

LECCIONES Y EXPERIENCIAS PARA INICIARSE EN ASTRONOMÍA

5. EL SISTEMA SOLAR

Dimensiones del Sistema Solar

Ya se ha dicho en un capítulo anterior que el Sistema Solar es muy grande en comparación con lo que estamos acostumbrados a ver en nuestro entorno. La Tierra, por sí sola, nos parece enorme: un avión que tarda tres cuartos de hora en ir de Barcelona a Madrid tardaría 40 horas en dar la vuelta entera a la Tierra (casi dos días volando sin parar).

Sin embargo, la Tierra es muy pequeña en comparación con el Sol. El diámetro del Sol es 109 veces mayor que el de nuestro planeta, y el diámetro del Sistema Solar hasta el planeta enano Plutón es 4.300 veces el diámetro del Sol.

Para intentar comprender estas proporciones aplicaremos un método, que se ha convertido en clásico, consistente en reducir a una escala «manejable» las dimensiones del Sistema Solar:

Experiencia:

Hay que proveerse de un globo hinchable grande (se venden en comercios de artículos para fiestas), preferiblemente amarillo o, en su defecto, blanco. Deberá poderse hincharse hasta un metro de diámetro, para lo cual se hace imprescindible el uso de una bomba de aire (que puede ser de bicicleta o de colchones de playa). Naturalmente, representará al Sol (fig. 5).

Luego hay que proveerse de bolas de diferentes tamaños que representarán, a la misma escala, los planetas y la Luna. Suele ser práctico un recorrido por la cocina y, con la colaboración del niño, buscar «planetas» entre frutas, legumbres, etc. Lo importante es hallar elementos con diámetros lo más parecidos posible a los que seguidamente indicamos:

- Mercurio:** 3,5 mm (puede ser un grano de pimienta, una lenteja...)
- Venus:** 9 mm (un garbanzo, una avellana, una aceituna arbequina...)
- La Tierra:** 10 mm (otro garbanzo, una avellana, un grano de uva...)
- La Luna:** 3 mm (un grano de pimienta, o de arroz que habría que redondear...)
- Marte:** 5 mm (un guisante, un grano de granada...)
- Júpiter:** 100 mm (una naranja grande, un pomelo...)



Fig. 5. El Sol, globo de gas. Los planetas se sacan de la caja.



Fig. 6.- Los planetas y la Luna miniaturizados, pero a sus debidas proporciones.

Saturno: 80 mm (una naranja, una manzana...)
Urano: 35 mm (una ciruela, un tomate pequeño...)
Neptuno: ligeramente más pequeño que Urano.

A los niños les encanta que Saturno tenga anillos. Hay que explicarles que son los cuatro planetas grandes los que tienen anillos, y para ello lo adecuado es recortar con cartulinas unos aros que se circunscribirán a las frutas correspondientes. Los diámetros máximos son:

Júpiter: 20 cm
Saturno: 21 cm
Urano: 8 cm
Neptuno: 10 cm

Salvo los de Saturno, los demás anillos son muy finos y tenues, con lo cual no quedan bien representados sobre cartulina. Pueden utilizarse láminas transparentes de acetato, pintando en ellas las líneas.

Material duradero: Si no se quiere tener unos astros tan perecederos, sugerimos utilizar bolas de acero (de rodamientos) o canicas para los planetas pequeños, y bolas de «porexpán» o de corcho para los cuatro planetas gigantes (en comercios de suministros industriales o de «bricolage»). Las bolas pueden decorarse imitando los planetas. Para pintar las bolas de acero debe dárseles primero una capa de laca (fig. 5 y 6).

Explicación:

Las bolas dan una idea real de la relación de tamaños entre los astros. En particular permiten ver cuán pequeño es nuestro planeta al lado del Sol e, incluso, al lado de Júpiter. Si las bolas son de acero y «porexpán» o corcho permiten explicar, además, que los planetas pequeños y la Luna son todos ellos de alta densidad, con una corteza similar a la de nuestro suelo. Son pesados y «duros». En cambio, los planetas gigantes tienen una densidad muy baja y pesan poco. Puede explicarse también que Saturno es menos denso que el agua (es un caso único) y que si se colocara sobre un inmenso océano, flotaría (la bola de «porexpán» o de corcho permite hacer la demostración en el lavabo). Estos planetas están compuestos de gas y de líquido (hidrógeno y helio, mayoritariamente), con un núcleo sólido muy reducido.

Se enseña al niño a colocar las bolas por orden de distancias al Sol (Mercurio, Venus, la Tierra con la Luna, Marte, Júpiter, Saturno, Urano y Neptuno). No está por demás que los identifique con fotografías.

Es hora de explicar que cada planeta gira alrededor del Sol, situados todos casi en el mismo plano, y que la Luna gira en torno a la Tierra. Se indicará, también, que la Luna es «nuestro» satélite, pero que hay más planetas que también tienen sus «lunas»:

Mercurio y Venus no tienen ningún satélite. Marte tiene dos tan pequeños que no podríamos reproducirlos a esta escala. Júpiter tiene cuatro de tamaños muy similares a nuestra Luna (por lo tanto pueden destinarse cuatro granos de pimienta al sistema joviano): Io, Europa, Ganímedes y Calisto; tiene, además, otros muchos muy pequeños. Saturno tiene a Titán como satélite principal (un grano de pimienta) y a Mimas, Enceladus, Tethys, Dione, Rhea y Iapetus como satélites secundarios que serán granos de «maravilla» o huevas de caviar. Saturno tiene, asimismo, otros muchos satélites insignificantes. A Urano hay que acompañarlo con cinco granos de pimienta (Miranda, Ariel, Umbriel, Titania y Oberón) y a Neptuno con uno (Tritón), además de otros menores. A Plutón se le adjunta otra hueva de caviar para su satélite Caronte, que debería ser más pequeño que el propio Plutón.

Posiciones reales

Si se desea profundizar más sobre el tema de la posición de los planetas en sus respectivas órbitas, se puede hacer uso de la longitud heliocéntrica a fin de representar sus posiciones reales para un día determinado. Esto permite reproducir los movimientos de los planetas conociendo numerosas peculiaridades, tanto de sus configuraciones orbitales como de sus movimientos aparentes en el firmamento:

Experiencia:

Apelamos al ingenio del tutor para que prepare el escenario según los elementos de que disponga y según su habilidad, puesto que lo que proponemos puede realizarse con un simple rotulador o un bolígrafo sobre un folio, o puede efectuarse de forma corpórea utilizando la colección de planetas en miniatura que tenemos. Naturalmente, sugerimos lo segundo.

Elementos: papel o cartulina de más de un metro cuadrado, un transportador de ángulos, una regla larga

(o un palo largo), un cordel, un pivote para sujetar el cordel (un clavo, una tachuela, o el dedo del niño...), un rotulador y la colección de bolas de los planetas. Pero también es preciso tener una tabla con las longitudes heliocéntricas de los planetas. La mayoría de programas informáticos de simulación del firmamento proporcionan las coordenadas heliocéntricas; en todo caso sugerimos «Ephemeris Generator»: <http://ssd.jpl.nasa.gov/horizons.cgi>

El escenario debería ser el papel o la cartulina sobre una mesa o, mejor, en el suelo; debe ser grande para que quepan holgadamente todos los planetas. En el centro se traza un círculo que representará al Sol (no hace falta que sea grande ni hace falta respetar ninguna escala; sugerimos un círculo de unos 3 cm de diámetro). Concéntricas a él se trazan las órbitas de los nueve planetas, es decir, nueve círculos separados lo suficiente como para que las bolas de los planetas gigantes puedan colocarse encima sin interferirse entre ellas. Por último debe dibujarse un décimo círculo que representará la bóveda celeste y en el cual se trazará una escala en grados (fig. 7).

Para dibujar círculos grandes no sirven ni los compases comunes ni la impresora del ordenador. Pero, ¿verdad que todos sabemos trazar círculos mediante un cordel sujeto a un pivote en el centro y con un rotulador atado en el otro extremo?

Entonces entra en acción el transportador de ángulos. Situando su centro en el Sol, debe utilizarse la regla para prolongar su escala y trazar los grados en el círculo que representa el cielo. Es decir, éste círculo debe dividirse en 360° , aunque no hace falta tanta precisión y puede hacerse con divisiones de 10° en 10° .

Por último se toma la regla que se coloca de forma radial entre el centro (el Sol) y la escala graduada del círculo externo. La regla se hace coincidir con la longitud heliocéntrica para cada uno de los planetas y se coloca la bola del planeta en el ángulo correspondiente sobre el círculo de su órbita.

Naturalmente, **el punto de vista es la Tierra**. El tutor debe explicar entonces que, según hayan quedado situados los planetas con respecto al Sol, éstos se verán al atardecer, a medianoche o por la madrugada, o no se verán porque la proximidad al Sol hará que queden inmersos en la luz del día. También podrá explicar lo que son **conjunciones, oposiciones y cuadraturas**. Podrá demostrar que Mercurio y Venus se ven mejor cuanto más separados estén angularmente del Sol y que, en ocasiones, pueden pasar por delante del Sol, como ocurrió en 2003 y en 2004, respectivamente. Podrá explicar que cuando los planetas exteriores están más cerca de la Tierra es en su oposición, y podrá mostrar las diferentes velocidades orbitales cambiando las longitudes heliocéntricas de la fecha por las de un mes después, o un año después. En fin, el artilugio ofrece un montón de posibilidades sumamente didácticas.

Será bueno complementar el ejercicio por la noche con la identificación de los planetas que sean visibles aquel día. Se podrá comprobar si las posiciones relativas entre ellos y el Sol se corresponden con lo previsto y se podrá demostrar en la práctica aquello que se ha visto en teoría sobre la cartulina. No debe olvidarse señalar que la proyección del plano de la cartulina en el cielo es la **eclíptica**.

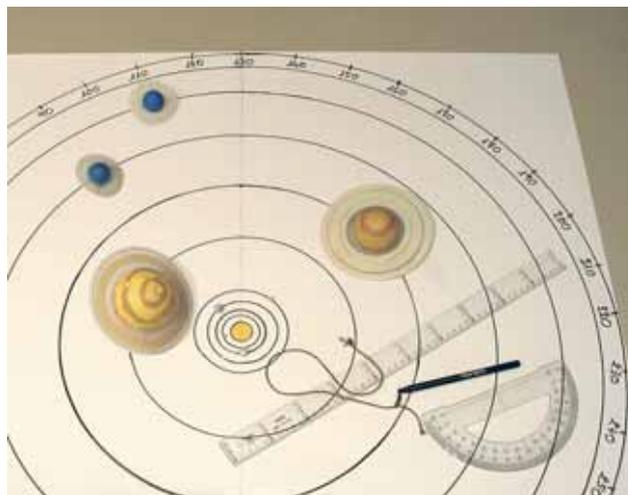


Fig. 7.- Hemos colocado la colección de planetas en miniatura sobre una cartulina con las órbitas. La graduación del perímetro permite situar cada astro en su posición correcta para una fecha determinada según su respectiva longitud heliocéntrica, tomando como referencia al punto central (el Sol). Para trazar las órbitas se ha utilizado un cordel, una tachuela y un rotulador. Luego, además, un transportador de ángulos y una regla.

Las distancias

La idea de tamaños que proporcionan las bolas es conveniente complementarla con la de las distancias, aunque esto resulte más difícil.

Experiencia:

Teniendo como Sol a un globo de 1 metro de diámetro, hay que colocar el grano de pimienta de Mercurio a 45 metros de distancia, con lo cual es preciso instalar el centro de operaciones en la calle o en el campo... A esta misma escala, el garbanzo de Venus quedará a 80 metros del globo solar y nuestra Tierra, a 120 metros.

Pero es evidente que así no es posible seguir. A esta escala, la ciruela de Neptuno deberíamos situarla a... ¡3.500 metros! (¡tres kilómetros y medio!). Es preciso reducir la escala.

En vez de tener el Sol formado por un globo de 1 metro de diámetro, se adoptará ahora una canica o un garbanzo de 1 centímetro de diámetro. Con ello, la escala quedará reducida a una centésima parte y, aunque los planetas se habrán vuelto minúsculos (haciendo inservibles las legumbres y la fruta), como mínimo se podrán intuir las proporciones de las distancias.

Ahora, desde la canica del Sol hasta cada planeta mediarán:

Mercurio:	45 centímetros
Venus:	80 centímetros
La Tierra:	120 centímetros
Marte:	180 centímetros
Júpiter:	6 metros
Saturno:	11 metros
Urano:	22 metros
Neptuno:	35 metros

Lo importante es comprender que el tamaño de los astros del Sistema Solar es absolutamente irrisorio comparado con las proporciones del propio Sistema.



Fig. 8.- Nebulosa del mismo tipo de la que formó el Sistema Solar. En su interior se están creando estrellas.

La estrella más próxima

A la misma escala (el Sol de 1 cm de diámetro), la estrella más cercana (Alfa Centauri) estaría situada... ¡a 300 km! Es decir, si el Sistema Solar se ha planteado en Barcelona, Alfa Centauri estaría en Zaragoza.

Resumen de conceptos:

Los espacios entre planetas son muy grandes en comparación con sus dimensiones; puede afirmarse que dentro de estos espacios tan grandes no hay nada, salvo unas motas de polvo (que representarían los asteroides y los cometas). Y que en el espacio entre el Sistema Solar y Alfa Centauri ni siquiera hay polvo.

Desde Alfa Centauri hasta otras estrellas puede haber distancias similares. En consecuencia, el Universo, además de ser enorme, está sumamente vacío.

¿Por qué los planetas son esféricos?

Vamos a tratar sobre la formación del Sistema Solar.

Explicación:

Hace cinco mil millones de años (¡muchos!) el Sistema Solar no existía como tal. En su lugar había una nube de gas y polvo (una «**nebulosa**») (fig. 8). De forma parecida a como las nubes que vemos en el cielo a veces son muy tenues y a veces se vuelven muy densas, muy apretadas, la nebulosa que había en el espacio empezó a comprimirse.

Poco a poco el gas que conformaba la nebulosa fue creando diversas zonas de mayor densidad que se convirtieron en cuerpos muy pequeños (a los que denominamos «**planetesimales**»). En el centro de la nebulosa se acumuló una masa mucho mayor, llamada «**protoestrella**», que formaría el Sol. La nebulosa se movía muy lentamente, pero al comprimirse, todo el sistema comenzó a girar con mayor velocidad al igual a como lo hace una patinadora cuando cierra los brazos mientras gira.

Los planetesimales fueron uniéndose entre sí para formar masas de mayor tamaño y de forma esférica. Como una bola que pueda fabricarse uniendo muchos pequeños trozos de «plastilina».

Experiencia:

Cualquier niño tiene plastilina en casa; si no, es fácil adquirirla. Vale la pena.

El niño debe preparar grumos pequeños de plastilina (de pocos milímetros) más o menos irregulares que representarán los planetesimales y que, naturalmente, estarán sueltos. Después debe agruparlos y moldearlos para formar una bola que acabará siendo una masa esférica más o menos homogénea.

Explicación:

Cuando se calienta mucho un material sólido se funde. Puede demostrarse con la cera de una vela, o con la misma plastilina, que es más dura cuanto más fría está.

En cada una de las bolas integradas por grumos planetesimales, al aglomerarse, ocurrió un proceso por el que aumentó su temperatura. El aumento de temperatura fue tan elevado que las bolas de planetesimales acabaron por fundirse, convirtiéndose en una masa pastosa como la lava de un volcán en actividad.

La masa pastosa estaba formada por muchos materiales, y unos pesaban más que otros. Por ejemplo, el hierro pesa más que la arena o que la tierra de una maceta. A causa de la fuerza de gravedad (luego hablaremos de ella), dentro de una masa pastosa lo más pesado se va hacia el centro y lo que es menos pesado se queda en la superficie. Este proceso hace que el planeta o el satélite acabe siendo una bola de una esfericidad más perfecta que la de la masa de plastilina moldeada a mano.

Si diera el caso de que una masa planetaria fuera muy pequeña (como podría ser una masa formada por sólo 3 ó 4 grumos de plastilina, con los que no tendríamos bastante para hacer una bola relativamente grande), su temperatura no llegaría a ser suficientemente elevada como para convertirse en pasta, y, en consecuencia, se quedaría con una forma irregular. Digamos que como un cacahuete. Entonces es un pequeño cuerpo que gira en torno al Sol al que denominamos «asteroide».

Por su parte, el mayor porcentaje de la nebulosa inicial se ha quedado en el centro del sistema, formando el Sol.

La gravedad

A ningún niño le pasa desapercibido que las cosas caen hacia el suelo. Pero, ¿por qué?

Explicación:

Cualquier cosa tiene gravedad. Todo: el bolígrafo, la mesa, la persona... ¡Todo! Aquellas cosas que pesan más, tienen más gravedad que las que pesan menos. (Debe permitírse nos la licencia de decir «peso» cuando lo que deberíamos decir es «masa», pues el peso viene definido por la gravedad). Una mesa tiene más gravedad que un lápiz, aunque ambos sean de madera.

La gravedad se asemeja un poco (no mucho) a lo que ocurre con los imanes.

Experiencia:

Es probable que en la nevera haya un par de imanes para sujetar papeles de notas. Si en casa hay algún otro imán, es cuestión de hacerse también con él.

Se sitúan dos imanes sobre la mesa y se van acercando muy lentamente con pequeños empujones. Llegará un momento en que, si son idénticos, ambos se pondrán a correr por un igual y se unirán.

Repitiendo la experiencia con un imán de tamaño o potencia diferente (uno grande y otro pequeño) se advertirá que, al aproximarse, «el grande se come al pequeño». El mayor tiene más potencia de atracción que el menor. También puede experimentarse con un solo imán y un pequeño objeto metálico que pese menos que el imán (un clip de papel, p.e.).

Aunque la causa es distinta, con la gravedad que atrae a los astros sucede un efecto parecido. Vamos a simularlo:

Se coge un objeto que pueda tirarse sin que se rompa (por ejemplo, una goma de borrar). Estando de pie se suelta la goma. Caerá vertical hacia el suelo. ¿Qué ha sucedido? Puesto que TODOS los objetos tienen gravedad, la Tierra también la tiene. Y la Tierra es muchísimo mayor que una goma de borrar. En consecuencia, al soltar la goma ésta ha caído «atraída por la Tierra» del mismo modo que el imán grande atrajo al pequeño (fig. 9, A). Según esto, ya que la Tierra es mucho más pequeña que el Sol, nuestro planeta debería caer hacia él. Y sin embargo, no lo hace.

Veamos qué ocurre si en vez de dejar caer la goma, le damos un ligero impulso lateral. Recorre una trayectoria curva para acabar en el suelo, pero no ha caído verticalmente (fig. 9, B). Si la fuerza al lanzar la goma es algo mayor ocurrirá lo mismo, pero irá a caer más lejos (fig. 9, C).

Ahora bien, si pudiéramos dar a la goma un impulso fortísimo, ésta no caería al suelo (a la Tierra), si no que quedaría dando vueltas alrededor de nuestro planeta («en órbita»), como en la fig. 9, D. (De hecho, la goma cae continuamente hacia la Tierra, pero al ser ésta redonda nunca llega a tocarla).

Explicación:

Este último ejemplo es el motivo por el que la Tierra no cae hacia el Sol, puesto que gira a su alrededor «con un impulso fortísimo». El impulso le fue dado progresivamente cuando la masa nebulosa que formó a todos los planetas comenzó a girar cada vez más rápido. De este modo, todos los planetas, que «pesan poco», giran en torno al Sol que «pesa más». Y así, también, la Luna gira en torno a la Tierra. El «impulso del movimiento» contrarresta la gravedad.

Hay más: si pudiéramos lanzar la goma aún con más fuerza, en vez de quedar girando en torno a la Tierra escaparía hacia el espacio y se perdería (fig. 9, E). Es lo que ocurre cuando se lanza una nave espacial hacia la Luna o hacia planetas lejanos. El cohete que la lanza debe dar a la nave un impulso fortísimo para que pueda vencer la fuerza de gravedad terrestre.

Puesto que TODOS los objetos tienen gravedad, el tutor debe preguntar al niño:

—¿Qué ocurriría si yo estuviera solo, aislado en el espacio, como un astronauta flotando muy, muy lejos de la Tierra y del Sol, y, estirando el brazo, soltara la goma?

Naturalmente, el niño debe responder que la goma caerá contra el cuerpo del tutor.

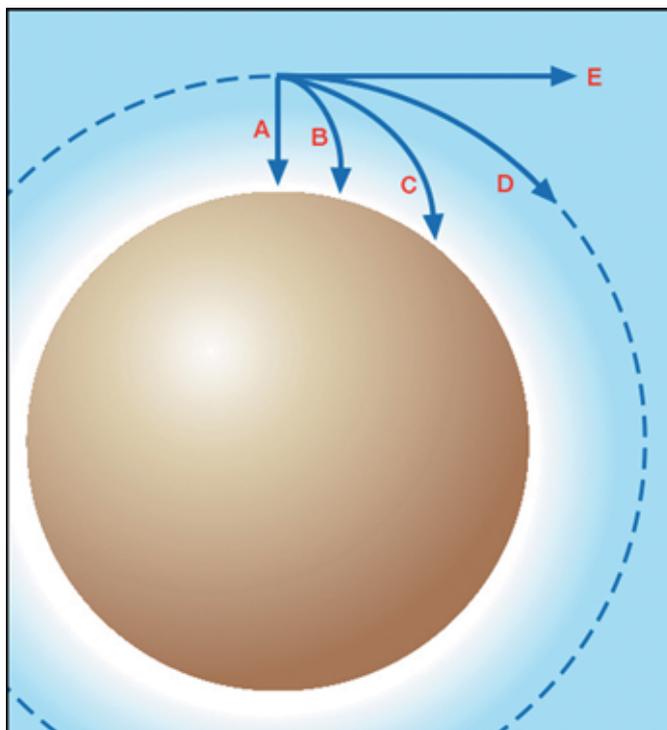


Fig. 9.- Caída de un objeto sobre la Tierra. El gráfico es muy sencillo, por lo que el tutor puede dibujarlo en un papel o en una pizarra e ir trazando las líneas a medida que procede a su explicación.

Velocidad orbital

La experiencia de la fig. 9 nos demuestra que un cuerpo en movimiento alrededor de un planeta, si tiene la velocidad adecuada ni caerá sobre él ni se escapará al espacio (caso del ejemplo D). Esta velocidad debe ser más alta cuanto más intensa sea la fuerza gravitacional que deba contrarrestar. En consecuencia, un cuerpo que esté en órbita muy cerca de otro deberá girar muy deprisa, mientras que otro que esté lejos girará más lentamente. Mercurio da una vuelta alrededor del Sol cada 88 días mientras que Neptuno tarda 164 años.

Velocidad de caída:

Cuanta mayor sea la gravedad de un astro más rápidamente caen las cosas sobre él. La Luna es más pequeña que la Tierra y, por tanto, tiene menos gravedad. Los astronautas, cuando estuvieron allí, andaban dando saltos muy grandes porque la gravedad les atraía menos que en la Tierra. En el caso de la goma dejada en el espacio, caería sobre nosotros mucho más lentamente que si cayera sobre la Tierra.

Órbitas:

Cuando dibujamos a los planetas girando en torno al Sol lo solemos hacer marcando sus trayectorias en forma de círculo (fig. 10 A), y lo mismo hacemos con los satélites que giran en torno de los planetas, como es el caso de la Luna. Pero esto no es absolutamente cierto.

Antes del siglo XVI los astrónomos siempre representaban a las órbitas en forma de círculos, pero ocurría que cuando confrontaban los movimientos que habían previsto de los planetas con

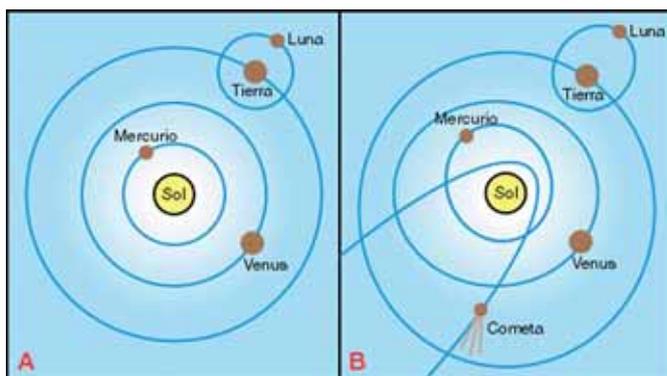


Fig. 10.- A = Órbitas circulares. B = Órbitas elípticas (aquí con excentricidades exageradas).

su comportamiento en el cielo, nunca les coincidían. Había algo que fallaba pero que durante siglos no supieron hallar.

La solución la encontró en 1609 Johannes Kepler. Se trataba, simplemente, de suponer que los planetas en vez de girar en órbitas perfectamente circulares, lo hacen en órbitas elípticas, es decir, en «círculos alargados», como un melón (fig. 10 B). Este tipo de trayectorias hace que los planetas unas veces estén más cerca y otras más lejos del Sol (aunque con muy poca diferencia, salvo un caso: Plutón), al igual a como ocurre con la Luna respecto a la Tierra.

El tutor puede ampliar el tema, si lo desea, entrando en el terreno de la geometría para explicar qué son los focos de las elipses, que los planetas van más deprisa en aquella parte de la órbita más próxima al astro central, etc.

¿Por qué hay planetas muy grandes y otros muy pequeños?

Suele llamar la atención el que haya tanta diferencia entre los planetas llamados gigantes y los demás, a lo cual podemos añadir el por qué los planetas gaseosos son los más alejados del Sol.

Explicación:

Cuando empezó a formarse el Sistema Solar, el núcleo principal, el Sol, comenzó enseguida a emitir radiación. Esta radiación dio lugar a lo que se denomina «viento solar», una corriente de partículas que parten del Sol y, a alta velocidad, se desplazan por todo el sistema.

El viento solar actuó entonces, en cierto modo, a como lo hace el viento en la Tierra:

Cuando sopla viento, levanta polvo del suelo, y papeles, plásticos... etc. El viento no es capaz de levantar las piedras o los demás objetos porque pesan más (no nos referimos a un huracán).

Cuando aún existía la nebulosa originaria del Sistema Solar, antes de formarse los planetesimales, las partículas sólidas (pesadas, como polvo y piedras) estaban mezcladas con el gas (básicamente hidrógeno y helio). Entonces el viento solar fue capaz de llevarse lejos a las partículas de gas porque pesan poco, pero no a las sólidas. Los planetesimales que se compactaron hasta formar los planetas más cercanos al Sol lo hicieron con elementos pesados, mientras que los planetesimales más alejados lo hicieron con gas. Por eso de Mercurio a Marte son planetas pequeños y densos (rocosos, pesados). Más lejos, el viento solar ya perdía intensidad y apenas podía arrastrar elementos livianos como el hidrógeno y el helio, que fueron acumulándose hasta formar los planetas de Júpiter a Neptuno, todos ellos grandes y gaseosos.

Al principio hemos dicho que la ciencia evoluciona a base de teorías que se van renovando sucesivamente. La explicación que acabamos de ofrecer es una teoría que, posiblemente, deba revisarse. Aunque esta explicación es la más aceptada y la que suele aparecer en los libros, los recientes descubrimientos de planetas que giran alrededor de otras estrellas están generando dudas sobre su validez; sin embargo, en la actualidad aún no hay otra explicación mejor.

Planetas a simple vista

De Mercurio a Saturno todos son suficientemente brillantes como para verlos bien a simple vista. Tan sólo hace falta conocer sus épocas de visibilidad y, en este sentido, es bueno que el adulto enseñe al niño a identificar cada planeta a medida que se van viendo en el firmamento. La información se halla, resumida, en la página «Próximos fenómenos» de este portal web y más detallada en las páginas de efemérides de la revista de la Agrupación, ASTRUM.

Mercurio es difícil porque, al estar cerca del Sol, sólo puede percibirse durante los crepúsculos, cuando el Sol está por debajo del horizonte. La visibilidad se restringe a varios periodos al año de unas pocas semanas cada uno, a veces por la tarde y a veces por la madrugada.

Venus es el planeta más luminoso de todos. Se ve también alternando periodos al atardecer y al amanecer, pero éstos son muchos más largos que los de Mercurio. Cuando es visible al atardecer (llegando hasta noche cerrada) el periodo de visibilidad es de diez meses. Es tan brillante que llama poderosamente la atención. En la época que estaba de moda hablar de OVNI, mucha gente lo confundía con un artificio de este tipo. Con un telescopio sencillo o unos binoculares ya es posible ver su fase (tiene forma de pequeña «luna»), lo cual sirve muy bien como complemento a la explicación de las fases lunares (ya se verá más adelante).

A **Marte** se le denomina «el planeta rojo». Cuando se halla en sus mejores épocas de visibilidad destaca en el cielo por ser un astro muy luminoso de color claramente anaranjado. Sin embargo, las temporadas en que Marte se ve bien son relativamente breves (unos pocos meses) y se repiten cada dos años y dos meses. Con telescopio es difícil verle detalles, salvo el casquete polar y alguna sombra oscura.

Júpiter y **Saturno** se distinguen sin dificultad durante bastantes meses. Los satélites de Júpiter dan mucho juego, incluso con binoculares, y los anillos de Saturno, por descontado que son de lo más espectacular que puede verse con cualquier instrumento.

Urano está en el límite de visión si la noche es buena. Por tanto siempre es asequible a unos binoculares, aunque con el telescopio se ve mejor. **Neptuno** requiere un telescopio, pero no hace falta que sea potente.

El reto: verlos todos.

Experiencia

Si se usa el Planisferio Celeste giratorio editado por la Agrupación para mostrar al niño las posiciones de los planetas en el firmamento, sugerimos recortar y pegar pequeños adhesivos de unos pocos milímetros para indicar sobre la eclíptica la posición del Sol y de cada planeta. Deben ser adhesivos de suave adherencia (tipo «Post-It») a fin de que al quitarlos no estropeen el planisferio.

El descubrimiento de los planetas

El acontecimiento más emocionante que puede sucederle a un astrónomo es descubrir un nuevo astro, sea por pura casualidad o sea porque ya exploraba el cielo tras suponer que debería estar allí. Por lo general, el hallazgo de un nuevo astro conlleva un gran honor y prestigio.

Nadie descubrió los planetas de Mercurio a Saturno porque son visibles a simple vista. Desde la más antigua civilización el hombre se dio cuenta de que entre las estrellas del fondo del cielo había esos cinco astros moviéndose independientemente, más el Sol y la Luna. Pero a partir de Urano todos fueron descubiertos por astrónomos provistos de telescopios.

El descubrimiento de Urano

En el siglo XVIII un músico alemán afincado en Inglaterra se aficionó a construirse telescopios y, la verdad, acabó teniendo los mayores del mundo de aquella época. Se llamaba William Herschel.

Una noche de 1781, cuando probaba un telescopio que acababa de construir, vio un astro que le pareció algo más grande que el insignificante punto de una estrella. Le llamó la atención y se aprestó a vigilarlo, de tal modo que a la noche siguiente advirtió que se había movido con respecto a las estrellas. Llegó acertadamente a la conclusión de que era un astro desconocido del Sistema Solar y supuso (en eso erró) que se trataba de un cometa lejano (más adelante comentaremos los cometas). No pasó mucho tiempo hasta que se demostró que se trataba de un planeta de la misma naturaleza que Júpiter o Saturno, aunque más pequeño y más apartado del Sol. Los amigos de Herschel creyeron que debían rendirle homenaje y denominaron «Herschel» al nuevo planeta, pero la comunidad astronómica no lo aceptó, especialmente porque todos los demás planetas tenían nombres procedentes de la Mitología. Finalmente, se denominó **Urano**.

El descubrimiento causó tal sensación que el rey de Inglaterra le concedió a Herschel un sueldo permanente para que dejara la música y se dedicara exclusivamente a la astronomía. Más adelante efectuaría otros descubrimientos importantes.

El hallazgo de Neptuno

Tras ser descubierto Urano, la mayoría de astrónomos estaban convencidos de que más allá habría otros planetas. Algunos se pusieron a buscar un planeta «transuránico» utilizando sus telescopios de manera arbitraria (buscando aquí y allá, a la «tun-tun»), lo cual casi nunca suele dar buen resultado. Pero hubo quien después de es-

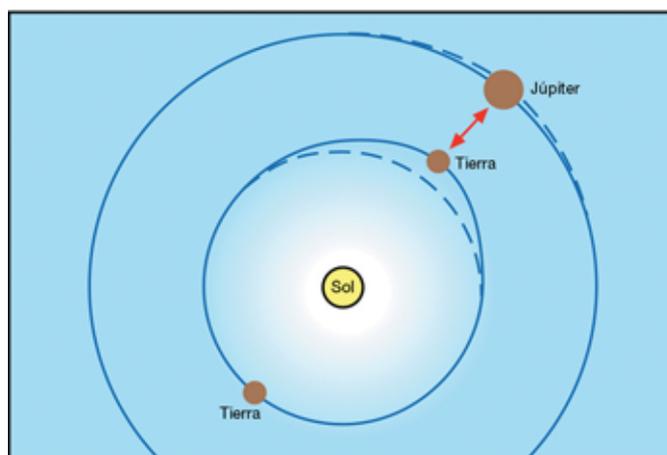


Fig. 11.- Influencia gravitacional de un astro muy masivo, como Júpiter, sobre el recorrido de la Tierra (exagerada, claro está).

tudiar muchas matemáticas (Urbain Leverrier fue uno de los más grandes matemáticos de la historia) analizó las posibilidades de que existiera el tal planeta y las posibilidades de hallarlo.

Un paréntesis: Perturbaciones

Si pudiéramos quitar todos los astros del Universo y dejáramos solamente al Sol y a un planeta (la Tierra, por ejemplo), éste giraría eternamente en torno al Sol en una órbita circular o elíptica, moviéndose con absoluta regularidad, siempre igual.

Pero en el Sistema Solar la Tierra no está sola. Hay otros planetas, algunos con una fuerza de gravedad muy grande, como Júpiter y Saturno. Y, según ya hemos dicho, todo lo que hay en el espacio es susceptible de atraer a cualquier otro cuerpo con mayor o menor fuerza según sean la masa y la distancia. A esto se llama «causar perturbaciones» a otro astro, es decir, «perturbarlo», «molestarlo», en su caminar.

Cuando la Tierra está en el lado opuesto del Sol con respecto a Júpiter, la influencia gravitacional de Júpiter apenas se nota en nuestro planeta. Pero cuando la Tierra está entre el Sol y Júpiter, éste planeta atrae ligeramente a la Tierra hacia él, de modo que nuestra órbita deja de ser una figura elíptica perfecta. Júpiter causa perturbaciones a la Tierra (fig. 11).

Las matemáticas de Leverrier

Los astrónomos vieron enseguida que la órbita de Urano no era todo lo regular que debía ser y lo atribuyeron a las perturbaciones de Júpiter y Saturno. Pero Leverrier fue más allá y llegó a calcular que en la irregularidad de su movimiento tenía que influir, forzosamente, otro planeta situado más lejos y que aún no había sido descubierto. Fue tal su sabiduría que llegó a predecir mediante gran cantidad de cálculos que en una determinada fecha el planeta desconocido estaría en un punto concreto del cielo. Y así fue como en 1845, Johann Galle encontró a **Neptuno** apuntando el telescopio al punto predicho. No lo descubrió Leverrier porque a él los telescopios no le gustaban; tan sólo le interesaban las matemáticas, de modo que dejó su búsqueda en manos de Galle, un joven estudiante alemán.

La historia se repite

El entusiasmo que generó el hallazgo de Neptuno llevó a otros matemáticos a estudiar de nuevo las perturbaciones de los planetas distantes y a predecir que habría otro «transneptuniano». En especial, el estadounidense Percival Lowell dedicó buena parte de su vida y de su fortuna a calcular y buscar el pretendido planeta, pero no tuvo éxito. Falleció en 1915 sin haberlo logrado.

No fue hasta 1930 cuando Clyde Tombaugh, un joven ayudante del propio observatorio que había fundado Lowell, descubrió en una fotografía, entre numerosas estrellas, a un minúsculo punto que identificó como el planeta buscado: **Plutón**. Hubo alegría por una parte pero decepción por otra, puesto que el planeta era mucho más pequeño y débil de lo que esperaban. (En realidad ésta había sido la causa por la que no lo halló Lowell, puesto que lo tuvo ante sus narices en una fotografía pero lo confundió con una estrella)

Ahora bien, no hace muchos años se ha demostrado que los cálculos de Lowell no eran correctos, y que si Tombaugh lo descubrió cerca del punto del cielo que preveían esos cálculos fue por pura casualidad.

En astronomía muchas veces también se producen «patinazos» y «golpes de suerte».

Finalmente, la Unión Astronómica Internacional consideró que Plutón no es un planeta como los demás, si no un asteroide como muchos otros que se han descubierto posteriormente en las lejanías del Sistema Solar. Y le rebajó la categoría calificándolo de «planeta enano».