

LA GEOGRAFIA DEL UNIVERSO

Germán Puerta Restrepo

*Astrónomo, exdirector del Planetario Distrital de Bogotá D.C
Ponencia hecha en el Ciclo de Conferencias "Martes del Planetario" (Septiembre de 2003)

Al plantear el título de la conferencia nos asaltó la duda si debería llamarse *cosmografía*, pero se concluyó que *geografía*, en este caso, es un término genérico para una descripción física de un espacio, bien sea la superficie de un departamento, de un planeta o de una galaxia y así se tomó.

Dar charlas alrededor del tema de la astronomía es herramienta eficaz para lograr que los colombianos miren hacia el cielo y observen el futuro. Y mirar al futuro pues, antes de terminar este milenio, habrá un asentamiento permanente de más de tres mil personas en el planeta Marte y, en veinticinco años, la geografía marciana va a ser tan importante en las aulas como la geografía terrestre, así que tenemos que prepararnos para eso.

Para poder entender el tema de las grandes o pequeñas estructuras, pequeñas como el Sistema Solar y grandes como los conjuntos de las galaxias; debemos comenzar por el origen del universo, por el origen del mundo.

EL ORIGEN DEL UNIVERSO

En la historia de la astronomía se encuentran grandes pensadores. Recordemos, por ejemplo, aquella primera "gran explosión" del conocimiento astronómico en el siglo IV a.c. con la cultura Jónica donde aparecen Anaximandro, Eratóstenes, Hiparco y Anaxágoras; viene después la segunda "gran explosión" en el renacimiento con Copérnico, Galileo, Kepler, Tycho Brahe y Newton, quienes después de quince siglos de oscurantismo medieval, en menos de cien años, aparecen de repente; por último se presenta un tercer gran auge en el siglo XIX. Con todo, ninguno de ellos, en toda su inteligencia, con toda su investigación pudo elaborar una teoría consistente sobre el origen del universo.

El origen del mundo siempre ha estado sometido a todo tipo de mitologías, sucede con aquellas concepciones de las cuales ignoramos alguna cosa y surgen toda clase de mitos y leyendas y no hay objeto de un mito o una leyenda más rica y variada como este del origen del universo.

Los pueblos, las civilizaciones, tienen mitos, muchos de ellos comunes. La solución al asunto del universo primitivo se viene a resolver por una curiosidad, por un accidente, cuando en el siglo XVIII se inventa un aparato maravilloso, la máquina de vapor que después fue instalada sobre unas ruedas para ir luego sobre unos rieles, se logra entonces el maravilloso invento de la locomotora. Nunca antes en la historia del mundo había existido algo más veloz. Pero por ser tan veloz y llegar de repente tuvieron que colocarle un silbato accionado también por vapor, entonces la gente empezó a darse cuenta de que la locomotora venía cuando sonaba el silbato.

Fue un físico, el científico sueco llamado Christian Doppler quien observó que cuando la locomotora se acercaba al oyente el silbato parecía agudo y cuando se alejaba el sonido se hacía grave; así lo oímos hoy cuando pasa un avión o un carro. Doppler hizo grandes experimentos, puso músicos sobre los carruajes interpretando diversos instrumentos y a la gente para que los escuchara, dedujo entonces que el sonido se desplazaba en ondas y que estas ondas venían comprimidas cuando la locomotora se acercaba por lo cual el sonido era agudo y que las ondas se alargaban cuando la locomotora se alejaba haciendo el sonido grave. A eso se le conoce hoy como el efecto Doppler, en su honor.

La base experimental de toda la concepción del origen del mundo se encuentra en el efecto Doppler y se aplica en los fenómenos que se desplacen en ondas. Posteriormente se descubrió que la luz también se desplaza en ondas y cuando se inventó el *espectroscopio*, instrumento que permitió medir las ondas de luz lejanas como la de las estrellas, se pudo observar que las ondas de luz parecían comprimirse cuando el objeto luminoso se acercaba y llegaban alargadas cuando el objeto luminoso se alejaba. Este fenómeno se ve claramente en los espectros de las estrellas. Pero tuvo que llegar el siglo XX para que la concepción del universo cambiara completamente gracias al astrónomo Edwin Hubble.

Hasta el año 1920 todo lo que se observaba en el universo incluyendo lo que se podía apreciar a través de los telescopios, formaba parte de nuestra galaxia. El universo era un *universo isla*, todo lo conocido estaba en nuestra galaxia y todo, relativamente, cerca pues lo podíamos ver. Detectar nebulosas misteriosas llevaba a asegurar que eran parte de nuestra galaxia. Fue Edwin Hubble quien primero utilizó el espectroscopio para apuntar hacia las nebulosas que había por doquier y descubrió que el desplazamiento del efecto Doppler de la luz de esas nebulosas daba unos resultados que indicaban que estaban a distancias enormes porque descubrió que, en la medida en que los objetos están más distantes, el efecto Doppler es mucho más acentuado. Hoy se llama a esto el desplazamiento al rojo, *red shift*.

Así Hubble descubrió que todas esas nebulosas que se consideraban parte de nuestra galaxia, de ningún modo formaban parte de ella sino que estaban lejísimos, a unas distancias que jamás el ser humano había podido comprender. Cuando se trabajaba con la dimensión de la galaxia de ciento cincuenta mil años luz, aparecieron algunas que estaban a dos millones de años luz. Descubrió que en la medida en que veía más galaxias, más lejanas, el desplazamiento al rojo era mucho más acentuado, luego las galaxias se estaban alejando de nosotros y las ondas venían demasiado alargadas, significaba que entre más lejos veía los objetos, más velozmente se alejaban de nosotros. Con su ayudante Humason, quien fue muy importante en este descubrimiento, encontraron galaxias que estaban a distancias de hasta cuatro mil millones de años luz y cuando muchos otros astrónomos se sumaron a este descubrimiento, sencillamente se reveló lo que es una realidad: todo se aleja de nosotros, el universo se aleja de nosotros.

Sin embargo, Hubble recapacitó sobre este punto y descubrió que eso podría dar la falsa sensación de que nosotros estamos en el centro: *todo se aleja de nosotros, luego nosotros estamos en el centro*. Pero descubrió que el universo es isotrópico es decir que no importa en que lugar estemos en el universo, todo se aleja de nosotros, otra sensación falsa de antropocentrismo. Así se llegó a la conclusión de que el universo está en expansión, la teoría más consistente del origen del mundo y del universo.

Si el universo está en expansión, alguna vez estuvo junto. Calculando la velocidad de las galaxias más lejanas se pudo establecer en que momento todo el universo estuvo junto y, desde tiempos de Hubble, se movieron cifras, alrededor de los quince mil millones de años luz. La última cifra que se tiene sobre el origen del universo es alrededor de unos 13.700 millones de años luz.

Los partidarios o los opositores de esta teoría, entre ellos Fred Hoyle, se burlaron de esta hipótesis, él menciona en una entrevista, que lo que Hubble y otros astrónomos como él estaban diciendo era que el universo tuvo como una especie de gran explosión de *bing bang*, término en inglés. Así Hoyle, por burlarse de los expansionistas, acuñó sin querer el término que quedó como anillo al dedo a la teoría de la expansión del universo, el big bang,

Hoy la teoría afirma que toda la materia y toda la energía, todo lo que conocemos, estaba en un punto tan pequeño, con una densidad y una temperatura tan grandes como la podamos concebir y, por un motivo totalmente inimaginado, este punto hizo explosión. No una explosión como la conocemos aquí en la tierra sino una explosión simultánea de espacio y de tiempo.

El universo está en expansión. La descripción de todo el proceso del big bang es compleja pero se pueden puntualizar tres pruebas que la afirman y la mantienen sólida: **1. El desplazamiento al rojo** que tienen las galaxias, ellas se están alejando y entre más distantes mayor velocidad; **2. La Radiación Cósmica de Fondo**, descubrimiento realizado en 1963 por dos astrónomos que trabajaban con radiotelescopio y detectaron que el ruido del big bang se escucha todavía por doquier, a donde apunten las antenas se encuentra esa evidencia de la gran explosión y **3. El 70% de los átomos del universo son hidrógeno**, tal cantidad de hidrógeno solo se cocina en ambientes extremadamente calientes.

APARICION DE NUESTRO SISTEMA SOLAR

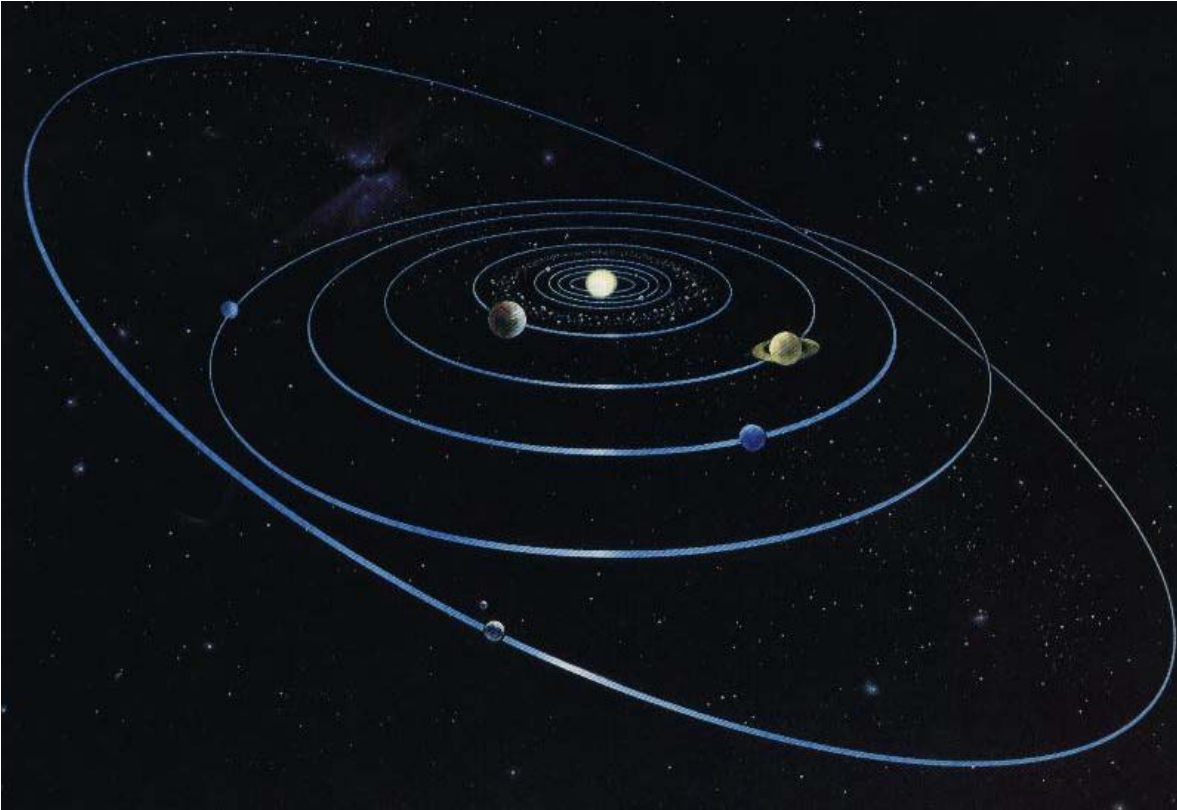
Una vez hecha la ilustración sobre el origen del universo veamos como aparece nuestro Sistema Solar, este sistema planetario que gira alrededor de una estrella llamada Sol. Aparece hace unos 5.000 millones de años, como resultado de la condensación de una nebulosa que se cree salió como resultado de una estrella.

En ese sentido a nuestro Sol se la conoce como *estrella de segunda generación*, y es posible, además, que esa estrella madre estuviera precedida también de una especie de estrella abuela que también hizo explosión y sus restos fueron la materia prima para formar la otra estrella. En ese sentido parecería que en el universo nada muere, es como si todo fuera ciclos. No existe la muerte en el universo, solo una serie de ciclos, de transformaciones que llevan un rumbo.

El Sistema Solar se formó por un *proceso de acreción*, significa sumar dos partículas en la nebulosa primitiva que atrajeron a su vez a una tercera y a una cuarta. Así rápidamente el cuerpo que gana en velocidad y en capacidad de capturar masa, es el que se la lleva casi toda. El 99.0% de toda la masa del Sistema Solar está en el Sol, a su lado, todo lo demás resulta insignificante.

En los discos de acreción que se formaron alrededor de esta materia inicial tan grande, se empezaron a condensar los planetas. Especialmente se condensaron cuatro de ellos

cerca de la estrella. Se llaman los *Planetas Rocosos*, Mercurio, Venus, la Tierra y Marte, por su ubicación también se les conoce como los *Planetas Interiores*. Mucho más lejos se encuentran los cuatro *Planetas Exteriores* o *Planetas Gaseosos* o *Planetas Gigantes*: Júpiter, Saturno, Urano y Neptuno.



El Sol, en algún momento, adquirió masa suficiente para formar reacciones termonucleares internas por las cuales se encendió como una estrella. Este proceso de encendido formó unos vientos que barrieron los gases de los planetas internos y los sacaron al exterior. Todo esto lo sabemos porque cuando observamos, por ejemplo, Antares que es una estrella supergigante roja, sabemos que el Sol va hacia ese camino y si observamos alguna estrellita en Tauro muy pequeñita, que se está formando, sabemos que el Sol también paso por ahí. Realmente todo el proceso de formación del Sistema Solar se conoce y es bastante consistente.

Entre los planetas que conforman el Sistema Solar hay uno especial, el gigante Júpiter, él solo tiene más masa que todos los demás planetas unidos. Se podría pensar, desde el punto de vista del explorador espacial, que el Sistema Solar es un sistema doble con el Sol y Júpiter, todo lo demás resulta insignificante.

También se encuentran otros materiales en el Sistema Solar que se condensaron y fueron muchos de ellos atrapados por los planetas. Aparecen las lunas, como la de la Tierra, planeta interior que tiene solo una luna, o como Júpiter que presenta un sistema de 60 lunas y es posible que hayan encontrado mas, porque las técnicas de detección ahora son impresionantes.

Entre las órbitas de Marte y Júpiter aparece un primer cinturón de asteroides. Son planetesimales o materiales que no alcanzaron a condensarse como planetas, tal vez, por las perturbaciones gravitacionales de Júpiter. No es un planeta que haya explotado por razones desconocidas puesto que toda la masa de los asteroides junta representa apenas un dos milavo de la masa de la tierra. La teoría del planeta arcaico no sirve.

En 1992 una astrónoma llamada Jane Luu, descubrió un objeto de 200 kms de largo, a la altura de Plutón. A Plutón lo descubrieron en 1930 los norteamericanos, es el único planeta descubierto por ellos. El objeto se conoce con el nombre poco romántico de 1992-QB1; fue el primero de docenas de objetos que se han descubierto a la altura de Plutón o a la altura de Neptuno, para el caso es lo mismo, porque tienen orbitas cruzadas. Hoy se conocen como *Plutinos* u *Objetos Trasneptunianos*. El astrónomo holandés Gerard Kuiper había desarrollado una teoría afirmando que a la altura de Neptuno y Plutón debería encontrarse un segundo cinturón de asteroides, hoy este se conoce como el *Cinturón de Kuiper* y a estos objetos que lo conforman se les llama *Objetos Kuiper*.

En la actualidad se han descubierto más de 120 Objetos Kuiper, el mayor de los cuales se llama Quaoar que tiene 1.400 kms de diámetro; resulta que Plutón tiene 2.000 kms de diámetro, entonces, estamos al borde de descubrir objetos tan grandes o más grandes que Plutón a la altura del cinturón de Kuiper y no van a ser considerados planetas. Ese descubrimiento reciente, de 12 años hacia acá, es lo que hace plantear que a Plutón lo van a bajar de planeta; el porque lo van a bajar, es una apuesta pendiente que tenemos los astrónomos.

En el Sistema Solar tenemos entonces el Sol, los planetas interiores, los planetas exteriores y los dos cinturones ¿qué más hay? los cometas. Para ellos hubo necesidad de introducir el término de las *Unidades Astronómicas* ya que los kilómetros no sirven para manejar las distancias que aquí se presentan. La Unidad Astronómica es la distancia promedio de la Tierra al Sol, equivale a 150 millones de kms, Júpiter se encuentra a 5 unidades astronómicas del Sol, la Tierra a una, los objetos Kuiper, Neptuno y Plutón están entre 35 y 60.

El astrónomo holandés Jan Oort desarrolló la teoría de la *Nube de Oort*: todo el Sistema Solar está envuelto o tiene un manto esférico de millones o tal vez trillones de cometas que anidan en esta nube a una distancia de entre 100 mil y 250 mil unidades astronómicas, unas distancias extraordinariamente grandes a mitad de camino hacia las estrellas vecinas.

Oort observó que hay cometas de diversos períodos cíclicos. Unos muy cortos como el Halley, objeto desprendido del cinturón de Kuiper, que hace su recorrido al Sol dando una vuelta en setenta y seis años. Otros cometas tienen períodos orbitales hasta de dos millones de años como el Hyakutake que pasó por la Tierra en la década pasada, o los dos cometas que vienen desde regiones muy distantes del Sistema Solar y deben pasar en mayo de 2004.

Las naves que han podido salir a mayor distancia del Sistema Solar, las dos Pionners y las dos Voyager, que están fuera del Sistema Solar interior, van más allá del cinturón de Kuiper, están registrando y enviando señales como si todavía existieran influencias gravitacionales en esas distancias tan enormes. No se descarta pues la presencia de un décimo planeta u otros objetos que estén muy lejanos.

Está también la teoría de que el Sol pueda tener una estrella compañera, el 70% de las estrellas son binarias, entonces ¿por que no la estrella compañera? Nadie la ha visto, mucha gente la busca, ya le tienen nombre, Némesis, el mensajero de la muerte. Así el décimo planeta o Némesis es el responsable de la invasión periódica de cometas en el interior del Sistema Solar. Al entrar en la Nube de Oort perturban la nube y arrojan los cometas en forma periódica, lo cual produce la extinción masiva de especies, profusamente registrada en estudios paleontológicos.

En conclusión, este es el Sistema Solar: **1.** El Sol con su enorme cantidad de masa; **2.** Los planetas pequeños en el interior muy cerca de la estrella; **3.** Planetas gigantes y gaseosos en el exterior, muy lejos de la estrella; **4.** Una cantidad de material que no se condensa y circula por todas partes en forma de asteroides, algunos peligrosos pues caen, a veces, por aquí cerca y **5.** Una nube de cometas. No hay nada más por el momento. El Sistema Solar es fácil de reconocer, es fácil de explicar y, hasta hace poco, se pensaba que así debía ser el Sistema Solar típico.

Pero nuestro Sistema Solar, al parecer, no tiene nada de típico. Se han encontrado muchos nuevos sistemas planetarios en otras estrellas y lo que se esta observando son cosas totalmente diferentes, planetas gigantes y gaseosos cerca de las estrellas y no se alcanzan a observar los planetas rocosos, no porque no existan sino porque no existe aún la técnica para detectarlos.

ALGUNOS ASPECTOS PUNTUALES SOBRE EL SISTEMA SOLAR

1. La explosión de una estrella supernova arroja la materia que se condensa en un disco de acreción en el cual la mayor parte de material se sitúa en el centro y forma los planetas. Es el estado en el que esta ahora el Sistema Planetario.
2. Los eclipses se producen por una coincidencia cósmica asombrosa. El único lugar del Sistema Solar en donde se pueden observar eclipses es aquí en la Tierra: la Luna cubre al sol completamente y aparece la Corona Solar y es que la Luna es 400 veces más pequeña que el Sol pero está exactamente 400 veces más cerca, por eso es que los dos astros tienen aparentemente el mismo tamaño. Se puede mencionar por ejemplo el eclipse total de sol del 11 de junio de 1991 visto en México y también aquí en el desierto de la Tatacoa.
3. Si se hace un viaje saliendo del Sol, el primer planeta es Mercurio, que se parece mucho a la luna. Ninguno tiene atmósfera, no presentan procesos erosivos ni tectónica de placas ni vientos. Es, entonces, como un retrato de lo que sucedió hace 4.000 millones de años, el gran *bombardeo meteorítico* de la infancia del Sistema Solar, cuando estos materiales no se habían estabilizado y circulaban por todas partes impactando los planetas. La Tierra fue impactada de esta forma hace 3.800 millones de años resultando totalmente craterizada inclusive, en ese momento, ya había formas de vida. Como la Tierra tiene procesos erosivos y océanos no quedan vestigios de lo ocurrido.
4. Venus, al contrario de Mercurio, conserva una atmósfera muy densa, tan densa, que al estar tan cerca del Sol se forma lo que se llama *efecto invernadero*, por ello

es el planeta más caliente del Sistema Solar, las temperaturas llegan a 570° centígrados en su superficie. Sólo hasta 1990 se pudo saber como era Venus cuando la Sonda Magallanes lo sobrevoló penetrando las nubes. La Sonda envió imágenes de radar muy precisas del planeta y nos mostró un planeta ardiente, lleno de volcanes y de ríos de lava por doquier, es sin lugar a dudas el más inhóspito de los planetas, lugar poco apto para terrestres, además la atmósfera tiene una altísima composición de ácido sulfúrico.

5. El planeta Tierra, , desde la altura de un satélite, no permite detectar su característica más importante, que tiene vida. Hay que acercarse mucho más para reconocerla. Eso de que la muralla china se ve desde la Luna no es creíble, ninguno de los astronautas ha reportado haberla visto desde la Luna.
6. En resumen, la Tierra es un planeta interior compuesto por roca, hielo y gas, con una capa atmosférica tan delgada como la piel de una manzana. Nosotros estamos acostumbrados a pensar la atmósfera de la Tierra como algo enorme, grueso. No, en absoluto, la atmósfera terrestre es más delgada proporcionalmente que nuestra piel. El espacio exterior se encuentra a 90 kms, está más lejos Pereira de Bogotá. Esta atmósfera tan delgadita es lo único que nos protege de las radiaciones ultravioleta, las radiaciones infrarrojas, los meteoritos y otras inclemencias del espacio exterior.
7. El planeta Marte tiene color rojizo por su alto contenido de hierro y una atmósfera liviana, es muy baja la presión atmosférica representa tan sólo el 1% de la de la Tierra. Por esto no puede haber agua líquida en su superficie, no hay océanos, ni lagos, si se bajan de la nave espacial sin el traje, la sangre se saldría por los poros. Pero Marte si tiene agua en forma de hielo, en los polos
8. Hoy día lo que se sabe es lo siguiente: Hace unos 4.000 millones de años, en la nube primitiva, del mismo lado surgieron tres planetas: Venus, la Tierra y Marte, los tres tuvieron la misma composición, la misma estructura, la misma atmósfera y enorme cantidad de agua aportada por los cometas que circulaban en esos momentos. La vida surgió en la Tierra muy rápido. Las primeras formas de vida ya existían sobre el planeta hace 4.000 millones de años. También pudieron haber aparecido en Venus y en Marte. Los tres planetas evolucionaron en forma diferente.

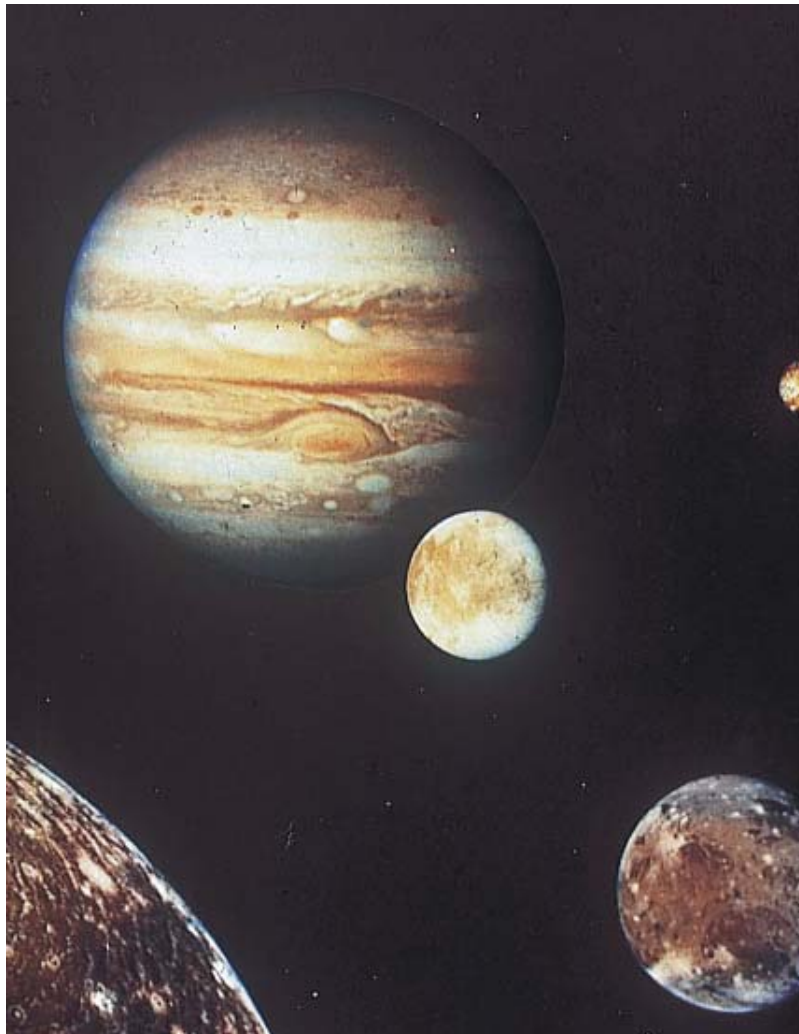
Venus se calentó y la vida primitiva, las bacterias si todavía están, están bajo la superficie, nada raro, recordemos que aquí en la Tierra hay dos veces más masa biótica bajo la superficie que sobre ella. No sería extraño que haya vida en Venus bajo la superficie.

En Marte, el proceso de enfriamiento del planeta y de pérdida de atmósfera no fue inmediato, los océanos estuvieron durante muchos años. Es posible que las bacterias hayan evolucionado y todavía estén ahí, bajo la superficie, es allí en donde se asegura que esta gran parte del agua de los antiguos océanos marcianos.

9. El monte Olimpo es la montaña más grande del Sistema Solar, 700 kilómetros de diámetro y 32 kms de altura; un gigantesco volcán apagado que, sin duda, será una de las joyas de la geografía marciana cuando la enseñen los colegios en unos veinte años. También existen enormes cañones como el Valles Marineris de 5.000

kms de largo y 7 kms de profundidad, dimensiones que hacen parecer el Cañón del Colorado como una tachuela. Las nubes que cubren el planeta son nubes de hielo. En Marte al parecer el agua está bajo la superficie a unos pocos centímetros, está como hielo; esto se llama el *permafrost* como en Siberia donde también el subsuelo es congelado. Aunque el subsuelo marciano al parecer está congelado, es posible que más en el fondo haya algún tipo de actividad termal que mantenga el agua líquida. De todas formas está la prueba de que en Marte algo fluye, uno se imaginaría como un lodo con agua que deja las marcas para luego evaporarse. Las implicaciones de que haya agua en Marte son definitivas frente al hecho de se pueda viajar hacia él. Hoy casi nadie piensa en volver a la Luna, todo el mundo habla de ir a Marte, porque hay agua. Es por ello que no hay duda, vamos hacia Marte, a más tardar en 25 años podremos realizar el primer viaje tripulado.

10. Siguiendo el viaje llegamos a Júpiter. El primero de los gigantes gaseosos: lo que en él se ve es hidrógeno, nubes de hidrógeno; a medida que se entra en la superficie de esas nubes de hidrógeno, la presión y la gravedad van aplastando los átomos, se sospecha que esto es la gran atmósfera que vemos de Júpiter.



Él flota sobre un océano de hidrógeno líquido, si entráramos en ese océano y pudiéramos navegar hacia las profundidades, la presión sería tan alta que el hidrógeno pasaría a su forma metálica, algo ni soñado en los laboratorios. En el núcleo de hidrógeno metálico las presiones son tan fuertes que hay algo de reacción termonuclear, entonces Júpiter despidió más radiación que la que recibe del sol. Un poco más de masa y Júpiter se hubiera encendido como una estrella y no estaríamos aquí. Además Júpiter es como el policía del Sistema Solar, es tan grande que detiene los cometas, asteroides y otros objetos que podrían impactar a la Tierra, en una frecuencia cien veces superior a la que realmente se presenta.

11. Júpiter tiene un sistema de lunas enorme, es una especie de Sistema Solar en miniatura, lo mismo Saturno, Urano, Neptuno, los cuatro planetas gigantes. Por su masa pudieron atraer mucho material. Lo es una luna muy interesante, está tan cerca de Júpiter que se encuentra sometida a jalonamientos gravitacionales muy intensos. Fue la astrónoma Linda Moravito la que descubrió por vez primera en lo volcanes activos, en Marte hay volcanes como el Monte Olimpo pero apagados. Esta es la primera vez en que se ven volcanes activos fuera de la Tierra. Son tan violentos los volcanes en lo que un solo volcán arroja más lava que todos los volcanes de la Tierra juntos y son tan potentes que parte del material no cae en lo sino que sale al espacio exterior perdiendo material, algún día la luna va a perecer por carencia de material o porque finalmente Júpiter la va a destrozar. Pero la luna más interesante no es lo, es Europa. Europa es todo lo contrario de lo que se espera de una luna, resulta ser una enorme bola de hielo, icebergs en movimiento que chocan unos con otros, flotan sobre un océano que se sospecha es de agua salada porque la luna tiene un enorme propiedad de conducción eléctrica. Este hielo tiene entre 50 y 100 kms de profundidad y tiene un núcleo caliente, ¿se imaginan un mejor lugar para que las bacterias sean felices? protegidas del espacio exterior por una coraza de hielo, en un océano de agua salada, con un núcleo caliente. Hay una misión que en el año 2009 va a descender sobre la luna Europa, va a penetrar el hielo, va a bajar un robot y entrará en este océano. Esperamos que no se lo coman las bacterias. En esta luna la diferencia entre marea alta y marea baja es de 50 metros.
12. Saturno, como los cuatro planetas exteriores, tiene anillos posiblemente compuestos de materiales que no alcanzaron a formarse como lunas por la influencia gravitacional del planeta o lunas que estallaron por ella.
13. Comparando la Tierra y Venus con los cuatro planetas gigantes se entiende porque se conocen como lo *planetas gemelos*, porque son iguales en tamaño.
14. Los asteroides y meteoritos han caído, caen y seguirán cayendo a la Tierra. En Arizona un asteroide dejó un cráter de 1.600 metros de diámetro y 180 metros de profundidad, lo originó un asteroide más pequeño que un salón de clase. Esto se debe a la enorme velocidad con que entran los asteroides a la atmósfera, llegan hasta 70 kms por segundo. Los cometas vienen algunos de la nube de Oort como el cometa Hale-Boop. Hasta aquí dejamos el Sistema Solar, apenas un punto en la galaxia.

Hasta aquí dejamos el Sistema Solar, apenas un punto en la Galaxia.

GEOGRAFIA DE LA GALAXIA

¿Cuál es nuestro vecindario? nuestros vecinos son estrellas que conforman un sistema llamado el Sistema Triple de Alfa Centauri o Alfa Centauro. Se compone de tres estrellas que están atrapadas gravitacionalmente entre sí, se llaman Próxima Centauri, Alfa Centauri A y Alfa Centauri B, la más cercana, Próxima Centauri, está a 4,32 años luz; le sigue Alfa Centauri A a 4,4 años luz y por último Alfa Centauri B, también a 4,4 años luz. Luego están algunas estrellas muy conocidas como las estrellas Sirio, la estrella Barnard, y una gran cantidad que no se ven porque están en la categoría de estrellas viejas que se llaman *enanas rojas*, muy pequeñas y muy opacas. Realmente solo podemos ver las estrellas relativamente jóvenes o maduras que son las que todavía despiden radiación o las muy grandes.

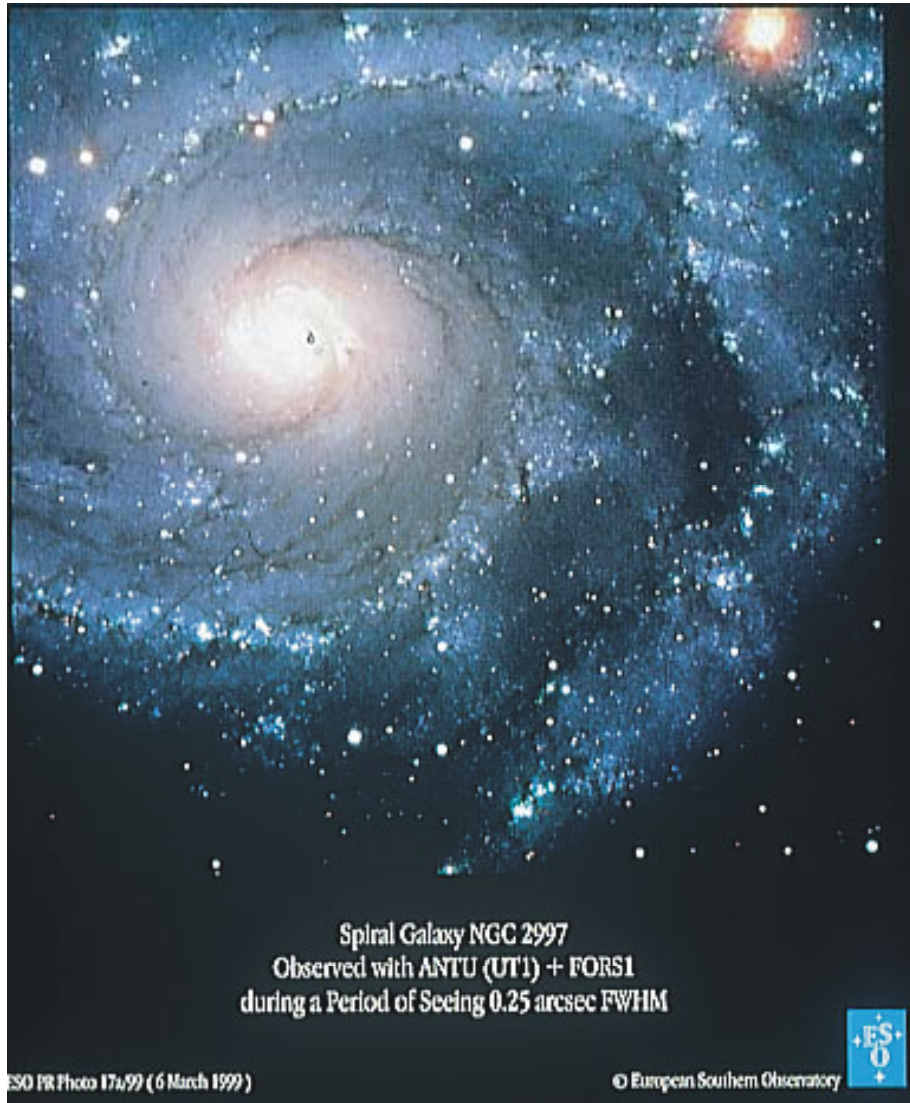
Las estrellas nacen muy calientes y brillantes, a medida que van envejeciendo o que van transcurriendo se van enfriando y pierden luminosidad. El Sol está con luminosidad uno y temperaturas de 5.500 grados centígrados en la superficie. Las estrellas terminan como enanas rojas, opacas, oscuras, casi no se ven. Esto sucede en la vida, según como se nace va a ser la vida, a las estrellas les pasa, según la masa con que nacen pueden quedarse en la secuencia principal o desviarse hacia gigantes o supergigantes o morir como enanas blancas y desviarse de la secuencia principal. Entonces cuando vamos a hablar de vida, de planetas con posibilidades de vida, hay que mirar primero las estrellas. El Sol es la cuota inicial, el primer paso para que haya vida la nuestra, se necesitan además una enorme cantidad de recursos, el planeta, la atmósfera, orbitas circulares, magnetosfera, núcleo metálico, si faltara una de ellas no estamos aquí. Pero la primera, sin la cual no hay caso, es la estrella madre, en nuestro caso la estrella tipo Sol o parecidas, radiantes estables, duran unos 6.000 millones de años.

En la pirámide galáctica, o sea nuestra galaxia, solamente el 4% de las estrellas son tipo G, como el Sol. La enorme cantidad de estrellas son enanas rojas, otras enanas blancas, tipo K.

Nuestra galaxia tiene aproximadamente unos 200 mil millones de estrellas, de ellas solo 8 mil millones son soles y aquí es donde viene algo interesante. Cuando vemos la geografía de nuestro vecindario y si nosotros tememos las cuarenta estrellas vecinas que nos rodean, la pregunta es ¿dónde están los soles, donde están las estrellas tipo G, aquellas en donde podrían estar nuestros vecinos? Surge una respuesta increíble, interesantísima, asombrosa: justo la estrella de al lado, la más cercana, Alfa Centauri A, es otro Sol, de este triple sistema una de ellas es un Sol, es tan idéntica a nuestro Sol en tamaño y temperatura que es prácticamente un retrato. A la distancia de 4,5 años luz, no sabemos si tiene planetas, porque no tenemos aun la técnica aún para detectar planetas pequeños. Pronto la tendremos.

No tiene sentido hablar de geografía del universo si no introducimos el concepto de habitabilidad. En el Sistema Solar hay una *Zona de Vida* que está entre Venus y Marte, con la Tierra más o menos en la mitad, una especie de dona. Cerca del Sol es muy caliente y lejos de él muy fría, solamente dentro del círculo se encuentra el rango perfecto para que el agua se conserve en la superficie en forma líquida. Esta Zona de Vida debemos mirarla en los nuevos planetas que se han encontrado en otras estrellas, hay docenas de planetas nuevos alrededor de estrellas, esto ya no es novedad, hoy se puede afirmar la existencia de más de 150 nuevos sistemas

planetarios con probabilidad de caer en Zonas de Vida, es decir, que están bajo zona habitable.



EL UNIVERSO A GRAN ESCALA

Cuando observamos la galaxia, todo lo que percibimos a simple vista esta cerca, de lo contrario no lo podríamos ver. Sólo hay un objeto que ubicamos a simple vista sin que este cerca, la vemos por su inmenso tamaño, es la galaxia de Andrómeda. Estrellas, nebulosas, cúmulos, todo está cerca, ¿dónde? la mayoría de estos objetos están en el brazo de Orión que es donde nosotros habitamos.

Todos los materiales expulsados por las estrellas forman cúmulos en las nebulosas, las estrellas son como las familias, nacen juntas y luego se van cada una por su camino.

A la constelación de la Serpiente y la Nebulosa del Aguila se les conoce hoy como los Pilares de la Creación porque en sus puntas, como cachitos, se están formando las estrellas ahí está la materia condensándose. A nuestro lado, en la galaxia que es gigantesca y en forma de espiral, tenemos dos galaxias satélites atrapadas gravitacionalmente, se llaman la Pequeña Nube de Magallanes y la Gran Nube de Magallanes.

La galaxia de Andrómeda y nuestra galaxia, la Vía Láctea, son muy parecidas, son gigantescas galaxias en espiral, nosotros habitamos en una galaxia que no es pequeña, habitamos una gran galaxia, con brazos espiralados que giran alrededor de su centro y que dan una vuelta en 250 millones de años. Nosotros habitamos en un brazo que se llama el *Brazo de Orión*, este da una vuelta alrededor de la galaxia con nosotros en algún lugar, aquí también habría una Zona de Vida, otra zona, una franja casi externa alrededor del centro de la galaxia, ahí es donde estamos nosotros. Muy cerca del centro galáctico, la proporción de materiales errantes es tan densa como para permitir la estabilidad a largo plazo de los planetas habitados.

Cuando hablamos de Andrómeda y de la Vía Láctea, estamos hablando de dos galaxias gigantes que están a una distancia entre sí de 2.200 millones mil años luz, pero tanto alrededor de Andrómeda como de la Vía Láctea, hay otras, además de las Nubes de Magallanes hay muchas más. En total se estima que hay unas 50 galaxias en el vecindario, todas más pequeñas que Andrómeda y la Vía Láctea, pero son también muy grandes con miles de millones de estrellas, esto se llama el *Grupo Local*.

El Grupo Local se conforma de unas cincuenta galaxias, es un racimo que forma parte junto con otros muchos racimos de un supeconjunto de racimos llamado *Supercúmulo Galáctico de Virgo* denominado así porque la mayoría se encuentran en dirección de esta constelación.

Para terminar, se puede afirmar que el universo se compone de enormes agrupaciones de supercúmulos galácticos y que los únicos mapas que se pueden hacer de él parten de lo que se ve desde la tierra. Para hacer y manejar un mapa del cielo hay que conocer la nomenclatura pues hay estrellas de diferentes magnitudes, dobles y múltiples, estrellas variables, cúmulos de estrellas abiertos, supernovas, cúmulos globulares, nebulosas y galaxias.

CONCLUSION

Concluyamos sobre el universo algo se conoce pero que, realmente, falta mucho por saber, se dice que solamente conocemos el uno por ciento de él, sobretodo ahora con el concepto de los *agujeros negros*.

Como vimos en el caso de Júpiter, el hidrógeno se puede comprimir mucho, un átomo es vacío, si el núcleo de un átomo fuera una pelota los electrones serían como cerecitas y volarían a la altura media de ella, por ello los átomos se pueden comprimir tanto.

Las estrellas a veces terminan cuando hacen explosiones de estrellas supernovas, dejan unos núcleos muy densos, que se llaman *estrellas de neutrones*, una cucharadita de una estrella de neutrón puede pesar 1 millón de toneladas, también se pueden formar estrellas

o restos de estrellas todavía más pesados hasta que llega un momento en el cual la gravedad es tan grande que la luz no puede salir. La luz también es afectada por la gravitación esto hace que la estrella colapse y se forme un *agujero negro*. Un agujero negro es un lugar del espacio, una *singularidad* en donde todo cae y nada puede salir.

Se piensa que detrás de un agujero negro hay un agujero blanco, un sitio del universo donde nada puede entrar, todo sale, es como si fuera otro Big Bang, un lugar donde nada entra y todo sale. ¿Adonde? ¿ a otro lugar de nuestro universo? ¿ a otro sitio del tiempo? ¿a otra dimensión? ¿ a otro universo? La geografía puede ser muy complicada y fascinante en este universo.