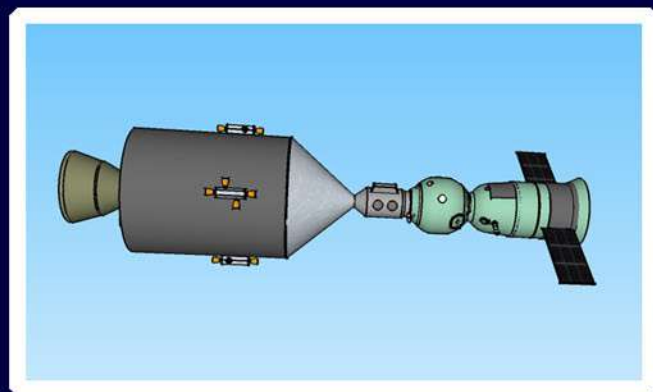


Lecturas para un joven astrónomo

M^a Ángela del Castillo Alarcos



LECTURAS PARA UN JOVEN ASTRÓNOMO

M^a Ángela del Castillo Alarcos

Publicaciones de ApEA

Asociación para la Enseñanza de la Astronomía

Nº 35 (Secundaria) – Junio de 2019

Publicaciones de ApEA nº 35
Asociación para la Enseñanza de la Astronomía
© Texto, fotos y dibujos: M^a Ángela del Castillo Alarcos y ApEA
Dibujo de Portada: Tanguy
Foto de Portada José Manuel Pérez Redondo (ApEA)
Comité de Redacción:
Ederlinda Viñuales, Antonio Arribas y Ricardo Moreno
Dirección:
Ricardo Moreno (Vocal Editor de Publicaciones de ApEA)
rmluquero@gmail.com

ISBN: 978-84-939250-6-2



Esta obra está licenciada bajo la Licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional. Para ver una copia de esta licencia, visita <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>.

AUTORA

M^a Ángela del Castillo Alarcos (cosmofisica@telefonica.net)



Geógrafa por la Universidad de Barcelona, cursó la licenciatura con grado y cursos de doctorado, especializándose en Didáctica de la Física y la Astronomía, con diplomatura en la UNED (Universidad a Distancia). Tras la adaptación pedagógica (CAP) por la Universidad de Valencia, impartió asignaturas de ciencias en la escuela privada hasta que en el año 1995 creó su propia Escuela de didáctica de la Astronomía.

Mediante material didáctico como un planetario, telescopios de alta resolución, audiovisuales y exposiciones fotográficas, montó la Escuela de Ciencias COSMOFISICA, al principio de forma itinerante, desplazándose a los centros educativos para impartir los conocimientos astronómicos. En el año 2005 inauguró la Escuela de Ciencias en Titaguas (Valencia), con un edificio donde se imparte la Astronomía como ciencia estrella, y también otras disciplinas afines al conocimiento de la Tierra como Botánica, Cartografía, Ecología, Geología, Meteorología y Paleontología.

Ángela se considera ante todo planetarista, y se siente afortunada por hacer de su pasión, su profesión, aunque reconoce que es una astronauta frustrada. La mayor parte de su tiempo lo dedica a la enseñanza de la Astronomía, aunque también investiga sobre todo en heliofísica, y escribe desde hace más de cinco años en la revista mensual AstronomiA, la sección “El joven astrónomo”. Ha participado muy directamente en la redacción y diseño de la revista “Rigel”, de la Asociación Valenciana de Astronomía (AVA) y de “Nadir” de la Asociación para la Enseñanza de la Astronomía (ApEA). En el Congreso de Astronomía celebrado en Cuenca en noviembre de 2018, recibió el primer premio otorgado a una mujer en España por la Federación de Asociaciones (FAAE), por su labor en la divulgación de la Astronomía.

En la actualidad es directora de la Escuela de Ciencias de Titaguas en el Alto Túria-Valencia, que acoge a colectivos escolares, asociativos y familiares en un enclave que ha sido nombrado “Reserva Starlight” avalada por la UNESCO. Sigue organizando actividades itinerantes por centros escolares y ayuntamientos, con planetarios didácticos en 3D y Realidad Virtual, y continúa impartiendo talleres científicos en el Museo de la Diputación de Valencia desde hace 21 años.

ÍNDICE

Presentación	5
Objetivos	6
1. Luna lunera cascabelera	7
2. Capitán de las galaxias.....	14
3. No hay estrellas verdes	17
4. Fuera de órbita	19
5. ¿Cuánto dices qué peso?	22
6. Grandes tormentas	24
7. Las constelaciones. ¡Vaya inventiva!	27
8. Este reloj está atrasado	32
9. Plutón enano, ¿ya no es un planeta?	35
10. Yo me pido un deseo	37
11. ¡Qué es eso que brilla tanto!	48
12. Por Físicas o por Matemáticas: yo quiero ser astrónomo	50

PRESENTACIÓN

Llevo más de cinco años escribiendo artículos mensuales en la sección “el joven astrónomo”, de la revista Astronomía -antes Tribuna de Astronomía-, que dirige el también socio activo en ApEA Ángel Gómez Roldán. Dicha sección, como su nombre indica, trata de orientar a estudiantes de 10 años en adelante (3º ciclo de Primaria, ESO y Bachillerato) para que se interesen por el conocimiento del Universo. Pienso que una recopilación de esos artículos puede ser útil para la enseñanza de la Astronomía, y es lo que he hecho en esta publicación de ApEA.

Los artículos son variopintos, para tocar muchas áreas de estudio astronómico, tales como el cielo profundo, las galaxias, nebulosas, cúmulos estelares, los planetas, la heliofísica, los cuerpos menores, la cosmología con sus deducciones y la astronáutica con todos los logros en el Espacio.

Estos artículos pretenden desvelar la curiosidad de los jóvenes y contar la historia de los descubrimientos de la ciencia astronómica. Se dan datos, se ponen ejemplos y sobre todo se intenta ampliar el conocimiento de quienes lo lean. Aunque está enfocado al lector más joven, son muchos los lectores ya jubilados que en estos años me dicen que esta sección les gusta.

Los artículos publicados son más de sesenta. Hemos seleccionado y reelaborado parte. Espero que sea útil y ayude al lector.

OBJETIVOS

El objetivo principal es dar a conocer a los profesores y alumnos, tanto de Primaria como de Secundaria, datos, nombres, investigaciones, acontecimientos y logros históricos que han ocurrido en la historia de la Astronomía.

Este año 2019 la astronáutica está de celebración, ya que un 20 de julio de hace cincuenta años, los astronautas del Apolo XI, Armstrong, Aldrin y Collins llegaban a la Luna y los dos primeros ponían pie en ella. La frase “un pequeño paso de hombre y un gran salto para la humanidad” quedó en la historia y esa gloria quedará por siempre en nuestro recuerdo.

Con este motivo, desde COSMOFISICA hemos realizado un taller especial, donde hemos vestido a escolares de astronautas y se han fotografiado junto a un gran vinilo de Aldrin, y hemos lanzado maquetas de cohetes que subían tan altos que los perdíamos de vista. Sembrar afición y conocimiento desde los más pequeños, es una muy buena forma de documentarlos, aunque los mayores también lo disfrutaron.

Con motivo de este aniversario, voy a comenzar esta publicación con un capítulo de la Luna. Los siguientes tratarán de lo “macro”, hablando de las Galaxias y las estrellas. Después haremos un salto a lo “micro” del Universo, aunque llamar micro a los “planetas enanos”, a los “satélites” o a los “cometas y asteroides” es hablar de gigantes a nuestro alrededor, pero obviamente se quedan pequeños, si los comparamos con el inmenso espacio estelar.

1. Luna lunera cascabelera

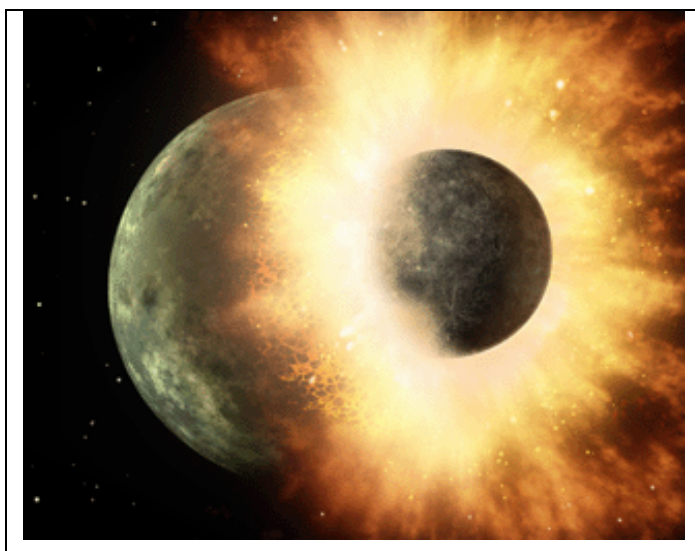
La Luna es ese objeto celeste infatigable como compañera de viaje en nuestro deambular cósmico. Es nuestro satélite natural, a 384.0000 km. Orbita a nuestro alrededor en una revolución sideral es decir, respecto al fondo estelar, en 27 días 7 horas y 23 minutos. Si se considera el desplazamiento respecto al Sol, como la Tierra también va girando, entonces tarda 29 días, 12 horas y 44 minutos, a lo que se llama revolución sinódica. Además, nos va mostrando diferentes zonas iluminadas por el Sol, a las que llamamos fases: el creciente o el menguante, la llena o la nueva.

Debido a su inclinación de $5,14^\circ$ con respecto al plano de la órbita de la Tierra alrededor del Sol (eclíptica), la Luna se mueve por encima o por debajo de la trayectoria en que coincidiría en perfecta alineación Sol-Tierra-Luna lo que significa que no sucede cada mes un eclipse. Los eclipses con Luna en el novilunio son los de Sol y en su plenilunio son los de Luna.

La gravedad del Sol y sobre todo la Luna atrae a las aguas de los océanos de la Tierra, provocando las mareas, que nos mantiene estable nuestro eje, inclinado $23,5^\circ$, causando las estaciones y las diferentes temperaturas, y con ello los diferentes ecosistemas que poseemos.

De la Luna se puede hablar de sus fases, que desde niños bien conocemos, cuando se nos dice en el hemisferio norte que es mentirosa porque tiene forma de D en la fase de Creciente o de C en la de Decreciente. Aunque para comprenderlo mejor hay que quedarse con que la Luna si la ves por la tarde al oscurecer es que está en fase de “Creciente”, porque crece hacia la noche y si la ves de madrugada es que está en “Menguante” porque decrece hacia el día.

¿De dónde salió la Luna? Es justo empezar por las teorías de cómo se



formó. Es una teoría, si, pero los científicos creen que se acerca bastante a lo que pudo pasar. Sucedió por un gran impacto hace unos 4.400 millones de años. William K. Hartmann y Donald R. Davis en 1974 y 75 llegaron a la conclusión de que debió haber un gran choque entre la Tierra y un protoplaneta al que se le ha llamado “TEA”. Este tenía un tamaño similar al planeta Marte y en su desplazamiento, entró en una órbita caótica que acabó

coincidiendo y ocupando la misma órbita que la Tierra. Ocurrió inevitablemente una gran colisión. En simulaciones con ordenador, se ha llegado a calcular que “TEA” se precipitó hacia la Tierra en un ángulo oblicuo a más de 40.000 kilómetros por hora, y en el choque se produjo la destrucción del protoplaneta.

El núcleo interno de “TEA” se hundió dentro de nuestro núcleo y salió expulsado al exterior la mayor parte de su manto, arrastrando parte también del manto terrestre. De los escombros expulsados, se formó nuestra Luna.



Pero cuando se habla de teorías, estas pueden considerarse o interpretarse con diferentes versiones, por lo que se piensa que quizá no hubo una sola colisión sino que pudo haber varias. Un primer impacto rasante del protoplaneta a la Tierra y luego otro más fulminante que lo destruyó y dio paso al disco de

escombros. También se versiona la posibilidad de un solo choque del protoplaneta y lo que sucedió es que se formaran dos Lunas, y la más interior y cercana a la Tierra colisionó de nuevo contra nuestro planeta, o tal vez el choque fue entre las dos Lunas, formándose una sola. Y todo esto para explicar las diferencias que existen entre la cara de la Luna que nosotros vemos y la cara oculta.

No deja de ser una hipótesis, por ahora la más dominante, pero con puntos sin explicar. De haber sucedido, como consecuencia de él se habría formado un enorme océano de magma, y en nuestro manto terrestre aparecen materiales que no han estado jamás en un océano de magma. O por ejemplo, en la Luna hay un 13% de óxido de hierro y en el manto terrestre tan solo un 8%, lo que descarta que el material proto-lunar provenga de la Tierra, aunque puede provenir del protoplaneta TEA, pero esto a su vez daría como consecuencia que la Luna debería contener elementos siderófilos (Fe, Co, Ni, Mo, Ru, Rh, Pd, Re, Os, Ir, Pt, Au) y por el contrario posee muy pocos, es decir, que la Luna debiera estar enriquecida con cobalto, níquel, oro, platino... y en realidad es deficiente.

Hoy la Luna está estudiada a conciencia cartográficamente. Primero fue con dibujos y luego con fotografías y radares. Sabemos palmo a palmo los diámetros de los cráteres y la altura de los domos, sus grandes mares o zonas llanas de color oscuro de lava basáltica de cuando se formó, sus profundas grietas y las largas cadenas montañosas que alcanzan hasta los 9.140 m en la cordillera Leibnitz, o los 10.786 m de la pared del cráter Engelgardt en la cara oculta.



La mayoría de los cráteres diseminados en su superficie fueron provocados por impactos de meteoritos en un corto periodo inicial, cuando apenas se había formado. Otros impactos posteriores mucho mayores configuran los grandes cráteres, pero grandes o pequeños no se han borrado, porque nuestra Luna no tiene atmósfera que los erosione.

Voy a enumerar los conceptos asociados a la Luna, que son muchos y cada vez más llegan al conocimiento de las personas, por los medios de comunicación, y que los espacios de información meteorológica los difunden.

La Luz cenicienta, llamada así por su color ceniza, es la parte oscurecida de la Luna cuando está en los primeros días del creciente, es decir, la zona no iluminada por el Sol. Vemos todo el disco lunar pero una parte es la zona blanca iluminada por el Sol y la otra oscurecida es la luz que refleja la Tierra. De hecho en inglés se le llama “earth shine” que significa brillo de la Tierra. A la capacidad para reflejar la luz recibida se le da el nombre de “albedo”. Cuando la Luna en creciente ya tiene mucho brillo, entonces deja de verse la luz cenicienta.



El claro de Luna es cuando la Luna refleja la luz solar en casi toda su superficie y esta luz se proyecta sobre la Tierra, iluminando la noche. La intensidad de esta luz dependerá de la fase en la que se encuentre la Luna. En el plenilunio llega a proyectar sombras, aunque la Luna llena tiene una luminosidad muy débil, de más de un millón de veces menor que la del Sol. Cuando la Luna llena se refleja en el mar,

su luz nos parece a nuestros ojos como azulada, esto se debe al “efecto Purkinje” que es como ve nuestro ojo en la oscuridad, tendiendo a desplazarse hacia el extremo azul del espectro de colores. Con la pérdida de luminosidad, la retina pierde sensibilidad para largas longitudes de onda, las cuales corresponden al rojo, amarillo y naranja, pero gana sensibilidad en las cortas longitudes de onda, cuyos colores corresponden al verde, azul y violeta. De ahí que en la penumbra nos parezca la luz de la Luna azulada.

La libración lunar es la oscilación que tiene la Luna con respecto a su visión desde la Tierra, Galileo Galilei lo llamó titubeo. El movimiento de la Luna alrededor de su eje de rotación está sincronizado con su traslación alrededor de la Tierra, por eso nos muestra siempre la misma cara, un 50%. Pero debido a esa oscilación que puede ser de tres tipos, podemos llegar a ver hasta un

59%. La libración puede ser en longitud, que es la más importante, y sucede porque la órbita de la Luna alrededor de la Tierra es excéntrica y produce desajustes en la dirección este-oeste con una amplitud máxima de 7°54'. La libración en latitud sucede por la pequeña inclinación del eje de rotación de la Luna con respecto al plano de su órbita alrededor de la Tierra y su oscilación tiene una dirección norte-sur con una amplitud máxima de 6°50', dejando ver un sector lunar oculto en ambos polos. La libración diurna es muy pequeña y es en realidad, la visión en perspectiva de la Luna en un mismo día debido a la rotación de la Tierra, que nos parece observar un lado y otro de la Luna, dándonos la sensación de ver algo de la parte oculta. Lo cierto es que si sumamos la combinación de estas tres oscilaciones, obtendremos la visión de ese 59% lunar.

El orto y el ocaso. Originariamente estos términos van asociados a cuando un astro asoma por el horizonte y parece ascender más o menos en ángulo recto y la trayectoria del astro y la línea del horizonte son más o menos ortogonales. Por tanto, “orto” y salida son sinónimos y su antónimo sería la palabra “ocaso” o puesta, cuando el astro se oculta por el horizonte. Las efemérides anuales marcan las salidas y puestas diarias de los astros sobre todo del Sol y de la Luna.

En el perigeo la Luna está más cerca de la Tierra y **en el apogeo** se



encuentra más alejada. La órbita de la Luna alrededor de la Tierra es elíptica lo que hace que a veces esté más cerca de la Tierra y presente un tamaño ligeramente mayor. Entonces se ha dado en llamarle al perigeo “súper Luna” y si se sucede un eclipse de Sol, la Luna tapa al astro de forma total. Pero si la Luna está en el apogeo, nos parece más pequeña y en

caso de suceder un eclipse al estar más alejada de la Tierra no llega a tapar por completo al Sol y se sucede un eclipse anular.

Nombres curiosos que recibe la Luna. Cada vez más informados, vamos descubriendo apelativos muy curiosos para nombrar a la Luna. Nombres que si bien los científicos astrónomos y meteorólogos conocían perfectamente, la gente de a pie los desconocía. Al entrar en la primavera, a la Luna se la conoce como “**Luna de gusano**” o de “**Lombriz**”, porque en primavera, con las lluvias y el deshielo, la tierra se ablanda y las lombrices que estaban protegidas bajo tierra, salen a la superficie... y si además toca la Luna llena al entrar en el equinoccio y es una súperluna, entonces se especula que eso pasó lo mismo, pero hace 19 años y no volverá a coincidir hasta el año 2030. Entonces a la gente se le despierta más la curiosidad.

Se llama “**Luna azul**” a aquella Luna que se repite en fase de llena en un mismo mes. Viene de la traducción del inglés “blue moon”. Esto sucede más o menos cada 2,5 años. Este término se hizo famoso a finales del siglo XX

cuando en el mes de enero de 1999 se produjo dos veces la Luna llena. Pero si lo que se repite son dos Lunas nuevas, se le llama **“Luna negra”** o “Luna oscura”. En realidad este término dependerá de lo cerca que pase la Luna sobre la línea-eje entre la Tierra y el Sol. Puede durar entre 1,5 hasta 3,5 días, y la fase de Luna nueva astronómica ocurre justo en medio de este periodo, en el que a pesar de ser una conjunción exacta de la Luna con el Sol, no tiene por qué suceder un eclipse de Sol. Este término no es muy conocido, ni tampoco muy concreto. En realidad la Luna negra se utiliza para identificar la ausencia de Luna nueva en un mes, como por ejemplo en febrero al ser un mes de menos días o bien, poseer dos Lunas nuevas en un mismo mes, como la llamada “Luna azul” pero al contrario.

La Luna rojiza, también llamada de sangre debido a su color, se le llama a la Luna eclipsada, que tiene un tono rojizo de la luz solar difundida por nuestra atmosfera. Sucede cuando la Tierra tapa completamente al Sol, que ilumina bien blanca a la Luna, las ondas cortas del Sol sobre la Tierra se diseminan, mientras que las ondas más largas que son precisamente las de color rojo, son las que refleja la Luna.



Como anécdota hay que decir, que si a la Luna azul (dos Lunas llenas en un mismo mes), una de ellas es encima de sangre por ser eclipsada, siendo además el eclipse más largo del siglo y encima estar en su perigeo (cuando está más cerca de la Tierra) y se ve una súperluna, eso ya es ¡la bomba!. Pues estas coincidencias ocurrieron en el verano de 2018.

Si buscamos tipos de Lunas, la fase de llena es la que más nombres conoce. Hay muchos y curiosos nombres que se identifican con cada época del año. A largo de la historia en las diferentes culturas, la Luna ha recibido cientos de nombres, sobre todo enmarcados en el ámbito agrícola. Los nombres más conocidos provienen de las “tribus algonquinas” de Nueva Inglaterra. En el siglo XVIII (Canadá y EEUU), estas tribus fueron los primeros pobladores de Nueva York y aunque eran tribus cazadoras y pescadoras, también practicaron la agricultura, de ahí nombrar a cada mes con una Luna. Estos nombres por supuesto, hicieron referencia al Hemisferio Norte y muchos de ellos todavía están vigentes. En enero la Luna llena es la **“Luna de los lobos”** pues en esa época, las manadas de lobos aullaban hambrientas junto a las aldeas. También se la conoce como “Luna Vieja” o la “Luna después de la Navidad”. En febrero es la **“Luna de nieve”** o la “Luna del hambre”, por la gran dificultad de encontrar alimento en el peor mes del año. En marzo está la **“Luna de gusano o Lombriz”** que ya he descrito. Siguiendo con el equinoccio, también es conocida como la “Luna del cuervo” porque en marzo su graznido indica el final del invierno o la “Luna de la costra” porque el frío nocturno congela el rocío que se descongela con el día. Con la llegada de los conquistadores a América, otro

nombre se sumó a la Luna de marzo, el de la “Luna cuaresmal” como la última Luna del invierno. En abril aparece la “**Luna rosa**” al resurgir la floración en primavera por lo que también recibe los nombres de “Luna de césped, de huevo o de peces”. En mayo es la “**Luna de las flores**” también “Luna del maíz o de la leche”. En junio la “**Luna de fresa**” y en julio la “**Luna del ciervo**” que es cuando les crecen las astas o la del “trueno” por las tormentas eléctricas y también la del “heno”. En agosto la Luna es la “**Luna del esturión**” o “Luna llena roja” por su tonalidad en el horizonte. En septiembre llegamos a la Luna del “**maíz o de la cosecha**” aunque también se le llamaba así a la de octubre, junto con la “Luna del cazador o de sangre”, por el colorido de las hojas en otoño. En noviembre tenemos la “**Luna del castor**”, animal que solía acercarse a los pantanos antes de que se congelasen y entonces era fácilmente cazado para obtener su piel para abrigarse. En diciembre la llamada “**Luna fría**”, o la de “antes de Navidad” y también la “Luna de las noches cortas”, contrario a las del solsticio de verano que se las conocían por la “Luna de las largas noches”.

Y para terminar con tantos apelativos no se puede omitir la Luna del calendario Astronómico de Guy Ottewell (publicación anual desde 1974) que habla de la “**Luna ámbar**” cuando en junio se eleva al atardecer. El autor asegura que su color es del color de la miel y tal vez de ahí provenga el término “Luna de miel”, tan antigua como que se encuentra en un escrito de 1552, haciendo referencia al principio de un matrimonio, en su etapa de mayor felicidad y brillantez, pues las bodas solían celebrarse en el mes de junio.

Del poeta Federico García Lorca hay que hacer mención a su famoso poema del Romancero Gitano...

La luna vino a la fragua
con su polisón de nardos.
El niño la mira, mira.
El niño la está mirando.

...

Huye luna, luna, luna.
Si vinieran los gitanos,
harían con tu corazón
collares y anillos blancos.

...

Huye luna, luna, luna,
que ya siento sus caballos.
Niño déjame, no pises,
mi blancor almidonado.

...

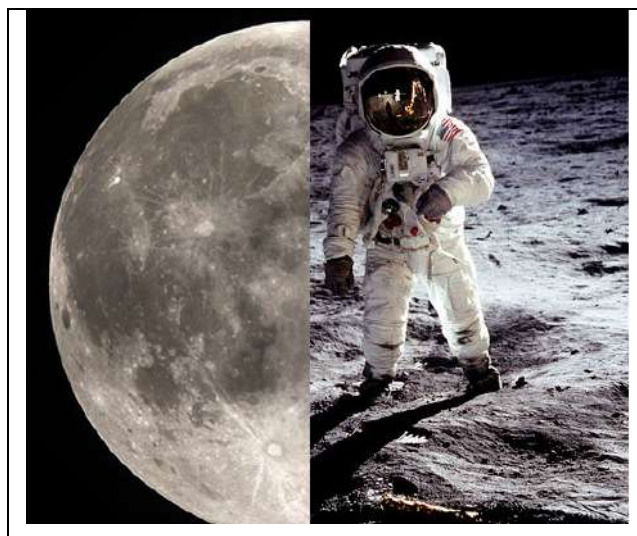
¡Cómo canta la zumaya,
ay cómo canta en el árbol!
Por el cielo va la luna
con el niño de la mano.



de Collins, que les esperó en el módulo de mando del Apolo XI.

Y termino el capítulo de la Luna con una mención a la Astronáutica. Los rusos fueron los primeros en conseguir enviar un objeto a la Luna y conseguir que se posara en ella. Fue una nave no tripulada en el año 1959. Diez años después, el 20 de julio de 1969, fueron dos americanos llamados Armstrong y Aldrin los que consiguieron ser los primeros astronautas en pisarla. Bueno, con la ayuda

Durante los siguientes dos años fue pisada por otros astronautas americanos, hasta el Apolo XVII, que fue el último, y consiguió una de las mejores fotografías obtenidas del planeta Tierra desde el espacio. Al estrenar el año 2019, los chinos han enviado con éxito un módulo que ha aterrizado en la cara oculta, y se espera que vuelvan a lanzar otro próximamente.



2. Capitán de las galaxias

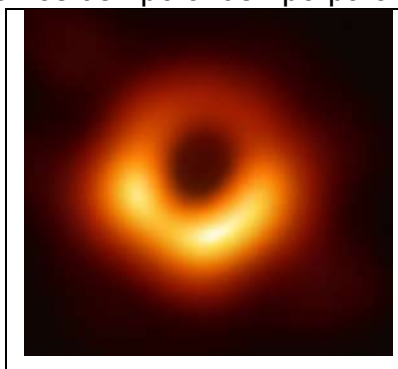
Lo más jóvenes seguro que os suenan o conocéis, porque gusta a todos, los episodios de Star Trek, los nuevos y los viejos, y las batallitas del señor Spok, un híbrido entre vulcaniano y humano. El actor que hacía ese personaje era Leonard Nimoy durante años, hasta que en 2009 lo sustituyó el actor Zachary Quinto y otros actores, que daban vida a Spok, con mucho mi protagonista preferido. Coleccionistas del mundo entero guardan verdaderos tesoros al respecto.



La tripulación de la nave Enterprise exploraba extraños y nuevos mundos, con el héroe y valiente señor Spock, de orejas y cejas puntiagudas, y que había nacido en el planeta Vulcano, un planeta situado a 15 años luz de la Tierra, que nada tenía que ver con el hipotético planeta entre el Sol y Mercurio, propuesto en 1859 por el matemático y astrónomo francés Urbain Le Verrier.

Hoy, tenemos naves casi como el Enterprise, incluso más sofisticadas; pero ni Vulcano existe, ni los científicos extraterrestres se unen en Federaciones Planetarias y mucho menos, se ha llegado a inventar todavía, aquella maravillosa urna transparente para el “teletransporte”, que transformaba la materia en energía y de nuevo la recomponía consiguiendo así, que se desintegraran los tripulantes de la nave para hacerlos reaparecer de nuevo en cualquier lugar del espacio. Aunque demos tiempo al tiempo para conseguirlo. Por de pronto, ya se ha conseguido fotografiar un agujero negro, Einstein estaría contento con el logro en sus teorías con el espacio tiempo.

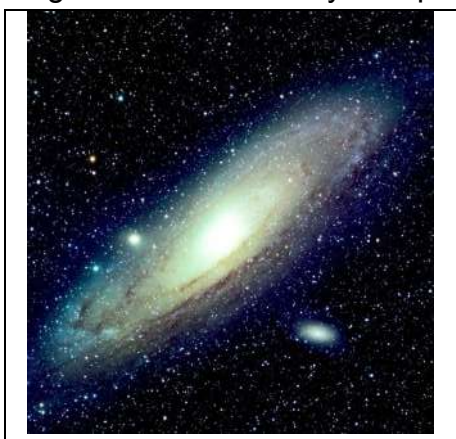
La palabra “galaxia” es compleja y se emplea en Astronomía para nombrar el conjunto de estrellas, planetas, satélites, asteroides y cometas y además, nubes de gas y polvo cósmico y la tan estudiada materia oscura, todo ello unido gravitatoriamente. Y formando parte de ella, las subestructuras llamadas nebulosas, los cúmulos estelares abiertos o cerrados y los sistemas estelares binarios o múltiples. Por tanto, intentar aterrizar en todo ello a la vez, es harto difícil como pretendía la serie americana del espacio.



En muchos libros podemos leer la comparación de que en el Universo hay más estrellas, que granos de arena en las playas. Y es una muy buena similitud. Imaginar que cada playa de la Tierra (Malvarrosa, Sardinero, Malibu, Varadero, Ipanema...) son galaxias y sus granos de arena estrellas: ¡qué barbaridad!, porque los granos de arena son muy diminutos y las estrellas son gigantescas. Solo pensando en ello, vemos la inmensidad del Cosmos, multiplicándolo siempre por cifras exorbitantes. Continuando con el paralelismo, hay playas muy grandes y otras más pequeñas. Así también sucede con las

galaxias. Se estima que existen más de cien mil millones de galaxias en el Universo observable y la mayoría de ellas tienen un diámetro entre cien y cien mil parsecs y están separadas entre ellas por distancias del orden de un millón de parsecs. El parsec es una unidad de longitud utilizada en astronomía, de símbolo pc. Su nombre se deriva del inglés y quiere decir, paralaje de un segundo de arco, o sea, es la distancia a la que una unidad astronómica UA (distancia entre la Tierra y el Sol) subtiende un ángulo de un segundo de arco.

Las galaxias además, están agrupadas en el espacio en cúmulos y supercúmulos. Por ejemplo, en la zona de la constelación de Virgo, hay un enjambre galáctico a una distancia de 60 millones de años luz de nosotros, que contiene unas 1.300 galaxias, aunque puede que supere las 2.000. Forman la región central del mayor supercúmulo de galaxias conocido. A él pertenece el



Grupo Local, que son unas 30 pequeñas galaxias cerca de la nuestra, la galaxia de la “Vía Láctea”, que incluye también la galaxia de “Andrómeda”, que junto con la del Triángulo, son las galaxias espirales más gigantes conocidas.

Las distancias en el Universo son tan grandes, que no se pueden medir ni siquiera en kilómetros, hay que acudir a nuevos conceptos tales como la distancia media entre el Sol y la Tierra (149.597 km) a lo que se denomina “unidad astronómica” **UA**. Como esta distancia se queda corta, utilizamos el “año luz” **ly**, que es la distancia que recorre la luz en un año a 299.792.458 metros por segundo, o sea, 9,46 billones de kilómetros. Antes hablamos de la unidad de longitud utilizada en astronomía llamada “parsec” **pc**. Una estrella dista de nosotros un pársec si su paralaje es igual a 1 segundo de arco. Dicho de otro modo, si la órbita de la Tierra la viéramos desde un parsec, tendría 1 segundo de arco (la circunferencia son 360° y 1° son 60 minutos y 1 minuto son 60 segundos): 1 pársec = 206.265 ua = 3,26 años luz. Pero esto se queda corto a veces, y hablaremos de “kilopársec” **kpc** que son mil pársecs (3262 años luz) e incluso “megapársec” **Mpc** que son un millón de pársecs (3,26 millones de años luz).

Nuestra Galaxia, donde se encuentra nuestro Sistema Solar, los griegos la bautizaron con el nombre de “Vía Láctea” que en latín significa camino de leche. En nuestro país se la conoce como el “camino de Santiago”. Es una galaxia catalogada en espiral barrada (SBbc), con 5 brazos, un diámetro de unos 100.000 años luz (1 trillón de km.), y unas 100 mil millones de estrellas. De hecho todas las estrellas que vemos en las constelaciones de noche pertenecen a nuestra galaxia. Desde la Tierra a simple vista solo vemos el conjunto del brillo que emiten las estrellas de otras galaxias, pero no las distinguimos en solitario.

El Sol está ubicado en el segundo de los brazos más cercano al centro y en las noches despejadas del verano, se puede ver una nubosidad más brillante en la zona de la constelación de Sagitario que casi cruza el cielo. Ahí es donde residimos, en el brazo llamado de Orión. Estudios científicos han sugerido, que en el núcleo o centro de nuestra galaxia hay un “agujero negro

supermasivo” de miles de millones de masas solares (esto también sucede en todas las galaxias elípticas y espirales), el cual genera la gravedad suficiente para mantener la unidad de la galaxia. La imagen tomada desde ocho radiotelescopios ubicados en Centros Astronómicos del mundo (uno de ellos en el Centro Astronómico de Sierra Nevada en Granada) da buena cuenta de ello.

Hoy, que tenemos catálogos de casi todo, las galaxias no iban a ser menos, así que según sus formas, se clasifican en elípticas, espirales, espirales barradas e irregulares. Hay más de un millón de galaxias catalogadas con nombre y número. El primer Catálogo de Galaxias Principales (CGP) se publicó en 1989 y contenía la información de la morfología, magnitud, ascensión recta, declinación y velocidad radial de 73.197 galaxias. Este primer catálogo fue compilado por franceses, G. Paturel y L. Bottinelli de la [Universite de Lyon](#) y L. Gouguenheim del [Observatoire de Paris](#). Más tarde, en el año 2003, ese catálogo fue actualizado por Georges Paturel, Chantal Petit, Philippe Prugnel, Gilles Theureau, Marianne Brouty, Pascal Dubois y Laurent Cambresy, que incluyeron una base de datos con 983.261 galaxias de magnitud menor a 18.



No podemos dejar de hablar del proyecto Alhambra, liderado por los investigadores del Instituto de Astrofísica de Andalucía (IAA-CSIC) Alberto Molino y Txitxo Benítez. En él han participado Mariano Moles (Centro de Estudios de Física del Cosmos de Aragón) y más de setenta científicos de dieciséis instituciones de diferentes países. Ha sido coordinado desde el Observatorio de Calar Alto de Almería, con muchas noches de observación con el telescopio de 3,5 metros, entre los años 2005 y 2012. Se ha obtenido el mejor catálogo hasta ahora publicado sobre la evolución del cosmos. El proyecto Alhambra incluye datos de más de medio millón de galaxias,.



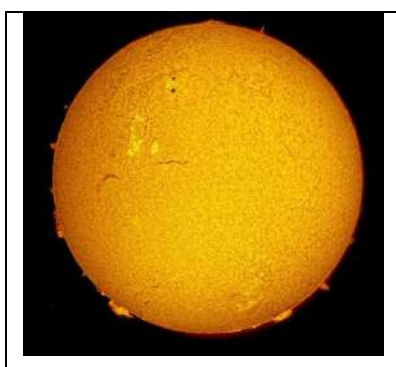
Esta investigación ha permitido calcular las distancias a las que se encuentran de nosotros estas galaxias, con una precisión sin precedentes. «Alhambra» (siglas en inglés de Advanced Large, Homogeneous Area Medium Band Redshift Astronomical survey) ha usado un sistema de veinte filtros que cubren todas las longitudes de onda del óptico y tres filtros en el infrarrojo, lo cual permite determinar con gran

precisión, la energía emitida por las galaxias y la distancia de ese medio millón de galaxias con una precisión sin precedentes para el tamaño de la muestra.

Además, en Astronomía se dice que “mirar lejos es mirar el pasado”. El Doctor Vicent Martínez, astrofísico de la Universidad de Valencia e integrante también del proyecto, afirmó que el estudio realizado en Alhambra ha cambiado el contenido estelar de las galaxias a lo largo del tiempo es decir, saber cómo, cuándo y cuánto han envejecido y abordar como se distribuyen las galaxias en el Universo es un abismal logro para la ciencia.

3. No hay estrellas verdes

La luz que emiten las estrellas tiene muchas longitudes de onda. A la dispersión de esta luz se le denomina “Espectro Electromagnético”. Está asociado a la temperatura: cuanto más calientes, más corta será esa longitud de onda. Las más calientes emiten Rayos Gamma (0.00000007 a 0.001 Å). Las extremadamente calientes son las que emiten Rayos X (0.001 a 100 Å) y luz Ultravioleta (100 a 3900 Å). Los objetos que son fríos emiten en microondas (ondas de radar milimétricas de 0.1 a 250 cm). Así que las estrellas más calientes emiten casi toda su luz en ultravioleta, a longitudes de onda más corta que la que percibe el ojo humano, que solo es capaz de percibir la pequeña porción que corresponde a la luz visible (3900 a 7500 Å), entre el violeta y el rojo.



Nuestro Sol emite en todas las longitudes de onda. La mayoría de fotones están en el rango verde, pero emite también en azules, amarillos y rojos. A la superficie de nuestro planeta Tierra solo le llegan una pequeña porción, ya que son atrapadas por la atmósfera. Y menos mal, porque son muy peligrosas. El ozono absorbe las longitudes de onda hasta el ultravioleta, por lo que sea tan necesario en nuestra capa atmosférica. El vapor de agua absorbe gran parte de los infrarrojos. Aunque no se debe mirar directamente al Sol, podríamos decir que su luz contiene todos esos colores y nuestro ojo los mezcla, para obtener un color realmente blanco, aunque muchos dicen que es amarillo, pero si así fuera, entonces también la nieve sería amarilla.

Con todo esto, llegamos a la conclusión de que dependiendo de la temperatura de la estrella, debería tener uno u otro color. Por tanto, podríamos buscar una temperatura donde aparezca una estrella verde, que sería similar de caliente que nuestro Sol. Pero no es posible porque si fuera más caliente se produciría el color azul y si fuera más fría se produciría el color rojo. En realidad son nuestros ojos quienes no perciben la luz verde. Las células fotosensibles del ojo, llamadas “bastones”, son las que detectan la luminosidad, y los “conos” son los que perciben el color. Hay tres tipos, los conos sensibles al rojo, al azul y al verde. Cuando la luz es roja -por ejemplo en la visión de una amapola-, estimula a los conos rojos, pero los conos azul y verde no se alteran. Aunque el Sol emita la mayoría de fotones en el rango verde-azulado, también emite en otras longitudes de onda con fotones más azules y otros más rojizos, lo que hace que lo veamos de color blanco.

La mayoría de los objetos no emiten o reflejan un solo color. Entonces los conos de nuestros ojos se estimulan en diferentes cantidades, por ejemplo la luz naranja estimula el doble de conos rojos que de conos verdes, dejando a los azules de lado. Nuestro cerebro recibe la señal de los tres colores de los conos y ve el objeto anaranjado. Si los conos verdes reciben igual luz que los rojos y los azules no reciben nada, entonces lo percibimos amarillo. Conclusión: para que nuestro ojo perciba una estrella verde, tiene que emitirse

solo luz verde, y la realidad es que si emite con predominio del verde, también emitirá en rojo y en azul, y como consecuencia, será imposible percibir el color verde.

TIPO	COLOR	TEMPERATURA °C
O		30.000
B		20.000
A		10.000
F		7.000
G		6.000
K		4.000
M		3.000

Los colores emitidos por una estrella junto a los colores que ve el ojo humano, hace que jamás podamos ver una estrella verde. En la temperatura de las estrellas que va del azul al rojo, sigue la serie de colores del "arcoiris". Las más calientes tienen de 50000 a 28000 °C, y son de color azul (clase O); de 28000 a 9600 °C son blanco azuladas (clase B); de 9600 a 7100 °C son las blancas (clase A); de 7100 a 5700 °C son las blanco amarillas (clase F); de 5700 a 4600 °C son amarillas (clase G como nuestro Sol); de 4600 a 3200 °C están las amarillo

anaranjadas (clase K) y finalmente las más frías de 3200 a 1700 °C están las rojas (clase M). El verde debiera aparecer en las estrellas de clase A, pero las vemos blancas.

En el espacio, la luz viaja en línea recta y sin nada que la perturbe. Al penetrar en la atmósfera de la Tierra, la luz incidir sobre un grano de polvo o en las moléculas. La atmósfera terrestre es una mezcla de moléculas gaseosas (78% nitrógeno, 21% oxígeno, 1% argón y vapor de agua y trazas de otros gases), hay también en suspensión partículas de polvo, cristales de hielo, cenizas, etc. Nuestra atmósfera es más densa cerca de la superficie terrestre.

Los granos de polvo y las gotitas de agua son de tamaño mucho mayor que la longitud de onda de la luz visible, y por lo tanto actúan como espejos que reflejan la luz incidente en diferentes direcciones. Sin embargo, las moléculas son de tamaño similar a la longitud de onda de la luz visible. Por eso, cuando una onda luminosa choca con una molécula, ésta puede absorber parte de la luz, y luego la emite en cualquier otra dirección. Este fenómeno se llama *dispersión*.

Pero las moléculas son mucho más eficientes para dispersar la luz de longitud de onda corta (azul) que la luz de longitud de onda larga (rojo). Este proceso fue estudiado por el físico Lord John Rayleigh hacia 1870, por eso se lo conoce como "dispersión Rayleigh". El color azul del cielo se debe a la dispersión Rayleigh. Cuando la luz del Sol atraviesa la atmósfera terrestre para llegar hasta nosotros, la mayor parte de la luz roja, anaranjada y amarilla (longitudes de onda largas) pasa sin ser casi afectada. Sin embargo, buena parte de la luz de longitudes de onda más cortas es dispersada por las moléculas gaseosas del aire. A cualquier parte del cielo que miremos, estaremos viendo algo de esa luz dispersada, que es azul, y por eso el cielo es de ese color. En cambio, la luz que nos llega directamente del Sol perdió parte de su color azul, por eso el Sol se ve amarillento.



4. Fuera de órbita

Las órbitas en Física, son las trayectorias que describen los objetos, unos alrededor de otros bajo la influencia de una fuerza gravitatoria. Dos cuerpos se influyen por la gravedad y sus órbitas pueden ser calculadas gracias a Isaac Newton (1643-1727). La segunda “ley del movimiento” dice que la suma de las fuerzas sobre un objeto es igual a su masa multiplicada por su aceleración; y la “ley de la gravitación universal” dice que la fuerza que ejercen dos masas entre sí es proporcional a sus masas e inversamente proporcional al cuadrado de sus distancias.

Johannes Kepler (1571-1630) analizó las órbitas por primera vez, a partir de cálculos matemáticos. Postuló que las órbitas de los planetas son elípticas, que su velocidad orbital no era constante, dependiendo de la distancia al Sol, y que el tiempo que tardaba en dar una vuelta tenía que ver con la distancia al Sol. Fueron sus tres leyes del movimiento planetario.



El estudio de las órbitas es un poco complicado. Hace más de 500 años se hablaba de órbitas circulares en el Sistema Solar, pensando que el círculo era perfecto y nada en el cielo podía rozar la imperfección. Kepler demostró que eran elipses y hoy no solo los científicos hacen alusión a órbitas elípticas, sino que detallan con precisión su excentricidad, la inclinación, el perihelio y el afelio, la anomalía media, el semieje menor, la longitud del nodo ascendente o descendente, la anomalía verdadera, y según los diferentes criterios a emplear habría un conjunto de características clasificatorias en síncronas, semi o subsíncronas, con trayectoria parabólica, con órbita de captura o de escape, hiperbólica, inclinada, circular, elíptica, eclíptica, etc.

Si utilizamos un cuerpo central, nos encontramos con cuatro tipologías fund

amentales de órbitas, las llamadas solares, lunares, terrestres y marcianas.

Nuestra Luna describe una órbita en elipse de baja excentricidad, con un perigeo de 356.000 km. y un apogeo de 406.000 km. Su distancia media sería de 1,3 segundos-luz y el plano de la órbita está inclinado respecto a la órbita de la Tierra alrededor del Sol en 5° 9' por lo que corta a la órbita de la Tierra en dos puntos, los llamados nodo ascendente y nodo descendente. Por eso no todos los meses se sucede un eclipse de Sol



y de Luna.

El eje de rotación terrestre mantiene su inclinación respecto a la órbita de la Tierra alrededor del Sol gracias a la influencia de la Luna con las mareas. Y hace que tengamos temperaturas, y climas diferentes, y en las latitudes medias cuatro estaciones.

La órbita del planeta Marte es mucho más elíptica que la de la Tierra, e influye más en su clima que en la Tierra. La gran excentricidad de la órbita marciana (Mercurio es el más excéntrico y Venus y Neptuno los que menos) hace que la superficie marciana experimente grandes cambios de temperatura en su año alrededor del Sol (son casi dos años terrestres), haciendo mayores las diferencias entre su verano y su invierno. Además se suma el efecto de la inclinación de su eje de rotación (25°).

La órbita terrestre alrededor del Sol, es casi circular, de forma que la distancia entre su afelio (152,10 millones de km) y su perihelio (147,09 millones km) es muy pequeña. La órbita de la Tierra define un plano que se llama la Eclíptica, donde gira la Tierra alrededor del Sol. El plano del Ecuador está inclinado 23° 27' con respecto al plano de la Eclíptica, y se cortan en dos puntos opuestos, los llamados equinoccios (primavera y otoño).



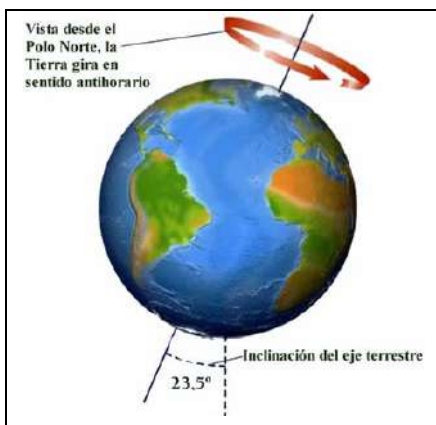
Solo de forma hipotética, podríamos preguntarnos qué pasaría si los cuerpos celestes modificaran su habitual baile cósmico de rotación y traslación. Nuestro planeta Tierra no debería salir de su órbita porque en el caso de que lo hiciera, la nueva órbita podría ser más interior, calentándose demasiado por el Sol, o más exterior, congelándose incluso. También podría ser más excéntrica con grandes diferencias de temperatura en sus solsticios, como le sucede a Marte.

Con referencia a la velocidad, tratamos una magnitud física que expresa el desplazamiento de un objeto por unidad de tiempo y lo podemos expresar en metros por segundo o kilómetros por hora. Durante toda nuestra vida y de forma gratuita viajamos constantemente en una maravillosa nave llamada Tierra y en ella aunque no lo percibimos, lo hacemos a una velocidad de vértigo. En el Ecuador de la Tierra, debido a la rotación, vamos a 1.670 km por hora (465'11 m/s). La velocidad alrededor del Sol en su traslación es de 107.826 km/h (29,78 km/s de velocidad media entre el perihelio y el afelio), que sería como dar una vuelta al mundo (12.742 km) en apenas siete minutos, o llegar a la Luna (que la tenemos a 384.000 Km) en cuatro horas.

Vayamos de nuevo al Ecuador. Hemos dicho que allí los habitantes van a 1.670 km/h. Esa acción provoca que nuestro planeta se abombe hacia fuera. Si comparamos esa velocidad con la del sonido en el aire (343 m/s a 20° y 50% humedad), es mayor, pero a su vez tres veces menor que la del sonido en el agua (1.493 m/s a 25°). En latitudes medias (60°) gira a unos 850 km/h, y en los polos, lógicamente no se desplazan en la rotación.

¿Por qué no notamos que nos movemos? La respuesta es sencilla: cuando viajamos en coche a una velocidad constante, nos quedamos quietos en los asientos a pesar de que el coche se mueven a gran velocidad. Así sucede en la Tierra. La única manera de medir esa velocidad, es con una referencia a otros objetos que se mueven a otra velocidad distinta o incluso, que estén quietos. Desde la ventanilla del coche, vemos pasar rápidamente los árboles de las carreteras, pero no sentimos la velocidad a no ser que el coche acelere o frene. Desde nuestro planeta Tierra vemos desplazarse el Sol, la Luna, los planetas y las estrellas rápidamente por la esfera celeste durante el día y la noche y cambiar totalmente de cielo estrellado a lo largo de un año (las estrellas de la Primavera son distintas a las de Otoño), a excepción claro del círculo polar.

Pero si estas velocidades de giro y desplazamiento nos parecen vertiginosas, nuestro Sistema Solar es decir, el Sol arrastrando a todos los planetas gira alrededor del núcleo de nuestra galaxia Vía Láctea, a una velocidad de 901.000 Km/h. (220 Km/s.). El Sol tarda 250 millones de años en dar una vuelta entera a la galaxia, lo que significa que desde que se formó el Sol, le ha dado ya 20 vueltas aproximadamente. Y nuestra galaxia no está quieta, ella también se mueve con respecto a otras galaxias.



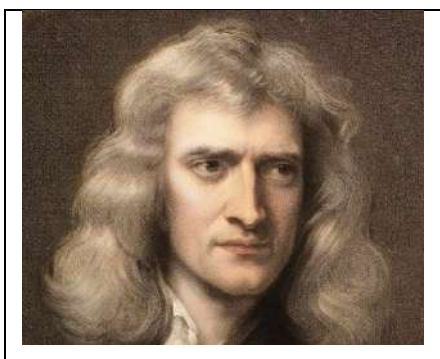
La Tierra gira de Oeste a Este, por eso vemos salir los objetos (Sol, Luna, estrellas y planetas) por el Este y ponerse por el Oeste. Un giro completo de 360° con relación a una estrella fija, dura 23 horas, 56 minutos y 4,1 segundos.

Este movimiento se puede comprobar en los museos con el péndulo de Foucault. Esto significa que cada 4 minutos ha girado 1° (111'1 km) y 15° en una hora. Por poner un ejemplo, un avión tarda aproximadamente una hora desde Barcelona hasta A Coruña (970 km) y la Tierra lo hace en cuatro minutos. La Tierra además de los movimientos descritos rotación y traslación, tiene tres más, el de precesión, el de nutación y el de Chandler.

5. ¿Cuánto dices qué peso?

La gravedad es lo que hace que las cosas pesen. Isaac Newton nació en Inglaterra y era físico, teólogo, filósofo, inventor, matemático, alquimista... Vivió de 1643 a 1727, y fue quien formuló la Ley de Gravitación Universal o teoría de la gravedad. Con su leyenda verdadera o falsa de la caída de la manzana, se convirtió en uno de los más insignes científicos que ha tenido el mundo. El famoso “eureka” al dar con la clave de su famosa ley de la gravedad está registrada en la biografía escrita por William Stukeley (1752), un amigo de Newton que fue testigo de esas reflexiones cuando ambos estaban sentados bajo la sombra de unos manzanos del jardín de su casa. Según Stukeley, Newton le explicó que en alguna ocasión, mientras reflexionaba, se había preguntado ¿por qué una manzana en su caída, siempre desciende perpendicularmente hasta el suelo? Se puede leer su interesante manuscrito editado por la Royal Society (2010) entrando en la página web: www.royalsociety.org/turning-the-pages.

Newton fue el primero en demostrar las “leyes naturales” que gobiernan el movimiento de la Tierra y darse cuenta que son las mismas también, para todos los cuerpos celestes. Autor de una obra magistral *Philosophiae naturalis*



principia mathematica, más conocidos como “los Principia”, trata sobre las tres leyes de la dinámica, en las que explica el movimiento de los cuerpos así como sus efectos y sus causas. La primera ley habla de la inercia y dice: “Todo cuerpo permanecerá en su estado de reposo o movimiento uniforme y rectilíneo a no ser que sea obligado por fuerzas externas a cambiar su estado”. Esta idea rompió con la física aristotélica que decía, que un cuerpo sólo se mantenía en movimiento mientras actuara una

fuerza sobre él. Newton también daba la razón a Galileo y a Descartes.

La segunda ley, la de la interacción y la fuerza dice: “El cambio de movimiento es proporcional a la fuerza motriz externa y ocurre según la línea recta a lo largo de la cual aquella fuerza se imprime”. En realidad, lo que quiere explicar son las condiciones necesarias para poder modificar el estado de movimiento o reposo de un cuerpo y esto solo sucede si hay una interacción entre dos cuerpos, que pueden estar en contacto o no, como por ejemplo, la gravedad, que actúa sin tener contacto físico. Y obtiene la famosa fórmula $F = ma$, que explica la causa por la que se produce la variación en el movimiento lineal de los cuerpos. Esa fuerza se mide en “newtons” en honor al científico. La fuerza con que se atraen la Tierra y un cuerpo que pese 50 kg-fuerza es de 490.062 Newtons (1Kgf es igual a 9.81 N) en el Sistema Internacional de Unidades.

Y la tercera y última (pensaréis, menos mal), es la ley de acción-reacción y dice: “Con toda acción ocurre siempre una reacción igual y contraria; las acciones mutuas de dos cuerpos siempre son iguales y dirigidas en sentidos opuestos”. Esta ley es la que se refleja en la naturaleza cuando golpeamos

nuestro puño contra la pared: notamos el dolor porque la pared ejerce con la misma intensidad una fuerza contra el puño.

Newton dice que las fuerzas gravitatorias son siempre atractivas, que atraen. Por eso, los planetas describen órbitas cerradas alrededor del Sol. Aunque una fuerza de atracción puede producir también órbitas abiertas, si la



fuerza fuese repulsiva, nunca se podrían producir órbitas cerradas. Hoy se habla de la famosa “energía oscura”, que tiene características de fuerza gravitacional repulsiva y por tanto tiene como consecuencia la expansión del Universo. Newton también concluía que el alcance de la gravedad es infinito y en todas direcciones, por lo que dos cuerpos, por muy alejados que se encuentren, experimentarán esta fuerza. Lógicamente a mayor distancia, menor fuerza de atracción y a menor distancia, mayor la fuerza de atracción.

Así Newton halló la razón por la que los hombres, animales y cosas se mantienen pegados a la Tierra mientras esta gira, además de deducir que esta fuerza existe entre todos los objetos y cuerpos por igual.

No somos conscientes de la fuerza de la gravedad fuera de la Tierra, pero ahí está: el Sol la ejerce sobre nuestro planeta y es lo que la mantiene orbitando en el Sistema Solar; es la fuerza que mantiene a la Luna orbitando alrededor de la Tierra, y podemos apreciar sus efectos porque da como consecuencia las mareas de nuestros océanos.

Como anécdota, puesto que la gravedad está vinculada al peso, este puede variar en los distintos planetas, dependiendo de la masa de estos. Si el peso de una persona en la Tierra es de 60 kg y se pesa en la Luna, allí a penas



pesaría 10 kg. La aceleración de la gravedad en la Tierra es de 9.8 m/s^2 , y la aceleración de la gravedad en la Luna es de 1.62 m/s^2 . Eso significa que se pesa 6 veces menos. Si esa persona se pesara en Júpiter, allí alcanzaría los 125 kg. Entrando en la web:

www.traducimos.cl/planet/ se pueden ver los diferentes pesos en los diferentes planetas.

6. Grandes tormentas

Hay unos planetas que son sólidos, que se llaman terráqueos, y otros que son gaseosos. En estos hay grandes manchas atmosféricas, que nos sorprenden al estudiarlas: son como fuertes ciclones. En Júpiter está la llamada “gran mancha roja”, un enorme huracán en el que cabría nuestro planeta hasta dos veces. En la gran mancha oscura que hubo en Neptuno, cabría media Tierra. Sorprende saber que son huracanes al igual que los que se generan en la Tierra, grandes masas de gas anticiclónico, altas presiones, tormentas gigantescas que duran muchísimos años y cuyos vientos llegan a alcanzar velocidades de más de 400 km por hora.



No solo suceden en los gigantes gaseosos: el planeta Marte no se queda atrás, y tienen unas tormentas de polvo que llegan a cubrir todo el planeta. Son originadas por los fuertes vientos que lo azotan frecuentemente. Incluso el cometa Siding Spring, que pasó muy cerca de Marte en octubre del 2014, provocó que la magnetosfera de planeta quedara gravemente alterada durante un tiempo, cuando Marte entró en la coma cometaria.



Esos ciclones en los planetas gaseosos no son provocados por el agua caliente de los océanos, que es lo que originan los de la Tierra. Son debidos a la convección interior de las capas de estos planetas, que se unen a la rápida rotación del planeta -Júpiter gira cada 9 horas-, y producen atmósfera bien complejas, no solo con grandes huracanes, sino con franjas o bandas de diversos colores (naranja, gris, amarillo...), en continuo movimiento por todo el planeta. Al igual que en la Tierra, también se suceden gran cantidad de rayos, tormentas eléctricas, fenómenos espectaculares que no solo se han detectado en los grandes planetas jovianos como se les llama a los planetas gaseosos (las sondas Voyager 1 y 2 lo captaron) sino incluso en el planeta Venus (lo detectó la sonda rusa Venera 12 en 1978).

En la Tierra, sabemos que en la parte más alta de la atmósfera y asociados a los rayos de tormentas, ocurren unos fenómenos eléctricos que se han dado en llamar ELT (efecto luminoso transitorio) en inglés TLEs (Transient Luminous Events) entre los que se encuentran los Halos, Blue Jets, Gigantic Jets (enormes chorros azules), Sprites (espectros rojos), etc. Muy probablemente también ocurran en las atmósferas jovianas, aunque todavía queda mucho por investigar.

En Júpiter que es el planeta más grande del Sistema Solar, su huracán gira en sentido contrario a nuestras agujas del reloj, y está ubicado a su sureste. Es una fuerte turbulencia, con tormentas recurrentes. Este fenómeno atmosférico fue observado en el siglo XVII por el científico inglés Robert Hooke, pero hasta el siglo XIX no se dieron informes exhaustos de su existencia. Cabe pensar que Galileo Galilei, con sus primeros telescopios, seguramente ya lo

vio. El color de este ciclón varía entre un rojo encarnado muy fuerte o uno mucho más pálido, con vientos periféricos de 400 km/h, más fríos y elevados que las nubes que les rodean. En marzo de 2006 apareció una segunda mancha roja más pequeña, como fusión de tres grandes óvalos blancos. Fue tomando color rojizo a medida que la tormenta fue ganando fuerza.

En Saturno y conocida con el nombre de “tormenta dragón” por su forma inusual, hay una gran tormenta convectiva muy brillante que está situada también en el hemisferio sur. Se supone que es muy antigua y periódicamente



emite destellos con grandes columnas blancas y potentes emisiones de radiación. Y Neptuno nos sorprendió con la llamada “gran mancha oscura”, también detectada en su hemisferio sur por la Voyager 2 en 1989. En un principio se creyó que era un anticiclón como el de Júpiter, pero parece ser que se trató de un hoyo o depresión atmosférica como el de la capa de ozono en la

Tierra, un suceso pasajero que no existía cuando el Telescopio Hubble fotografió al planeta en 1994. Junto a la mancha, había grandes nubes blancas parecidas a los cirros de la atmosfera terrestre, aunque los nuestros se forman por pequeños cristales de hielo y en Neptuno son pequeños cristales de metano congelado. Este planeta posee los vientos más veloces del Sistema Solar: alrededor de la mancha oscura se llegó a registrar velocidades superiores a los 2.400 km/h. En nuestra Tierra el registro mayor es de 1999, con un tornado a 506 km/h.

A lo largo de la historia de nuestro planeta, los ciclones, huracanes y tifones han tenido un efecto devastador. Hoy el hombre está todavía indefenso ante estos fenómenos meteorológicos naturales que, provocan enormes olas marinas, desbordamientos de ríos, inundaciones de haciendas, árboles y casas arrancados, y lo más penoso, la muerte de muchas personas.



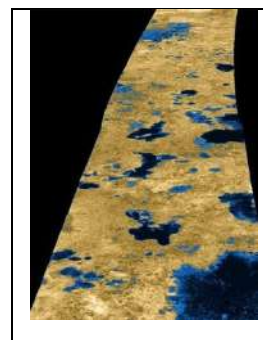
También llueve en otros planetas del Sistema Solar. El agua líquida como nosotros la conocemos, no es una substancia común en el cosmos, aunque sus elementos, el hidrógeno y el oxígeno, sí que son abundantes. Nuestra agua se forma a partir de la unión con enlaces covalentes de dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno (H_2O), para dar un una sustancia líquida, sin olor, color ni sabor. La lluvia en la Tierra es un fenómeno atmosférico que se inicia con la condensación del vapor de agua contenido en las nubes, que a su vez se formaron por la evaporación de las aguas de los ríos, lagos y mares.

Además de la lluvia en la Tierra, también se han descubierto precipitaciones de agua líquida en los anillos de Saturno que, aunque nos parezca raro, pero los anillos de Saturno provocan lluvias sobre la atmósfera del planeta. La interacción entre la atmosfera de Saturno y sus anillos es para “apagar” la ionosfera del planeta, reduciendo así las densidades de electrones en las regiones donde cae. Así se explica la observación en el planeta, de

densidades electromagnéticas inusualmente bajas en algunas latitudes. El físico Dr. James O'Donoghue fue quien estudió a fondo esta interacción.

Los demás planetas gaseosos -Júpiter, Urano y Neptuno- también reciben lluvia, pero ¡de diamantes! Son verdaderas fábricas de diamantes, ya que sus atmósferas tienen las condiciones perfectas de temperatura y presión para contener carbono en forma de diamante, por lo que se cree que se puedan dar lluvias de esta preciada joya en bruto. Los investigadores americanos Kevin Baines y Mona Delitsky concluyeron que las tormentas eléctricas convierten el metano de la atmósfera en carbón, y al caer se endurece convirtiéndose en grafito y finalmente en diamante. Estos diamantes brutos granizan sobre los planetas gaseosos, aunque en Saturno y Júpiter los diamantes no pueden mantenerse sólidos debido a la gran presión y temperatura que albergan. Por ello probablemente en Júpiter y Saturno, se formen océanos de carbón líquido, a diferencia de Urano y Neptuno que poseen núcleos más fríos,

Y continuando con los grandes planetas, están sus satélites. Titán, la mayor luna de Saturno, es el único lugar del Sistema Solar aparte de la Tierra, donde hay grandes extensiones de líquidos en lagos y mares. Pero no son de agua, sino de metano. La nave Cassini y la sonda Huygens pudieron tomar buenas fotografías de esta preciada lluvia y de los mares de hidrocarburo en el satélite.



Y otro lugar donde se ha detectado lluvia es en el planeta Venus. Pero es realmente terrorífica, ya que se produce por una combinación de plomo y azufre. Se forma una lluvia letal de ácido sulfúrico, que no llega nunca a tocar suelo, por las grandes temperaturas que alcanza el planeta, evaporándose a cierta altura. Pero esa lluvia torrencial de ácido no cesa nunca.

Podría haber lluvias en otros planetas fuera de nuestro Sistema Solar. A 63 años luz de la Tierra hay un planeta gigante de gas de color azul celeste, con una temperatura de unos 1.000° C. Es allí donde la NASA cree que llueven cristales, en realidad vidrio líquido, con rachas de viento de hasta 7.200 km/h.

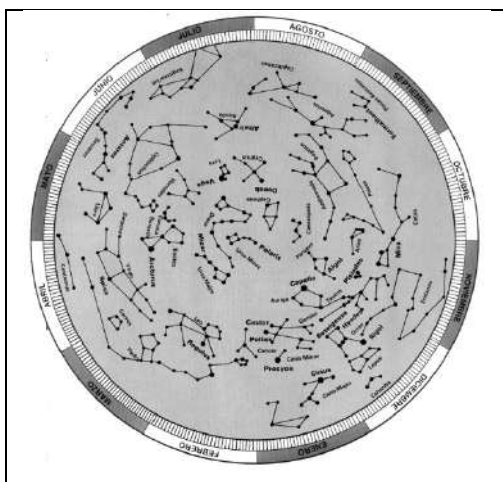
Hay otro planeta que muchísimo más lejos, a 5.000 años luz, que posee una elevada temperatura de más de 1000° C, por estar está muy cerca de su estrella. Al ser rico en hierro, los científicos consideran que debe estar fundido, incluso en forma de vapor de hierro, que a su vez formaría nubes y lluvia de hierro líquido.

Un exoplaneta encontrado por astrofísicos ingleses utilizando el telescopio de Chile, y al que llamaron PSO J318.5-22, lo tenemos a 75 años luz de nosotros. Al estudiar su clima detectaron nubes a unos 800 °C, probablemente de polvo ardiente, donde se formarían gotas de lluvia como en el anterior planeta de hierro fundido. En realidad se trata de un objeto intermedio entre planeta y enana marrón (L7 descubierto en 2013), primer objeto que no orbita a estrella, un cuerpo muy similar a Júpiter pero mucho más masivo, de unos 20 millones de años de edad. Visto lo visto, qué alegría que en la Tierra nos llueva agua. Aunque el cambio climático y la contaminación en la Tierra, tristemente nos está abocando a grandes desastres.

7. Las constelaciones. ¡Vaya inventiva!

Así es, ¡vaya inventiva que tuvieron los que decidieron realizar la cartografía estelar! Desde las culturas milenarias, el hombre ha mirado hacia arriba para contemplar ese magnífico espectáculo que es el cielo estrellado, y desde entonces, ha intentado orientarse y tener un calendario. Establecieron nexos entre la visibilidad de determinados astros y fenómenos ligados a sus oficios, especialmente agricultores, para señalar las estaciones del año en la siembra y recolección. También lo usaban los pastores, los navegantes...

Posteriormente ubicaron objetos celestes que veían que cambiaban de posición, como los planetas. Las



efemérides son representaciones escritas que dan la información anual de dónde encontrar los objetos celestes cada mes, día y hora. Hoy por supuesto, la principal utilidad de las constelaciones es la de servir de orientación y situar objetos celestes en el cielo.

La palabra constelación en latín significa “reunión que brilla”. Para poder situarse en el cielo entre tanto puntos luminosos, los sabios decidieron dividir por zonas el cielo visible. Las diferentes

culturas han ido asociando el cielo con sus patrones ideológicos. Los persas, los griegos y los árabes contribuyeron a establecer los actuales mapas celestes.

¿Por qué elegir tal o cual grupo de estrellas y unirlos de un modo u otro? Era una forma de ver en el cielo sus mitos. Hoy sabemos que esas representaciones son sólo culturales, y carecen de significado físico, ya que la bóveda celeste no está formada por estrellas situadas en una misma distancia. Las estrellas que pertenecen a una misma constelación, pueden estar a miles de millones de kilómetros entre sí. Nuestros ojos las ven en el mismo plano, pero debemos imaginarlas en volumen.

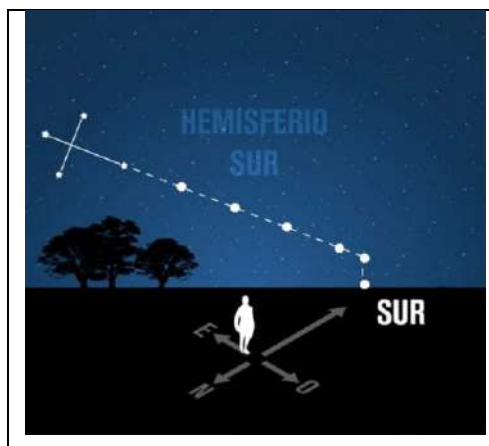
Los griegos dieron nombre a estrellas y constelaciones, con su prolífica mitología. Los héroes y dioses de la mitología grecorromana fueron plasmados con gran inspiración en la visión de las estrellas, llegando incluso hasta nuestros días. Héroes, animales y objetos se identifican con la unión de puntos luminosos cercanos.

Las constelaciones clásicas están en nuestro Hemisferio Norte, ya que era la parte de cielo observado desde Europa y el cercano Oriente. Claudio Ptolomeo catalogó 48 constelaciones en su tratado astronómico *Almagesto*, en el siglo II. A partir del siglo XVI, en la época de los conquistadores del nuevo mundo y los viajes al Hemisferio Sur, es cuando se comienzan a describir otras constelaciones, con nombre modernos. Astrónomos del siglo XVII como Johann Bayer nombró 12 constelaciones nuevas, Jakob Bartsch 3, Johannes Hevelius 7 y Nicolás Louis Lacaille 14 más, configurándose así, el total de la

cartografía del Hemisferio Sur. Estos astrónomos ya no utilizaron la mitología de las culturas clásicas, sino que asociaron los nombres a la navegación, al mar y a sus criaturas. Así, las constelaciones del Hemisferio Norte nos hablan de historias mitológicas historias entre Perseo, Andrómeda, Cefeo y Casiopea o la escena de caza entre Orión y sus dos canes, el mayor y el menor, el Toro y el Escorpión, etc, en el Hemisferio Sur las constelaciones nos hablan de las partes de un barco (la quilla, la proa, la popa, la vela...) o de animales (la mosca, el tucán... etc.). En 1.930, la Unión Astronómica Internacional (IAU) adoptó 38 constelaciones nuevas, y dibujó los límites rectangulares de todas ellas. Un total de 88 constelaciones entre ambos hemisferios. Los bordes que limitan unas constelaciones de otras, como si se trataran de fronteras entre países, fueron creados por Eugene Delporte y son las fronteras entre unas y otras estrellas. Dentro de cada territorio, las estrellas más brillantes se unen con líneas imaginarias que forman a veces figuras geométricas, y se les dan diferentes nombres para poder diferenciarlas e identificarlas. Fruto de la imaginación y la necesidad como cuando nos bautizan con un determinado nombre, para podernos distinguir unos de otros. Porque somos seres humanos iguales con nariz, ojos, manos, pies... si todos nos llamáramos igual... menudo lío.

Los pobladores más cercanos al Ecuador, durante un año ven todas las constelaciones, en cambio, en los Polos se ven sólo la mitad del cielo. Para poder aprender el cielo visible y orientarse en él, se dibujaron las cartas celestes, donde se representan las estrellas por latitudes. Una alternativa es el “Planisferio”, que quiere decir representación plana de la esfera celeste. Normalmente son pequeños y redondos y comprenden una o varias latitudes de visión. Un planisferio preparado para la latitud 40 del Hemisferio Norte, no nos va a servir para utilizarlo en el paralelo de 20° del mismo Hemisferio, porque en la latitud 20° se ven muchas más estrellas que en la latitud 40°.

Y si comparamos un planisferio que representa las estrellas que vemos en el Hemisferio Norte y otro planisferio que representa las estrellas que se ven en el Hemisferio Sur (ambos en el mismo paralelo + 45 o - 45), las constelaciones ya no tienen nada que ver. Los habitantes del Norte y los habitantes del Sur ven diferentes semiesferas de estrellas. Por ejemplo, los argentinos encuentran su polo sur en el cielo ayudándose de las constelaciones “Cruz del Sur” y “Triángulo austral”, que no vemos en Europa, mientras que los españoles buscamos el polo norte celeste con la “Osa Menor” y la Osa Mayor”.



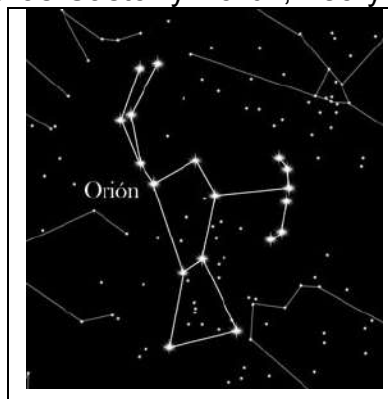
Si después de cenar miramos al cielo en diferentes épocas del año, las estrellas que vemos cercanas al polo norte son las mismas, pero no así si observamos las cercanas al ecuador: van cambiando según estemos en una época o en otra, en nuestra traslación alrededor del Sol, ¿Orión o el Cisne?, ¿Leo o Hércules?

Dividimos la superficie de la Tierra en varias franjas paralelas al Ecuador, los paralelos terrestres. Hay zonas polares y el trópico de Cáncer en el hemisferio Norte y de Capricornio en el Hemisferio Sur. España está situada en una latitud de +40 grados, bastante más al norte que el Trópico de Cáncer.

Por la inclinación del eje terrestre de 23,7 grados, durante la traslación alrededor del Sol se suceden las cuatro estaciones del año bien diferenciadas. Desde hace unos años, el calentamiento global hace que en España las estaciones de los equinoccios es decir, la primavera y el otoño, casi pasan desapercibidas, y pasamos del calor al frío y viceversa sin apenas disfrutar de un tiempo meteorológico intermedio. Antes teníamos un claro invierno muy frío, incluso con nieve, una primavera lluviosa y florida, con chaqueta, un verano caluroso, y al llegar el otoño y las lluvias, volvíamos a usar esas chaquetas. Hoy pasamos en un "pis pas", del abrigo al bañador. A florecer a finales de febrero o helar a primeros de abril. Pero lo cierto es que aunque la primavera o el otoño se acorten en nuestro país, las estrellas son buenas guías para marcar las estaciones.

Si no tuviéramos día y siempre fuera de noche, en una rotación terrestre de 24 horas veríamos todas las constelaciones que nos rodean. Pero tenemos día y tenemos noche, cuyas horas se acortan o se alargan en los solsticios de invierno y de verano, y se igualan en 12 horas de luz y 12 horas de oscuridad en los equinoccios de primavera y de otoño. Debemos dar todo un giro de traslación de 365 días y 6 horas alrededor del Sol para poder contemplar durante las noches del año todas las estrellas que nos rodean.

Las principales constelaciones visibles desde España en invierno son: el Cazador Orión, con sus brillantes estrellas Betelgeuse y Rigel, el Can mayor, con su estrella Sirio que es la más brillante del cielo, el Can menor, con su brillante estrella Proción, Tauro y su estrella Aldebarán. Al acercarse la primavera nos encontramos con Géminis y sus estrellas Castor y Pollux, Leo y sus estrellas Régulus y Denébola, Hércules con su magnífico cúmulo estelar M13. En verano, aunque no es una constelación, es famoso el triángulo estival formado por las estrellas Deneb en la constelación del Cisne, Altair en la constelación del Águila, y Vega, en la constelación de Lira. La estrella más brillante del verano se llama Arcturo, en la constelación de Bootes. Finalmente en el otoño, podemos ver la constelación de Perseo, Pegaso, Andrómeda –donde está la galaxia del mismo nombre, visible a simple vista–, Cefeo y Casiopea.

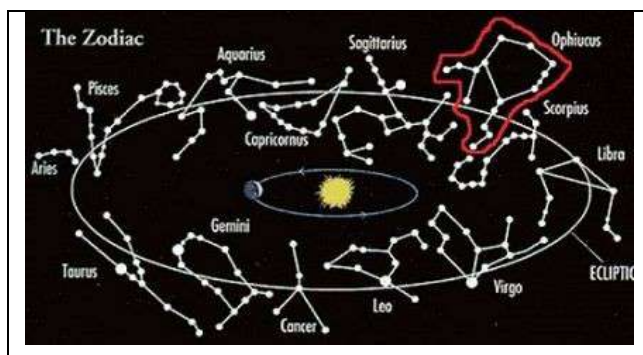


Un buen conocedor del cielo estrellado, cuando oscurece, mirando que estrellas están en el cenit -la parte más alta en el cielo por encima de nuestras cabezas-, sabría en que época o mes del año nos encontramos. Las estrellas son magníficas guías para seguir las estaciones.

También podríamos guiarnos por el Sol en el cielo. Cuando estamos al principio de la primavera (alrededor del 23 de marzo) y del otoño (sobre el 23 de septiembre), el Sol sale exactamente por el este y se oculta por el oeste, y

estará luciendo durante 12 horas. A medida que nos vayamos acercando al verano, el Sol saldrá cada vez más hacia el noreste, y se pondrá hacia el noroeste, llegando a lucir en nuestras latitudes hasta 16 horas. En invierno, el Sol sale un poco hacia el sureste y se pone hacia el suroeste, y las noches son más largas, de hasta 16 horas.

Al brillo de las estrellas se les da un valor que depende de su mayor o menor luminosidad. Es la llamada "magnitud" la que la cuantifica. El Sol tiene un valor en brillo de -24 y la Luna llena de -12. Los siguientes objetos brillantes son luceros, Venus entre -5 y -3, Júpiter entre -3 y 1, la estrella Sirio -2, y así hasta llegar a la estrella más débil que percibe el ojo humano, que es de magnitud 6. Para ver magnitudes mayores (estrellas menos brillantes) necesitaremos instrumentos ópticos. Con prismáticos podemos llegar hasta la magnitud 8 y hasta la magnitud 14 en un telescopio de aficionado. Los grandes telescopios de los observatorios profesionales alcanzan la magnitud estelar de 30 o más. Como veréis los valores van de menos a más, los que tiene una ventaja: hay pocos objetos muy brillantes, a los que hay que poner el signo menos en su magnitud.



Todos los Planetas giran alrededor del Sol casi un mismo plano. Si extendemos ese plano, en el fondo hay estrellas, que pertenecen a una constelaciones llamadas zodiacales. Son quizá las más conocidas, por la difusión que hacen de ellas los llamados "astrólogos", personajes sin ningún criterio ni rigor científico,

que se ganan la vida engañando a la gente con los "horóscopos". Esas constelaciones son Aries, Tauro, Géminis, Cáncer, Leo, Virgo, etc...

Los científicos se dieron cuenta de que la Tierra no solo tenía los dos movimientos más famosos, el de rotación sobre si misma (tarda 24 horas ó 86.400 segundos, lo que llamamos 1 día) y el de traslación alrededor del Sol (tarda 365 días, 6 horas y 9.16 minutos, lo que llamamos 1 año). El eje de la Tierra tiene una rotación muy lenta, como hace una peonza que se bambolea, que se llama precesión. Tarda en recorrer esta circunferencia 25.868 años. Eso equivale de alguna forma a un movimiento de retroceso. Cada 72 años es como si se retrasara un grado (al cabo de los casi 26.000 años habrá completado los 360 grados de una la circunferencia). Por tanto, desde el tiempo de los griegos, en los que la primavera comenzaba con el Sol en Aries, nos hemos retrasado varias constelaciones (la propia Aries, la de Piscis y acabamos de entrar en la de Acuario).

Hace unos años, en el año 2012, algunos "iluminados" mezclaron una "profecía" de la cultura Maya con el paso de la constelación zodiacal de Piscis a Acuario, y lo interpretaron como la llegada del fin del mundo. Un gran error como se ha podido comprobar, pero que sirvió para una película. Los Mayas, al igual que otras culturas, fueron grandes observadores del cielo. Consiguieron darse cuenta de este lento movimiento terrestre, porque cada cierto tiempo se podía comprobar, como al ponerse el Sol por el horizonte, este no coincidía con

las mismas estrellas zodiacales de años anteriores. Así, predijeron esos movimientos y cambios de constelaciones en el cielo. Dentro de unos 2.000 años, cambiaremos de la constelación de Acuario a la de Capricornio y así sucesivamente hasta que de nuevo volvamos a tener a la constelación de Aries al entrar en el equinoccio de Primavera.

Debido a esta precesión de los equinoccios, el polo norte celeste va cambiando de lugar. La estrella que hoy llamamos Polar (que se encuentra en la punta de la cola de la constelación de la Osa Menor o Carro Menor), dentro de unos 4.000 años pasará a ser sustituida por la estrella que hoy conocemos como “Alderamin” (en la Constelación de Cepheo) y 8.000 años después se hallará el Polo Norte Celeste en las proximidades de la estrella “Deneb” (en la constelación del Cisne) y se dirigirá luego a la estrella “Vega” (en la constelación de la Lyra). Dentro de 16.000 años se encontrará sobre la estrella “Tau Herculis” (en la rodilla de la constelación de Hércules) y así, hasta que el polo celeste se sitúe de nuevo en la estrella Polar.

En Astronomía, las constelaciones por las que pasa la eclíptica (por donde se desplazan los planetas y el Sol), se llaman constelaciones del zodiaco. Según los astrólogos, los signos del zodiaco duran los días en los que el Sol pasa por estas constelaciones. Pero por la precesión, ya no tienen nada que ver, y además son 13, no 12. La constelación de Ophiuco o el serpentario siempre ha estado ahí, entre la constelación del Escorpión y la de Sagitario. Esa constelación se ha omitido por años del zodiaco, pero realmente son 13, por donde pasa la eclíptica. Además, las constelaciones son arbitrarias, líneas inventados por los hombres para orientarnos en este vasto e inmenso cielo estrellado.

8. Este reloj está atrasado

Saber la hora que es, en cada momento del día, es imprescindible en esta sociedad que vivimos. El tiempo ha sido una medida vital desde la antigüedad. En la época de los egipcios ya había calendarios, basados en sus conocimientos astronómicos. Diseñaron un instrumento denominado “sechat”, que debía ser un pequeño reloj de Sol portátil, muy popular entre los sacerdotes egipcios, por sus pequeñas dimensiones de apenas 30 cm.

En Mesopotamia aparecen los llamados “zigurats”, construcciones con peldaños en los que se podían visualizar las horas contando los peldaños que estaban oscurecidos por la sombra de sus propios bordes. La primera referencia a un reloj de sol como lo conocemos hoy es el “Cuadrante de Achaz”, del siglo VII a.C. En la época medieval, la iglesia y sus “horas canónicas” para los rezos pusieron de moda la construcción de relojes de sol en las fachadas meridionales de iglesias y monasterios. También los hubo en la cultura árabe y en el Renacimiento. Hasta el siglo XIV no aparecen los instrumentos mecánicos. En 1386 se colocó un reloj mecánico en la Catedral de Salisbury, capaz de medir el tiempo a lo largo del día. En España es en 1400 cuando se instaló en Sevilla, en la torre de la iglesia de Santa María, el primer reloj mecánico con campanas.



Hay varios tipos de relojes de sol para medir el tiempo, contruidos muchos de ellos con espectaculares diseños. Los más comunes son los relojes de pared, que son los que encontramos en fachadas de iglesias y edificios. Hay también relojes “horizontales” o de suelo, y suelen encontrarse en plazas y jardines. Y por último los “ecuatoriales”, que tienen una superficie inclinada un ángulo igual que la latitud del lugar donde se ubica, y colocado orientado hacia el sur. En este caso el gnomon, perpendicular a ese plano, es paralelo al eje de rotación terrestre, y apunta al polo norte celeste (o al polo sur si el reloj se sitúa en la zona austral, orientado hacia el norte), suelen estar asociados a museos de ciencia, planetarios e

incluso jardines de parques.

Hay dos tipos de ecuatoriales, uno los que tienen la escala horaria en dos caras contenidas en el plano del ecuador, denominados ecuatoriales planos y otro el que se dibuja en una esfera, denominándose armilares o ecuatoriales esféricos. Hay relojes que poseen un una especie de ocho, llamado analema, que describe la posición del Sol en el cielo a lo largo del año.

Se llama “gnomon” o estilete el objeto o palo que arroja sombra al ser iluminado por el Sol. Esa sombra describe el movimiento diurno del Sol, y si cae sobre una escala horaria, nos da la hora en cada momento. La ciencia que estudia, elaborar teorías y reúne conocimiento sobre los relojes de sol, se llama gnomónica.

Un factor a tener en cuenta en los relojes de sol, es que marcan siempre la hora solar, que depende del meridiano de cada lugar. En un país como España, o incluso en una zona como Europa, es frecuente unificar las horas, y así se llega al concepto de hora civil, la misma en una zona o incluso en varios países. Aunque el Meridiano cero pasa por España, la hora civil va una hora adelantada, coincidiendo con la mayoría de los países de nuestro entorno.

Además, los países de la Unión Europea suelen adelantar una hora a sus relojes en primavera que quitan en otoño. Esta medida pretende ahorrar gasto de electricidad. Como hay más horas de Sol en verano, regulando el horario se pueden encender más tarde las luces eléctricas. España por tanto, tiene 1 hora de diferencia con la hora solar en invierno, y 2 horas en verano. Últimamente Europa se está replanteando ese cambio de horario estacional, por lo que afecta a la salud de muchas personas.

Este cambio horario hay que tenerlo en cuenta al utilizar planisferios o mapas celestes, pues estos suelen usar la hora solar.

El meridiano cero es arbitrario, y se decidió que fuera el que pasa por el Observatorio de Greenwich, en Londres. Pero antes fueron otros. Claudio Ptolomeo (90-168 dC), en su obra Geographia, situó el origen de las longitudes en la isla de Hierro, por ser la tierra más occidental conocida. Así, todas las tierras tendrían longitudes positivas, y esta ubicación permaneció por más de 16 siglos. Los franceses en 1634 seguían estableciendo el Meridiano cero en esa misma punta. Hace 75 años se construyó allí un faro, para recordar la referencia.



En la navegación trasatlántica, era de vital importancia tener un buen conocimiento de las longitudes. La determinación de la latitud era muy fácil, ya que la daba la altura sobre el horizonte del polo celeste, y también se podía deducir con la altura del Sol al mediodía, pero calcular las longitudes fue mucho más complejo. En 1667 el rey Luis XIV de Francia fundó el Observatorio de París para mejorar los conocimientos del Universo y ocho años después, en 1675 el rey Carlos II de Inglaterra fundó el Real Observatorio de Greenwich. Cada observatorio se asociaba a un meridiano de referencia, a partir del cual tomar las medidas de las longitudes. Esta rivalidad llegó hasta 1884, en que hubo una Conferencia Internacional del Meridiano, celebrada en Washington D.C., con delegados de 25 países. Decidieron que el Meridiano cero se ubicara en el observatorio de Londres. Para que no cayera en el olvido el meridiano francés, París mandó fabricar 135 placas de bronce, de unos 12 cm, que se llamaron Arago, por el astrónomo francés François Arago (1786-1853), director del Observatorio de París, y que a principios del siglo XIX hizo una medición muy exacta del meridiano. El artista holandés Jan Dibbest fue el autor de lo que se conoce como “el monumento invisible de París”, los medallones Arago, que fueron colocados por la ciudad a lo largo de la línea del meridiano, con la grabación del nombre y las indicaciones N y S, cruzando los barrios 1°, 2°, 6°, 9°, 14° y 18° desde la puerta de Montmatre hasta la Ciudad Universitaria.

Antes de que se decidiera internacionalmente que el Meridiano cero pasara por Greenwich, más de una decena de meridianos se utilizaban como referencia, además del de París, entre ellos el que pasaba por Cádiz, Nápoles, Lisboa, Copenhague, Río de Janeiro... Los árabes al principio tomaron el de la isla de Rodas, pero luego se pasaron al meridiano de Bagdad.



Después de decidir a nivel mundial que solo hubiera un meridiano cero, el astrónomo escocés sir Sandford Fleming propuso dividir la Tierra en 24 husos horarios, de 15° cada uno. La Academia de Ciencias de París propuso un sistema de pesos y medidas que se unificara en el mundo. En longitudes, propuso una medida basada en la propia naturaleza y no una medida arbitraria. Así nació el metro, definido como la diezmillonésima parte de la distancia

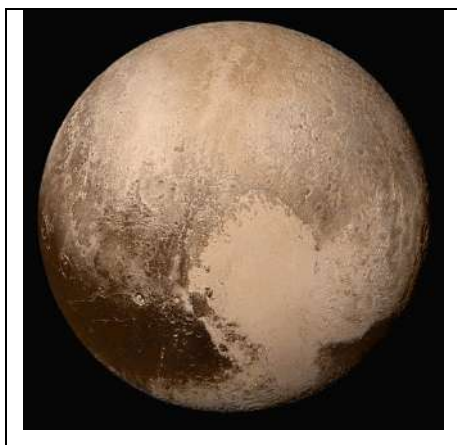
que separa el polo de la línea del ecuador, exactamente 10.000 km. Para realizar esta medida usaron el Meridiano cero francés: se midió la distancia del arco comprendido entre Dunkerke y Barcelona, próximo a 9,5°. Los geodestas Pierre Méchain y Jean Joseph Delambre fueron los encargados de realizar las medidas mediante triangulación geodésica, cuyos vértices eran montañas situadas a lo largo del meridiano.

Napoleón Bonaparte en 1799 estableció el nuevo y único sistema de medidas con el lema: “Para todos los pueblos y para todos los tiempos”. Anecdótico es que en Barcelona el urbanista Ildefonso Cerdá diseñó en 1859 el “ensanche barcelonés” y ubicó la Avenida del Paralelo realmente sobre él, y la Avenida de la Meridiana también sobre él. Ambas se cruzan en el antiguo faro del puerto, hoy Torre del Reloj, uno de los vértices utilizados por Méchain para sus medidas. Méchain murió en Castellón de la Plana en 1804 mientras trabajaba en la prolongación de la medida del meridiano.

Si hubiera prevalecido el meridiano de París, no pasaría por España, pero estamos de suerte porque su trazo desde Greenwich entra por los Pirineos, baja por Zaragoza (Fraga) a Castellón de la Plana y continúa por Alicante (Denia, Benialbeig, Pego y Altea). En Altea se adentra en el mar hacia África (Marruecos). El Puerto Deportivo “Campomanes-Marina Greenwich” (38° 38.7' N – 0° 0.00' W) es un lugar de peregrinación náutica constante, para que les sellen a los barcos su entrada con el 0° 0'.

9. Plutón enano, ¿ya no es un planeta?

La Unión Astronómica Internacional, en su XXVI Asamblea General realizada en Praga el 24 de agosto de 2006, decidió nombrar una nueva clase de cuerpos celestes en el Sistema Solar, que se diferenciara de los planetas normales. Esta nueva nomenclatura se la definió como «planetas enanos».



Plutón pasó a esa categoría, pero no está solo como planeta enano, comparte protagonismo con varios cuerpos más: Ceres, que es el mayor asteroide del cinturón entre el planeta Marte y Júpiter; Éris, Makemake y Haumea, estos tres últimos también llamados plutoides por encontrarse más allá de la órbita de Plutón.

Para pertenecer a la categoría de planetas enanos, un cuerpo debe girar alrededor del Sol, poseer suficiente masa para tener forma esférica y no haber limpiado el espacio vecino a su órbita. En realidad esta última circunstancia es lo que los diferencia de los otros planetas normales.

Éris toma su nombre de la diosa griega de la discordia. Fue descubierto en enero del año 2005 por el equipo del astrónomo Michel Brown del Instituto de Tecnología de California y el telescopio de Monte Palomar. Se ubica en el disco disperso del Cinturón de Kuiper y fue el causante de que a Plutón se le rebajara de categoría. Los astrónomos se plantearon en un principio tener once planetas, pero al descubrir que este nuevo objeto celeste parecía solo un poco mayor de diámetro y de masa que Plutón, y haber perspectivas de que había bastantes más, decidieron exigir la condición de haber limpiado su órbita de otros objetos. Los que no cumplieran esta condición, como Plutón y Éris, pasaron a ser «planetas enanos».

Con los datos de la sonda *New Horizons*, Plutón es el más grande de los planetas enanos, (2372 km) y Éris el segundo (2326 km). Éris es además el objeto de nuestro sistema planetario con órbita más inclinada, está a tres veces la distancia de Plutón al Sol, y es por tanto el planeta más distante del Sistema Solar (16 000 millones de kilómetros). Este planeta está en su afelio a casi cien veces la distancia entre el Sol y la Tierra (unas 98 Unidades Astronómicas), tarda 557 años terrestres en su traslación alrededor del Sol (va a 3,4 km/s) y cuando está en su perihelio, la distancia es de unas 40 Unidades Astronómicas. Su temperatura de 243,15 grados centígrados bajo cero, casi roza el cero absoluto (-273,15° C) y esas temperaturas hacen que su atmósfera seguramente de metano, se encuentre congelada. Éris además posee un satélite al que se le ha bautizado como Disnomia (hija de Éris, diosa de la ilegalidad u orden civil) cuyo tamaño se ha estimado en unos 350 km de diámetro y tarda unos 15 días aproximadamente en dar la vuelta a su planeta.

Al tercer planeta enano se le dio el nombre de Makemake (dios creador del mundo en la mitología de la Isla de Pascua), de tamaño inferior a Éris pero más luminoso. Tiene un diámetro de 1480 km, y está en el Cinturón de Kuiper,

junto a Haumea, el cuarto planeta enano. Makemake también está helado, porque su temperatura baja todavía más de los 243 grados bajo cero de Éris y su órbita alrededor del Sol tarda 309 años terrestres.



Haumea o dios de la fertilidad no tiene forma redondeada sino de elipsoide con un eje mayor de unos 1900 km de largo. Esta figura tan alargada posee dos lunas producidas seguramente por un choque contra un objeto grande. Por su forma,

se plantearon que tal vez se le podía calificar como asteroide y no como planeta enano. Tarda en dar una vuelta al Sol 284 años terrestres.

Y finalmente, el quinto planeta enano se ha recalificado a Ceres, el mayor asteroide del cinturón de asteroides. Su tamaño, de 954 x 930 km, es similar a Argentina. Cercano a la Tierra, Ceres tarda unos 4 años y medio en dar la vuelta al Sol.

Otros objetos encontrados como Quaoar, Sedna, Varuna, Pallas, Hygea, Dende, etc., todavía están pendientes de ser clasificados de cuerpos menores o de planetas enanos.

10. Yo me pido un deseo

Los meteoritos, de formas amorfas, son me atrevo a decir, los objetos celestes que más curiosidad despiertan. ¿Qué pasó hace 65 millones de años ¿Porqué se extinguieron los dinosaurios? Los estudiosos de la materia piensan que pudo tratarse de un fuerte impacto en nuestro planeta provocado por una cabeza cometaria de un tamaño aproximado a 10 km. La tierra emergida, que empezó estando unida en un supercontinente llamado “Pangea” en forma de C se había dividido en varios continentes que iban formando los continentes que hoy se conocen.

El violento impacto provocó un invierno nuclear que sumió a la Tierra en un periodo sombrío, la atmosfera se cubrió de una gran cantidad de partículas de polvo y la temperatura bajó drásticamente y por tanto tiempo, que desbarató la cadena alimenticia y como consecuencia, comenzaron a desaparecer primero los grandes herbívoros que no tenían que comer y posteriormente los carnívoros cuando empezaron a devorarse entre ellos. En ese ambiente inhóspito, solo pequeños animales subsistieron a la hecatombe, llevando a cabo el curso de la evolución hasta nuestros días. Ese impacto se produjo en la zona que hoy conocemos como la Península de Yucatán en México, en el Mar Caribe. Allí sumergido hay restos de un enorme cráter sedimentado de más de 200 km de diámetro.

Grandes catástrofes de impactos se han sucedido a lo largo de los 4.500 millones de años de existencia de nuestro Sistema Solar. De hecho, la formación de los planetas no fue otra cosa, que terribles choques de los escombros solidificados de la gran nube que formó al Sol. Según la teoría de Laplace, una inmensa nube de gas y polvo se contrajo a causa de la fuerza de la gravedad y comenzó a girar a gran velocidad probablemente, debido a la explosión de una supernova cercana. También había muchas colisiones, millones de objetos se acercaban y se unían o chocaban con violencia y se partían en trozos. La cohesión constructiva predominó de tal modo, que en tan sólo 100 millones de años, los planetas y sus satélites, adquirieron un aspecto semejante al actual. Después, cada cuerpo continuaría su propia evolución. Así



pues, los bombardeos de impactos meteoríticos datan desde la formación del Sistema Solar. Sin ir más lejos aunque no está claro, nuestra Luna se originó al impactar contra la Tierra un planeta llamado Theia. Del impacto salieron despedidos una gran cantidad de escombros que se agruparon y formaron la Luna. Desde entonces nuestro satélite equilibra nuestro eje de rotación y ha sido y es, nuestro escudo protector, recibiendo grandes

impactos que de lo contrario sufriría la Tierra.

Cuando un meteorioide se acerca a la Tierra se observa con una gran luminosidad al penetrar el fragmento en nuestra atmósfera. Si son muy grandes se les denomina “bóolidos”. Normalmente las partículas se desintegran en la atmósfera. Si llegan hasta la superficie del planeta recibe el nombre de

meteorito, que significa “fenómeno del cielo”. Muchas veces caen al mar, pero los que caen en tierra pueden recuperarse y estudiarse ya que son buenos ejemplos de la materia primigenia de la formación de nuestro Sistema Solar.

Cuando un meteorito cae en tierra firme y en un lugar concreto, mucho antes de que lleguen los científicos, llegan los lugareños y también los recuperadores de meteoritos que con sus aparatos detectores los encuentran, para luego comercializar con ellos. Hay muchas clases de meteoritos que provienen la mayoría de asteroides o de cometas, pero también tenemos restos de planetas. Cuando los meteoroides impactan contra la Luna o Marte, al formarse el cráter se sucede una expulsión de fragmentos de esos mismos cuerpos, que salen despedidos y llegan a veces a caer a nuestra superficie.

La composición de los meteoritos suele ser rocosa, pero hay una mínima cantidad que contienen gran cantidad de hierro. Un 1% tienen ambas composiciones, es decir, están formados por minerales rocosos y hierro; a estos se les llaman “litosideritos”. El 86% de los meteoritos que caen a la Tierra son “condritas” las cuales, contienen pequeñas partículas redondas o “cóndrulos”, compuestos por minerales de silicato y pequeñas cantidades de materia orgánica, donde puede haber aminoácidos. Las condritas tienen tanta antigüedad como el propio Sistema Solar y son materiales del cinturón de asteroides, ese gran grupo de rocas entre el planeta Marte y Júpiter, que no llegaron a juntarse en un gran cuerpo. El 8% de los meteoritos encontrados son “acondritas” parecidas a las rocas ígneas terrestres y que se caracterizan por haber sufrido procesos de fusión y diferenciación en el planeta o asteroide del cual proceden. El 5% restante son metálicos, con trozos de hierro-níquel que proceden del núcleo de los asteroides. Y tan solo el 1% de los meteoritos son mezcla de metales de hierro-níquel y minerales de silicato. Los meteoritos son de pequeño tamaño (de 100 micrómetros hasta 50 metros de diámetro).



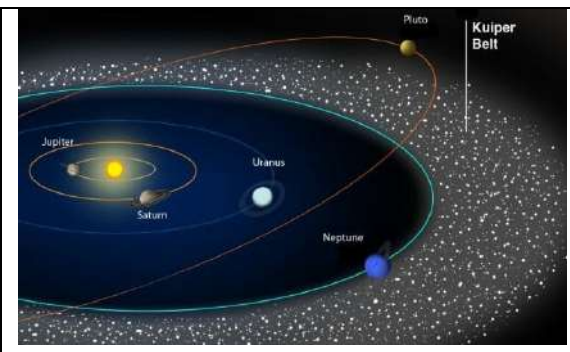
El meteoro es un fenómeno luminoso que se produce cuando un meteoroides atraviesa la atmósfera terrestre, a veces dejando detrás una estela luminosa persistente. Su nombre popular es la de estrella fugaz. Los meteoros adquieren un color u otro dependiendo de su composición química y la interacción de los átomos y moléculas en la atmósfera. El Sodio (Na) produce una luz amarillo-anaranjado, el hierro (Fe) luz amarilla, el magnesio (Mg) luz azul-verdosa, el calcio ionizado (Ca⁺) violáceo y las moléculas de nitrógeno atmosférico (N₂) y átomos de oxígeno (O) dan una luz rojiza.

Los cometas son otros cuerpos del Sistema Solar muy interesantes y emotivos de observar. Proceden de dos grandes cinturones: la lejana “Nube de Oort”, llamada así en honor al astrónomo holandés Jan Hendrik Oort, gran investigador de la radioastronomía. Esa nube es una gran esfera que circunda el Sistema Solar y de ahí parten los cometas que describen órbitas elípticas enormes, que llegan a tardar incluso miles de años en dar una vuelta alrededor del Sol. Las órbitas están en cualquier plano, por lo que la nube debe ser esférica. Pero existen otros cometas cuyo periodo orbital es más corto, menor a 200 años, y por lo tanto más cercanos al Sol, como el famoso cometa Halley

que nos visita cada 76 años. Esos cometas están en el mismo plano que los planetas, lo que llevó al astrónomo norteamericano Gerard Kuiper a pensar que debían proceder de una zona más allá de Neptuno, que se denominó en su

honor, el “Cinturón de Kuiper”, donde están Plutón y los planetas enanos Eris, Makemake, Haumea, etc.

Los cometas poseen un núcleo que puede oscilar entre 1 y 100 kilómetros, que está compuesto por un conglomerado de roca y polvo que se mantiene unido por el hielo; que nos habla de las bajas temperaturas donde se encuentran ubicados los cometas. Los compuestos que más abundan en ellos son: amoníaco, monóxido de



carbono, metano, y agua. Si os fijáis esta composición es rica en compuestos de naturaleza orgánica, por eso muchos científicos creen que son los cometas los causantes de la propagación de la vida en el Universo. Lo que puede significar que impactos cometarios contra la Tierra en su temprana formación, pudieron dar origen a los seres vivos. Un astrónomo norteamericano Fred Whipple dio el término de “bola de nieve sucia” para referirse a los núcleos de los cometas, pero hoy sabemos que hay mucho más que nieve sucia.

Cuando los cometas se encuentran lejos del Sol, son conglomerados inactivos, pero estos núcleos pueden perturbarse, es decir, alterar su ritmo orbital y es entonces cuando salen despedidos bien fuera del Sistema Solar o bien hacia su interior: el Sol. Se cree que la consecuencia de estas perturbaciones son el tránsito de una estrella, una enana marrón cercana a nuestro Sistema Solar o de un planeta en el caso del cinturón de Kuiper. Cuando el núcleo cometario es despedido hacia el interior del Sistema Solar, al acercarse entre 5 y 10 Unidades Astronómicas al Sol (la distancia media entre la Tierra y el Sol es de 1.5 millones de Km, a esa distancia se le llama 1UA), la radiación solar le afecta y entonces los materiales del núcleo “subliman” que significa pasar directamente del estado sólido al gaseoso (eso les diferencia de los asteroides) siendo en este instante cuando se forma la llamada “coma” (cabellera en latín), que no es otra cosa que esa gran envoltura gaseosa que rodeará al núcleo. Dependiendo de la cantidad de compuestos que se sublimen, esta coma podrá alcanzar hasta 100 mil kilómetros de tamaño.

Pero lo que hace que un cometa nos provoque admiración al contemplarlo es su majestuosa cola, cuya extensión dependerá de la cantidad de material expulsado y del tamaño del núcleo. Los componentes volátiles del núcleo al interactuar con el viento solar, forman una cola que puede llegar a alcanzar hasta 100 millones de kilómetros y triplicar incluso esta distancia en casos excepcionales. Las colas pueden tener dos formas, la llamada “cola de gases” que es recta, de color azul y se proyecta desde el núcleo en dirección contraria a la posición del Sol y una “cola de polvo”



que es curvada, de color amarillo y formada por partículas sólidas desprendidas del núcleo por efecto de las erupciones del gas a presión. La composición es por tanto, partículas de polvo y gas ionizados las cuales miden entre una milésima de milímetro hasta un centímetro, siendo precisamente estos pequeñísimos fragmentos de material los que nos caen en forma de lluvia de estrellas, atraídos por la gravedad terrestre cuando atravesamos, en nuestra traslación alrededor del Sol, la trayectoria que de un cometa. El radiante indicará el punto del cielo del cual parecen salir los meteoros de una lluvia de estrellas (utilizando el nombre de la constelación) y se mide mediante las coordenadas Alfa para la ascensión recta y Delta para la declinación.

Cuando un cometa en su órbita elíptica se acerca al Sol, al punto más próximo al éste en dicha órbita se le denomina perihelio y, va a velocidades de hasta 600.000 km por hora; al punto más lejano al Sol en órbita se le llama afelio y por esa zona de su trayectoria, el cometa se mueve muy despacio, hasta 60 km por hora. Estas trayectorias puede llegar a hacerlas hasta dos mil veces antes de sublimarse completamente, lo que significa que en cada órbita el cometa va perdiendo material y disminuyendo de magnitud hasta apagarse y con el último resquicio de combustible que le quede, convertirse en un asteroide, no pudiendo volver a recuperar masa. Cuando un cometa se acerca al Sol, entre su venida y su ida podemos gozar de muchas noches de observación y obtener buenas fotografías. Muchos cometas tienen su fin estrellándose contra el Sol e incluso contra algún planeta como ocurrió en la

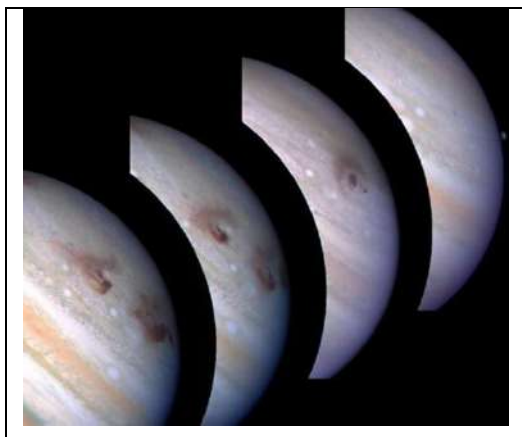


Tierra hace 65 millones de años cuando vivían los dinosaurios o en 1994 cuando el cometa Shoemaker-Levy 9 chocó contra la atmósfera de Júpiter formando un rosario de impactos.

Los cometas han sido observados desde que el hombre puebla la Tierra, pero fue a partir del telescopio que los astrónomos los investigaron con mayor detalle. Por muchos años descubrir cometas fue la prioridad de astrónomos y observatorios; el mismo Charles Messier catalogó un centenar de objetos celestes buscando cometas. Los cometas son bautizados por sus descubridores, normalmente con sus apellidos. El astrónomo aficionado Terry Lovejoy de Brisbane (Australia) lleva descubiertos cinco cometas. El primero fue en marzo de 2007 (E2), luego en mayo 2007 (K5), el tercero en noviembre de 2011 (W3) y el cuarto en septiembre de 2013 (R1). El 17 de agosto de 2014, descubrió su quinto cometa (Q2), y todos llevan su apellido. Cuando Terry apenas tenía 5 años, su abuela ya le relataba la experiencia que ella vivió en 1910 con la visión del famoso cometa Halley y su padre le relataba la visión del espectacular cometa Ikeya-Seki que se observó en 1965.

Un cometa que dio mucho que hablar y que ha pasado a los anales de la historia es el Shoemaker-Levy 9 (D/1993 F2). Fue el cometa que fragmentándose colisionó contra el planeta Júpiter en 1994. Sus descubridores fueron un matrimonio Eugene y Carolyn Shoemaker (EEUU) y David Levy (Canadiense). Lo descubrieron el 24 de marzo de 1993 en una fotografía

tomada por la cámara Schmidt del Observatorio de Monte Palomar en California (EEUU). Estos tres astrónomos con una trayectoria ejemplar descubriendo cometas, llegaron a visualizar juntos hasta 11 cometas y Carolyn en el 2002 ostentó el record del mayor número de cometas descubiertos por una única persona, la friolera de 32 cometas. Y Levy no se quedó corto ya que tiene un total de 21 cometas en solitario. Además no solo descubrieron cometas sino centenares de asteroides y que el Dr. Eugene, que participó en el entrenamiento de los astronautas del programa Apolo a la Luna, falleció en 1997 y parte de sus cenizas fueron llevadas con la sonda espacial "Lunar Prospector" hasta la Luna, siendo por ahora la única persona sepultada allí.



Los cometas durante años fueron los más perseguidos por los astrónomos. Un astrónomo de época era más apreciado si había descubierto un cometa, como por ejemplo Charles Messier que fue un caza cometas y, gracias a ello, nos brindó con un magnífico catálogo de objetos celestes: galaxias, cúmulos estelares y nebulosas.

Al igual que a los cometas, los descubridores de asteroides los bautizan, pero a estos no se les pone el apellido del descubridor sino cada vez nombres diferentes. El astrónomo catalán Josep Comas y Solá que fuera director del Observatorio Fabra de Barcelona (1904), descubrió 11 asteroides a los que puso el nombre de su ciudad y también el de su segunda esposa (Amelia) y de la hermana de esta (Mercedes), también descubrió dos cometas del cual el segundo, lleva su propio nombre (32P-1926) y el primero (C/1925 F), lleva dos nombres, el suyo y el de Schain, ya que los dos astrónomos lo descubrieron simultáneamente.

Las designación de los cometas se basan en si son o no periódicos, es decir, si nos visitarán cada x años (P) o solo pasará una vez alrededor del Sol (C). Para la Unión Astronómica Internacional, un cometa pasa a ser periódico si nos visita como máximo cada 200 años. También se utilizan otras letras tales como: (D) para Desaparecido, (X) órbita aún no calculada y (A) Objeto erróneamente creído cometa y considerado actualmente planeta menor. Antes de 1995 los cometas se designaban con la fecha del año del descubrimiento seguido de una letra que indicaba el número de cometa descubierto ese mismo año (1973 F), luego la letra se cambió por números romanos (1973 XII) lo que significa que es el sexto cometa descubierto ese año. Si llegaban a descubrirse más cometas que letras hay en el abecedario latino, entonces se continuaba con letras seguidas de números (1991 A1).

En la actualidad se designan los cometas con un método similar al de los asteroides y se realiza poniendo el año del descubrimiento y la quincena, seguido de un número que identifica el orden de descubrimiento dentro de la quincena, siendo la A (del 1 al 15 de enero) y la B (del 16 al 31 de Enero) ... la X (del 1 al 15 de Diciembre) y la Y (del 16 al 31 de Diciembre), la letra i se omite. El C/2001 Q4 (NEAR) significa que es el cuarto cometa no periódico descubierto en la quincena del 16 al 31 de Agosto del año 2001. Así es, lo

descubrió el programa de la NASA "Near-Earth Asteroid Tracking" el 24 de Agosto de 2001.

Normalmente a los cometas se les bautiza con el nombre del observador que hizo el primer reporte de observación. Pero dado que la Comisión espera unos días para asignar el nombre propio del cometa, se aceptan hasta dos nombres más, siendo hasta tres los apellidos que pueden aparecer de los tres primeros observadores que lo reporten, priorizando la fecha. Si el observador es único y además ya ha descubierto varios, se pone su apellido seguido del número de orden de descubrimientos (Tempel 1, Tempel 2). En el caso de que los cometas los descubran los Observatorios, entonces el cometa recibe el nombre de las siglas del observatorio, pero si se trata de la sonda espacial SOHO (Solar and Heliospheric Observatory), la cual ha descubierto desde el espacio más de 2000 cometas de los cuales muchos han chocando contra el Sol, entonces reciben el nombre directamente de SOHO.

Cometas como Enke, Kohoutek, Linear, Hyakutake, West, Bradfield y otros de nombre compuesto como Hale-Boop, Ikeya-Seki, D.Levy-W.Levy-Glinos son cometas para la historia. Pero el más famoso es indudablemente el "Halley" (1P/Halley) cometa periódico que nos visita cada 76 años desde 239 a.C. según se cree. Se vio en 1910 cruzando el cielo diurno y luego con dificultad en el año 1986. Regresará en el año 2061 pero lo cierto es que cada vez se verá más pequeño debido a la masa que pierde cada vez que se acerca al Sol.

Entre los planetas del Sistema Solar, hay gran acumulación de meteoroides formados por la desintegración de núcleos cometarios, es decir, de la masa de la cola que va desprendiéndose y deja un trazo de microfragmentos en su camino que cuando la Tierra pasa entre ellos se originan las famosas lluvias de estrellas y que pueden durar varios días.



La leyenda dice que el hombre que pida un deseo con cada destello que ve iluminar el cielo, el deseo se verá cumplido. O sea, le pedimos deseos a condritas y polvo cometario por tanto seguro que, en una de esas cuantiosas lluvias de meteoritos como las famosas "Perseidas o lágrimas de San Lorenzo" del 10 al 15 de agosto, si pedimos en cada estrella fugaz un deseo, seguramente alguno se cumpla. Pero ojo, que no vayamos a pedirle el deseo a un

fragmento perteneciente a cualquier satélite artificial que el hombre a enviado al espacio exterior. Tened en cuenta que se han mandado por miles y que muchos de ellos desarticulados a veces caen en la Tierra, lo que significa que pedimos nuestros deseos a la chatarra del espacio.

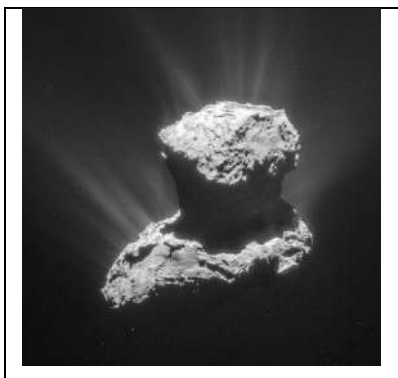
Si buscamos cuales son los objetos más numerosos que pueblan el Universo no debemos quedarnos solo con las estrellas, debiéramos integrar también a esos cuerpos menores que rodean a las estrellas y que forman sistemas planetarios, por ejemplo nuestro propio Sistema Solar. **Los**

asteroides que rodean al Sol son tan numerosos, que superan por así decir, la palabra incalculable.

Cuando se estudiaron las distancias entre los planetas en el siglo XVIII, la ley de Titius-Bode establecía que un planeta estaba aproximadamente al doble de la distancia del siguiente, excepto la distancia entre el planeta Marte y Júpiter que hay el cuádruple. Muchas fueron las conjeturas hasta que a partir de 1800 descubrieron un cinturón de rocas al que llamaron, “cinturón de asteroides” hoy conocido también como “cinturón principal” para poderlo distinguir del “cinturón de Kuiper”. Este cinturón está a una distancia del Sol comprendida entre 2 y 3,5 unidades astronómicas y sus periodos de revolución están entre los 3 y 6 años.

Estos asteroides que orbitan alrededor del Sol en esa región comprendida entre Marte y Júpiter se formaron con la nebulosa protosolar, es decir, a la vez que el resto del Sistema Solar. Justo en ese espacio debió haberse formado un planeta, pero los fragmentos nunca pudieron llegar a consolidarse porque las perturbaciones gravitacionales del masivo Júpiter, produjeron que estos fragmentos chocaran entre sí a gran velocidad no pudiéndose agrupar y dando como resultado millones de residuos rocosos (este fenómeno es similar a lo que sucedió con los satélites cercanos al planeta Saturno, que forman su vistoso anillo). Así pues, la multitud de estos objetos se encuentran dispersos formando un gran anillo alrededor del Sol y a pesar de las distancias entre ellos, a veces chocan entre sí formándose familias de asteroides con una misma composición. En estas colisiones se desprende gran cantidad de polvo que da lugar a la “luz zodiacal” que vemos desde la Tierra. Esto está causado por la dispersión de la luz solar en las partículas de polvo pero no solo la de los asteroides, sino en todo el polvo contenido en el Sistema Solar.

Un hecho curioso de la gran fuerza que tiene la masa de Júpiter en perturbar a los asteroides, son los llamados “huecos de Kirkwood” (astrónomo estadounidense que los observó en 1857), que son zonas donde no pueden orbitar los asteroides debido a las resonancias orbitales de Júpiter. Estas resonancias son capaces de expulsar a los asteroides incluso fuera del Sistema Solar, aunque algunos lo hacen en dirección contraria, hacia el interior llegando incluso a veces a colisionar contra la Tierra. Las investigaciones actuales han encontrado que en estos huecos pueden hallarse pequeños asteroides de órbitas muy excéntricas.



Los asteroides también se clasifican como todos cuerpos estudiados en el Universo y se hace según sea la composición de la superficie del asteroide. Los tres siguientes son los más importantes: Tipo C los que tienen mayor porcentaje de carbono, Tipo M los metálicos (níquel y hierro) y Tipo S los de silicato. Entre tantos cuerpos solo 5 son los que contienen mayor masa y se llaman Ceres, Vesta, Palas, Higia y Juno. El más grande de los cinco es el asteroide Ceres y por eso, en la nueva nomenclatura del

Sistema Solar, lo han considerado junto con Plutón: un planeta enano cuyo

tamaño es de 950 Km de diámetro, similar al de España. Este asteroide fue el primero que se descubrió y lo hizo en 1801 el astrónomo siciliano Giuseppe Piazzi. Los asteroides reciben nombres según sus órbitas. Los más famosos son los llamados “Troyanos” que se mueven sobre la órbita de Júpiter y algunos incluso llegan hasta la órbita de Neptuno. También el planeta Marte tiene un asteroide troyano (Eureka 5261) y también se especula con que Marte capturó a dos asteroides como satélites naturales: Deimos y Fobos. También se han identificado asteroides con órbitas que interseccionan a la de la Tierra; los tres más importantes son los asteroides Amor, Apolo y Atón. Como asteroides coorbitales a la Tierra capturados por la gravedad terrestre tenemos dos muy conocidos: el 2003 YN107 y el 2004 GU9, aunque estos acabarán alejándose.

Cuando un asteroide es descubierto hay que bautizarlo y es el MPC (Centro de Planetas Menores) quien primero lo cataloga mediante el año del avistamiento seguido de unas letras. Una vez establecida su trayectoria se le da un número y el nombre que desee su descubridor con la aprobación de la Unión Astronómica Internacional (IAU). Hay un sin fin de nombres; en un principio se daban nombres mitológicos casi siempre femeninos, hoy se dan nombres de personas famosas, animales o plantas y nombres de ciudades y países como por ejemplo Barcelona (el asteroide 945), China (el 1125), e incluso personajes de ficción como el perro Snoopy o el Sr. Spock de Star Trek (el 2309).

He nombrado antes de forma somera las colisiones de asteroides contra la Tierra, tema este muy interesante, ya que seguro que muchos se preguntan si cabe la posibilidad de que alguna vez nos caiga alguno encima. Cada cierto tiempo la prensa sensacionalista publica amenazas celestiales contra la Tierra. Destruída por cometas o asteroides da mucho de qué hablar. Casi siempre se exagera y noticias como «observan por primera vez un asteroide interestelar y no se parece a nada que hayamos visto antes», asusta. El 19 de octubre de



2017 el telescopio Pan-STARRS 1 en la isla de Maui, Hawai, detectó un objeto en el cielo que viajaba con extrema rapidez, 95 000 km/hora, y un tamaño aproximado de 400 metros proveniente de fuera de nuestro Sistema Solar. En un principio se creyó que se trataba de un cometa, pero no mostró signos de actividad y en

noviembre se le bautizó como 1I/2017 ‘Oumuamua’ que, traducido del hawaiano, significa «el primer mensajero que llega de lejos». Otros telescopios se pusieron a observarlo, como el VLT del ESO y llegaron a la misma conclusión, nunca anteriormente se había visto. Alargado, muy alargado y de forma compleja giraba sobre su eje cada 7,3 horas y su color enrojecido por efecto de la radiación cósmica han hecho pensar que durante cientos de miles de años debió vagar por el espacio antes de entrar en nuestro sistema. Probablemente es algo normal la llegada de estos objetos a nuestro Sistema Solar, pero al ser muy tenues, hasta ahora no se habían detectado.

Con el Telescopio Espacial Hubble los científicos del Instituto Max Planck descubrieron un extraño tipo de objeto también inédito, ubicado en el cinturón de asteroides entre Marte y Júpiter, se trataba de un asteroide binario, es decir, dos asteroides de tamaños similares separados unos 100 km que giraban uno alrededor del otro y además eran activos y se comportaban como un cometa ya que emitían su propia cola de gases. Esta noticia, que nos llegó en septiembre de 2016 sobre un asteroide ya detectado en el año 2011, revolucionó los conceptos de asteroide como roca inerte y cometa de polvo, hielo y gas que va dejando un rastro de cola o cabellera. A este objeto se le designó con el nombre de 288P y gracias a su descubrimiento hoy sabemos que hay objetos mixtos. En septiembre de 2017 se dio la noticia de que un asteroide de los más grandes detectados en los últimos veinte años (4,4 km de diámetro) pasaría junto a la Tierra. Espeluznante noticia a no ser que se omitiera que lo iba a hacer a 7 millones de kilómetros de nosotros, unas veinte veces la distancia entre la Tierra y la Luna.

Llamado Florence es un **NEO** (Objeto Cercano a la Tierra), pero hay que saber que estos asteroides tienen un periodo, como algunos cometas, y Florence ya nos visitó anteriormente en 1890 y se espera que regrese dentro de unos 500 años, pero esta vez un poco más cerca. Lo bueno que tiene que pase cerca y sea grande es poder estudiarlo con telescopios y sensores de radar como los de Arecibo, que intentarán detectar su superficie con una precisión de hasta 10 metros. Los NEO se avistan y se clasifican, pero por ejemplo el asteroide 2012 TC4, que pasará a tan solo 50100 km de la Tierra, esto es por ahí al lado, no es peligroso porque mide apenas 15 metros.



Otro NEO muy famoso detectado en junio de 2004 por los investigadores Roy A. Tucker, David J. Tholen y Fabrizio Bernardi desde el Observatorio Nacional de Kitt Peak en Arizona es el objeto que se llamó de forma provisional 2004 MN4 y posteriormente una vez bien calculada su órbita se le

denominó 99942. Se trata del famoso Apofis nombrado por Toker y Tholen, fanáticos de una serie americana (*Stargate SG-1*), cuyo protagonista alienígena se llama así. El impacto contra nuestro planeta de este asteroide de aproximadamente unos 350 metros de diámetro, desencadenaría una potencia muy superior a cualquier bomba nuclear conocida. Su periodo orbital es de 323,513 días alrededor del Sol, lo que significa que su trayectoria atraviesa la órbita de nuestro planeta dos veces en cada vuelta al Sol. La NASA y la ESA le calcularon diversas trayectorias y como la de mayor acercamiento, con una magnitud visual de 3,3, la datan para el 13 de abril de 2029; otros cálculos lo datan para el 13 de abril pero de 2036. Aunque los expertos auspician ciertas probabilidades de colisión. Con la Escala de Turín, un método de clasificación astronómica que va del 0 al 10, a los objetos del tipo NEO se le da un valor de 4, y en la escala logarítmica de Palermo, que va del -2 al 2, de 1,1.

Los rusos, a lo película *Armageddon*, dicen que actuarán bombardeando un asteroide peligroso y lo destruirán con misiles nucleares. Pero la NASA ya ha comenzado a diseñar un plan para impactar una nave espacial de poco tamaño (unos dos metros) contra un asteroide con la finalidad de comprobar si puede desviarse. El proyecto denominado DART (*Double Asteroid Redirection Test*), en manos de los científicos del Laboratorio de Física Aplicada Johns Hopkins en Laurel, Maryland, se basa en la técnica del impactador cinético. Éste se experimentará en el año 2024 sobre un asteroide binario que ya tienen escogido el Didymos B y, así se podría observar el alejamiento del Didymos A. Este proyecto experimental tiene como finalidad proteger a nuestro planeta de un futuro impacto catastrófico.

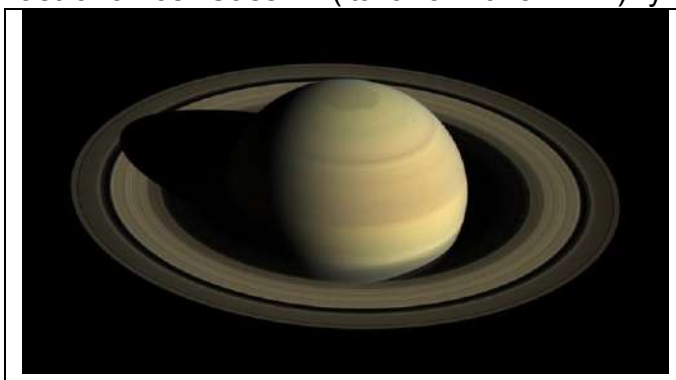
Ya que este largo capítulo versa sobre los cuerpos menores, hay que hacer alusión a los anillos de los planetas gaseosos donde sin duda, Saturno es el más espectacular. Pero todos los planetas gaseosos, Júpiter, Urano y Neptuno tienen anillos. Incluso el asteroide Chariklo, un planetoides que se halla entre Saturno y Urano, a unas 16 Unidades Astronómicas del Sol y descubierto el 15 de febrero de 1997 por el americano James V. Scotti. Chariklo es el mayor de los asteroides llamados “Centáuros”. Posee dos anillos planetarios los cuales fueron observados en junio de 2013 desde ocho lugares distintos en una colaboración internacional, midiéndolo mediante su tránsito por delante de una estrella. Estos anillos son de gran densidad 7 y 3 km de anchura y están separados por una zona oscura de unos 9 km y poseen un radio orbital de unos 400 km aproximadamente cada uno.



Los anillos de los grandes planetas gaseosos poseen propiedades similares como su composición, formada por incalculables partículas en órbitas independientes las cuales se sitúan en el plano ecuatorial formando una muy delgada región como, por ejemplo, en Saturno. Sus anillos dejan de verse cada 11 años y esto es debido a la inclinación que Saturno adquiere; parece ponerse recto visto desde la Tierra y pasa a ser observado por telescopio como una bola redonda sin más. Otra característica de todos, es que estos se encuentran muy cerca del planeta y poseen incluso, muy cerca de ellos o dentro de ellos, pequeñísimos satélites redondeados llamados “lunas pastoras”. Pero, por otro lado, cada planeta

tiene sus particularidades, como Júpiter por ejemplo, que a pesar de ser tan gigante tiene un solo anillo muy brillante que casi toca al planeta y está constituido por silicatos, pero tan débil que no lo vemos desde la Tierra. Lo descubrió la sonda Voyager y fue estudiado en los años 90 por las sondas Galileo, Cassini, New Horizons, el Telescopio Hubble y grandes observatorios terrestres. Después de Saturno, el planeta Urano le sigue con 9 anillos descubiertos en 1977; son muy oscuros y también constituidos por silicatos y estos si se pueden observar desde la Tierra. Finalmente Neptuno, parecido a Júpiter posee unos anillos muy tenues y débiles de polvo helado, que solo la sonda Voyager 2 en 1.989 pudo observar.

El espectacular Saturno que no deja impasible a nadie que lo observa por primera vez a través de un telescopio, tiene muchos anillos que se dividen en siete segmentos importantes, separados algunos por espacios vacíos. Los astrónomos Cassini (italiano 1625-1712) y Encke (alemán 1791-1865) los estudiaron y clasificaron y se sabe que su composición es de hielo de agua a una temperatura tan baja que se asemeja a las rocas.

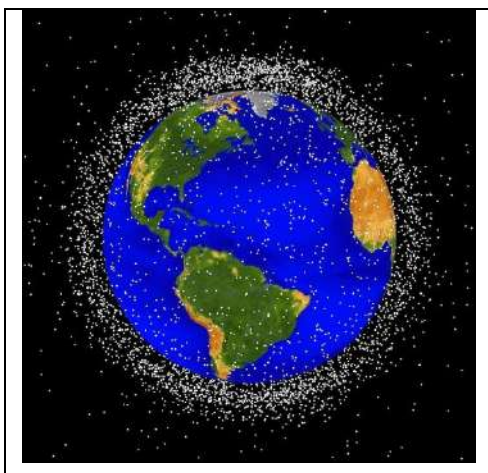


Los espectaculares anillos planetarios no tienen un origen cierto, se cree incluso que llegaron a desaparecer y son el resultado del

rompimiento de un satélite o satélites naturales que pudieron sufrir un gran impacto o bien, al intentar consolidarse de la materia primigenia demasiado cerca del planeta, éste con su gran gravedad no dejó que se formara. Hay un límite llamado de Roche, por el astrónomo francés que en 1848 dedujo que hay una distancia mínima de una luna a su planeta, donde el objeto puede mantener su estructura gracias a su propia gravedad, pero a partir de esa distancia hacia el planeta puede llegar a destruirse.

11. ¡Qué es eso que brilla tanto!

No hace luces de colores, no se oye, pero parece una gran estrella brillante que se mueve en el cielo nocturno y va haciéndose menor su brillo, hasta desaparecer. ¿Qué es, un ovni? Pues no, porque sí que es un objeto identificado, es sencillamente un satélite artificial. Y esos que aparecen y desaparecen, y son fantásticos de observar, son los de telefonía móvil y se llaman Iridium. En realidad es su antena parabólica que gira y brilla al darle el Sol, por eso a veces lo vemos con un gran destello (hasta magnitud - 8) y al momento, con la antena de espaldas a nosotros, ya no la vemos brillar; y otra vez el gran destello y así hasta verlo alejarse y desaparecer. Estos satélites de comunicación orbitan muy cerca de la Tierra a 780 km de altura y pueden ser peligrosos cuando quedan obsoletos, porque nos pueden caer sobre nuestro planeta. Los Iridium son satélites de comunicación que giran alrededor de la Tierra de polo a polo en 100 minutos. Los diseñó Motorola y el nombre viene del “Iridio” cuyo número atómico es el 77, igual al número de satélites que se iban a construir, pero luego se construyeron solamente 66. Se pusieron en funcionamiento el 1 de Noviembre de 1998 y quebró financieramente la empresa el 13 de agosto de 1999 por el gran coste en los terminales móviles. Hoy debido a que carecen de alta velocidad, se utilizan para el envío y recepción de correos electrónicos en formato texto o para móviles solo de voz, siendo útiles sobre todo para las fuerzas aéreas y la marina.



Si saliéramos de la Tierra, lo primero con lo que nos topáramos sería con miles de satélites artificiales. Se han enviado más de 6000 y sirven para los móviles, la meteorología, para Internet, para la telecomunicación, para el GPS, con fines científicos, para observar el Universo, y para fines militares y de espionaje. Los satélites artificiales dan vueltas alrededor de la Tierra, pero casi todos tienen órbitas geoestacionarias o geosíncronas como el Meteosat que se utiliza en meteorología; casi todos son de comunicación describiendo órbitas sobre el Ecuador terrestre con la misma velocidad angular que la Tierra por tanto, permaneciendo inmóviles sobre un mismo punto del globo. No sabemos todavía las consecuencias de tanto satélite sobre nosotros, porque esta modernidad es muy reciente y hay que tener en cuenta que apenas en unos pocos años las tecnologías nos están desbordando.

Los satélites tienen nombres porque todo se bautiza y para nada son eternos. Los satélites tienen una vida útil definida y al finalizar ésta se convierten en un gran problema: la llamada “basura espacial”. Desde hace ya más de medio siglo, los rusos y norteamericanos fueron los primeros en enviar satélites al espacio, después les siguieron los franceses, japoneses, chinos, ingleses, la India y otros muchos países que con ayuda de los países que poseen lanzaderas propias, han puesto en órbita sus proyectos, como España

que ha lanzado ya 12 “Intasat”; el primero que envió fue el 15 de Noviembre de 1974.

El tráfico espacial que el hombre ha generado empieza a ser un problema, porque el perímetro de la Tierra es limitado. Actualmente las Agencias Espaciales barajan varias posibilidades para dar solución, una por ahora descartada es devolverlos a la Tierra y para ello es necesario destruirlos en pequeñas partes mediante choques con otros satélites en órbita y luego, que esos trozos pequeños reentren en nuestra atmosfera y gracias a las grandes temperaturas que alcanzarían, se desintegrarían. Este proceso tiene sus limitaciones, porque cabe la posibilidad de que los trozos no se desintegren y que puedan bombardearnos así que, por ahora la solución es crear un cementerio de satélites, como zona de retiro para los satélites que ya no sirven. Esta zona se ubica de unos 300 a 500 km por encima de la órbita de los satélites operativos para evitar posibles colisiones con satélites útiles. Para alcanzar la zona cementerio hay que darle un último impulso al satélite que va a ser enviado, pero no todos tienen suerte de conseguirlo. En la actualidad ya hay unos cuantos y desde 2002, Estados Unidos exige que se desplacen a esa zona los satélites inoperantes, pero la llamada “chatarra o basura espacial” está ahí, sin mayor solución. El hombre actual con su tecnología, ha sembrado tanto la Tierra como nuestro espacio inmediato de “basura” la cual ha sido fácil de crear, pero es muy difícil de destruir.



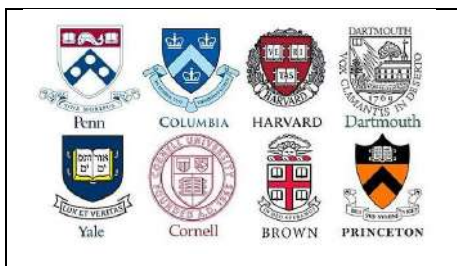
También se han producido colisiones entre satélites. La primera fue el 10 de febrero de 2009 a 776 km sobre la península de Taimyr en Siberia. La colisión se produjo entre los satélites Iridium 33 y Cosmos 2251 dando lugar a más basura espacial no programada (el llamado síndrome de Kessler o cascada en ablación). De hecho, la Estación Espacial Internacional está blindada para impedir posibles choques de “débris” (en inglés escombro). Y anecdótico también es comentar que la primera Estación tripulada, la llamada MIR (Paz en ruso) fue destruida de forma controlada el 23 de marzo de 2001, después de 13 años en órbita, haciéndola caer al Océano Pacífico. El trozo más grande tenía el tamaño de un coche. En el año 2014 la CCCP rusa propuso construir un mega aparato de 4 toneladas capaz de lanzar hasta 10 satélites de golpe, todavía más lejos del cementerio actual, pero el coste supera los 300 millones de dólares, así que aun está en estudio.

Por Internet se puede averiguar las coordenadas y hora del tránsito de la estación ISS o de la china Tiangong y verlas pasar como un punto muy luminoso que no destella y pasa muy deprisa hasta desaparecer.

12. Por Físicas o por Matemáticas: yo quiero ser astrónomo

Muchos jóvenes saben ya con antelación antes de acabar sus estudios de bachiller, cuáles son sus preferencias para estudiar una carrera, pero otros no saben o no les llega la nota para alcanzar a entrar en la carrera que desean y, lo más triste, los estudiantes que siendo aplicados no consiguen una beca suficiente para poder costearse esa carrera tan ansiada como profesión.

La Astronomía es una ciencia que podemos estudiar en varias carreras, escogiéndola bien en Físicas que se especializan en Astrofísica o bien en Matemáticas donde la especialización es en Astronomía. También, con masters desde otras titulaciones como por ejemplo, los ingenieros aeronáuticos y aeroespaciales. A día de hoy, todavía no existe una Universidad en España donde se pueda estudiar la licenciatura de Astronomía. La palabra Astronomía proviene del latín y del griego y se define como la ciencia que se ocupa del estudio de los cuerpos celestes del Universo. Su estudio engloba, por tanto, a nuestro Sistema Solar con todos sus planetas, satélites, cometas, etc. y, todos esos objetos conocidos del Universo como son, las galaxias, las estrellas, la materia interestelar y la materia oscura.



La Astronomía es una de las ciencias más antiguas. En las civilizaciones antiguas se la llamaba “Cosmogonía”, La cosmogonía es un relato del origen del cosmos y su posterior evolución. Todas las religiones poseen un cosmogonía que se puede identificar con un proceso de creación o emanación. Mitos y leyendas conforman historias en donde los

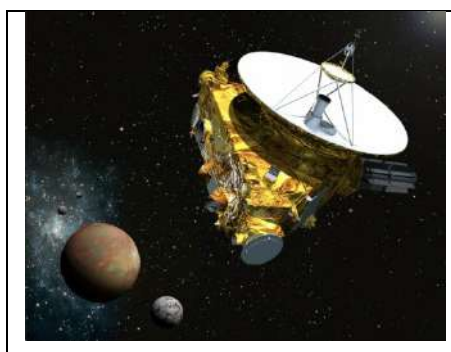
dioses se cruzan en disputas y conflictos que finalmente concluyen en la creación del universo. Este tipo de relatos son originarios de las primeras civilizaciones y pueden rastrearse en la mitología sumeria y egipcia y en otras más recientes cronológicamente, como las nórdicas y las amerindias. Estaba ligada a la mitología y a las predicciones, y solo la observación directa a simple vista tenía sentido, obviando la física y los conceptos. Fue la cultura griega quien hizo el mayor aporte a este estudio y avances, como calendarios muy exactos y las magnitudes. Hasta los siglos XVI y XVII no apareció la física en la Astronomía, la cual trajo grandes novedades, aunque después del Telescopio de Galileo Galilei, las observaciones primaron con su precisión y casi exactitud.

La Astronomía estudia la estructura y la composición de los astros, su localización y las leyes de sus movimientos y se divide en tres ramas principales llamadas, la Astronomía Fundamental, la Astrofísica y la Cosmología. La primera es la Astronomía de posición con sus conceptos y métodos, estudiando la geometría métrica para resolver y definir los problemas que puedan plantearse. La posición y el movimiento de los astros, su planteamiento y su resolución, por ejemplo en el movimiento diurno de los astros, la datación y medidas astronómicas con escalas de tiempo y actualmente para calcular y determinar la órbita que deben seguir los satélites artificiales. La rama de la Astrofísica se refiere al desarrollo de la física aplicada

es decir, emplea la física para poder explicar las propiedades y fenómenos de los cuerpos celestes a través de sus leyes y fórmulas y explica el medio interestelar e intergaláctico. Cuando se comprendió que los elementos que encontramos en la Tierra son los mismos que se encuentran en el Universo y que en ambos se aplicaban las mismas leyes de la física, se entendió claramente el fundamento de la Astrofísica. Y finalmente, la rama de la Cosmología que se ocupa del estudio de las leyes generales del origen de la Tierra y la evolución del Universo, estudiando la estructura del Universo a gran escala y el lugar que ocupamos en él los seres humanos.

Los astrónomos modernos trabajan en dos campos bien diferentes dentro de la Astronomía, mientras unos se dedican a la observación, otros se dedican a teorizar. Los astrónomos observacionales realizan un estudio directo mediante aparatos ópticos (los telescopios) y de radio (la radioastronomía), investigan las estrellas, los planetas, las galaxias, etc. Los astrónomos teóricos se dedican a dar las explicaciones de los datos obtenidos por los observadores, tras analizar los resultados. Expresan modelos a seguir para realizar nuevas observaciones y así, poder llegar a óptimas conclusiones. Utilizan modelos matemáticos de análisis y muchísimas simulaciones numéricas. Su principal herramienta es hoy en día las computadoras. En realidad el astrónomo teórico ayuda al observacional a refutar, es decir, a hacer válidas sus observaciones por tanto unos y otros se complementan.

Dentro de la Astronomía hay una larga lista de sub-campos de investigación. Los astrónomos se especializan en fenómenos diferentes como por ejemplo los estudiosos de los planetas (planetaristas) o del astro rey el Sol (heliofísicos); del estudio estelar, de los agujeros negros y de las enanas blancas, de las nebulosas y supernovas. La Fotometría es la que estudia a los objetos brillantes al pasarlos por diferentes filtros y la Espectroscopia que estudia los espectros de los objetos celestes, ayudan mucho a las investigaciones. También hay los estudiosos galácticos, de nuestra galaxia y de otras galaxias. Luego tenemos la Astrometría que estudia la posición de los objetos celestes y sus cambios posicionales, siendo el campo más antiguo en la Astronomía. Ésta calcula los movimientos que permiten predecir eventos astronómicos como por ejemplo los eclipses, o cuando volverán a pasar los cometas periódicos. En el campo de la Astrobiología se estudian los fenómenos biológicos del Universo y en la Arqueoastronomía se investiga sobre la relación que hay entre fenómenos astronómicos y monumentos antiguos. Se puede incluso dedicar al estudio de la de alta energía que investiga los núcleos activos de galaxias, supernovas, etc. o la relativista que escudriña entre las ondas y las lentes gravitacionales y los agujeros negros y finalmente la computacional que con la informática y el uso de programas de ordenador se consiguen simulacros de auténticos análisis de espectros.





ApEA, la Asociación para la Enseñanza de la Astronomía, nació en 1995 para acoger a todas las personas que se dedican a la enseñanza de la Astronomía en centros educativos, planetarios, museos de la ciencia, agrupaciones de aficionados y clubes de estudiantes.

ApEA engloba a todos los interesados en la enseñanza de todos los niveles educativos reglados -desde la enseñanza primaria hasta la universitaria- así como los no reglados. También organiza reuniones de formación para sus socios y publica materiales de interés didáctico, como la presente colección.

Más información en www.apea.es

