

UN VIAJE AL UNIVERSO II

DE PLANETAS, ESTRELLAS Y OTROS ASTROS

Stella Maris Malaroda



Ilustraciones: LEANDRO GONZÁLEZ

UN VIAJE al UNIVERSO II

DE PLANETAS, ESTRELLAS y otros astros

Stella Maris Malaroda

Ilustraciones: LEANDRO GONZÁLEZ

Malaroda, Stella Maris

Un viaje al universo II : de planetas, estrellas y otros astros . - 1a ed. - La Punta :
Universidad de la Punta, 2012.
E-Book.

ISBN 978-987-1760-27-5

1. Ciencias para Niños. 2. Astronomía. I. Título
CDD 520.054

Fecha de catalogación: 17/04/2013

Autor

Stella Maris Malaroda

Ilustraciones

Leandro González

Diseño

Rocío Juárez, Micaela Figini

Edición

Darío Calderón

1ª edición

ISBN: en trámite

© **Universidad de La Punta, 2011**

Queda hecho el depósito que establece la Ley 11.723

Libro de edición argentina

No se permite la reproducción parcial o total, el
almacenamiento, el alquiler, la transmisión o la
transformación de este libro, en cualquier forma o por
cualquier medio, sea electrónico o mecánico, mediante
fotocopias, digitalización u otros métodos sin el
permiso previo y escrito del editor. Su infracción está
penada por las leyes 11.723 y 25.446

DEDICADO A MIS QUERIDOS NIETOS, LA LUZ DE MIS OJOS.

13

Agradezco, muy especialmente, a la Sra. rectora de la Universidad de La Punta, San Luis, Dra. Alicia Bañuelos, por posibilitarme concretar uno de mis sueños: escribir un libro dedicado a la astronomía para niños. Al Sr. Ing. Alejandro Munizaga, secretario de Ciencia y Técnica de dicha Universidad, por su constante apoyo y comentarios, que mejoraron la presentación de este libro. A la Sra. Natalia Perinetti y su grupo de comunicaciones de la Universidad de La Punta, por su excelente trabajo de edición.

Al Arq. Leandro González, por sus magníficos dibujos que permitieron aclarar varios de los temas desarrollados, además de fructíferas discusiones científicas.

Por último, mi eterno agradecimiento a Hugo Levato, quién me acompaña en la vida y en esta maravillosa ciencia desde hace tantos años.

A todos ellos, ¡gracias!

ÍNDICE

Introducción	8
Capítulo 1	10
Modelo Geocéntrico y Modelo Heliocéntrico del Universo: la gran batalla de la antigüedad.	
1.1.- Modelo de Universo Geocéntrico	
1.2.- Modelo de Universo Heliocéntrico	
Capítulo 2	14
El Sistema Solar	
2.1.- Los planetas del Sistema Solar	
2.2.- Descubrimiento de cuerpos menores	
2.2.1- Los asteroides	
2.2.2- Los cometas	
2.2.3- Meteoroides	
Capítulo 3	21
Sol, Tierra y Luna: una relación muy especial	
3.1.1- Efectos físicos sobre la Tierra: las mareas	
3.1.2.- Efectos físicos sobre la Tierra: la rotación terrestre	
3.2.1.- Efectos geométricos: las fases lunares	
3.2.2.- Efectos geométricos: los eclipses	
Capítulo 4	27
Más allá del Sistema Solar: las estrellas	
4.1.- Las estrellas: distancias, tamaños y temperaturas	
4.1.1.- Distancias	
4.1.2.- Tamaños	
4.1.3.- Temperaturas	
4.2.- ¿Qué son las estrellas?	
4.2.1.- ¿Cómo nacen las estrellas?	
4.2.2.- La "vida" de las estrellas	
4.2.3.- La "muerte" de las estrellas	

Capítulo 5	38
Las estrellas: ¿solas o acompañadas?	
Capítulo 6	40
Las Galaxias	
6.1.1.- Clasificación de galaxias	
6.1.2.- La Vía Láctea, nuestra Galaxia	
6.1.3.- Galaxias en general	
6.1.4.- Grupos de Galaxias	
6.1.4.- Actividad entre galaxias	
Capítulo 7	50
Algunas páginas interesantes	
Capítulo 8	51
Conclusiones: modelo de universo	

"Todas las verdades son fáciles de entender una vez que ellas fueron descubiertas; el punto es descubrirlas".

Galileo Galilei
(1564-1642)

"Hay dos formas de felicidad o satisfacción a las que están adaptados los mortales; experimentamos la primera cuando pensamos, y la segunda cuando sentimos.

La primera es la más pura y simple. Permitid que un hombre sepa qué clase de ser es, lo grande que es el ser que le trajo a la existencia, lo absolutamente transitorio que es todo en el mundo material, y permitidle comprenderlo sin pasión, con tranquilo talante filosófico, y yo sostengo que entonces será feliz, todo lo feliz, en realidad, que le es posible."

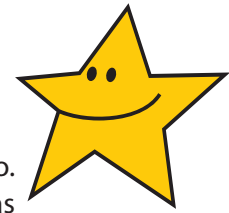
William Herschel
(1738-1822)

"Si descubrimos una teoría completa, con el tiempo habrá de ser, en sus líneas maestras, comprensible para todos y no únicamente para unos pocos científicos. Entonces todos, científicos y la gente corriente, seremos capaces de tomar parte en la discusión de por qué existe el Universo y por qué existimos nosotros. Si encontramos una respuesta a esto, sería el triunfo definitivo de la razón humana, porque entonces conoceríamos el pensamiento de Dios"

Stephen W. Hawking
Historia del Tiempo

(1942)

INTRODUCCIÓN



En este libro comenzaremos nuestro viaje de descubrimiento del Universo. Veremos qué astros lo conforman, podremos averiguar sus dimensiones y las distancias a las cuales se encuentran.

Algunas de las preguntas que trataremos de responder son:

- 1) ¿Cómo se formó nuestro Sistema Solar?
- 2) ¿Cuántos y cuáles son los cuerpos celestes que lo componen?
- 3) ¿Podemos encontrar otros planetas en nuestro Sistema Solar?
- 4) ¿Cuáles son las dimensiones del Sistema Solar?
- 5) ¿Qué hay más allá de él?
- 6) ¿Cómo se formaron las estrellas?
- 7) ¿Hay otros planetas como la Tierra o Júpiter fuera del Sistema Solar?
- 8) ¿Los diferentes cuerpos celestes, están solos en el espacio o se agrupan?
- 9) ¿Qué son las galaxias?
- 10) ¿Cuántas hay?
- 11) ¿Dónde se acaba el Universo?

Y estas son sólo algunas pocas preguntas...

Desde siempre, hay una pregunta muy compleja que la Astronomía trata de responder y es:

... ¿De dónde venimos y hacia dónde vamos?

Muchas fueron las respuestas que a estas y otras preguntas los científicos de la antigüedad trataron de responder. Si las analizamos bien, podemos observar que esas respuestas fueron cambiando con el correr de los años.

En nuestra vida actual, tan "espacial", nos hemos acostumbrado a una visión moderna de nuestro lugar en el Universo. Las imágenes que tenemos de la Tierra desde el espacio no dejan lugar a ninguna duda acerca de su esfericidad y ya nadie cuestiona que gira alrededor del Sol. Nuestra visión del Universo ha ido teniendo cambios importantes desde épocas antiguas y la Tierra pasó a ser un planeta más dentro del Sistema Solar. Pero, lo más importante es que, en este proceso, hemos ido avanzando en el conocimiento científico y en la construcción de la moderna Astronomía.

Nuestro conocimiento del Universo ha ido cambiando y mejorándose con las mejoras de los instrumentos de observación, o sea los telescopios y sus detectores. A partir de la segunda mitad del siglo XX, se incorporaron telescopios que permitían “observar” el cielo en zonas donde el ojo humano no puede hacerlo. Aparecieron los radiotelescopios que posibilitaban la observación en ondas de radio. Con la conquista del espacio por el hombre, se comenzó a enviar satélites con instrumentos a bordo que permitían obtener información en el ultravioleta o rayos x, entre otros.

El telescopio espacial Hubble está ubicado fuera de la atmósfera terrestre y fue un avance muy importante en la obtención de información. La atmósfera terrestre nos protege de los rayos del Sol, como los Ultra Violeta, los llamados UV, que son muy dañinos para nuestra vida. Pero, al mismo tiempo, nos impide “ver” la luz que llega de los astros en esas zonas de radiación. Ese fue el motivo de observar a los astros fuera de la atmósfera para estudiarlos en forma más completa.

También, la mejora en la obtención de información que nos llega de los astros se fue logrando con el diseño de instrumentos más sensibles. Esto nos permite observar astros muy débiles, imposible de ver a simple vista, e invisibles con telescopios convencionales.

Toda esta mejora en el instrumental de observación fue acompañada con una gran mejora en la capacidad de cálculo, cada vez mayor de las computadoras, que permitió desarrollar modelos de sistemas planetarios, estrellas y galaxias, que podían representar muy bien lo que se observaba, o que luego los astrónomos debían encontrar en el “cielo verdadero”.

Mucho se ha logrado comprender desde que en 1609 Galileo Galilei observó por primera vez el cielo con un telescopio, pero falta mucho más aún para comprender los orígenes del Universo y su destino. Sin embargo, la tarea diaria del astrónomo, y su afán por descubrir los misterios que encierra el mismo, es lo que hace tan apasionante a esta ciencia tan antigua. En las páginas que siguen trataremos de encontrar muchas de las respuestas que nos propusimos.

¡Comencemos nuestro viaje al Universo!



Capítulo I

MODELO GEOCÉNTRICO y MODELO HELIOCÉNTRICO DEL UNIVERSO: la gran batalla de la antigüedad.

Muchas culturas antiguas se interesaron en astronomía y trataron de encontrar la explicación a lo que veían desde la superficie terrestre y a ojo desnudo. Además, construyeron observatorios desde donde realizaban sus observaciones y, conmemoraban momentos especiales que los astros determinaban. Los árabes se encargaron de difundir en Europa las ideas acerca del Universo de los griegos. Durante varios siglos fueron los que se encargaron de mantenerla y mejorarla según sus ideas. Los astrónomos chinos fueron muy importantes en la detección de eventos especiales en el cielo como cometas o supernovas, siendo los primeros en dar información histórica científica de una supernova, la que ocurrió en el año 1054 de nuestra era y que aún hoy vemos su resto.

Por el interés que esta ciencia despierta en el hombre, la Astronomía no es propiedad de una sola cultura, civilización o era. Las diferentes sociedades han desarrollado durante siglos las mismas ideas y dado las mismas o diferentes respuestas a lo que se observaba. En este capítulo comentaremos algunos de esos errores, y los aciertos, que representaron para aquellos que defendían sus ideas en momentos muy difíciles, y hasta pagaron con su vida exponerlas. Veremos a continuación los dos modelos de Universo, el Geocéntrico y el Heliocéntrico. La Cosmología es la parte de la Astronomía que se encarga del estudio de los modelos de Universo y de cuál es el verdadero o cuál es el que mejor representa las observaciones.

| 11

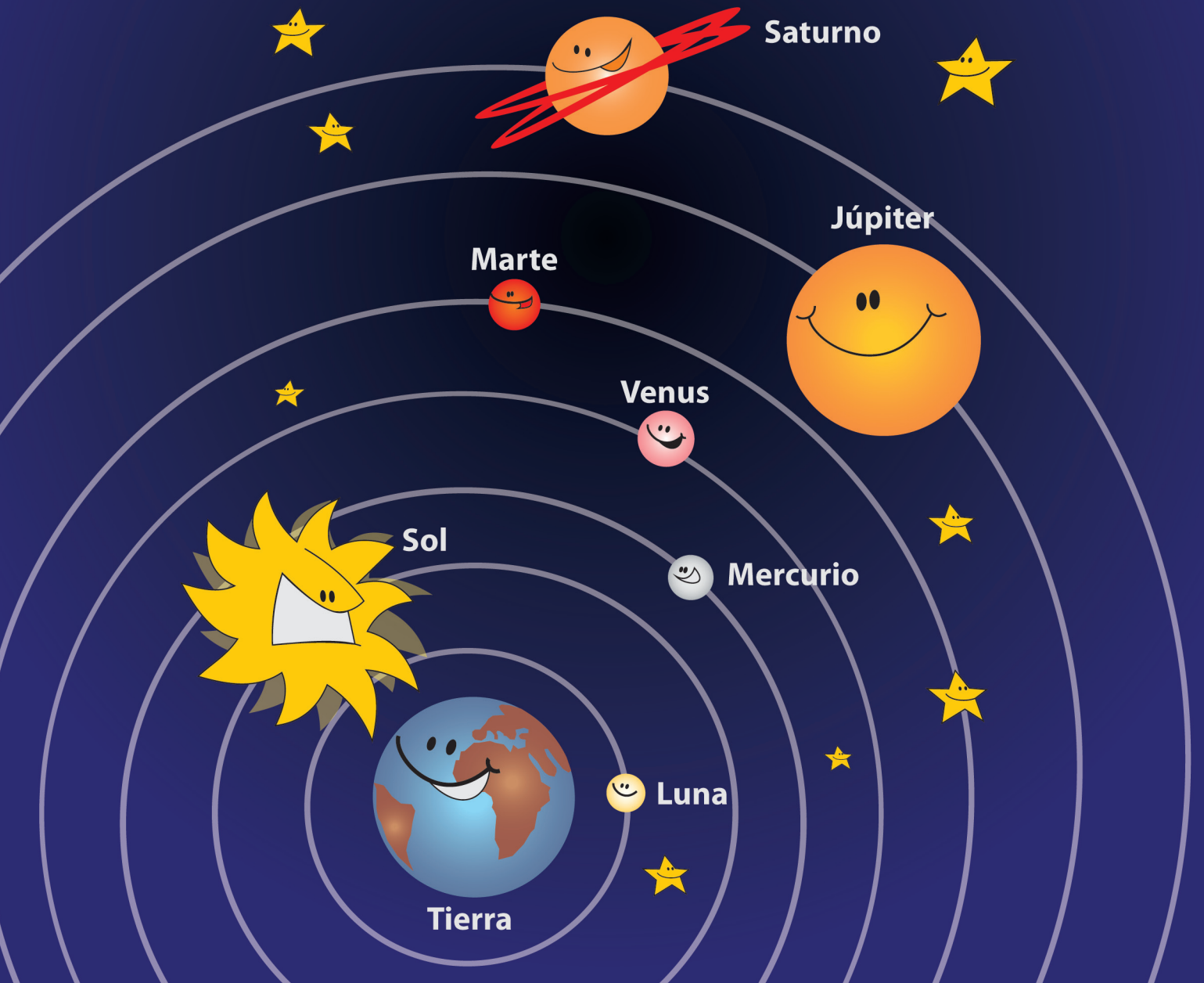


1.1 - Modelo de Universo Geocéntrico

En la antigüedad, los griegos construyeron un modelo de universo. Pero, en esa época, el Universo estaba representado principalmente por el Sistema Solar, o sea el Sol y los planetas visibles a simple vista, es decir, Mercurio, Venus, Marte, Júpiter y Saturno, además de la Luna. En esa época se consideraba que las estrellas estaban "fijas" sin cambiar posi-

ciones ni aspecto en la Esfera Celeste, y sin formar parte de los planetas ni del Sol.

Como ya vimos, las observaciones en la antigüedad se hacían desde la superficie terrestre y a ojo desnudo. Durante las noches, los astrónomos griegos observaban a ciertos astros brillantes cambiar de posiciones, du-



rante los diferentes días, con respecto a las estrellas lejanas. Por ello, los llamaron “vagabundos o errantes” o sea planetas en su idioma original. En el caso del Sol y la Luna sus movimientos parecían ser simples y ordenados, no ocurriendo lo mismo con el resto de los astros brillantes. Se consideraba que la Tierra era el centro del Universo y el resto de los astros giraban a su alrededor describiendo círculos, Modelo de Universo Geocéntrico (Geo= Tierra). Este modelo tenía su base en las ideas del filósofo griego Aristóteles.

Sin embargo, hubo un astrónomo, Aristarco de Samos, quién en el siglo III antes de Cristo, determinó que la Tierra giraba alrededor del Sol, viendo el desplazamiento de la sombra de la Tierra durante un eclipse. Pero su idea no fue tomada en cuenta ante las ideas de la época y, ¡eso retrasó el avance del conocimiento científico por unos 18 siglos!

Pero, como la Tierra se mueve en realidad alrededor del Sol, el Modelo Geocéntrico se fue complicando con el correr de los siglos, a pesar de que otro astrónomo griego, Ptolomeo, construyó el mejor Modelo Geocéntrico, el cual perduró por quince siglos, pero necesitó a lo largo de esos años ser ampliado para tomar en cuenta lo que se observaba. El resultado fue un modelo muy complejo. Hoy en día nos resulta fácil entender que no estaba bien este modelo, pues lo que siempre se observa, que es la simplicidad, manda en las ciencias Físicas, y nos lleva a la verdad del fenómeno. Lo que sí debemos considerar es que los antiguos astrónomos no podían notar que la Tierra se movía alrededor del Sol pues, por ejemplo, no veían moverse a las estrellas. En definitiva, el modelo Geocéntrico se basó en datos incorrectos.

113



1.2 - Modelo de Universo Heliocéntrico

En el siglo XVI, el astrónomo polaco Nicolás Copérnico reeditó las ideas de Aristarco y mostró que el modelo de Universo, con el Sol en el centro, era más simple y, fundamentalmente, armónico. Ese modelo se denomina Modelo Heliocéntrico (Helio= Sol).

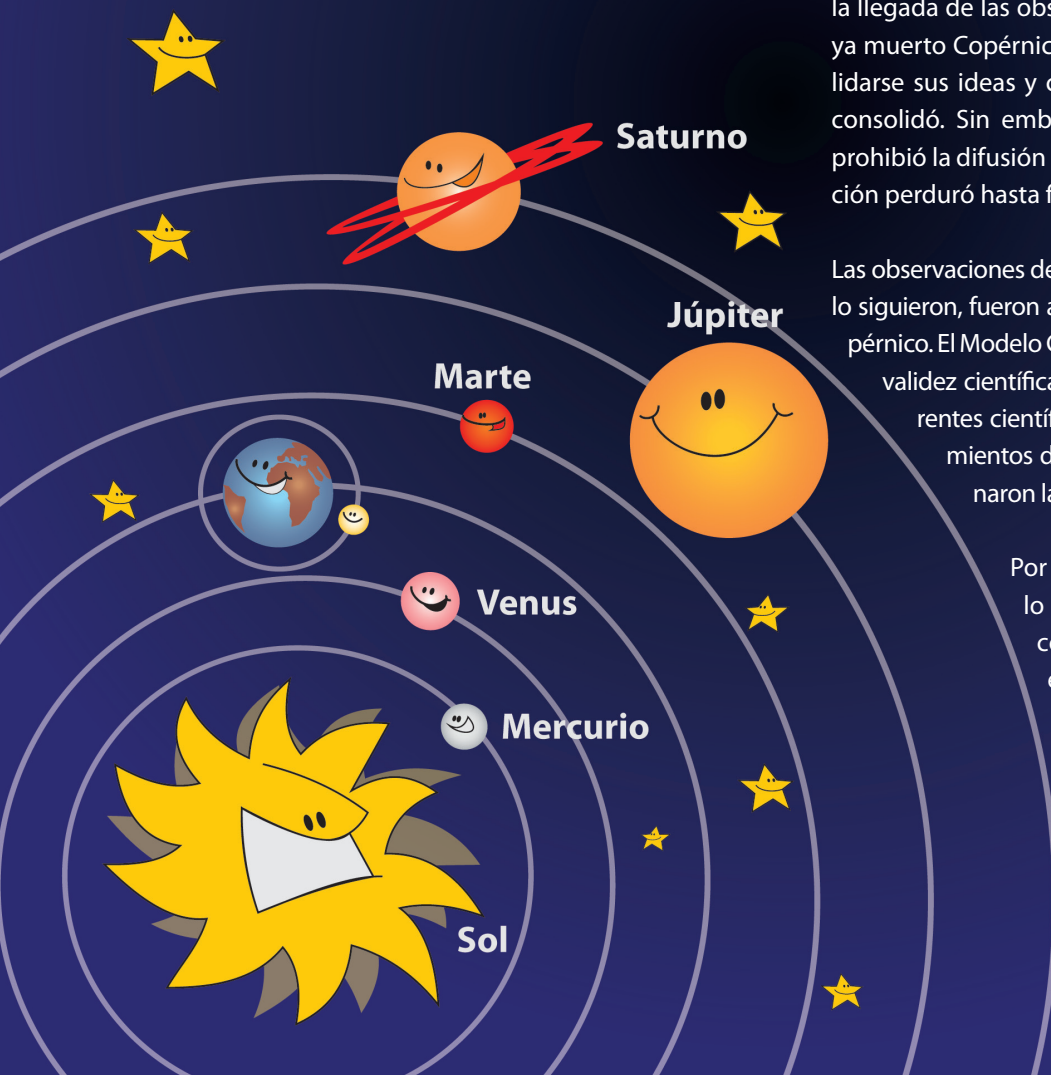
Este modelo establece que la Tierra gira sobre su eje y alrededor del Sol, como el resto de los planetas que se conocían en esa época. Sólo la Luna gira alrededor de la Tierra, mostrando cambios a lo largo de su movimiento alrededor de este planeta, o sea las fases lunares.

El principal efecto de este modelo es su simplicidad en la explicación de lo que se observaba en los movimientos de los planetas a lo largo del año. No debemos olvidar que, la simplicidad, simetría y belleza son los puntos principales que guían al científico en el momento de establecer diferentes modelos de Universo.

Las ideas de Copérnico no fueron aceptadas inmediatamente por la población y los científicos que buscaban pruebas. Además, estaban escritas en latín, lengua que no todas las poblaciones europeas conocían. Con la llegada de las observaciones de Galileo, y ya muerto Copérnico, comenzaron a consolidarse sus ideas y con los nuevos datos se consolidó. Sin embargo, la Iglesia Católica prohibió la difusión de su libro y esa prohibición perduró hasta fines del siglo XVIII.

Las observaciones de Galileo Galilei, y quienes lo siguieron, fueron avalando las ideas de Copérnico. El Modelo Geocéntrico dejó de tener validez científica. Del mismo modo, diferentes científicos analizaron los movimientos de los planetas y determinaron las leyes que los rigen.

Por supuesto que el modelo original (Heliocéntrico) consideraba que el Sol era el centro del Universo, cosa que veremos que no es así, y aclaremos en los capítulos que siguen.



Capítulo 2

El sistema solar

2.1 - Los planetas del Sistema Solar

La Tierra es un planeta que forma parte de un sistema planetario llamado Sistema Solar. En este sistema, el centro es una estrella; el Sol, alrededor del cual giran todos los astros que lo componen.

Los diferentes componentes del Sistema Solar y el astro alrededor del cual giraban, o sea el centro, fueron cambiando con los siglos. Desde la antigüedad se conocían los cinco planetas mayores: Mercurio, Venus, Marte, Júpiter y Saturno.

Sus nombres se deben en homenaje a diferentes dioses, debido especialmente al temor que les tenían y a sus posibles represalias por no honrarlos:

Mercurio: se lo llamó así en homenaje al dios Hermes, que representaba al comercio, la inteligencia y la astucia.

Venus: se lo llamó en homenaje a la diosa Afrodita, diosa del amor y la belleza.

Marte: se lo conoce como "El Planeta Rojo" y se le puso ese nombre en homenaje al dios Ares, que personifica la sangre y la guerra.

Júpiter: es el planeta más grande del Sistema Solar y se lo llamó así en homenaje al dios Zeus, que es el dios de dioses, según los griegos.

Saturno: se lo llamó en homenaje al dios Kronos, dios de la agricultura.

Con la llegada del telescopio, se inició una investigación del cielo a gran escala y se comenzó a entender más lo que se observaba. Los matemáticos analizaban las observaciones y sacaban conclusiones afirmando cada vez más la teoría heliocéntrica de Copérnico. Con el correr de los años, los telescopios se fueron perfeccionando también y las observaciones fueron cada vez más precisas.

Siempre se pensó en que el Sistema Solar, como todo el Universo, era armonioso y que era posible que la presencia de los planetas siguiera algún tipo de orden o ley. Luego de muchos intentos, en el año 1766 el astrónomo alemán Johann Titus encontró una fórmula matemática para la ubicación de las diferentes órbitas de los planetas, que fue perfeccionada por el astrónomo estadounidense Johann Bode. Esta especie de ley (no lo es en realidad), establecía muy bien las posiciones de los planetas según las distancias al Sol. El único problema que tenía esta "ley" era que entre Marte y Júpiter debía existir un planeta que no estaba. Años más tarde se comenzó a observar asteroides entre estos dos planetas. En el caso de los planetas exteriores, también había algunas diferencias que fueron comprobadas cuando se descubrió Neptuno.

Los planetas exteriores ubicados más allá de Saturno eran desconocidos para los an-

tigios astrónomos y fueron descubiertos por observaciones con telescopio y análisis matemáticos. El planeta Urano fue descubierto por el astrónomo inglés William Herschel en 1781 y se lo designó así en honor a Urano, el padre de Saturno, según la mitología griega. El planeta Neptuno fue "buscado" pues se observaban perturbaciones en el movimiento de Urano y, según datos dados por los matemáticos John Adams y Urbain Leverrier, fue descubierto en 1846 por el astrónomo alemán Johann Galle y se lo denominó así en honor al dios del mar.

En los primeros años del siglo 20, un astrónomo estadounidense, Percival Lowell calculó la posible presencia de otro planeta que perturbaba los movimientos de los planetas exteriores y, en 1930, el astrónomo estadounidense Clyde Tombaugh descubrió lo que sería por unos años el noveno planeta, o sea Plutón, que se lo designó así en honor al dios romano de la muerte. Sin embargo, los cálculos matemáticos no fueron correctos y siempre se dudó de que Plutón fuese un planeta del mismo modo que el resto.

Desde 1930 hasta el año 2006, los planetas que componían el Sistema Solar, con el Sol en el centro eran: Mercurio, Venus, Tierra, Marte, Júpiter, Saturno, Urano, Neptuno y Plutón, o sea nueve en total.

Analizando las características de los planetas se dividieron en dos grupos. Mercurio, Venus, Tierra y Marte son pequeños y de composición rocosa, mientras que Júpiter, Saturno, Urano y Neptuno son

Foto del planeta Júpiter



Foto del planeta Saturno



grandes y gaseosos. Por ello, los cuatro primeros se denominan “planetas terrestres” y los otros cuatro, “planetas jovianos”. Ambos grupos son muy diferentes tanto en composición como en la estructura del planeta. Plutón no comparte características con ninguno de los dos grupos.

Debido a las diferencias observadas, un grupo importante de astrónomos comenzó, hacia fines del siglo XX, a cuestionar si Plutón era o no un planeta ya que se comenzaron a observar muchos cuerpos del tamaño de este planeta y más chicos que se encontraban más allá de la órbita de Neptuno, los Objetos Transneptunianos.

Por eso, en la Reunión de la Unión Astronómica Internacional del año 2006 en Praga, abierta a todos los astrónomos del mundo, se resolvió que Plutón no era más un planeta pues no era igual al resto de los conocidos por su formación, y se lo denominó, junto a un grupo de cuerpos menores ya conocidos, Planeta Enano.

A partir del año 2006, el Sistema Solar está formado por sólo 8 planetas principales, un número de Planetas Enanos a determinar, cometas, asteroides y material interplanetario.

Existen algunas fotos de diferentes cuerpos del Sistema Solar obtenidas por el Lic. Federico Podestá, con un telescopio de 40 cm de apertura instalado en el Observatorio Astronómico Buenaventura Suárez, de la Universidad de La Punta, San Luis, Argentina. Es posible encontrarlas en la página <http://www.palp.edu.ar>.

FOTO DEL PLANETA URANO. SE OBSERVAN LOS SATÉLITES.



2.2 - Descubrimiento de cuerpos menores

Conocimos que en el Sistema Solar hay planetas, pero, también hay varios cientos de miles de otros cuerpos celestes menores que giran alrededor del Sol, como los asteroides y cometas.

2.2.1 - Los asteroides

El primer asteroide descubierto fue Ceres, en el año 1801 por el astrónomo italiano Giuseppe Piazzi. Pocos años después se descubrieron Pallas, Juno y Vesta. Estos cuerpos menores se encuentran ubicados entre las órbitas de Marte y Júpiter en el llamado "Cinturón de Asteroides". Ceres se denomina Planeta Enano desde el año 2006.

A partir de estos primeros descubrimientos, se comenzaron a encontrar cada vez más y se cree que hay unos cien mil de estos objetos y ya hay varios miles catalogados con nombre y datos. ¿Qué son?, ¿un planeta que nunca se formó o un planeta que se desintegró? Las ideas actuales apoyan la primera respuesta, o sea, los restos de un cuerpo mayor que no alcanzó a formarse como planeta.

Varias naves espaciales se han acercado y obtenido imágenes de alguno de ellos y hasta detectaron satélites girando alrededor de algunos asteroides. Esto puede ser debido a la gran cantidad de objetos girando en este "Cinturón" y que ha llevado a choques entre ellos formando también parejas de asteroides.

Algunos de estos pequeños cuerpos, al girar alrededor del Sol, describen órbitas que pasan muy cerca de la Tierra, son los conocidos como "NEAR's", o sea Objetos Cercanos a la Tierra, en español. Estos cuerpos son constantemente monitoreados desde la superficie terrestre para detectar posibles colisiones con la Tierra. Por supuesto, la órbita del asteroide puede pasar por la órbita que describe la Tierra alrededor del Sol, lo que hay que analizar muy bien es si la Tierra estará en ese lugar en ese momento. Hasta el presente no se ha detectado ninguno que produzca un peligro inminente. Pero, se sabe que en la antigüedad varios han colisionado con la superficie terrestre pues se encuentran grandes depresiones en algunas zonas como la del Golfo de México. También, la desaparición de los dinosaurios hace unos 65 millones de años se piensa que fue debido a la colisión de un gran objeto extraterrestre sobre la superficie de la Tierra.



2.2.2 - Los cometas

Los cometas son los astros celestes más impactantes para observar a ojo desnudo. Cuando se descubren, apenas se distinguen de las estrellas, como objetos que se mueven rápidamente, y están rodeados por una especie de nebulosidad. Como están muy alejados, se descubren generalmente por fotos, y hay que seguir observándolos para confirmar su presencia, ya que son muy débiles. A medida que se van acercando al Sol, en su órbita alrededor de él, comienzan a desarrollar una cola o cabellera que determinó el nombre que se le dio a este tipo de objetos en la antigüedad, cuya

dirección es opuesta al Sol. Una vez que giran alrededor del Sol, y se alejan nuevamente, comienzan a perder la cola y se vuelven cada vez más débiles.

La cola o cabellera que despliegan se debe al viento solar que empuja hacia atrás del cometa elementos gaseosos que se evaporan del núcleo que está formado por gases congelados.

Algunos cometas al pasar por detrás del Sol, lo hacen muy cerca de la superficie solar y son



desintegrados, de tal modo, que no vuelven a ser visibles como tales sino como una lluvia de material: las conocidas "lluvias de estrellas". Luego de pasar por detrás del Sol se alejan nuevamente hacia los límites del Sistema Solar.

Los cometas se dividen en cometas de corto período y de largo período, dependiendo del tiempo que tardan en regresar al Sol. Se cree que los cometas de corto período provienen de una zona denominada "Cinturón de Kuiper", que se encuentra más allá de la órbita de Neptuno. Los de largo período se cree que provienen de la zona más alejada del Sistema Solar, la cual está rodeada por una especie de nube denominada Nube de Oort, en honor al primero que predijo una zona muy alejada del Sol, que tiene una gran cantidad de cometas congelados. La diferencia entre ambas zonas, el Cinturón de Kuiper y la Nube de Oort, es que esta última rodea totalmente al Sistema Solar, y, por lo tanto, los cometas que parten de esa zona pueden venir de cualquier lado.

20 |

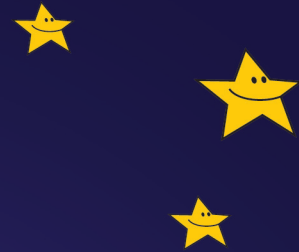
Uno de los cometas más famosos es el cometa Halley, llamado así porque fue el astrónomo inglés Edmund Halley quién descubrió ese cometa en el año 1682; fue el mismo que había aparecido 75 años antes, y que lo volvería a hacer en 1758. Una vez confirmado esto, se comenzó a buscar sus otras apariciones y se encontró información desde el año 240 de nuestra era. En 1986 visitó nuevamente al Sol y lo volverá a hacer en el año 2061. Por supuesto, cada pasaje por el Sol va haciéndolo menos espectacular, pero, dada su popularidad, merece ser observado.

Algunos cometas se pierden pues "chocan" contra los planetas mayores al ser atraídos por ellos, como en el caso el cometa Shoemaker-Levy 9, que se desintegró en un choque contra el planeta Júpiter en el año 1994. Este evento fue seguido desde la Tierra.

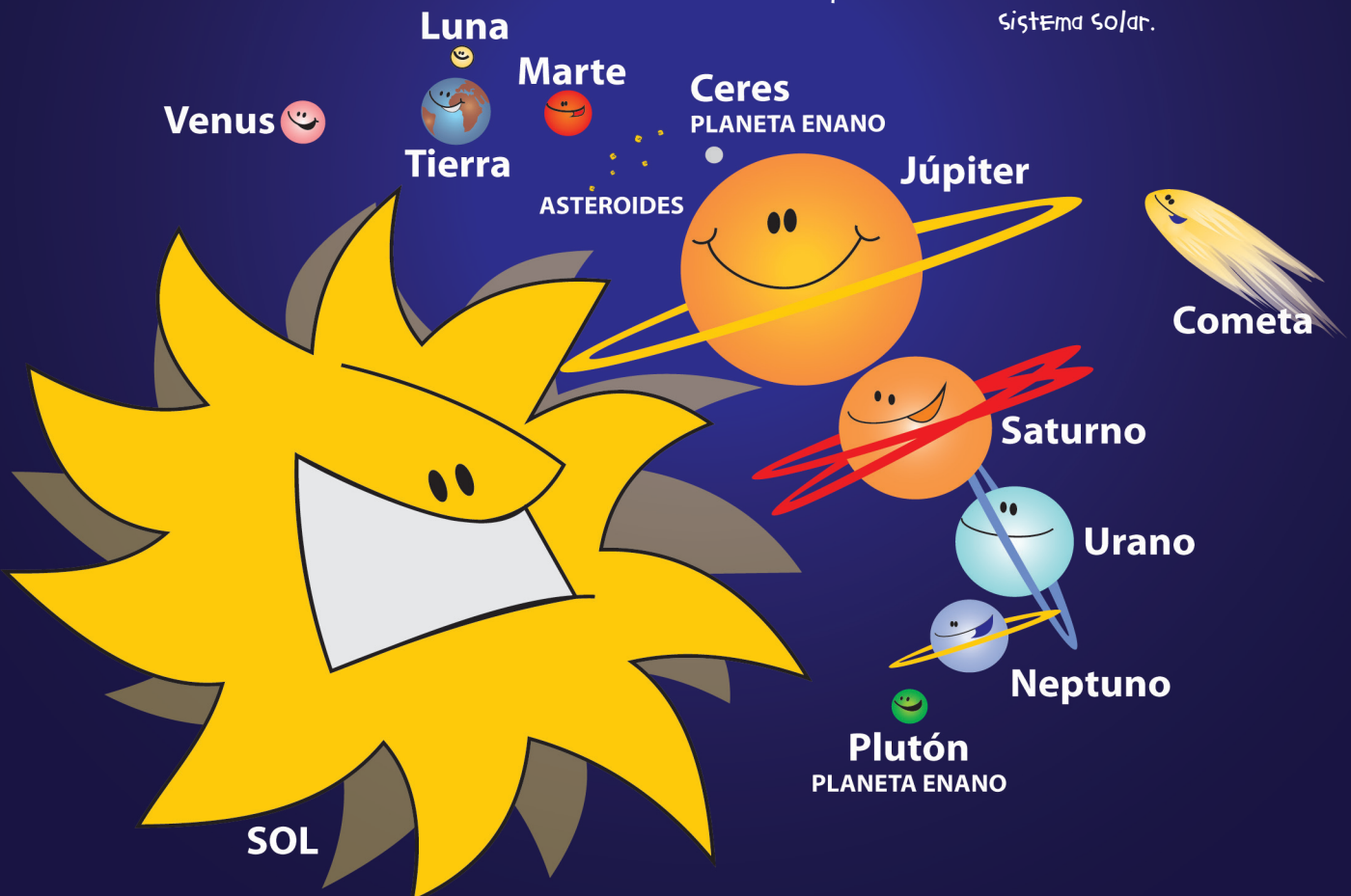
Varios son los cometas que visitan el Sol anualmente, en algunos casos por primera vez. Si el cometa no tiene nombre, no está identificado, y el descubridor del cometa es quien tiene el derecho a ponerle el nombre. En el caso de que dos astrónomos, o más, lo hayan detectado, tiene prioridad de elegir el nombre el primero que dio la noticia.

2.2.3 - Meteoroides

En las noches es posible observar en el cielo algunos meteoros o las conocidas “estrellas fugaces”. Estos meteoros son trozos de material interplanetario –trozos de asteroides, cometas o meteoroides– que, al atravesar la atmósfera terrestre, se vuelven incandescentes al friccionearse contra las moléculas de aire. Por ello, los vemos luminosos. Si estas pequeñas piezas de material llegan a la superficie terrestre se las denomina meteoritos. Muchas muestras de estos objetos se encuentran en diferentes museos científicos y son analizados por expertos en el tema para determinar de dónde han llegado hasta nosotros.



En la figura vemos los diferentes cuerpos que se pueden observar en nuestro sistema solar.



Como ya vimos al hablar de cometas, algunos de éstos, al pasar muy cerca del Sol se destruyen, y lo que queda es una "lluvia de estrellas" o "lluvia meteórica", que sigue el camino del cometa pero en pequeños trozos que con el correr de los años se van desintegrando. Si la Tierra pasa por su camino, será posible ver un espectáculo muy bonito durante las noches. Lo que hay que hacer es estar atento, acostarse en el parque o jardín de la casa, y observar el cielo para contar "estrellas fugaces".

En la Provincia de San Luis, como homenaje al Año Internacional de la Astronomía 2009, se desarrolló una gran obra astronómica: el Mega Sistema Solar. De ese modo, los diferentes cuerpos del Sistema Solar se encuentran representados, de un modo artístico, en toda la provincia, ubicados en órbitas determinadas a escala. En la página <http://www.megasistemasolar.ulp.edu.ar> es posible encontrar datos de todos los cuerpos del Sistema Solar, como así también las diferentes obras artísticas que representan a los planetas.



Capítulo 3

SOL, TIERRA y LUNA: UNA RELACIÓN MUY ESPECIAL

Debido a la formación del Sistema Solar, existen relaciones muy especiales entre el Sol, la Tierra y la Luna. Algunas de ellas son físicas, y afectan a la Tierra de modo muy especial, como en el caso de las mareas o el alargamiento del día. Otras son de índole geométrico como cuando se producen eclipses de Sol o Luna y las fases lunares.

3.1.1- Efectos físicos sobre la Tierra: las mareas

La Tierra es el planeta que más cantidad de agua tiene sobre su superficie. Es común observar en las zonas cercanas al mar que, en determinados momentos, el agua “sube” y en otros “baja”. En efecto, en las zonas costeras,

hay dos “mareas bajas” y dos “mareas altas” por día. El efecto y la “elevación” o “bajante” del agua depende de la zona y el momento en que se producen. No son iguales durante todo el año.

EN ESTA FIGURA, EL SOL, LA TIERRA y LA LUNA SE ENCUENTRAN ALINEADOS.



EN ESTA FIGURA, LA LUNA NO SE ENCUENTRA ALINEADA CON LA TIERRA y EL SOL.



Pero, ¿a qué se deben estas mareas? ¿Por qué cambian a lo largo del año? El efecto de mareas se debe a la atracción gravitatoria del Sol y la Luna sobre la Tierra. Por cercanía, es la Luna la que mayor efecto ejerce sobre la Tierra. El resultado es que la masa de agua se deforma. Si la Luna estuviese ubicada más alejada de la Tierra, el efecto de marea se reduciría de modo notable.

Cuando la Tierra, el Sol y la Luna están alineados, esta deformación es mayor que cuando no lo están. En este último caso, la deformación disminuye. O sea que, como se ve en las figuras, el agua es deformada hacia la Luna.

Este efecto de mareas también se produce sobre la superficie, pero no es tan notable como en el caso de los mares.

3.1.2.- Efectos físicos sobre la Tierra: la rotación terrestre

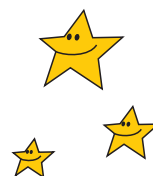
24 |

Hay un efecto importante en la atracción gravitatoria de la Luna sobre la Tierra y, como describimos, es debido principalmente a la cercanía entre ambos.

La Tierra rota sobre su eje en unas 24hs, específicamente, 23 hs 56m, dando lugar al "día". Pero, por análisis de medidas llevadas a cabo con restos fósiles, se determinó que la duración del día era menor que en la actualidad. Los cálculos indican que hace unos 500 millones de años atrás la duración del día era de 22hs.

¿A qué se debe esto?

La causa principal de la disminución de la rotación se debe al efecto complejo de la atracción de la Luna sobre la Tierra. Además, al mismo tiempo, la Luna está incrementando su distancia hacia la Tierra unos 4 centímetros por año. Este proceso continuará hasta que la Tierra rote sobre su eje a la misma velocidad que la Luna orbita sobre la Tierra. En ese momento, la Luna estará siempre en el mismo punto sobre la Tierra. Se calcula que la duración del día será de unas 47 hs. Pero, deberán pasar varios miles de millones de años para que eso ocurra.



3.2.1.- Efectos geométricos: las fases lunares

La Luna es el satélite natural de la Tierra. Tiene un período que se conoce con el nombre de Período Sinódico (sinódico = encuentro), que indica cada cuántos días el Sol, la Tierra y la Luna se encuentran alineadas. Ese período es de 29 días 12 hs 14 m y, cada tanto, la Luna se ubica entre el Sol y la Tierra. En otros momentos se encuentra detrás de la Tierra en su movimiento orbital. Estas distintas posiciones determinan la Fases Lunares.

Algo que es necesario aclarar con respecto a la superficie lunar, que vemos desde la superficie terrestre, es que ¡siempre vemos la misma cara de la Luna!



¿A qué se debe esto?

La Luna nos muestra siempre la misma cara, pues rota sobre su eje y gira alrededor de la Tierra en el mismo período. En este caso, se dice que los dos movimientos están "sincronizados". Esto lo podemos comprobar si giramos sobre nosotros mismos al mismo tiempo y con la misma velocidad que damos vuelta alrededor de un amigo. El resultado es que nuestro amigo siempre verá la misma parte de nuestro cuerpo, por ejemplo, nuestra cara. En el caso de la Luna, la parte oscura o invisible para los habitantes de la Tierra, se vio recién cuando los vehículos espaciales, tripulados o no, orbitaron la Luna. De ese modo se pudo ver, obtener fotos de ese lado oscuro, y dar nombres a las diferentes montañas o depresiones de su superficie.

Cuando la Luna se encuentra entre el Sol y la Tierra, nos muestra a los que estamos observando desde la superficie terrestre, la cara oscura ya que la cara iluminada es la que está enfrentando al Sol. En este momento, se tiene la fase de Luna Nueva. A medida que va girando alrededor de la Tierra, comienza a mostrar una parte iluminada, es la fase de Cuarto Creciente. Cuando se encuentra detrás de la Tierra y alineada con el Sol, está totalmente iluminada. En ese momento, se tiene la fase de Luna Llena. Al continuar orbitando, se ve menos de la superficie lunar. Comienza la fase de Cuarto Menguante. Y luego de algo más de 29 días se tiene nuevamente la fase de Luna Nueva.

A la Luna la podemos ver de día durante la fase de Luna Nueva según su posición con respecto al Sol, vista desde la Tierra.



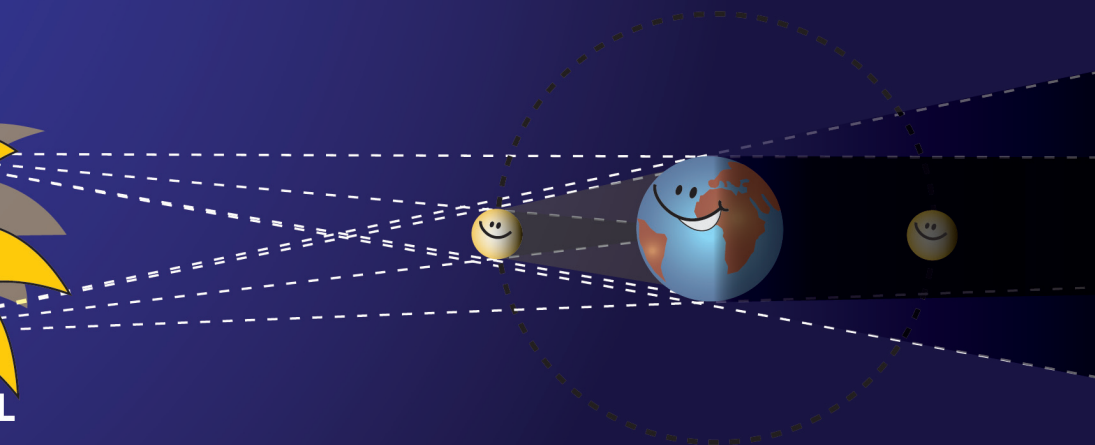
3.2.2.- Efectos geométricos: los eclipses

Un eclipse ocurre cuando un cuerpo se interpone entre otros dos, o cuando un tercero entra en el cono de sombra que proyecta un cuerpo iluminado por otro.

En el caso del Sol, la Tierra y la Luna se tiene un eclipse de Sol cuando la Luna se interpone entre la Tierra y el Sol, y un eclipse de Luna cuando la Luna entra en el cono de sombra que proyecta la Tierra iluminada por el Sol. Además, para que se produzcan los eclipses solares y lunares, los tres cuerpos deben estar alineados.

El Sol se encuentra a unos 150 millones de kilómetros de la Tierra, y la Luna a unos 384.000 kilómetros de distancia de la Tierra. El Sol es una estrella que es mucho más grande que cualquier planeta. Es unas 400 veces más grande que la Luna. Pero, ¿a qué se debe que, en algunos momentos, el Sol quede totalmente cubierto por la Luna, siendo mucho más grande que ella?

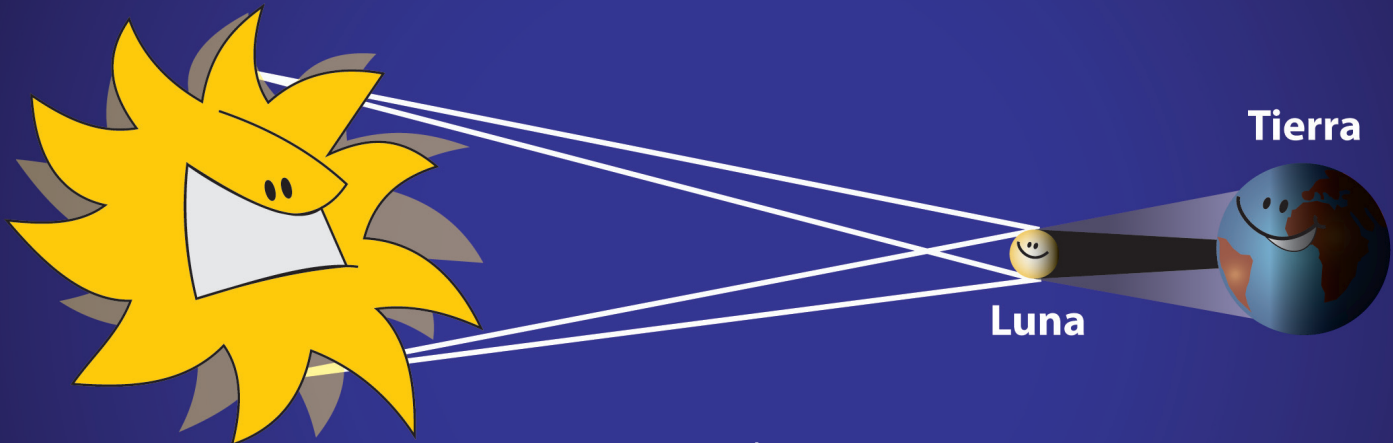
La explicación a este efecto es que, a pesar de las diferentes dimensiones, si observamos el diámetro angular, o sea el ángulo que se forma cuando dirigimos las visuales a la parte superior e inferior de ambos cuerpos, son similares, y del orden de unos 30 minutos de arco, o sea medio grado. Por eso, es posible que, en algunas ocasiones, la Luna tape totalmente la superficie del Sol. Aunque en realidad, siempre se ve parte del resplandor.



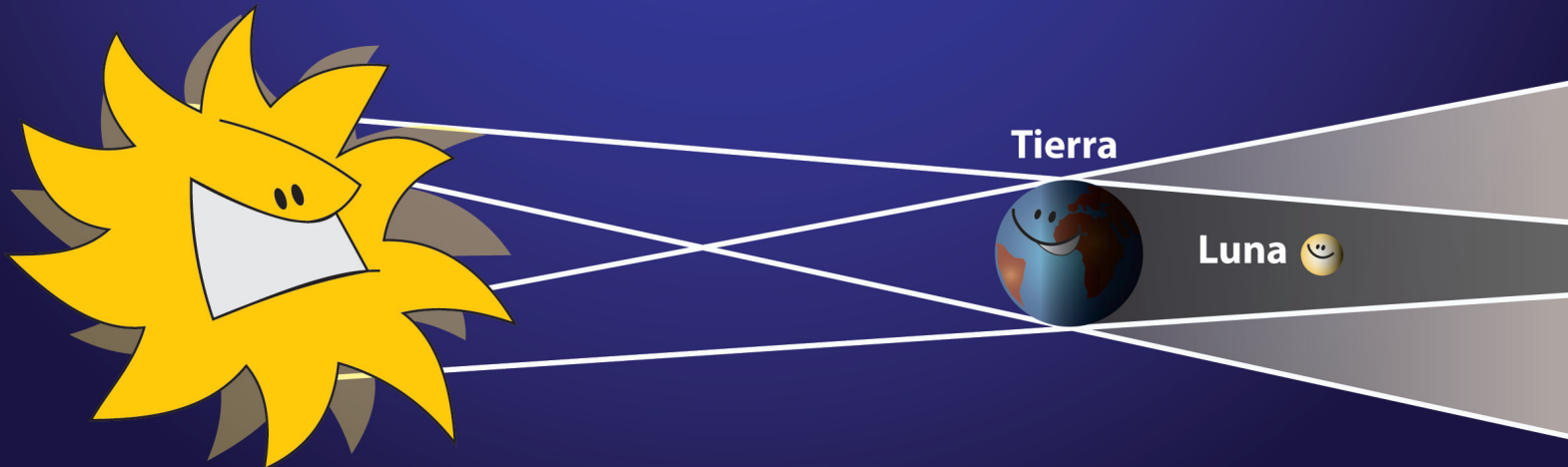
EN la figura se observan las diferentes posiciones del Sol, la Tierra y la Luna en los eclipses de Sol y Luna.

Como ya dijimos, en el caso de los eclipses, los tres cuerpos, Sol, Luna y Tierra deben estar alineados. Según conocimos, en el caso de las fases, estos cuerpos se encuentran alineados en las fases de Luna Nueva y Luna Llena. En el caso de un eclipse solar, la fase es de Luna Nueva, pues es cuando la Luna se encuentra entre el Sol y la Tierra. En los eclipses de Luna, la fase es la de Luna Llena.

EN LA FIGURA SE OBSERVAN LAS POSICIONES DE LOS TRES CUERPOS EN UN ECLIPSE DE SOL.



EN LA FIGURA SE OBSERVAN LAS POSICIONES DE LOS TRES CUERPOS EN UN ECLIPSE DE LUNA.





Los eclipses pueden ser totales, cuando toda la superficie del Sol o la Luna está cubierta, o parciales cuando queda algo al descubierto. En el caso de un eclipse de Luna, lo podrán observar todos los habitantes de la Tierra que tienen a la Luna sobre su horizonte. En un eclipse de Sol, sólo una pequeña parte de la superficie terrestre puede apreciarlo, y por muy pocos instantes, debido al movimiento de los tres cuerpos. Ambos eventos son espectaculares y merecen ser vistos. En el caso del eclipse de Sol, el cambio ambiental es notable, se puede decir que “se siente” que el Sol no está, y esto es notado tanto por los humanos como por los animales. En un eclipse de Luna, como ocurre de noche, – y estamos más acostumbrados a que durante algunos días la Luna no esté de noche (fase de Luna Nueva)– no es tan “perturbador”.

FOTO DE UN ECLIPSE DE LUNA OBTENIDA EN EL OBSERVATORIO BUENAVENTURA SUÁREZ.



Todos los meses hay una Luna Nueva y una Luna Llena, pero, no todos los meses hay eclipses de Sol o de Luna, ¿porqué?

Lo que ocurre es que la órbita de la Luna alrededor de la Tierra no es coincidente con la que describe la Tierra alrededor del Sol, ya que se encuentra inclinada unos 5 grados. Este pequeño ángulo hace que, a pesar de estar alineados de tal modo de tener las fases lunares adecuadas, las sombras pueden no caer exactamente sobre los cuerpos.

Los astrónomos calculan muy bien las diferentes posiciones de los tres cuerpos que determinan la posibilidad de eclipses como así también los instantes y lugares donde se podrán observar. Debido a estas posiciones especiales, se encuentra que siempre en algún lugar de la Tierra habrá dos eclipses de Sol por año y puede no haber eclipse de Luna en todo el año. Los cálculos indican que puede haber de dos a cinco eclipses de Sol y de cero a tres eclipses de Luna por año. El dato más antiguo de un eclipse de Sol se remonta a uno ocurrido en China el 22 de octubre de 2137 antes de Cristo.

30 |



FOTO DE UN ECLIPSE DE SOL OBTENIDA EN EL OBSERVATORIO BUENAVENTURA SUÁREZ.

En la página de la NASA <http://eclipse.gsfc.nasa.gov/eclipse.html> se pueden encontrar los datos y las fechas de los eclipses de Sol y Luna, y así organizar excursiones de observación de eclipses.

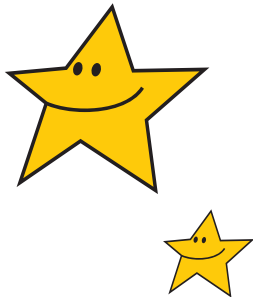


Capítulo 4



Más allá del Sistema Solar: las Estrellas

Hemos visto ya todos los componentes del Sistema Solar. Para continuar con el inventario de los diferentes componentes del Universo, debemos movernos fuera de nuestro entorno local e introducimos en las profundidades del Cosmos. En este capítulo veremos algunas características de las estrellas y trataremos de comprender sus características. Estudiar las estrellas nos permitirá entender nuestra Galaxia y el Universo que habitamos.



4.1.- Las estrellas: distancias, tamaños y temperaturas

Las estrellas se encuentran a diferentes distancias de la Tierra y tienen diferentes tamaños y temperaturas. Estas últimas diferencias son importantes ya que también determinan los diversos componentes de sus atmósferas e interiores. Además, a medida que van pasando los años, las estrellas van cambiando su estructura interna, tamaños y temperaturas, entre otros factores. Veamos algunas de estas características.

131

4.1.1.- Distancias

Cuando observamos el cielo en una noche despejada, vemos una gran cantidad de objetos luminosos: los astros celestes. Si podemos ubicar a los planetas del Sistema Solar y la Luna, el resto que vemos a ojo desnudo son estrellas. También, podemos ver la Vía Láctea, esa gran concentración de estrellas que se nos presenta como una banda brillante de luz difusa, que nos muestra un magnífico espectáculo. Cuando Galileo la observó por primera vez con un telescopio, comprendió que estaba formado por miles y miles de estrellas. En el Hemisferio Sur, es posible observar también dos grandes “nubes”, las Nubes de Magallanes, la Menor y la Mayor, que son dos galaxias satélites de la nuestra, de las cuales hablaremos más adelante.



El Sol es una estrella que vemos muy luminosa y brillante, pues está muy cerca de la Tierra, ya que se encuentra a unos 150 millones de kilómetros. A esa distancia se la conoce con el nombre de Unidad Astronómica (AU en inglés). Las otras estrellas que vemos y que se “nos presentan” más débiles que el Sol, lo son de modo “aparente”, y es porque están muy alejadas de la Tierra.



La estrella más cercana a la Tierra, excluyendo al Sol, se denomina Próxima Centauro. Esta estrella forma parte de un sistema triple, o sea tres estrellas que están girando juntas en el cielo, y que se conoce como el Sistema Alfa Centauro. De las tres, es Alfa Centauro C o Próxima Centauro la más cercana. No podemos ver a Próxima Centauro a ojo desnudo porque es muy débil para hacerlo, pero si a Alfa Centauro B que es una estrella muy brillante y puede verse en el Hemisferio Sur, cerca de la Cruz del Sur. Este grupo de estrellas se encuentran a unos 40 billones de kilómetros de la Tierra, o sea ¡40.000.000.000.000 km! Como la Tierra está a unos 150 millones de kilómetros del Sol (150.000.000 km) si hacemos cálculos matemáticos obtendremos como resultado que la distancia de la estrella más cercana es, aproximadamente, unas 300.000 veces la distancia entre la Tierra y el Sol. Veamos las cuentas:

Distancia Tierra – Próxima Centauro	40.000.000.000.000 km (1)
Distancia Tierra – Sol	150.000.000 km (2)

Si dividimos (1) por (2) obtenemos la relación que buscamos, que nos da 267.000 veces la distancia entre la Tierra y el Sol. Como estamos hablando de distancias muy grandes, los astrónomos decimos que la distancia entre la Tierra y la estrella más cercana es igual a la distancia entre el Sol y la estrella más cercana a él.

Teniendo en cuenta estas distancias a las estrellas, es que se usan otras unidades de medida. Por ejemplo, la distancia que recorre la luz en un (1) año. Como la luz viaja a una velocidad de 300.000 kilómetros por cada segundo, el resultado es que un (1) año luz es igual a unos 10 billones de kilómetros, ¡o sea un 10 seguido de doce ceros!

1 segundo 300.000 kilómetros

Si hacemos el cálculo para un año, resulta:

1 año = 365 días x 24 horas x 60 minutos x 60 segundos.....9,46 billones de kilómetros

Siguiendo este razonamiento, la distancia de la estrella más cercana a la Tierra luego del Sol, es Próxima Centauro, que se encuentra a unos 4,3 años luz de distancia. Esto significa que la luz de esa estrella tarda 4,3 años en llegar a nosotros. En el caso del Sol, como está más cerca, su luz tarda unos ocho (8) minutos en llegarnos. La cuenta es muy simple:

10.000.000.000.000 km..... 1 año luz = 365 días x24 horas x60 minutos

Por lo tanto:

150.000.000 km..... 7,88 minutos

4.1.2.- Tamaños

Si se conocen las distancias a las cuales se encuentran las estrellas, es posible determinar los tamaños, o sea sus diámetros, en forma directa. Esto se puede hacer en pocos casos, sólo en las estrellas más grandes. Sin embargo, los astrónomos han diseñado instrumentos que, adosados a los telescopios, permiten medir o calcular esos diámetros. También se encontró una relación entre las temperaturas, los brillos y los radios de las estrellas, lo que permite obtener más información sobre los tamaños. En el caso del Sol, se obtuvo su valor de modo directo y se midió un radio ecuatorial de 696.000 kilómetros, o sea, unas 109 veces el radio ecuatorial terrestre. El valor del radio solar se toma como unidad en la comparación con otras estrellas.

Las estrellas se dividen de un modo muy general en enanas, gigantes y supergigantes. El Sol es una estrella enana. Las estrellas gigantes tienen radios entre diez (10) y cien (100) veces el radio solar. En el caso de las estrellas supergigantes, llegan hasta mil (1.000) veces el radio solar. El radio de la estrella Alfa Centauro A, la más brillante del sistema triple cercano a la Tierra, es de 1,2 veces el radio solar. El radio de la estrella más brillante del cielo que se denomina Sirio, que está a 8,6 años luz de la Tierra, es de 1,7 veces el radio solar.





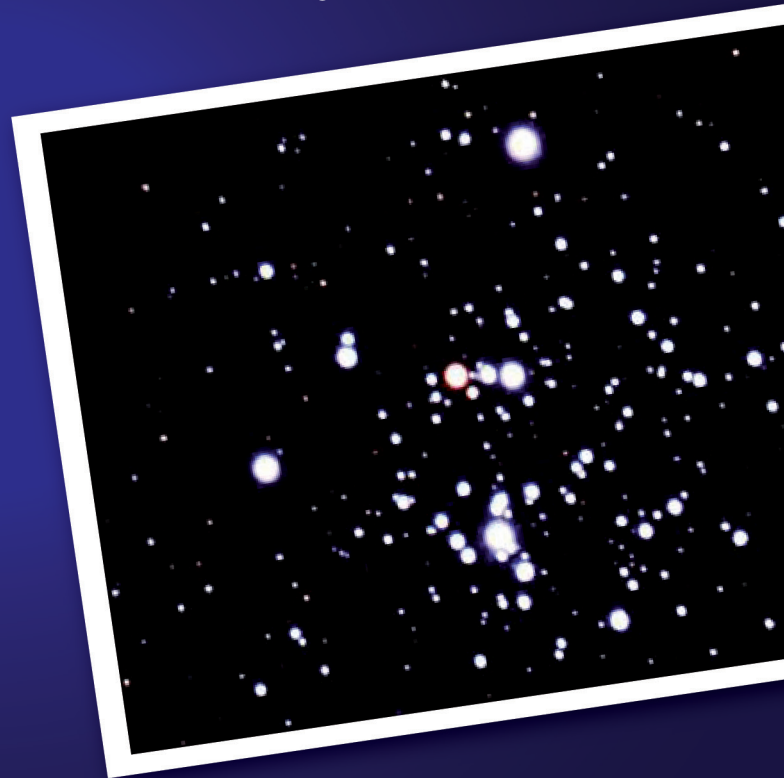
4.1.3.- Temperaturas

Cuando observamos el cielo estrellado, vemos algunas estrellas brillantes de color azul y otras rojas, por ejemplo. Esto nos permite a los astrónomos, en primera instancia, tener una idea de la temperatura de las estrellas ya que las estrellas brillan con colores característicos que nos indican las temperaturas de sus superficies. O sea que el color está íntimamente ligado con la temperatura de las estrellas. Esto es similar a lo que ocurre cuando vemos cómo cambia el color de un objeto a medida que se va calentando. Por ejemplo, si calentamos una pieza de cerámica, cuando alcance los 3.000°C se vuelve roja, mientras que a 4.000°C es un rojo más débil, y a los 5.000°C toma un color amarillo. Si se sigue calentando, irá tomando colores blanco azulado, azul, y luego violeta. El Sol es amarillo, porque la temperatura en su superficie es de unos 6.000°C .

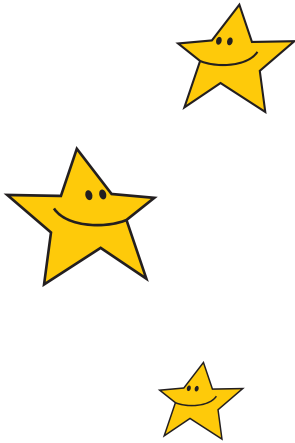
Por supuesto que es necesario hacer muchos más estudios y análisis para determinar las temperaturas de las estrellas. Esta temperatura, que se denomina "temperatura de color", que es la temperatura de su atmósfera, es posible hallarla midiendo la cantidad de energía que nos llega de las estrellas. En el caso del Sol, la temperatura es de 5.800 grados centígrados ($^{\circ}\text{C}$). La temperatura en Alfa Centauro A, que es de color amarillo como el Sol, es de unos 6.000°C . La estrella Sirio, que es de color blanco, tiene una temperatura de unos 10.000°C . Las estrellas azules tienen temperaturas de color más altas que las estrellas rojas. Rigel es una estrella azul cuya temperatura es de unos 20.000°C , y Be-

telguese es una estrella roja con una temperatura de color de unos 3.000°C .

Como dijimos, estas temperaturas son las que se "miden" en la atmósfera de las estrellas. En el interior, las temperaturas son totalmente distintas y llegan a varios millones de grados en el centro de las estrellas. En el caso del Sol, la temperatura en el centro, o núcleo, es de unos 15 millones de grados.



En la foto vemos a las estrellas del llamado "Cofre de Joyas", que es un grupo de estrellas del Hemisferio Sur, de diferentes colores. La imagen fue obtenida en el Observatorio Buenaventura Suárez.



4.2.- ¿Qué son las estrellas?

En general, se puede decir que las estrellas son enormes esferas gaseosas que están compuestas, principalmente, por hidrógeno, el elemento más abundante en el Universo, helio y otros elementos más pesados.

Como vimos, pueden tener diferentes temperaturas y dimensiones. Incluso pueden tener masas y composiciones químicas diferentes. Pueden estar solas o acompañadas. Por ejemplo, en el caso del Sol, no está solo, sino que tiene a su alrededor un grupo de cuerpos menores que reflejan su luz, los planetas.

4.2.1.- ¿Cómo nacen las estrellas?

La vida de una estrella comienza por accidente. El espacio interestelar no está vacío, sino que hay materia interestelar. Allí, se puede encontrar gas y polvo, pero en muy pequeña concentración. Esa materia es el nutriente para la formación de las estrellas. Hay elementos como hidrógeno, helio, carbón, etc. ¿De dónde proviene este material? De las estrellas que explotaron y enviaron ese material a todo el espacio interestelar. Hay muchos remanentes de supernovas que proveen de material interestelar para futuras estrellas.

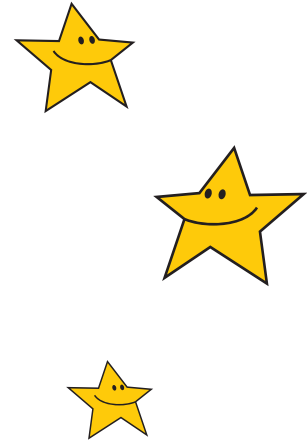
135

NGC 3603, zona donde se observa una gran actividad de formación estelar.

Crédito: Observatorio Europeo Austral (ESO).



Este material, aunque no es muy abundante, en algunos casos puede chocar entre sí y comenzar a “juntarse” debido a la atracción gravitatoria. Luego de varios millones de años, el material se acumula en una gran nube, que se conoce como Nube Molecular, la cual es fría y oscura. Dentro de esa nube se comienzan a producir condensaciones o agrupaciones más notables y así se originan las “protoestrellas”. El material en este nuevo objeto comienza a caer hacia el centro y comienza a calentarse al mismo tiempo, se va haciendo más pequeño. Todavía no es una estrella. Cuando la temperatura en el centro es suficientemente alta como para iniciar las reacciones termonucleares, o sea convertir el hidrógeno del centro en el siguiente elemento químico que es el helio, ¡ha nacido la estrella! En el caso del Sol, ¡el tiempo que le toma todo este proceso es de unos 50 millones de años!



Pero no todas las protoestrellas alcanzan temperaturas suficientemente altas para iniciar las reacciones termonucleares, y esos objetos son llamados “estrellas marrones” o “enanas marrones”.

36 |

Ahora, la estrella comienza su vida que dura varios millones de años dependiendo de su masa. Dijo el reconocido astrofísico George Gamow: “... Mientras todos los humanos viven aproximadamente la misma cantidad de años, en el caso de las estrellas, esos tiempos varían tanto como el tiempo que vive una mariposa como el que viven los elefantes...”.

¿A qué se debe esto? Se encontró una relación entre la masa de las estrellas y su “tiempo de vida” en el sentido que a mayor masa de la estrella, menos vivirá. Las estrellas más masivas que el Sol, como en el caso de las estrellas azules, vivirán menos que él y las estrellas rojas durarán más tiempo. Nuestro Sol tiene unos 5 mil millones de años y vivirá otros 5 mil millones más.

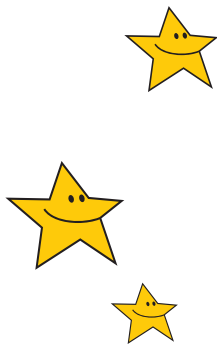
Los astrónomos hoy en día conocen muy bien cómo se desarrolla la vida de las estrellas. Si bien su nacimiento es al azar, una vez iniciada su vida, saben cómo continuará y como finalizará. Con los nuevos instrumentos de observación y detección, se han encontrado las estrellas marrones, se detectan protoestrellas, y también es posible detectar objetos del tamaño del Sol, que ya han dejado de brillar y que se conocen como “enanas negras”.

4.2.2.- La “vida” de las estrellas

En el caso de las estrellas, no se habla de “vida de las estrellas”, sino de “evolución de las estrellas”. Las estrellas nacen, evolucionan, “mueren” y sus restos se transforman en materia interestelar, que luego dará lugar al nacimiento de otras estrellas.

Durante su evolución, las estrellas varían sus características físicas y químicas. Cambian su tamaño, su temperatura, color, composición química, entre otros cambios. Pero, este cambio no es igual para todas las estrellas, sino que depende directamente de su masa. O sea que no es al azar la evolución de las estrellas, sino que está muy bien determinada por los astrónomos. Las teorías fueron muy bien confirmadas por las observaciones. Por supuesto, que estos cambios se producen en las estrellas en tiempos muy largos, del orden de millones de años, o sea que estos cambios no se pueden percibir en una estrella durante la vida de un ser humano. Pero, en el Universo se tiene un amplio rango de edades de diferentes estrellas, y por eso se puede comprobar lo que los astrónomos predicen.

¿Cómo será la evolución de nuestra estrella principal, el Sol? Sabemos que el Sol es una estrella mediana. Por estudios llevados a cabo en la Tierra, se sabe que la edad actual del Sol es de 5 mil millones de años y que vivirá otro tanto. Vimos que las estrellas generan su energía por la transformación de hidrógeno en helio en su interior. A medida que se va acabando el hidrógeno, el núcleo se va “llenando” de helio y la estrella se va haciendo cada vez más grande y se va transformando en una estrella conocida como “gigante roja”. Luego, continuando con su evolución, una estrella como el Sol lanza al espacio las capas superiores de su atmósfera y se transforma en una Nebulosa Planetaria. La estrella que queda en el centro continuará achicándose y se irá transformando en una estrella denominada “Enana Blanca” que tendrá el tamaño de la Tierra. Ya no genera más energía por conversión de elementos sino porque se va contrayendo hasta que se apague y se transforme en una Enana Negra. Esto le lleva a una estrella como el Sol unos 10 mil millones de años. La mayor parte de su vida la pasará en un estado tranquilo, o sea, brillando por la transformación del hidrógeno en helio. El resto de las etapas evolutivas pasarán muy rápido para la estrella, o sea, pocos millones de años.



En el caso de estrellas más masivas que el Sol, el tiempo de evolución puede llevar unos 100 millones de años, nada más. Y si la estrella es menos masiva que el Sol, le llevará mucho tiempo más, los cálculos indican que podría ser del orden de 100 mil millones de años, ¡mucho más que la vida del Universo!

4.2.3.- La “muerte” de las estrellas

Como ya dijimos, la vida de una estrella es diferente según la masa que tenga. Lo mismo ocurre con su “muerte”. Vimos en el caso del Sol que concluirá su vida “tranquilamente” como una Enana Negra, oscura y fría, luego de haber lanzado material al espacio interestelar y ser una Nebulosa Planetaria, y luego de transformarse en una Enana Blanca.

Pero, ¿qué ocurre con una estrella muy masiva? El resultado es un fin violento para la estrella. Algunas estrellas irán teniendo explosiones sucesivas que les harán perder material, en cada una de ellas, como las estrellas novas. Otras sufrirán una explosión tan grande como en el caso de las supernovas, donde queda una estrella muy especial que se conoce como estrella de neutrones, y una nebulosidad a su alrededor, que se conoce como Remanente de Supernova. Por ejemplo, la Nebulosa del Cangrejo es el remanente de la explosión de una estrella ocurrida en el año 1054 de nuestra era. Fue más brillante que Venus y que cualquier otra estrella del firmamento. En el año 1987 una supernova se observó en la nebulosa Tarántula, en la Nube Mayor de Magallanes.

¿Es esta la última etapa de una estrella? No, si la estrella es muy masiva, va a continuar contrayéndose, o sea, haciéndose más pequeña. El resultado serán objetos muy compactos de tal modo que ningún material puede escapar de ese objeto, ni siquiera la luz y esos objetos se denominan “agujeros negros”. No emiten radiación y no son visibles. Sólo se los puede detectar por la acción gravitatoria que ejercerán sobre otros cuerpos.





139

Imagen de la supernova 1987. Se observa la nebulosa Tarántula en la nube mayor de Magallanes. La supernova 1987 es una estrella muy brillante ubicada en la zona del centro a la derecha. Esta supernova fue visible a simple vista desde el hemisferio sur.

Crédito: Observatorio Europeo Austral (ESO).



NEBULOSA HELIX

Crédito: Observatorio Europeo Austral (ESO).

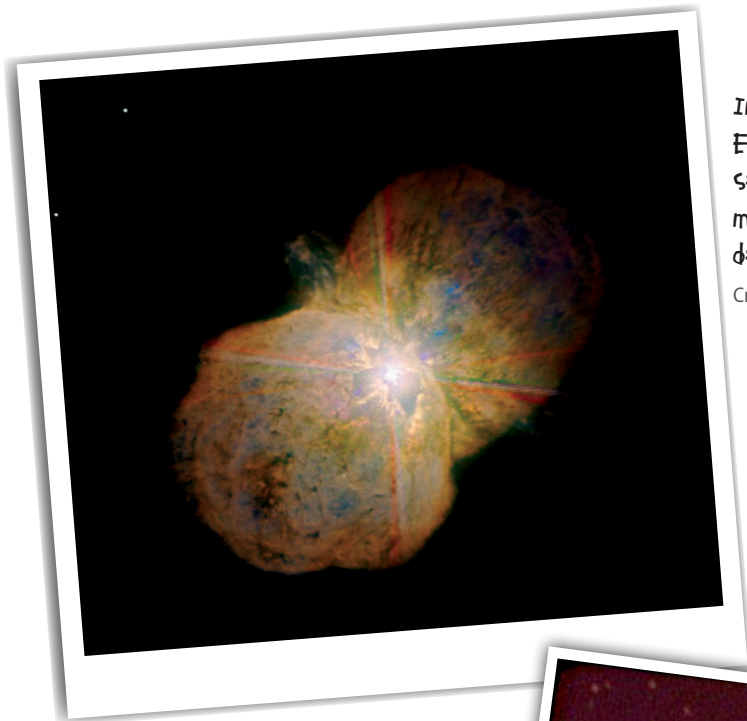


Imagen de la estrella variable
Eta Carina.
Se observan "chorros" de
material estelar que parten
de la estrella central

Crédito: Observatorio Europeo Austral, ESO.

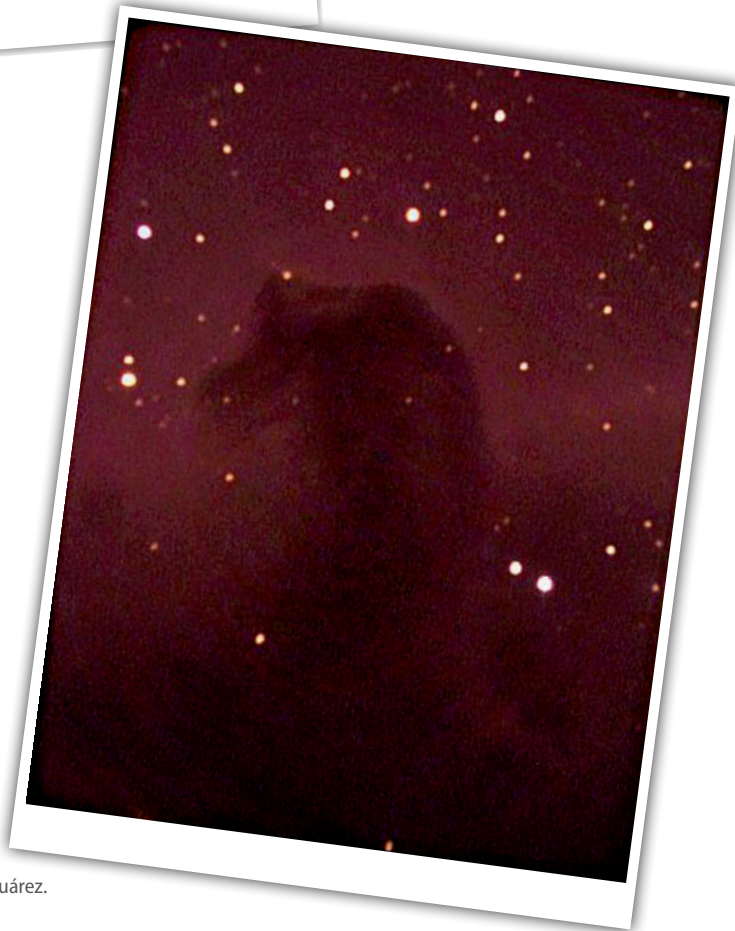


Imagen de la nebulosa Cabeza
de Caballo.

Obtenida en el Observatorio Buenaventura Suárez.

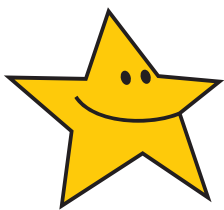
Imagen de la nebulosa Tarántula
en la nube mayor de Magallanes,
Obtenida en el Observatorio Buenaventura
Suárez.



42 |



Imagen de la nebulosa Orión,
y sus alrededores.
Obtenida en el Observatorio Buenaventura Suárez.



Capítulo 5

Las Estrellas: ¿solas o acompañadas?

Las estrellas no se encuentran en general solas, sino que están acompañadas por otras, formando sistemas estelares o agrupaciones que, según el número de objetos que las forman determinan su nombre.

El Sol no está solo, lo acompaña un Sistema Solar. Con los nuevos telescopios se están observando y detectando otros sistemas planetarios extrasolares, o sea, estrellas que tienen planetas a su alrededor. Pero, también se encuentran estrellas que forman un sistema doble y que orbitan una alrededor de la otra. Hay también agrupaciones de tres y más estrellas. Estos sistemas se mantienen unidos en el tiempo por la atracción de la gravedad que se ejerce entre ellos. En la página <http://www.planetquest.jpl.nasa.gov> es posible encontrar datos, que se actualizan constantemente, de los planetas extrasolares que se detectan.

Hay agrupaciones mayores de estrellas como en el caso de los cúmulos estelares. Los cúmulos estelares se dividen en cúmulos abiertos y cúmulos globulares. Los cúmulos estelares abiertos son agrupaciones de cientos de estrellas. Es posible distinguirlas separadas cuando uno observa por telescopio. Son estrellas en su mayoría jóvenes. La forma es irregular. Por ejemplo, las Pléyades es un cúmulo abierto.

En el caso de los cúmulos globulares, como su nombre lo indica, son agrupaciones de cientos de miles de estrellas más viejas, que en el caso de los cúmulos abiertos. En algunos casos llegan a más de un millón de estrellas y no se pueden distinguir a todas. Su forma es prácticamente esférica, de allí su nombre. En el Hemisferio Sur se encuentran dos de los cúmulos globulares más brillantes, 47 Tucane y Omega Centauri.

Los cúmulos estelares son muy importantes, pues ellos son los que permiten comprobar las teorías de la evolución estelar, ya

que todas las estrellas en el cúmulo se han formado prácticamente al mismo tiempo, y lo único que es diferente es la masa de cada estrella, la cual determina la evolución de cada una de ellas. Los resultados obtenidos han dado una confirmación a las teorías propuestas.



Algunos cúmulos se pueden observar en las siguientes fotos astronómicas obtenidas con el telescopio de 40 cm de apertura del Observatorio Buenaventura Suárez de la Universidad de La Punta:

44 |



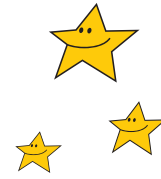
Imagen del cúmulo globular Omega Centauri.



Imagen del cúmulo globular 47 Tucanae.

Capítulo 6

Las Galaxias

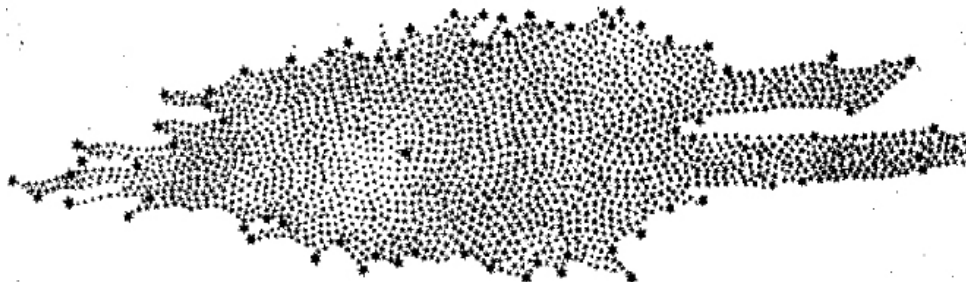


Las galaxias son grandísimas concentraciones de estrellas, sistemas estelares, gas, polvo y radiación. Si observamos una zona del cielo con un telescopio tan poderoso como el telescopio espacial Hubble, por ejemplo, observaríamos millones de galaxias.

Pero, ¿siempre supimos que existían? La respuesta es muy sencilla: no. ¿Por qué? Pues, porque están muy alejadas de la Tierra y debemos observarlas con telescopios, además, nuestra posición en la Galaxia también nos impide ver bien todo lo que nos rodea.

Durante unos 400 años, luego de Copérnico, se dijo que la Tierra no era el centro del Sistema Solar sino el Sol, y que éste era el centro de lo que se llamaba en esa época el Universo. Pero, a comienzos del siglo 20, un astrónomo cuestionó la posición del Sol y dijo que no era el centro de la Galaxia. Antes que él, en el siglo XVIII, se habían hecho estudios de la Galaxia, y un astrónomo inglés –gran observador, constructor de telescopios–, Sir William Herschel, contando estrellas en todas las direcciones desde el Sol, construyó un modelo de Galaxia, donde, por supuesto, el Sol estaba en el centro. Herschel se dio cuenta que habían más estrellas en una dirección que en otra. Pero su error fue considerar la posición del Sol.

En la figura se observa la representación de Herschel de la Galaxia como él la observaba. El punto negro central más remarcado indica la posición del Sol.



Con la mejora de los instrumentos y la llegada de la fotografía, comenzaron a realizarse estudios más profundos del cielo. Una astrónoma del Observatorio de Harvard, Henrietta S. Leavitt, observó unas fotografías astronómicas de un grupo de estrellas particulares que variaban de brillo, llamadas Estrellas Cefeidas, que se encontraban en las Nubes de Magallanes. Las fotos fueron obtenidas en un observatorio de Harvard que se instaló en Perú. Henrietta encontró una relación entre las distancias y las variaciones de brillo de esas estrellas y, como se conocían otras estrellas Cefeidas en la Galaxia, se mejoró la determinación de distancias a estrellas. Al observar cada vez más objetos, fue posible determinar de un modo aproximado la posición del Sol en la Galaxia. Esto lo hizo el astrónomo estadounidense Harlow Shapley. De este modo, el Sol fue “sacado” del centro de la Galaxia y “puesto” en los bordes.

Las observaciones continuaron incrementándose y se comenzaron a descubrir objetos ubicados a distancias cada vez mayores y ubicados fuera de nuestra Galaxia. Un astrónomo estadounidense, Edwin Hubble, en 1924, determinó distancias de estrellas Cefeidas a un objeto conocido como la nebulosa de Andrómeda, y encontró que en realidad era otra galaxia. ¡Se podría decir que Edwin Hubble había descubierto el Universo! A partir de allí se comenzaron a descubrir más y más galaxias.

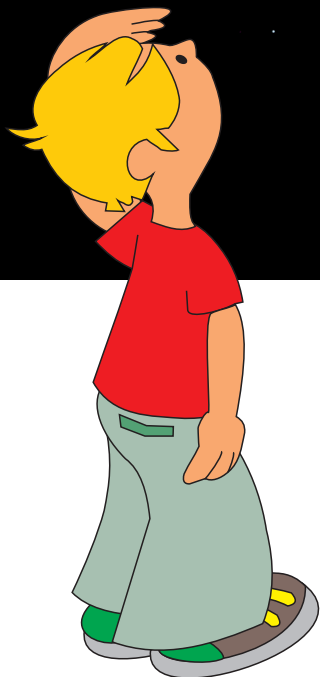
Otro de los grandes descubrimientos de Edwin Hubble fue que, observando las distancias y las velocidades de las galaxias, encontró que todas están alejándose unas de otras de nuestro Sistema Solar. Esto se conoce como el Corrimiento al Rojo de las Galaxias, indicando que todo se está apartando.

6.1.1.- Clasificación de galaxias

Al irse descubriendo cada vez más galaxias, fue posible clasificarlas según su forma. Por ello, las galaxias se clasifican en tres grandes grupos: galaxias espirales, galaxias elípticas, y galaxias irregulares. En las fotos que siguen, se presentan muestras de cada una de ellas.

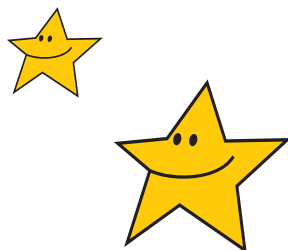


Galaxia andrómeda (galaxia espiral similar a la Vía Láctea. Es posible verla a simple vista en algunas ocasiones. Se encuentra en el hemisferio norte).



Galaxia Elíptica NGC 1316

Crédito de imagen: Observatorio Europeo Austral (ESO).



NUBE MAYOR DE MAGALLANES, GALAXIA
IRREGULAR UBICADA EN EL HEMISFERIO SUR
(VISIBLE A SIMPLE VISTA. ES SATELITE DE
NUESTRA GALAXIA JUNTO A LA NUBE MENOR DE
MAGALLANES)

Crédito: NASA/JPL-Caltech/M. Meixner (STScI) & the SAGE
Legacy Team.



6.1.2.- La Vía Láctea, nuestra Galaxia

Mirando el cielo en una noche estrellada, es posible observar una banda luminosa que lo cruza, la cual conocemos como Vía Láctea o Galaxia. Se trata del lugar donde se encuentra nuestro Sistema Solar junto a varios miles de millones de estrellas, gas y polvo interestelar.

Nuestra galaxia tiene forma espiral. El Sol se encuentra a unos 28.000 años luz del centro, cerca del límite, ya que el largo total es de unos 60.000 años luz. La edad calculada es de unos 12.000 millones de años. Estudios modernos muestran una barra en el centro. Algunos astrónomos piensan que en el centro hay un agujero negro por la actividad que se observa allí.

El Sol está ubicado en el plano de la Galaxia, y se puede comprobar porque cuando miramos la Vía Láctea, estamos mirando hacia el centro de la Galaxia desde adentro y si miramos lejos del plano de la Galaxia, vemos cada vez menos estrellas.

| 49




Imagen del centro de nuestra Galaxia.

Construida a partir de datos del Experimento Espacial Intermedio, a bordo del satélite MSX.

6.1.3.- Galaxias en general


En las siguientes fotos se muestran imágenes de diferentes galaxias obtenidas en el Observatorio Buenaventura Suárez.

A large, irregular galaxy with a prominent, bright, reddish-orange central region and a diffuse, blueish-white outer structure, set against a dark background of stars.

Galaxia activa CENTAURO A

A bright, yellowish-white central core surrounded by a dense, multi-colored (blue, white, and reddish) spiral structure, with a dark, dusty ring visible in the outer regions, set against a dark background of stars.

Galaxia MESSIER 83

A bright, yellowish-white central core surrounded by a thin, dark, dusty ring, with a large, diffuse, blueish-white outer structure, set against a dark background of stars.

Galaxia SOMBRERO

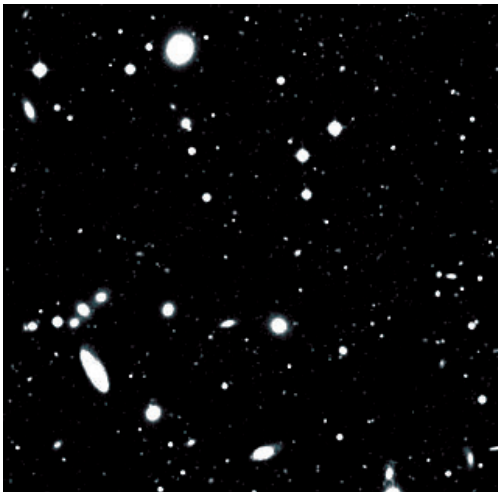
6.1.4.- Grupos de Galaxias

Así, como las estrellas no están solas en el Universo, tampoco lo están las galaxias. En el caso de la Vía Láctea, el sistema de galaxias se conoce como el Grupo Local. En este grupo se encuentran las Nubes de Magallanes, que son galaxias irregulares, que son satélites de la nuestra y se encuentran a unos 100 mil años luz de distancia del centro de la Galaxia. Otra galaxia importante es Andrómeda o la comúnmente llamada Nebulosa de Andrómeda, que también tiene dos galaxias satélites y que se encuentra a unos 3 millones de años luz de la Vía Láctea.

Cerca de dos docenas de galaxias descubiertas hasta ahora forman el Grupo Local de galaxias. Dentro de este grupo local los movimientos son al azar y algunas galaxias se acercan y otras se alejan. Pero, el Grupo Local, como un todo, se aleja como lo indica el corrimiento al rojo encontrado por Hubble.

Hay agrupaciones mayores de galaxias, y forman cúmulos, cúmulos de cúmulos, y súper cúmulos, donde hay miles de galaxias que forman sistemas, como el Cúmulo de Virgo, y el Cúmulo de Abell 496. Constantemente se están descubriendo nuevas galaxias lejanas que forman parte de alguno de estos cúmulos.

| 51



Cúmulo de galaxias abell 496. se observa la gran cantidad de objetos débiles, la mayoría galaxias que se encuentran en la zona.

Crédito: Observatorio Europeo Austral (ESO).

6.1.5.- Actividad entre galaxias

Es muy común la actividad entre las galaxias, ya que todas se están moviendo dentro de los grupos o cúmulos. Por ejemplo, la galaxia Andrómeda chocará con la Vía Láctea en unos 3 mil millones de años. Pero, este choque no será similar al choque de un auto contra una pared, sino a dos escobas que se mezclan. Por supuesto, el resultado final no será igual a lo que vemos ahora. Algunas estrellas se irán y otras vendrán de Andrómeda a la Vía Láctea. Estos "choques" llevan un tiempo muy largo, del orden de miles de millones de años hasta que las dos galaxias se separen.

¿Hay otras galaxias que chocan?, ¿las vemos? Sí, gracias a las mejoras en el poder de procesamiento de las computadoras, que permitieron realizar cálculos matemáticos cada vez más complejos, fue posible representar choques de dos galaxias como la conocida con el nombre de Antena, que en realidad son dos galaxias que están chocando y nosotros las estamos observando en este momento.

En algunas galaxias se observa que en el centro hay una gran actividad. Eso se debería a la presencia de agujeros negros. Esas galaxias se conocen como Galaxias Activas y muchas se observan en ondas de radio.

Galaxia "ANTENA"

Crédito: NASA, ESA, and the Hubble
Heritage Team (STScI/AURA)-ESA/Hubble
Collaboration.



Γαλαξία M51 y su compañera NGC 5194.

Crédito: NASA, Hubble Heritage Team, (STScI/AURA), ESA, S. Beckwith (STScI).





Galaxia NGC 1097. EN EL CENTRO SE OBSERVA UN GRAN AGUJERO NEGRO RODEADO POR UN CÍRCULO DE ESTRELLAS. ¡SE CALCULA QUE ESTE AGUJERO NEGRO TIENE UNA MASA DE 100 MILLONES DE VECES LA MASA DEL SOL!

Crédito: NASA/JPL-Caltech/The SINGS Team (SSC/Caltech).

Capítulo 7

algunas páginas interesantes



Es posible encontrar en Internet páginas muy interesantes de Astronomía, que son mantenidas por instituciones científicas. A continuación se indican direcciones de algunas páginas web de instituciones científicas astronómicas argentinas:

Instituto de Ciencias Astronómicas, de la Tierra y el Espacio, San Juan:

<http://www.icate-conicet.gob.ar>

Complejo Astronómico El Leoncito, San Juan:

<http://www.casleo.gov.ar/>

Observatorio Astronómico de Córdoba:

<http://www.oac.uncor.edu>

Observatorio Félix Aguilar, San Juan:

<http://www.oafa.fcefn.unsj-cuim.edu.ar>

Observatorio Astronómico de La Plata:

<http://www.fcaglp.unlp.edu.ar/>

Instituto Argentino de Radioastronomía:

<http://www.iar.unlp.edu.ar/>

Instituto de Astronomía y Física del Espacio, Buenos Aires:

<http://www.iafe.uba.ar/>

En el ámbito internacional algunas páginas con información muy interesante, que pertenecen a importantes instituciones científicas, donde es posible encontrar imágenes de gran calidad son:

<http://www.nasa.gov>.

<http://hubblesite.org/gallery/album/>

<http://www.eso.org/public/archiveindex.html>

<http://www.spitzer.caltech.edu/picturegallery/index.shtml>

<http://www.ipac.caltech.edu/2mass/gallery/index.html>

<http://images.nrao.edu/>

http://www.noao.edu/image_gallery/

155



Capítulo 8

CONCLUSIONES: MODELO DE UNIVERSO



El modelo de universo que actualmente se considera es el que George Gamow describió en la primera mitad del siglo 20 y es la teoría del Big Bang.

Según Gamow, el Universo comenzó en un momento hace unos 13 mil millones de años y, en un principio, fue algo explosivo donde se crearon partículas atómicas y subatómicas, componentes básicos del Universo. Luego fueron creándose los diferentes componentes mayores del mismo como las galaxias con sus estrellas y nebulosas.

¿Hay alguna prueba de que es así? Las observaciones indican que sería acertada esta teoría. Las galaxias se están alejando unas de otras como lo observó Hubble. Además, si ocurrió una explosión, la temperatura fue muy alta en ese momento y luego el Universo se fue enfriando. Debiera quedar algo de esa radiación, pero con una temperatura muy baja por el tiempo transcurrido. La teoría predice que debiera observarse una radiación de fondo, como se la conoce, con una temperatura de unos 270°C bajo cero, (o sea -270°C). A fines del siglo XX, un satélite llamado COBE detectó esa radiación confirmando la teoría y demostrando que no es tan parejo ese fondo, sino que hay pequeñas fluctuaciones de la temperatura, y de esas fluctuaciones fue posible que se originaran las galaxias.

Lo que no se conoce aún muy bien, por falta de datos, es el fin del Universo. ¿Se contraerá hasta el llamado Big Crunch? ¿Se separarán para siempre las galaxias? Muchas más observaciones se precisan, muchos más objetos deben ser descubiertos. Además, hay que confirmar muy bien la presencia de materia oscura, lo que nos dará una idea de cuál es la masa total del Universo.



Estas son algunas de las preguntas que los astrónomos deberán contestar en el siglo XXI. El hombre ha demostrado a lo largo de su corta vida sobre la Tierra, que es capaz de lograr respuestas a preguntas que parecían imposibles de conseguir. El laboratorio especial, que es el Universo, espera que logremos nuestro objetivo: responder a las preguntas que nos hicimos al comienzo: ... ¿de dónde venimos y hacia dónde vamos?

*"la cosa más INCOMPRESIBLE del UNIVERSO ES
QUE ES TOTALMENTE COMPRESIBLE".*

Albert Einstein



“Un viaje al Universo II. De planetas, estrellas y otros astros” invita a dar un paseo celeste para que los pequeños lectores descubran los secretos del Cosmos. A partir de un lenguaje simple, el lector podrá enterarse cómo se formó nuestro Sistema Solar, sus dimensiones, cuántos y cuáles son los cuerpos que lo componen, qué son las galaxias y dónde se acaba el Universo.

Asimismo, al recorrer sus páginas se pueden conocer los distintos modelos que intentaron explicar el funcionamiento del Universo, cómo nacen, viven y mueren las estrellas, y admirar fotografías reales de astros, que fueron tomadas con telescopios del observatorio Buenaventura Suárez, del Parque Astronómico La Punta (PALP).

La obra rescata nociones centrales de la ciencia de los astros, pero contadas de manera entretenida para que los chicos se sumerjan en las profundidades del Cosmos y comprendan, de manera clara, sus maravillas.



SAN LUIS, ARGENTINA



de la PUNTA