturno es un pequeño coche a 300 metros del Sol.

Urano es un sofá de 75 kilogramos a 600 metros del Sol.

Neptuno es un poco más pesado que Urano, pero a más de 800 metros del Sol.

Plutón es una pelota de béisbol de 8 gramos a 1200 metros del Sol.



El Sistema Solar está formado por el Sol, los planetas y sus satélites que les acompañan, asteroides, cometas, polvo y gas interplanetario. Las dimensiones de este sistema se especifican en términos de distancia media de la Tierra al Sol, denominada unidad astronómica (UA). Una UA corresponde a unos 150 millones de kilómetros.

UN POCO DE HISTORIA

Hasta el siglo XVII se pensaba que la Tierra era el centro del Universo, y que todas las estrellas y planetas giraban a su alrededor. Esta teoría *geocéntrica* del Sistema Solar fue construida por Tolomeo (un matemático y astrónomo que vivió en Egipto) en el s. II a.C., quien explicaba el movimiento de las estrellas y planetas en órbitas circulares alrededor de la Tierra, llamadas *epiciclos*.

Luego de realizar algunas observaciones celestes, el astrónomo polaco Nicolás Copérnico (1473-1543) formuló la primera teoría *heliocéntrica*. Sin negar que la Tierra fuera el centro del Universo, propuso que todos los planetas giraban alrededor del Sol, en órbitas circulares. Posteriormente, el físico italiano Galileo Galilei (1564-1642) fue el primero en observar los planetas usando telescopios, lo que le sirvió para corroborar la teoría de Copérnico. Al defender esta teoría Galileo perdió su libertad, pues fue condenado por la Iglesia Católica que, para ese entonces, sólo admitía la teoría geocéntrica de Tolomeo.

Las verdaderas pruebas de la teoría heliocéntrica se deben al astrónomo danés Tycho Brahe (1546-1601), quien realizó innumerables y rigurosas observaciones de las posiciones de los planetas y las estrellas a lo largo de varios años. Cuando Brahe murió, su compañero de trabajo, el astrónomo y matemático alemán Johannes Kepler (1571-1630) continuó hacia la formulación de la teoría que hoy día explica la estructura del Sistema Solar, la cual se basa en tres leyes:

1. Los planetas se mueven en órbitas elípticas, con el Sol en uno de sus focos.
2. La línea desde el Sol a cada uno de los planetas cubre un área igual en iguales intervalos de tiempo.
3. Para cada planeta, el cuadrado de su período orbital T es proporcional al cubo de la distancia media del Sol ($T^2 = k a^3$, siendo k una constante, la misma para todos los planetas).

En la actualidad las Leyes de Kepler siguen vigentes, y nuestros conocimientos acerca del origen y la estructura del Sistema Solar son cada día más completos, gracias a los distintos artefactos de exploración espacial. Se cree que el Sistema Solar se formó hace aproximadamente 4.600 millones de años ($4,6 \times 10^9$ años), cuando una nube interestelar de gas y polvo comenzó a colapsar bajo la fuerza de su propia gravedad. Mientras colapsaba, la nube comenzó a rotar y a aplanarse formando un disco giratorio; así, los grandes cúmulos de gas en el centro se unieron formando el Sol. El gas y el polvo alrededor del Sol comenzó a juntarse formando objetos más grandes, que eran bombardeados por cometas y asteroides remanentes del disco original. A medida que estos materiales se iban incorporando los planetas fueron adquiriendo sus formas esféricas actuales.

NUESTRO SOL, NUESTRA LUNA

Nuestro Sol es una estrella como muchas otras del espacio. De hecho, es sumamente pequeña comparada con otras estrellas del Universo, pero es de vital importancia para nosotros. Sin el Sol la Tierra sería oscura y fría, y no habría vida en ella.

El Sol es una gran bola de gases, principalmente de helio e hidrógeno, que emana energía debido a las continuas reacciones nucleares que se llevan a cabo en su centro. La superficie del Sol está a unos 6.000°C , y su centro es tres mil veces más caliente. En el núcleo del Sol la temperatura y la presión son tan altas que los átomos de hidrógeno se fusionan y forman el helio, produciendo una gran pérdida de energía.

El Sol pierde aproximadamente 4.000 millones de kilogramos de material por segundo.

Han sido necesarios 4.500 millones de años para consumir la mitad del hidrógeno del Sol, y aún le quedan aproximadamente 5.000 millones de años más de vida.

Por su parte, la Luna es el satélite natural de la Tierra, y es el cuerpo celeste que está más cerca de ella. Las primeras naves que exploraron la Luna fueron sondas espaciales no tripuladas. Una de ellas llegó hasta la otra cara de la Luna e 1959, y sus fotos mostraron que el lado oculto estaba cubierto de cráteres, pero sin las grandes zonas de arena que se veían en la otra cara desde la Tierra.

Si das vueltas alrededor de alguien de modo que siempre lo estés mirando estarás imitando el movimiento de la Luna alrededor de la Tierra. Por eso hay una cara de la Luna que nunca se puede ver desde la Tierra.

La Luna, al igual que los planetas, no tiene luz propia y sólo refleja la luz del Sol, que se encuentra al otro lado de la Tierra en las noches.

Una de las interacciones más sorprendentes y llamativas en nuestro Sistema Solar son los eclipses. Existen dos tipos de eclipses, los solares y los lunares.

Hay *eclipse solar* en un lugar de la Tierra cuando la Luna oculta al Sol desde ese punto de la Tierra. Esto sólo puede pasar durante la Luna Nueva, cuando el Sol y la Luna están en conjunción.

Los eclipses solares pueden ser *parciales* (cuando la Luna no cubre por completo al Sol), *totales* (cuando la Luna cubre completamente al Sol), y *anulares* (cuando la Luna se encuentra muy cerca de la Tierra y su diámetro visible es menor que el del Sol, dejando visible un anillo del Sol).

Un *eclipse lunar* es un evento astronómico que sucede cuando el planeta Tierra se interpone entre el Sol y la Luna, es decir, cuando la Luna entra en la zona de sombra de la Tierra. Esto sólo puede ocurrir en la fase de Luna Llena.

Los eclipses lunares pueden ser también *totales* (cuando la Luna se encuentra totalmente bajo la sombra de la Tierra), *parciales* (cuando la Luna se encuentra sólo parcialmente tapada por la sombra que le hace la Tierra), y *penumbrales* (cuando la Luna se encuentra total o parcialmente en una zona que está cerca pero fuera de la sombra que le hace la Tierra).

Gracias al conocimiento y la comprensión que se tiene sobre el Sistema Solar, los astrónomos pueden calcular con alta precisión cuándo ocurrirán eclipses, tanto solares como lunares.

¿QUÉ ES LO QUE NOS MANTIENE UNIDOS?

Si bien Kepler pudo describir con tremenda precisión el movimiento de los planetas y demás cuerpos del Sistema Solar, aún quedaba por formularse la teoría que explicaba el por qué de esos movimientos: la Teoría de la Gravitación Universal.

Al formular esta teoría, Isaac Newton (1642-1727) explicó las leyes de Kepler y, por tanto, los movimientos elípticos de los planetas, a partir de la existencia de una fuerza (la fuerza de la gravedad) que actuando a distancia produce una atracción entre las masas. En nuestro caso, la fuerza de gravedad que la Tierra ejerce sobre nosotros es lo que denominamos *peso*.

Newton demostró que la fuerza de la gravedad tiene la dirección de la recta que une los centros de los cuerpos celestes y el sentido corresponde a una atracción. Es una fuerza directamente proporcional al producto de las masas que interactúan e inversamente proporcional a la distancia que las separa:

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

La constante de proporcionalidad, G , se denomina *Constante de Gravitación Universal*, y tiene un valor de $6,6742 \times 10^{-11} \text{ m}^3/\text{kg} \cdot \text{s}^2$.

La *fuerza* es una magnitud vectorial que se expresa en una unidad denominada *newton* (N):

$$1 \text{ N} = 1 \text{ kg} \cdot \text{m}/\text{s}^2$$

Así, se puede determinar el peso de cualquier objeto sobre la Tierra, que no es más que la fuerza con que la Tierra y el objeto se atraen entre sí. Por ejemplo, calculemos el peso de una persona que tiene una masa de 45 kg.

La Ley de Gravitación Universal establece que la fuerza será igual al producto de G por el producto de las masas de los objetos que interactúan, dividido entre el cuadrado de la distancia entre el centro de ambos objetos. Para una persona sobre la Tierra esa distancia es prácticamente igual al radio de la Tierra (asumiendo que la Tierra es una esfera). Entonces:

$$F = -G \frac{M_T m}{R_T^2}$$

La masa de la Tierra (M_T) es igual a $5,974 \times 10^{24} \text{ kg}$, y su radio (R_T) es de 6.371 km. Sustituyendo estos datos y el valor de la Constante de Gravitación Universal se tiene:

$$F = -6,6742 \times 10^{-11} \frac{\text{m}^3}{\text{kg} \cdot \text{s}^2} \frac{5,974 \times 10^{24} \text{ kg} \cdot 45 \text{ kg}}{(6,371 \times 10^6 \text{ m})^2} = 442,18 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2} = 442 \text{ N}$$

Esto quiere decir que la Tierra y la persona se atraen mutuamente con una fuerza de 442 newton. Si la misma persona estuviese sobre la Luna, la fuerza de atracción sería mucho menor, pues la Luna tiene una masa y un radio más pequeños que los de la Tierra. Es por eso que en las imágenes de astronautas en la Luna los vemos como si fueran muy livianos (en realidad pesan seis veces menos en la Luna que en la Tierra).