



ING. JUSTO JAVIER EZQUER ESPÍN  
ID MM1899BBA6958

DOCTORADO EN HISTORIA DE ANTIGUAS CIVILIZACIONES

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN: INTRODUCCIÓN A LA ASTRONOMÍA  
(ASTRONOMY INTRODUCCION).

## TABLA DE CONTENIDOS (INDICE)

Introducción-----	Pág.3
Descripción-----	Pág.6
Análisis general-----	Pág.12
Actualización -----	Pág.31
Discusiones-----	Pág.33
Recomendaciones -----	Pág.35
Conclusión: Un nuevo aspecto de la discusión-----	Pág.36
Bibliografía-----	Pág.38

## INTRODUCCIÓN

"Y preparé un tubo, al principio de plomo, y puse en sus dos extremos dos lentes de vidrio, los dos planos de una parte, y de la otra uno esféricamente convexo y el otro cóncavo. Moviendo el ojo a la parte cóncava, vi los objetos muy grandes, lo mismo que muy cercanos. En tres tantos aumentaban los cercanos, y los más grandes se dejaban ver con un aumento de nueve. Pero después construí otro aparato en que con mayor exactitud los grandes objetos crecían hasta sesenta veces su tamaño natural. Y después, sin perdonar esfuerzo ni gasto, llegué a tener un medio muy excelente para que las cosas que yo veía se hicieran miles de veces más cercanas que a simple vista. Son muchos los beneficios que este aparato trae, tanto en la tierra como en el mar. Pero yo dejé todo lo de la Tierra y me entregué a la observación de los cielos. Galileo Galilei"

Para los primeros hombres, los ritmos del día, noche y de las fases de la Luna se destacaron aún con su conocimiento más rudimentario. La lunación es el medio más evidente de ordenar los días, de los que ella agrupa casi unos 30. Por ello todos los primeros calendarios fueron lunares. Sin embargo las sociedades agrícolas tuvieron necesidad de establecer un calendario que rijera las siembras y las cosechas. Así se pudo comprobar la relación entre el curso anual del Sol y las estrellas. Al componer un calendario basado en el curso anual del Sol, las primeras civilizaciones desarrollaron un calendario luni-solar donde hay 12 lunaciones en un año lo que condujo a un año de 12 meses de 30 días. El mes lunar (o lunación) es el intervalo de tiempo transcurrido entre dos lunas nuevas consecutivas y su duración es algo mayor de 29 días. Desde tiempos remotos, el mes lunar tuvo gran importancia debido a que la mayoría de las fiestas y solemnidades religiosas se fijaban tomando como base las fases de la Luna. El calendario es por lo tanto un sistema de medida del tiempo por medio de ciclos astronómicos importantes, como los días (rotación de la tierra sobre si mismo), meses (períodos de las fases lunares), y años (traslación de la Tierra alrededor del Sol). Pero la utilización de estas unidades conduce a problemas si se quiere combinarlos unos con otros. Así, por ejemplo, la traslación de la Tierra alrededor del Sol, denominado año trópico o año de las estaciones, que corresponde a 365d 5h 48m 46s que es igual a 365,2422 días, no contiene un número entero de períodos de rotación de la Tierra. Tampoco el período de las fases de la Luna que es de 29,53 días, contiene un número entero de días, ni tampoco un año contiene un número entero de fases lunares. La combinación de estos 3 ciclos astronómicos conduce a varios tipos de calendarios solares, lunisolares o lunares, según cuales períodos se tomen en consideración.

1.- Asimov, I., *"El universo"*, Madrid, Alianza Editorial, 1981.Pág. 35.

Las unidades naturales de tiempo son el día, el mes y el año. El día es demasiado corto para medir períodos largos, tales, como por ejemplo, la vida de un hombre, y lo mismo ocurre con el mes, de modo que para fines cronológicos se emplea el año trópico. Al mismo tiempo, algunas fiestas están relacionadas con los cambios de la Luna (por ejemplo las Pascuas), lo que ha introducido una perturbación constante para poner de acuerdo el mes lunar con el año. Si el mes lunar durase exactamente 30 días y el año trópico 360 días, no hubiese habido dificultades en el empleo de estas unidades, pero esto no es así. Como es de gran importancia e interés que las estaciones y demás fenómenos naturales ocurran todos los años en las mismas fechas, se ha establecido un conjunto de reglas y convenciones para lograr la mayor concordancia posible entre el año civil y las distintas unidades naturales (día, mes, año trópico, etc.), y al conjunto de reglas establecidas para dicho fin se denomina calendario.

La Tierra y todo cuanto la rodean, se compone de materia que en un remoto pasado constituyó parte de una estrella. Quizás, esa estrella explotó, chocó con otro astro, o simplemente su evolución natural la condujo a formar un sistema de cuerpos tal como el que actualmente conocemos. Esa idea sugiere que con los restos de un astro se forjaron el Sol, el sistema planetario que lo acompaña y varios otros cuerpos que aún pueblan su vecindad. Haber llegado a esa conclusión implicó más de 3.000 años de investigaciones. Fue precisa una paciente observación del cielo, un estudio profundo de las leyes de la naturaleza y, básicamente, la imaginación de hombres inquietos, curiosos y obstinados. La descripción del Sistema Solar resulta relativamente sencilla, sin embargo, fuera de este sistema, se percibe una gran variedad de objetos que comprueban la complejidad de la estructura del universo. En la noche terrestre, a ojo desnudo, se ven cinco puntos brillantes que cambian lentamente de posición y son los planetas. Se trata de cuerpos más o menos similares a la Tierra. Pero la mayoría de las luces que brillan en el cielo nocturno son estrellas, el mismo centro del Sistema Solar es una estrella, ya que hay una enorme variedad de estrellas. Geométricamente, algunas son tan grandes que la trayectoria de la Tierra alrededor del Sol cabe cómodamente dentro de ellas, en el otro extremo existen estrellas tan pequeñas como nuestro planeta y otras todavía mucho más diminutas, cambiando la escala de tamaños se observa que muchas de las estrellas se agrupan en grandes conjuntos de cientos o bien de cientos de miles de miembros, como los cúmulos estelares. Las estrellas y los cúmulos estelares, junto con todo el gas y el polvo interestelar, forman parte de un conglomerado todavía mayor, llamado Vía Láctea objeto denominado Galaxia que contiene en su interior a cientos de miles de millones de objetos. Pero la Vía Láctea no es la única galaxia en el universo, el número total de estos gigantescos enjambres cósmicos aún es desconocido. Lo que sí se sabe es que también las galaxias se reúnen en grupos, de dimensiones que escapan al sentido común. Los supercúmulos de galaxias, son objetos celestes colosales. El conjunto de galaxias define al universo. Allí está contenido todo lo que vemos, pues en la actualidad no se conoce si tiene centro ni tampoco bordes.

Y junto a las galaxias, en las fronteras del universo accesible por los más sofisticados instrumentos, se hallan los quásares, que son cuerpos intrínsecamente luminosos y extremadamente distantes. Galaxias y quásares se perfilan como astros claves para definir la estructura que tendría el universo, Sobre esta cuestión, de carácter fundamental para la Cosmología, se plantean varios modelos. Ninguno de esos modelos es aceptado por completo, ya que se necesitan más datos observacionales que permitan elegir sólo uno entre ellos. Para analizar las propiedades del universo en su conjunto se realizan esquemas hipotéticos de cómo sería el universo bajo ciertas condiciones llamadas modelos cosmológicos. Si esos modelos son válidos podrán identificarse a través de los datos observacionales. Los modelos cosmológicos tienen en común el siguiente postulado, el universo debe verse de la misma manera, para un observador en cualquier lugar en que se encuentre lo que se define como "principio cosmológico". Se establece así la homogeneidad del espacio. Otro postulado, más ambicioso, dice que el universo debe parecer igual a todo observador, en cualquier punto y en cualquier época, se lo conoce como "principio cosmológico perfecto". Es la teoría del estado estacionario del universo que se desarrolló a partir de estos postulados y dice que el universo debe verse idéntico desde cualquier lugar y no debe experimentar cambios en el tiempo. El corrimiento al rojo de las galaxias verifica que el universo se expande y por lo tanto, aumenta de tamaño, ahora si la teoría del estado estacionario es válida no podría explicar dicha expansión. Si se considera que la expansión se desarrolló a lo largo de un tiempo infinitamente largo, la materia del universo habría llegado a diluirse hasta el punto de que no quedarán galaxias para observar, a menos que se hayan ido formándose continuamente otras nuevas. Por otra parte, la materia que compone un universo en estado estacionario, debe formarse a una velocidad elevada, suficiente para que se mantuviese una densidad de materia más o menos constante, esto implica que un observador de un universo en estado estacionario detectaría en cualquier instante y lugar, un mismo número promedio de galaxias viejas y jóvenes. Este universo exige entonces la continua creación de materia y de energía, en esas condiciones el ritmo de creación de materia debería ser tan alto como para ser detectado y hasta hoy, sin embargo, no se ha logrado ninguna evidencia al respecto. Esto hace dudar sobre un estado estacionario para el universo.

Los registros históricos dan cuenta que el hombre se ha ocupado de los fenómenos astronómicos desde el comienzo mismo de la civilización sin embargo, aún hoy se escucha frecuentemente la pregunta, ¿qué utilidad tiene esta ciencia? Para los especialistas es evidente la respuesta, pues resulta notable la presencia e influencia de la Astronomía tanto en la vida cotidiana como en el desarrollo cultural de la humanidad. En todas las culturas una de las primeras actividades relacionada con los astros, ha sido la determinación del tiempo, tanto su medida como su registro y la confección de calendarios, con los que, por ejemplo, se fijaban las fechas propicias tanto para las cosechas como para las festividades. Por lo tanto, la Cronología tiene una vinculación importante con la Astronomía y sin ella, ciencias como la Historia hubiesen adolecido de grandes dificultades.

## DESCRIPCIÓN

Seguramente, los primeros seres humanos que poblaron el planeta se preguntaban, ¿qué son esos puntos blancos y luminosos que se observan en el cielo por la noche? De ésta y muchas otras preguntas nació la ciencia que hoy llamamos Astronomía. Dichos objetos luminosos fueron relacionados por las antiguas civilizaciones con sus creencias acerca de dioses y héroes que realizaban proezas asombrosas, ya que a los planetas conocidos desde la antigüedad eran Mercurio, Venus, Marte, Júpiter, la Luna y el Sol, estos últimos también eran considerados como planetas, les dieron nombres de sus dioses y además, con las estrellas fijas formaron figuras de seres u objetos típicos de sus culturas, llamadas en la actualidad constelaciones.

Los antiguos pensaban que las estrellas estaban fijas a la esfera más exterior, la situada más allá de la esfera de Saturno. Por este motivo se llamaban a las estrellas fijas, diferenciándolas de las estrellas errantes o planetas, que se movían independientemente de esta esfera. La esfera más exterior de las estrellas no era transparente sino negra, y las estrellas brillaban sobre este fondo como cuentas luminosas muy pequeñas. Todo el cielo negro giraba con completa regularidad una vez por día, transportando consigo las estrellas. Cuando salía el Sol, el cielo se volvía azul y las estrellas desaparecían, pero esto se debía únicamente a que el resplandor del Sol las ahogaba. Sin embargo, este tema nos lleva a Hiparco (161-127 antes de C.), el mayor de todos los astrónomos griegos. Si tenemos en cuenta que prácticamente no disponía de instrumentos y que los astrónomos anteriores habían dejado pocos escritos, los descubrimientos de Hiparco bastaban para situarlo entre los mayores astrónomos de todos los tiempos. Hiparco trabajó en la isla de Rodas, cerca de la Costa de lo que hoy es Turquía, y para explicar el movimiento aparente de los planetas inventó un sistema de combinaciones circulares superior a los concebidos en los dos siglos transcurridos desde la muerte de Platón. El sistema de Hiparco sobrevivió con pequeñas mejoras durante mil setecientos años. Un astrónomo posterior, Claudio Tolomeo (100-170 después de C.), que vivió unos tres siglos después de Hiparco, resumió hacia el año 150 después de C. el sistema de Hiparco con algunas mejoras en un libro que sobrevivió hasta la edad moderna, lo cual no sucedió con ninguna de las obras de Hiparco. Llamamos así sistema tolemaico al sistema astronómico que sitúa la Tierra en el centro del universo, con los demás cuerpos girando a su alrededor.

Aristóteles fue el primero en pensar en un modelo geocéntrico del Universo, idea que perduró hasta el siglo XVI. Después, en el siglo II D.C., Ptolomeo dio un modelo que describía el movimiento planetario. Este modelo consideraba a la Tierra como el centro del Universo. Más tarde Copérnico propuso un modelo heliocéntrico con órbitas circulares que fue aceptado por científicos como Kepler, que lo empleó para realizar sus cálculos de las órbitas planetarias. Kepler, haciendo uso de los datos obtenidos por Tycho Brahe en el observatorio a su cargo, pudo darse cuenta que las órbitas descritas por los planetas no eran círculos perfectos, sino elipses casi circulares. Galileo que también adoptó el modelo de Copérnico, hizo varios experimentos y observaciones, de hecho algunos lo consideran el

Primer físico moderno debido a la metodología seguida en sus trabajos. Entre sus observaciones más importantes, podemos contar el descubrimiento de las lunas de Júpiter, hecho que en cierta forma apoyaba el modelo heliocéntrico de Copérnico, la observación y documentación de las manchas solares, así como el minucioso estudio de la superficie lunar, del cual tuvo como resultado la observación de estructuras que él llamó por analogía con la Tierra, montes, valles y mares.

Una de las ideas más importantes en el desarrollo de la Astronomía moderna fue la Gravitación Universal, teoría desarrollada por Isaac Newton de 1679 a 1687. Edmund Halley, amigo de Newton, descubrió el cometa que lleva su nombre y sobre la base de la teoría de la gravitación desarrollada por Newton, fue capaz de predecir la trayectoria y el tiempo que tarda en dar una vuelta en su órbita alrededor del Sol dicho cometa. Otro importante astrónomo de la época fue el holandés Christiaan Huygens, que fue el primero en medir la distancia a las estrellas usando un método de paralelaje.

La mayoría de la gente creía que los planetas en sus movimientos ejercían una influencia sobre la Tierra y sobre los humanos, y que si se conseguía elaborar un sistema que predijera exactamente sus movimientos quizás podrían deducirse sus influencias sobre el destino futuro de cada individuo. El desarrollo de un tal sistema de astrología (no reconocida como ciencia), tenía un interés extraordinario para todas las personas del mundo antiguo. El Sol, La Luna y los cinco planetas de aspecto estelar se mueven por una franja estrecha del cielo que se dividió en doce regiones, ocupada cada cual por un conjunto concreto de estrellas, donde los antiguos, llenos de imaginación, vieran el perfil de algún objeto, normalmente un animal. Cada agrupación de estrellas se llama constelación y las doce constelaciones a través de las cuales se mueven los planetas se llama zodiaco, de una palabra griega que significa círculo de animales.

Los astrónomos dividieron también en constelaciones el resto del cielo. En épocas modernas, cuando los astrónomos viajaran hacia el sur y pudieran estudiar las estrellas más meridionales, también dividieron en constelaciones estas regiones. Actualmente hay 88 constelaciones que dividen toda la esfera del cielo, pero las doce constelaciones del zodiaco continúan siendo las que más interesan a algunos hombres crédulos. Sin embargo, Europa y el Próximo Oriente no fueron las únicas cunas de la civilización. Durante un período de dos mil años, entre el 500 AC y el 1500 DC, China superó mucho a Occidente en ciencia y tecnología. A lo largo de las épocas antigua y medieval, los astrónomos chinos observaron cuidadosamente el cielo y tomaron nota de todo fenómeno insólito que tenía lugar allí arriba. No tenían que enfrentarse con ideas dogmáticas sobre su perfección y vivían en una sociedad relativamente secular donde el temor a los seres sobrenaturales no restringía indebidamente su pensamiento.

Es cierto que los chinos no estudiaban el cielo por motivos puramente intelectuales, ellos utilizaban esto con motivos religiosos, impulsados por el conocimiento de sus dioses. También ellos, como los babilonios y los griegos, estaban interesados en la astrología. Habían inventado significados para todo lo que pudiera aparecer en el cielo y los utilizaban para pronosticar los posibles acontecimientos futuros en la Tierra.

En 1543 el astrónomo polaco Nicolás Copérnico (1473-1543) publicó un libro que explicaba las matemáticas necesarias para predecir la posición de los planetas suponiendo que la Tierra giraba alrededor del Sol, junto con Mercurio, Venus, Marte, Júpiter y Saturno. Esta hipótesis simplificaba considerablemente el problema, aunque Copérnico continuaba sosteniendo la idea de que los planetas se movían mediante órbitas circulares. En 1609 otro sabio italiano, Galileo Galilei (1564-1642) se enteró de que en Holanda se había inventado un tubo con lentes a cada extremo que permitía acercar y ampliar los objetos. Empezó a experimentar inmediatamente y en poco tiempo tenía lo que ahora llamamos telescopio. Galileo hizo con él algo nuevo y atrevido, lo apuntó hacia el cielo.

El telescopio de Galileo era un aparato pequeño y primitivo, pero por primera vez alguien estudiaba el cielo nocturno con algo mejor que la simple vista. Galileo vio con su telescopio montañas y cráteres en la Luna, además de zonas llanas que tomó por mares. Vio manchas en el Sol. Vio cuatro satélites alrededor de Júpiter. Vio que Venus presentaba fases como la Luna. Por lo que mostraba el telescopio, parecía muy probable que los planetas fueran mundos como la Tierra, quizá tan cambiantes e imperfectos como ella. Incluso el Sol, con sus inéditas manchas, era claramente imperfecto. En cuanto a Venus, sus fases tal como Galileo las había observado, no podía existir en el sistema tolemaico, aunque sí en el sistema copernicano. El telescopio de Galileo reforzó inmensamente la concepción copernicana del sistema solar, y esto le enfrentó con la Inquisición, que le obligó a renegar del sistema copernicano. El astrónomo alemán Johannes Kepler (1571-1630) confirmó en 1609 que Marte no giraba alrededor del Sol siguiendo un círculo o una combinación de círculos, como habían supuesto Platón y todos los astrónomos occidentales posteriores, incluyendo a Copérnico. Marte giraba alrededor del Sol según una órbita elíptica que tenía el Sol en uno de sus focos. Kepler demostró luego que todos los planetas se movían según órbitas elípticas. Kepler había obtenido con esto la descripción real del sistema solar. Era su sistema y no el de Copérnico el que encajaba con la realidad. En los casi cuatro siglos transcurridos desde entonces, los astrónomos no han introducido mejoras sustanciales en el sistema de Kepler. Se han confeccionado teorías más generales y se han descubierto nuevos planetas, pero las órbitas elípticas se han mantenido y es casi seguro que se mantendrán siempre. El astrónomo alemán Hans Bayer (1572-1625) inventó en 1603 un sistema para nombrar las estrellas, que consiste en dar a cada una, una letra griega y el nombre de la constelación donde estaba situada, sistema que persiste hoy en día. El astrónomo inglés Edmond Halley (1656-1742) fue el primero en decir que los cometas se desplazan en órbitas fijas alrededor del Sol y que vuelven periódicamente. También estudió la determinación precisa de las estrellas, al comparar sus cifras con otras anteriores, vio con asombro que los griegos habían situado al parecer algunas estrellas incorrectamente. Aunque se tuviera en cuenta que los griegos no disponían de telescopios, el error en las

Posiciones de las estrellas era demasiado grande, sobre todo porque sólo parecían estar fuera de lugar algunas de las estrellas más brillantes. Halley pensó que sólo había una conclusión posible. Los griegos no estaban equivocados, eran las estrellas las que habían cambiado de posición durante los dieciséis siglos transcurridos. En 1718 Halley anunció que las estrellas brillantes sirio, Proción y Arturo se habían desplazado de modo perceptible desde la época de los griegos, e incluso se habían desplazado ligeramente desde que Tycho había fijado su latitud y su longitud un siglo y medio antes. Halley pensó que las estrellas no estaban en absoluto fijas, sino que se desplazaban al azar a través de vastos espacios del cielo como abejas en un enjambre. En conjunto, las estrellas estaban tan lejos de nosotros que la distancia que recorrían era pequeña comparada con su distancia a la Tierra, y de una noche a la siguiente o de año en año no podía detectarse ningún movimiento.

No se puede hablar de Astronomía sin hablar del calendario, en general, durante los tiempos antiguos el calendario estaba en manos de los sacerdotes, y como era predominantemente lunar, las estaciones o bien tenían lugar en diversas épocas del año, o bien se ajustaban en el lugar debido intercalando o suprimiendo los meses que hiciese falta. Los calendarios diferían de un país a otro, y además se han ido modificando con el transcurso del tiempo. Los griegos adoptaron el año de 360 días dividido en 12 meses de 30 días cada uno. Posteriormente y hasta la época de Solón, unos 600 años a.C., contaban dos años de 12 meses y uno de 13, al que se denominaba trietérico. Más tarde trataron de lograr la coincidencia de la duración del año y de los meses con el movimiento del Sol y de la Luna, mediante la introducción de un ciclo llamado ciclo de metón. Este ciclo consta de un período de 19 años trópicos durante los cuales las fases de la Luna se suceden 235 veces; se observa que si se divide el período de 235 lunaciones por 19 años trópicos, la duración de cada uno de éstos es bastante exacta para todos los usos civiles. El ciclo de metón es utilizado para determinar la fecha de Pascua, fiesta religiosa del calendario cristiano que se establece según las fases de la Luna. La Pascua coincide con el primer domingo que sigue a la primera Luna Llena que tiene lugar después que el Sol pasa por el punto vernal, o sea por el equinoccio de primavera para el hemisferio norte (aproximadamente el 21 de marzo). Como las fases de la Luna se suceden periódicamente según el ciclo de metón, resulta que la fecha de la Luna llena correspondiente a la Pascua, se repite al cabo de dicho intervalo (19 años). La fecha de Pascua oscila de año en año y puede ocurrir en cualquier día entre el 22 de marzo y el 25 de abril.

Cuando llegó al poder Julio Cesar en el año 46 A.C. encontró el calendario romano en un estado de enorme desorden. Recurrió entonces a los consejos del astrónomo Alejandrino Sosígenes y de acuerdo a sus indicaciones estableció, en el año 45 a.C., el llamado calendario juliano, que con ligeras modificaciones continúa usándose en casi todas las naciones. Prescindió por completo de la Luna y adoptó para la duración verdadera del año solar la de 365,25 días, que se denominó año juliano. Contaba con 12 meses de 30 y 31 días, excepto febrero, de 29 días, lo que hacía un total de 365 días por año. Para satisfacer estas reformas, se intercalaron 85 días al año 46 a.C. (año 708 de la fundación de Roma), resultando un año de 445 días, conocido como el año de la confusión. El modelo empleado

Por Julio Cesar para hacer sus reformas fue el calendario egipcio, pero a diferencia del año solar egipcio, que era inmutable, el calendario juliano variaba cada cuatro años. Ordenó que cada cuatro años hubiera uno de 366 días, agregándose el día adicional entre el 23 y el 24 de febrero. A los años que cuentan con dicho día adicional se los llamó bisiestos. También trasladó el principio del año al día uno de enero, que hasta entonces había comenzado en marzo, como lo indica claramente el nombre de algunos meses, como septiembre, esto es, séptimo mes, o noviembre, noveno mes. Posteriormente, el cónsul Marco Antonio, sustituyó el nombre del mes quintilis, dándole el nombre de julio, en honor de Julio Cesar. En el año 24 a.C., el senado romano cambió el nombre al mes sextilis, llamándolo Augusti, en honor del emperador Cesar Augusto, sucesor de Julio Cesar, mes que más tarde transformó su nombre en agosto. Luego se le quitó un día a febrero para añadirse a agosto y hacerlo así tan largo como julio, de esa manera, el mes de febrero se redujo a 28 días para compensar el aumento a 31 días que sufrió el mes de agosto. El año juliano alcanzó entonces su forma definitiva en el año 8 d.C.

La verdadera duración del año no es de 365,25 días, como lo fija el calendario juliano, sino de 365d 5h 48m 46s, lo que hace que el año juliano sea 11m 14s más largo que el año trópico, esto es unos 0,008 días más, de tal manera que gana 1 día cada 125 años. Como consecuencia, en el calendario juliano la fecha del equinoccio de otoño se fue anticipando cada vez más, hasta que en el año 1582 tuvo lugar el 11 de marzo, en vez del día 21 como había sucedido en la época del Concilio de Nicea (año 325), el cual había regulado el calendario eclesiástico de acuerdo al juliano. Por esto, el Papa Gregorio XIII, aconsejado por el astrónomo Aloysius Lilius y por el jesuita Cristóbal Clavius, ordenó que se corrigiera el calendario. A la cuenta de los días según el viejo calendario juliano se le suprimieron diez días, de modo que el día inmediato al 4 de octubre de 1582 sería el día 15 en vez del 5. Además, para evitar el desplazamiento futuro del equinoccio, decretó que en lo sucesivo, en los años seculares o centurias sólo serían bisiestos aquellas cuyas centenas sean divisibles por 4 (de esta manera, los años 1900 y 2100 no son bisiestos y sí lo son los años 2000 y 2400). Esta reforma fue adoptada inmediatamente por todos los países católicos, pero la iglesia griega y la mayor parte de las naciones protestantes rehusaron reconocer la autoridad del Papa, aunque modificaron el calendario en años posteriores. En la actualidad, como los años 1800 y 1900 fueron bisiestos en el calendario juliano y no lo fueron en el gregoriano, la diferencia entre ambos calendarios es de unos 13 días. Con las modificaciones mencionadas, el calendario en vigencia tiene una duración de 365,2425 días solares. La diferencia con respecto al año trópico es muy pequeña (0,0003 días), que sólo llegaría a acumular un día en alrededor de 3.300 años, razón por la cual no es un problema que sea necesario considerar a corto plazo.

Para simplificar los cálculos astronómicos y no utilizar años, meses y días en el cómputo del tiempo, Joseph Scaliger sugirió en 1582 utilizar una escala de tiempo sólo en días, y lo denominó período juliano o días julianos. Toma como inicio de este cómputo el 1° de enero del año 4713 a. C. a las 12 horas. Las horas, minutos y segundos se agregan como decimales en la fracción del día juliano correspondiente. De esta manera el primero de enero de 2003 a la hora cero es el DJ 2452640,5.

En su mayoría, las estrellas son cuerpos similares al Sol, por lo que si estudiamos al Sol estudiaremos a la mayoría de las estrellas. El Sol es esencialmente una esfera de hidrógeno y de helio, la fusión del hidrógeno es la única reacción nuclear capaz de suministrar la energía necesaria para la radiación Solar. Además, el interior del Sol proporciona una temperatura lo suficientemente elevada para esta reacción, ya que la temperatura de la superficie es insuficiente, pero en el núcleo por lo que parece, la energía solar deriva de la fusión de cuatro núcleos de hidrógeno y la consiguiente formación de un núcleo de helio. La estrella es un continuo equilibrio entre la fuerza de la fusión que tiende a expandirla y la fuerza de gravedad que tiende a contraerla. Lo que es válido para el Sol es sin duda válido para las demás estrellas, de modo que una vez resuelto el problema de la energía solar muy probablemente hemos resuelto el problema de la energía estelar en general. Ya que el Sol, tiene una reserva de hidrógeno que puede durar de diez a veinte mil millones de años. El Sol existe desde hace 4.600 millones de años, de modo que todavía no ha alcanzado la mitad de su esperanza de vida como estrella normal.

En el Sistema Solar (llamado así por ser heliocéntrico), todos los planetas se desplazan o trasladan alrededor del Sol prácticamente en el mismo plano y en el mismo sentido, este último coincidente con el sentido de rotación sobre sí mismos que tienen todos los planetas. El Sol rota sobre su propio eje también en el mismo sentido que los planetas que lo rodean, esto no se cumple para los cometas, que se trasladan en todas las direcciones posibles. Otro detalle llamativo del Sistema es que está constituido por dos clases de planetas, unos pequeños y rocosos, cercanos al Sol, y otros grandes y gaseosos, bastante más distantes. En la separación entre esos dos tipos de planetas se encuentra la zona de los asteroides, los astrónomos consideran factible que la naturaleza de esa estructura tenga su explicación en la manera en que se originó el sistema, se cree que la nube original (nebulosa) de la cual se formó el Sistema Solar, en un comienzo rodeaba por completo al Sol primitivo, las partículas de polvo y gas de aquella nube se agruparon por efecto gravitatorio y constituyeron objetos sólidos. Pero la radiación de la estrella central empujó hacia afuera los elementos volátiles, con el resultado de que en los trozos de materia cercanos al Sol comenzaron a predominar elementos más pesados, como el hierro y los silicatos. En cambio, en los cuerpos más lejanos, los elementos livianos como hidrógeno y helio se conservaron y formaron los grandes planetas con densas atmósferas, que constituyen nuestro sistema solar.

Aunque resulta difícil creer que el cielo nocturno fue estudiado sin más medios que el ojo desnudo durante miles de años, la magia y la belleza del firmamento están al alcance de todo aquel que quiera descubrirlas, podemos ver el cielo con ojos capaces de contemplar las maravillas que admiraron a los hombres de la antigüedad, pero sabiendo realmente ahora que es lo que estamos viendo.

## ANÁLISIS GENERAL

“Los cielos manifiestan la gloria del Señor y la bóveda del cielo revela la obra de sus manos. Un día anuncia a otro, una noche imparte conocimientos a otra sin palabras, sin hablar, sin que sus voces se escuchen. Por toda la Tierra ha ido su línea, hasta en los confines del mundo está su mensaje, en ellos Él ha hecho que el Sol ponga su tienda.”

Así describió el salmista bíblico las maravillas de los cielos y el milagro de los días y las noches que se siguen, mientras la Tierra rota sobre su eje, la línea que va a través de la Tierra y órbita al Sol, que se asienta en el centro de todo. Durante milenios, desde que el hombre alcanzó la civilización, sacerdotes-astrónomos observaron los cielos en busca de guía para el hombre en la Tierra, desde los zigurats de Sumer y Babilonia, los templos de Egipto, el círculo de piedras de Stonehenge o el Caracol de Chichén Itzá. Se observaron, se calcularon y se registraron los complejos movimientos celestes de estrellas y planetas, para poder hacer esto, zigurats, templos y observatorios se alinearon con exactas orientaciones celestes y se dotaron de aberturas y de otros detalles de construcción que permitieran entrar la luz del Sol o de otra estrella en los momentos de los equinoccios o de los solsticios. Pero ¿para qué llegó el hombre hasta estos extremos? ¿Para ver qué, para determinar qué? Entre los expertos, es habitual atribuir los esfuerzos astronómicos del hombre antiguo a la necesidad de un calendario para una sociedad agrícola que precisaba saber cuándo sembrar y cuándo cosechar. Esta explicación se ha dado por supuesta durante mucho tiempo. Sin embargo, un agricultor que labre la tierra año tras año puede estimar el cambio de las estaciones y la llegada de las lluvias mucho mejor que cualquier astrónomo, y aún podría contarle un par de cosas más. Lo cierto es que, dondequiera que se han encontrado sociedades primitivas que subsisten de la agricultura en los lugares más remotos del mundo, sus miembros han vivido y se han alimentado durante generaciones sin necesidad de astrónomos ni de un calendario preciso. Y también es un hecho fundado que el calendario fue diseñado en la antigüedad dentro de una sociedad urbana, y no agrícola. Un simple reloj de sol, puede proporcionar suficiente información diaria y estacional como para no poder sobrevivir sin él. Sin embargo, el hombre antiguo estudiaba los cielos y alineaba sus templos con las estrellas y los planetas, y no relacionaba su calendario y sus festividades con el suelo sobre el que se erguía, sino sobre los caminos del cielo ¿Por qué? Porque el calendario no se diseñó con fines agrícolas, sino con fines religiosos. No para beneficio de la humanidad, sino para venerar a los dioses.

2.- Duncan, D. E., "Historia del Calendario", Buenos Aires, EMECE, 1998, Pág. 12.

Habría que leer y releer los versos del salmista para darse cuenta de que la observación de las maravillas de los fenómenos celestes no tiene nada que ver con labrar la tierra o pastorear el ganado, tiene que ver con la veneración al Señor de Todo. Los sumerios dejaron constancia en numerosas tablillas de arcilla que lo que observaban en los cielos, no pretendía saber cuándo tenían que sembrar, sino ver y celebrar el regreso del Señor celeste. Los sofisticados conocimientos astronómicos de los que hicieron gala los sumerios no se limitaban a la construcción de templos, establecieron conceptos y principios de la moderna astronomía esférica. La humanidad en la Tierra tan solo podía contar el paso del tiempo en términos de su propia órbita alrededor del Sol.

“Tras el fenómeno del día y la noche, el más fácil de reconocer era el de las estaciones. Como atestiguan los círculos de piedras sumerios, tan sencillos como abundantes, era fácil establecer hitos que marcaran los cuatro puntos de la relación Tierra y Sol. La elevación aparente del Sol en los cielos y su lento aumento de duración con el paso del invierno a la primavera, un punto cuando el día y la noche parecen iguales, después, el gradual distanciamiento del Sol a medida que los días se hacen más cortos y la temperatura comienza a bajar. A simple vista se distinguen dos cielos, el cielo diurno y el nocturno. Quizás el más llamativo sea el nocturno, repleto de luces, ya que en el cielo diurno sólo se ve el Sol, periódicamente a la Luna y en ocasiones algún otro fenómeno (como un bólido o la aparición de Venus o de Mercurio).”

En circunstancias óptimas de observación, el cielo nocturno tiene aspecto de bóveda o copa invertida, sensación producida porque a simple vista los astros luminosos ubicados sobre la cabeza de un observador, parecen más brillantes que los que se hallan cerca del horizonte. Por ello el cielo también se denomina bóveda o esfera celeste. En realidad un observador sólo aprecia una "semiesfera", la que se halla por encima de su horizonte.

Uno de los fenómenos cotidianos del cielo nocturno es el titilar de las estrellas, es el centelleo de los astros. Alternativamente se ven más brillantes y más débiles, como si a nuestros ojos el astro emitiese rayos. El centelleo cambia noche a noche y generalmente es más acentuado para las estrellas ubicadas en las cercanías del horizonte. Este fenómeno es debido a la atmósfera de la Tierra, la luz de un astro que llega a los ojos de un observador, atraviesa gruesas capas de aire, que además presentan olas de diferente densidad arrastradas por el viento. Ese movimiento atmosférico provoca concentraciones en el haz de luz en algunos lugares y dispersiones en otros, generando de ese modo el fenómeno de centelleo. Particularmente, se puede afirmar que los planetas no titilan, ya que no puede considerárselos como puntos luminosos como las estrellas debido a la percepción de su disco; aunque cada punto luminoso del disco del planeta centellea, como lo haría una estrella individual, el brillo simultáneo observado de todos los puntos del disco planetario permanece uniforme a la vista, es decir, no varía.

3.- Porcelino, introducción a la astronomía, McGraw Hill, 1992 Pág 21.

En la noche, la enorme cantidad de puntos brillantes nos indican la presencia de un gran número de astros, algunos se ven fijos y otros se desplazan lentamente. A modo de mapa esférico. Sobre la bóveda celeste los astrónomos proyectan a los astros llamados fijos o estrellas de fondo y se definen los desplazamientos de otros no fijos que son los planetas, cometas y meteoros. Como consecuencia de la rotación de la Tierra sobre sí misma, desde su superficie terrestre un observador percibe que el cielo gira, las estrellas se mueven en conjunto, es decir, sin romper su configuración en las constelaciones. Por esta razón, las estrellas recibieron el nombre de astros fijos, tal como si estuviesen adheridas a la esfera celeste y se movieran con ella. Sin embargo, no todos los puntos luminosos del cielo nocturno son estrellas ni permanecen fijos para un determinado observador. Algunos de ellos, observados durante varias noches consecutivas, permiten advertir un desplazamiento particular sobre el fondo uniforme de estrellas, son los planetas. La palabra planeta tiene su origen en un vocablo del griego antiguo que significa astro errante y dio cuenta de la propiedad de desplazarse que tienen ciertos cuerpos entre las estrellas del cielo nocturno. Los planetas son objetos cuya superficie es fría, en equilibrio térmico con la radiación solar que recibe, no generan luz y brillan reflejando la luz del Sol.

Los planetas conocidos son satélites naturales del Sol o bien satélites de otros planetas, por esta razón no tiene sentido distinguir unos de otros, ya que alrededor del Sol giran pequeños planetas de tamaño inferior a la Luna o al de algunas lunas de Júpiter o Saturno. Los nombres de los planetas principales que son visibles a simple vista fueron asociados con dioses de la antigüedad como Mercurio, Venus, Marte, Júpiter y Saturno, éstos, junto con el de la Luna y el del Sol, inspiraron los nombres de los días de la semana en una gran cantidad de idiomas. Hasta el siglo XV la Tierra era considerado el astro central del universo, a cuyo alrededor giraban los restantes planetas y la esfera de las estrellas fijas configuración conocida como sistema geocéntrico. No debiera sorprendernos que aún hoy, esta falsa hipótesis resulte un hecho evidente para un observador que por primera vez contempla el cielo, ya que no hay una evidencia directa que pueda mostrar la falsedad de esa hipótesis, ni se manifieste ningún indicio inmediato que permita alguna otra explicación. Vistos desde la superficie terrestre, los cinco planetas mencionados describen trayectorias no muy simples en el cielo visible; esas trayectorias son el resultado de la proyección sobre el cielo, de sus respectivas órbitas en torno al Sol, al mismo tiempo que nosotros (en la Tierra) también estamos en movimiento.

“Ptolomeo (año 137) diseñó un esquema geométrico y dinámico para explicar el movimiento de los planetas: supuso la Tierra ubicada en un centro y al Sol, la Luna y los planetas, girando a su alrededor en trayectorias (órbitas) circulares, más allá se ubicaban las estrellas.”

4.- Gibilisco, En busca del infinito, McGraw Hill, 1992, Pág. 75.

Este modelo supervivió durante siglos, más precisamente hasta la aparición de Nicolas Copérnico, quien enuncia un nuevo sistema, en el cual sugiere colocar el Sol en el centro y considerar que la Tierra y los demás planetas giran a su alrededor. De esta manera, el Sistema Solar resultó bastante más simple de comprender. Con el Sol en el centro del conjunto planetario, la Tierra era ahora el tercer planeta en distancia desde él, luego de Mercurio y Venus. Después se ubica Marte, Júpiter, y por último Saturno, a su vez la Luna comenzó a considerarse un satélite de la Tierra que giraba a su alrededor. En este modelo las trayectorias seguían considerándose circulares.

“La observación de las fases de Venus (similares a las fases lunares) descubiertas en 1610 mediante el uso "por primera vez" de un telescopio, por Galileo Galilei (1564-1642), confirmaron las ideas de Copérnico sobre la estructura del Sistema Solar. “

Johannes Kepler describió el movimiento planetario por medio de tres leyes fundamentales y desde entonces no quedaron dudas sobre cómo era el movimiento del sistema. Lo que hizo Kepler fue considerar que las órbitas de los planetas alrededor del Sol son elipses (que son figuras elongadas y cerradas) y no circunferencias como se había supuesto. Cabe destacar que aún hoy, las leyes de Kepler permiten no sólo explicar con bastante precisión la trayectoria de los planetas, sino también describir y calcular el recorrido de las naves espaciales. Más tarde, en 1781, W. Herschel descubre un nuevo planeta más allá de Saturno, conocido como Urano. Desde 1801, se comenzaron a descubrir pequeños planetitas entre Marte y Júpiter, llamados genéricamente asteroides. El primero en ser hallado y también el de mayores dimensiones, se denominó Ceres. 64 años después del descubrimiento de Urano, los astrónomos U. Leverrier y J. Adams calcularon, independientemente uno del otro, la posición que debería tener un nuevo y desconocido gran planeta que explicara las perturbaciones que aparecían en el movimiento de Urano. Determinaron la ubicación que debía tener en cierta época y en qué momento se debería buscarlo en el cielo, ese planeta postulado teóricamente fue descubierto inmediatamente en el lugar indicado por Adams y Leverrier se le denominó Neptuno, siguiendo la tradición de adjudicarles nombres de dioses antiguos. En esta rápida descripción de cómo fue extendiéndose el Sistema Solar no se mencionó el descubrimiento de satélites naturales, que comenzara cuando Galileo visualizó cuatro lunas en Júpiter, y que continúa hasta el presente a través de misiones espaciales interplanetarias y observaciones telescópicas. Tampoco se han mencionado aquí a los cometas. Contamos entonces con nueve cuerpos principales o planetas, varias decenas de otros que giran en torno a los mismos o lunas y miles de pequeños cuerpos o asteroides y cometas, todos en movimiento alrededor del Sol.

5.- Belmonte Avilés, Juan, Las leyes del cielo. Temas de Hoy, Madrid, 1999.Pág321.

Los cometas se siguen encontrándose periódicamente y a medida que se perfeccionan los instrumentos de rastreo se hallan más y más asteroides. Inmediatamente surge el inquietante interrogante ¿Habrá un décimo planeta? Ciertas perturbaciones en la órbita de Plutón parecen deberse a un cuerpo celeste más lejano que posiblemente sea un planeta. Sin embargo, a pesar de que numerosas investigaciones se realizan en su búsqueda tanto teóricas como observacionales, hasta ahora han sido infructuosas.

“Los sumerios representaban un planeta desconocido para nosotros, considerablemente más grande que la Tierra, aunque más pequeño que Júpiter y Saturno, Tratando a la Luna como a un cuerpo celeste más, las representaciones sumerias dan cuenta plena de todos los planetas que conocemos, los sitúa en el orden correcto, y los muestra por tamaño. Sin embargo, las representaciones de 4500 años de edad insisten también en otro planeta importante entre Marte y Júpiter. “

Las leyes de Kepler, han tenido un significado especial en el estudio de los astros, ya que permitieron describir su movimiento. Fueron deducidas empíricamente por Johannes Kepler a partir del estudio del movimiento de los planetas, para lo cual se sirvió de las precisas observaciones realizadas por Tycho Brahe. Sólo tiempo después, ya con el aporte de Isaac Newton, fue posible advertir que estas leyes son una consecuencia de la llamada Ley de Gravitación Universal. La primera de estas leyes enuncia que Los planetas en su desplazamiento alrededor del Sol describen elipses, con el Sol ubicado en uno de sus focos, Debe tenerse en cuenta que las elipses planetarias son muy poco excéntricas, es decir la figura se aparta poco de la circunferencia y la diferencia entre las posiciones extremas de un planeta son mínimas, a la máxima distancia de un planeta al Sol se denomina afelio y la mínima perihelio. La Tierra, por ejemplo, en su mínima distancia al Sol se halla a 147 millones de kilómetros, mientras que en su máxima lejanía no supera los 152 millones de kilómetros. La segunda ley, expresa que las áreas barridas por el segmento que une al Sol con el planeta (radio vector) son proporcionales a los tiempos empleados para describirlas. Esta ley implica que el radio vector barre áreas iguales en tiempos iguales; Esto indica que la velocidad orbital es variable a lo largo de la trayectoria del astro siendo máxima en el perihelio y mínima en el afelio (la velocidad del astro sería constante si la órbita fuera un círculo perfecto). Por ejemplo, la Tierra viaja a 30,75 km. /seg. En el perihelio y baja a 28,76 en el afelio. La tercera ley, finalmente, dice que El cuadrado del período de revolución de cada planeta es proporcional al cubo de la distancia media del planeta al Sol.

6.- North, John, Historia de la astronomía y la cosmología. Fondo de Cultura Económica, México 2001, Pág.57.

La tercera ley permite deducir que los planetas más lejanos al Sol orbitan a menor velocidad que los cercanos, dice que el período de revolución depende de la distancia al Sol, pero esto sólo es válido si la masa de cada uno de los planetas es despreciable en comparación al Sol. Si se quisiera calcular el período de revolución de astros de otro sistema planetario, se debería aplicar otra expresión comúnmente denominada tercera ley de Kepler generalizada. Esta ley generalizada tiene en cuenta la masa del planeta y extiende la tercera ley clásica a los sistemas planetarios con una estrella central de masa diferente a la del Sol. Rigurosamente, las masas de los planetas no son despreciables, por lo tanto no es cierto que exista una proporcionalidad exacta tal como lo enuncia la tercera ley de Kepler. Las otras dos leyes tampoco son rigurosamente válidas cuando se trata de más de dos cuerpos. Al respecto, deben tenerse en cuenta las atracciones mutuas entre los planetas de nuestro Sistema Solar, que se denominan perturbaciones. De esta manera, las leyes de Kepler definen la solución al problema del movimiento de dos cuerpos aislados y sujetos únicamente a su atracción gravitatoria mutua, esta situación se denomina problema de los dos cuerpos. Esto es que cuando se considera más de dos cuerpos, no existen fórmulas matemáticas rigurosas que permitan resolver el problema de determinar sus posiciones y su movimiento en general en forma exacta. A esta situación se denomina problema de los “n” cuerpos. Este se estudia con métodos de aproximaciones sucesivas.

En el Sistema Solar, todos los planetas se desplazan o mejor dicho se trasladan alrededor del Sol prácticamente en el mismo plano y en el mismo sentido, este último coincidente con el sentido de rotación sobre sí mismos que tienen todos los planetas. El Sol rota sobre su propio eje también en el mismo sentido que los planetas que lo rodean. Esto no se cumple para los cometas, que se trasladan en todas las direcciones posibles. Otro detalle llamativo del Sistema es que está constituido por dos clases de planetas, unos pequeños y rocosos, cercanos al Sol, y otros grandes y gaseosos, bastante más distantes, en la separación entre esos dos tipos de planetas se encuentra la zona de los asteroides. Los astrónomos consideran factible que la naturaleza de esa estructura tenga su explicación en la manera en que se originó el Sistema Solar. Se cree que la nube original o nebulosa, de la cual se formó el Sistema Solar, en un comienzo rodeaba por completo al Sol primitivo, las partículas de polvo y gas de aquella nube se agruparon por efecto gravitatorio y constituyeron objetos sólidos. Pero la radiación de la estrella central empujó hacia afuera los elementos volátiles, con el resultado de que en los trozos de materia cercanos al Sol comenzaron a predominar elementos más pesados, como el hierro y los silicatos. En cambio, en los cuerpos más lejanos, los elementos livianos como hidrógeno y helio se conservaron y formaron los grandes planetas con densas atmósferas.

“El sistema solar, termina en Plutón con un diámetro total de unos 12 mil millones de kilómetros. Sin embargo, los astrónomos estiman que en las afueras del Sistema Solar, hay una nube de núcleos cometarios, de manera tal que el diámetro del Sistema puede ser mayor.”

7.- Porcelino, introducción a la astronomía, McGraw Hill, 1992, Pág 90.

Es básico para el conocimiento astronómico, el reconocimiento de nuestro sistema solar. Así como nos aseguramos de conocer nuestro vecindario antes de conocer otros, así también debemos tener pleno conocimiento de nuestro sistema antes de adentrarnos a conocer el espacio profundo. Después del Sol, el primer planeta en orden de aparición es Mercurio, del cual existen registros desde el año 264 A.C, aunque debido a su gran proximidad al Sol, es difícil verlo a simple vista. Los griegos le dieron dos nombres diferentes creyendo que se trataba de dos astros distintos, en razón de que algunas veces este planeta se observa hacia el Oeste y otras hacia el Este del Sol, entonces era Apolo cuando aparecía como estrella de la mañana y Hermes cuando se lo veía por la tarde. Luego los romanos fundieron ambos astros con el nombre de Mercurio.

Mercurio es el planeta más cercano al Sol y recibe unas diez veces más energía solar que la Tierra, durante el día en Mercurio se alcanzan altísimas temperaturas (430 °C) que bajan muchísimo durante su noche ( -180 °C). Presenta fases como las de la Luna y Venus, por lo tanto, su brillo aparente depende de la fase en que se halle y de la distancia en que se encuentre. Al igual que el planeta Venus, Mercurio alcanza su máximo brillo en su fase creciente y no cuando aparece completo. Rota sobre sí mismo lentamente, por esta causa el planeta se mueve primero de Este a Oeste del Sol, luego, por cierto lapso, se mueve de Oeste a Este para después volver a la primera dirección. Mercurio se destaca por ser el más pequeño y tener la menor masa. Su velocidad orbital es la máxima entre todos los astros del Sistema Solar, por lo que su año es el menor al de la tierra, Mercurio no tiene satélites a su alrededor. El albedo o relación entre la cantidad de energía luminosa recibida y reflejada de Mercurio es tan débil como el de la Luna, debido a que la luz solar se refleja sobre una superficie sólida, más que en una atmósfera, también es destacable su alta densidad, la mayor del Sistema Solar, exceptuando a la Tierra.

“La sonda Mariner 10 detectó que Mercurio poseía campo magnético y una atmósfera sumamente tenue. Además en la superficie de Mercurio hay cráteres de aspecto y distribución similar a los de la Luna: el mayor tiene 1.300 kilómetros de diámetro; también hay llanuras y colinas. Recientemente se ha detectado la presencia de glaciares de agua en su superficie en lugares donde la luz solar no penetra jamás; algunos glaciares se encuentran en cráteres.”

Venus es el astro más brillante del cielo, después de la Luna, su brillo es tan intenso que en ocasiones se lo observa a simple vista durante el día. Visible hacia el atardecer o por el amanecer recibió también dos nombres diferentes, Phosphorus como estrella de la mañana y Hesperus por la tarde, luego se lo llamó también Vesper por la tarde y Lucifer por la mañana, aún hoy recibe dos nombres, lucero del alba o de la tarde.

8.- Belmonte Avilés, Juan, Las leyes del cielo. Temas de Hoy, Madrid, 1999.Pág 214.

Es el astro más cercano a la Tierra, con excepción de la Luna, algunos cometas y unos pocos asteroides. También es el planeta con registros más antiguos, llegan a 3.000 años A.C. Su albedo es muy intenso, casi igual al de la nieve. Este hecho y la ausencia de configuraciones estables visibles en el disco habrían sugerido que Venus posee una atmósfera espesa, lo que se observan en ella es una densa capa de nubes que lo cubre completamente. Visual y fotográficamente, Venus presenta una superficie brillante, blanca y uniforme, se ven manchas que cambian rápidamente a lo largo del día indicando que se trata de nubes atmosféricas y no de accidentes permanentes superficiales. Esas nubes impiden conocer su superficie mediante telescopios, se ha podido conocerla mediante sondas espaciales que han orbitado a su alrededor, traspasado su atmósfera y descendido sobre su suelo. Otro método ha sido mediante el empleo de técnicas de radar. Sus períodos de traslación y de rotación son semejantes a los de la tierra aunque el de rotación es más lento, es decir su día dura aproximadamente casi lo mismo que su año. Por otra parte, cabe destacar que Venus gira al revés que los demás planetas del Sistema Solar, en un día de Venus se ve al Sol salir por el Oeste y ponerse por el Este. El sistema de nubes que cubre permanentemente el planeta tiene densidad de hasta 100 partículas por centímetro cúbico, el componente más abundante de la capa superior de nubes son gotitas esféricas, probablemente de ácido sulfuroso. En la parte inferior, se detectaron partículas sólidas compuestas de cloro, azufre y oxígeno. Más de la mitad de su superficie es ondulada, con una amplitud de unos 500 km y hay cuatro regiones montañosas que llegan a los 11 km de altura. También hay cientos de cráteres: los mayores alcanzan a 500 km de diámetro. Venus también presenta fases, similares a las de la Luna y Mercurio, por otra parte, Venus no tiene ningún satélite natural, tanto el tamaño como la masa de Venus son semejantes a los de la Tierra, pero su temperatura es mucho mayor. La alta temperatura detectada en la superficie venusina debe su origen al efecto invernadero, provocado principalmente por el anhídrido carbónico. Si un cuerpo absorbe energía, se calienta y emite radiación de acuerdo con su temperatura. Cuando en la atmósfera de un planeta hay gases o partículas que absorben la radiación emitida por la superficie calentada del planeta, dicha atmósfera puede resultar opaca a esa radiación. En esas condiciones la superficie no podrá irradiar hacia el exterior, ya que calienta a la atmósfera de su entorno con lo que también se calienta a sí misma. Este fenómeno se conoce como efecto invernadero.

Nuestro planeta Tierra, es como podemos constatar un cuerpo sólido con la mayor parte de su superficie cubierta por agua líquida, aunque una parte considerable también está recubierta por agua solidificada. Las pocas regiones secas que quedan aparecen cruzadas por montañas y salpicadas por llanuras, las zonas bañadas de agua también muestran cadenas montañosas y, en algunas partes, profundas depresiones o fosas. La forma aproximada de la Tierra es esférica, con un diámetro medio de 12.750 km, verificándose un leve achatamiento en la dirección de sus polos.

Respecto a la composición, los estudios del interior terrestre realizados a través del análisis de los registros de los terremotos, parecen indicar que se compone de capas sucesivas de diferentes materiales y que su centro o núcleo podría encontrarse en estado líquido, esta afirmación no implica que sea precisamente agua su contenido. Ya que la densidad media de la Tierra es cinco veces superior a la del agua, se considera que en el núcleo la densidad es mayor que en la superficie, esto parece indicar que el mismo estaría compuesto de materiales más pesados que los hallados en la corteza, probablemente sean hierro, cobalto y níquel. La temperatura superficial de la Tierra varía entre límites muy estrechos de acuerdo a la zona que se considere. En ninguna parte supera el punto de ebullición del agua (100 °C) y en general, la mayoría de las regiones se encuentran a una temperatura por encima del punto de congelación del mismo elemento (0 °C). La Tierra se desplaza alrededor del Sol con una velocidad de unos 30 km/seg., demarcando una trayectoria en el espacio u órbita de forma elipsoidal denominada eclíptica. Este nombre tan peculiar de la órbita terrestre se debe a que los eclipses suceden sobre el plano definido por ella. Rodeando la parte sólida de la Tierra, se encuentra una envoltura gaseosa denominada atmósfera, compuesta principalmente de nitrógeno, oxígeno y de una mezcla de otros elementos. Desde las naves espaciales, la superficie de la Tierra muestra una continua presencia de nubes en la atmósfera. Los movimientos principales de la Tierra son su rotación alrededor del Sol ó traslación y el giro sobre sí misma rotación. Las unidades naturales de tiempo, que usamos cotidianamente, es decir el año y el día, resultan de medir el intervalo que le lleva a nuestro planeta el completar, respectivamente, cada uno de esos movimientos.

Marte, como Mercurio y Venus son conocidos desde tiempos remotos, resulta tan notable por su color y brillo como por sus movimientos respecto de las estrellas. Con el telescopio, Marte aparece como un disco rosado donde son visibles periódicamente cada uno de los casquetes polares de color blanquecino y además se comprueba en su superficie variaciones de albedo según la estación y sus condiciones atmosféricas que serían consecuencia de tormentas de polvo en su superficie. Marte tiene las formaciones volcánicas más altas del Sistema Solar, el monte Olimpo mide 25.000 m de altura y 700 km de diámetro en su base. Mediante las fotografías de la misión espacial Viking se verificó una diferencia de aspecto entre el hemisferio sur y norte de Marte, el norte es más bien liso, cubierto de llanuras, mientras que el sur es muy accidentado y cubierto de cráteres. Las regiones medias, de tonalidad amarillenta, posiblemente sean zonas desérticas. Sin embargo, el análisis del material arenoso de ambos hemisferios revela que son similares. Volcánico con un alto contenido de hierro. En la superficie marciana no hay agua, y los casquetes polares mencionados presentan cambios estacionales, disminuyen durante el verano marciano y aumentan hacia su invierno. La temperatura de esos casquetes indica que se trataría de nieve carbónica. El resto de la superficie está cubierta de rocas, se verificó que existe óxido de silicio y óxido férrico, el resto contiene magnesio, calcio, azufre, aluminio, cloro y titanio.

Otra de las características superficiales de Marte son sus famosos canales, descritos como trazos rectilíneos, finos y oscuros por G.Schiaparelli en 1888. Las sondas no detectaron canales pero si algunas formaciones de cauces que se habrían formado por la acción de cursos de agua, pero como en la actualidad no se detecta agua, se cree que esos cauces, que se habrían formado por corrientes líquidas que circularon por su superficie,

“La atmósfera marciana es transparente y se ha encontrado en ella vestigios de vapor de agua. Ocasionalmente contener capas de hielo bajo ellos. Se observan violentas tormentas de polvo que tornan completamente opaca su atmósfera y colabora con cierto efecto de erosión sobre su superficie. “

Finalmente, Marte tiene dos pequeños satélites naturales, descubiertos por A. Hall en 1877, y denominados Fobos y Deimos.

En el cielo terrestre, Júpiter aparece como un objeto de apariencia estelar, en ocasiones más brillante que sirio. Júpiter es el planeta de mayor tamaño del Sistema Solar, el que posee mayor masa y el que rota sobre sí mismo a más alta velocidad. Su aplastamiento es considerable y está relacionado con su gran rapidez de giro. Por otra parte, Júpiter se desplaza alrededor del Sol con un periodo de 11 años y 313 días terrestres. La superficie de Júpiter no es visible ya que está permanente y completamente cubierta por nubes. Es imposible establecer un límite preciso entre superficie y atmósfera. Con un telescopio de mediana potencia puede observarse que Júpiter presenta regiones de diferente color paralelas a su ecuador, son zonas estacionarias de nubes en rotación. En los turbulentos límites entre bandas se forman corrientes y torbellinos. Las nubes se clasifican según tres capas. Una superior de amoníaco, una intermedia de azufre y una tercera de hielo. El componente principal de la atmósfera de Júpiter es el hidrógeno, el cual se halla combinado con nitrógeno y carbono. Las sondas espaciales también detectaron algo de helio. Además de estos elementos y en menor proporción, se han hallado metano, amoníaco, agua, monóxido de carbono y acetileno, entre otros. Sobre las bandas aparecen detalles que se mantienen en el tiempo, como la Gran Mancha Roja, su tamaño permaneció prácticamente invariable desde su detección hace más de 300 años, aunque desapareció durante los años 1888, 1912, 1916, 1938 y 1944. Los astrónomos consideran que se trató de un ciclón de enormes dimensiones. Las sondas Voyager registraron relámpagos en la atmósfera de Júpiter cuya presencia es favorecida por la existencia de polvo. Se supone que Júpiter posee un núcleo rocoso de dimensiones desconocidas y compuesto principalmente por hierro y silicatos. Se estima que la temperatura de su núcleo debe ser cercana a 30,000 C, mientras que su masa sería equivalente a diez veces la masa terrestre y rodeada completamente por una capa de hidrógeno metálico a 10,000 C y a una presión de un millón de atmósferas.

9.- Gibilisco, En busca del infinito, McGraw Hill, 1992, Pág 45.

El análisis de las sondas espaciales, sugiere que Júpiter consiste prácticamente de material solar que no ha sufrido modificaciones desde su origen. Es de suponer que la mayor cantidad de materia que no fue condensada en el Sol, formó parte de Júpiter. Si entonces Júpiter hubiese tenido al menos 12 veces la masa que tiene hoy, hubieran podido iniciarse reacciones termonucleares en su interior, de modo similar a lo que sucede en las estrellas; desde este punto de vista, podemos decir que Júpiter puede considerarse como una estrella frustrada. Con dimensiones semiestelares, la energía interna de Júpiter, aunque muy inferior a la de las estrellas, es comparable a la que el planeta recibe del Sol. Un anillo de pequeñas partículas sólidas rodea a Júpiter por su ecuador, extendiéndose hasta casi 53.000 km del límite de su atmósfera. Se fotografió por primera vez en 1979 y tiene una densidad casi mil millones de veces más débil que la densidad del anillo de Saturno. Por último, señalemos que Júpiter tiene más de 17 lunas.

Saturno fue considerado el límite exterior del Sistema Solar por muchos siglos ya que es el último planeta visible a simple vista. Desde la Tierra, se lo ve como un objeto de brillo comparable a las estrellas más brillantes, y de coloración amarillenta. Es el planeta de más baja densidad del Sistema Solar, que, junto con su gigantesco sistema de anillos, son las únicas características que lo diferencian de Júpiter. En lo demás, Saturno presenta grandes similitudes, con Júpiter. El día en Saturno es muy corto y posee un gran número de satélites, esencialmente se trata de una enorme esfera achatada de gas, comprimido bajo su propio peso, lo que vemos son nubes de elementos, condensados a las débiles Temperaturas existentes. Presenta bandas paralelas en su atmósfera, aunque de colores no tan definidos como en Júpiter. Su modelo de estructura interna es el de un núcleo rocoso envuelto por una capa de hidrógeno metálico, recubierto a su vez por una capa líquida de hidrógeno y helio. También Saturno emite al espacio una mayor cantidad de energía que la que recibe del Sol, de ahí que también se especula con la producción de energía en su interior. La característica histórica más notable de este planeta es su sistema de anillos. Cassini en 1675 descubrió dos anillos concéntricos (A) y (B), separados por una región oscura (la división de Cassini), esta fue considerada por mucho tiempo como una región vacía, las sondas espaciales encontraron que en ella existen cinco bandas débiles. Las partículas de esta división son bastante más oscuras que las que forman los anillos (B) y (A). El (B) es el más brillante y abarca la mayor superficie del sistema de anillos, en detalle son estructuras anulares brillantes y agujeros oscuros de hasta 100 km de extensión. El (A) está formado también por estructuras finas y cuerpos con dimensiones de hasta 8 m. en su interior hay otra división. En 1850, se encontró un tercer anillo (C), casi transparente y ubicado entre el anillo principal y el planeta, en 1969. Finalmente se observa un cuarto anillo (D), compuesto de un material parecido a polvo. El (C) envuelve al (D) y aparece como una sucesión muy ordenada de anillos anchos separados por zonas gruesas, formado por cuerpos de hasta 2 metros.

Más allá se halla el anillo (F), descubierto por la sonda Pioneer 11 a unos 3.600 km del borde del (A), entre las órbitas de dos lunas del planeta. El (F) está compuesto a su vez de tres anillos, de los cuales los dos exteriores se hallan retorcidos. A unos 170.000 km de Saturno se halla un delgado anillo (G), apenas visible. Finalmente entre 210.000 y 300.000 km del planeta se encuentra el anillo (E) compuesto de material muy fino. Los anillos se extienden unos 280.000 km y en la dirección norte-sur tienen un grosor de apenas 3 km. Debido a que el sistema de anillos se halla en el plano ecuatorial del planeta, durante una revolución alrededor del sol, los anillos se ven alternativamente por su cara norte y por su cara sur, entre estas situaciones extremas donde los anillos aparecen muy abiertos, podremos observarlos de canto, entonces desaparecen por completo lo cual revela su pequeño espesor. El ciclo se repite cada aproximadamente unos 29 años y medio, tiempo que precisa Saturno para dar una vuelta alrededor del Sol. Esta circunstancia determina que el sistema de anillos presente fases, es decir, variaciones de brillo en los anillos según el ángulo bajo el cual reflejan la luz solar. Cuando los anillos están exactamente de canto hacia nosotros, son invisibles lo que sucede durante uno o dos días. Cuando la Tierra y el Sol se ubican en lados opuestos del plano de los anillos, se ve el lado oscuro de los anillos. Se ha calculado que la masa de los anillos es  $3 \times 10^{-6}$  veces la masa de Saturno y que las partículas que los componen probablemente sean de hielo con núcleos de material meteórico, con dimensiones de desde algunos micrones hasta 20 metros. Cada una de las partículas que forman el anillo describe una, órbita alrededor de Saturno, como si fuera un satélite diminuto. Por otra parte, los anillos tienen un cierto movimiento de aproximación y retroceso en sus extremos, que indican una rotación en el mismo sentido que el planeta.

Urano fue el primer planeta descubierto, lo encontró accidentalmente el astrónomo William Herschel el 13 de marzo de 1781, mientras exploraba el cielo con su telescopio. En principio Herschel sospechó primero que se trataba de un cierto tipo de cometa. Un año más tarde, se comprobó que se trataba de un planeta más alejado que Saturno, su nombre se debe a la sugerencia del astrónomo Bode. A simple vista, Urano se presenta como una estrella en el límite de la visión a ojo desnudo en adecuadas condiciones atmosféricas. Su forma es esférica, aunque muy achatado y de relativamente alta densidad para un planeta compuesto sólo de hidrógeno. Su eje de rotación se encuentra casi coincidente con el plano de la órbita, encontrándose que el polo norte se halla por debajo. Se da la circunstancia de que no presenta estaciones del tipo que conocemos en la Tierra, cada polo tiene un verano y un invierno de casi 42 años. Por otra parte, su sentido de rotación es retrógrado. Su masa, inferior a la de Saturno o Júpiter, es muy superior a cualquiera de los planetas terrestres. Su albedo es comparable al de Júpiter y Saturno y posee una atmósfera con nubes en bandas paralelas al ecuador. Debido a su lejanía, es difícil estudiar con detalles este planeta, por lo que aún no hay datos suficientes para definir su estructura interna.

“En 1977, se descubrieron los anillos de Urano; se identificaron 9 anillos entre 10 km y 100 km de ancho. Se calculó que tenían una masa de  $5 \times 10^{18}$  gr. y una densidad de aproximadamente  $3 \text{ gr. /cm}^3$  (polvo condrítico sin cubierta de hielo).”

El movimiento de Urano preocupó a los astrónomos de mediados del siglo XIX, en principio, las posiciones de Urano coincidían con las calculadas a partir de las primeras determinaciones orbitales. Posteriormente, Urano comenzó a desviarse de la órbita calculada, incluso luego de haber tenido en cuenta las perturbaciones gravitatorias debidas a Saturno y a Júpiter. Algunos astrónomos atribuyeron esas diferencias a fallas en la ley de gravitación que tendrían lugar cuando ésta se aplicaba a grandes distancias; hubo quienes dijeron que en el espacio donde se movía Urano existía un medio resistente, frenando al planeta. Bouvard fue el primero en sugerir la posibilidad de la existencia de otro mundo, cuya acción sobre Urano sería la causa de las irregularidades detectadas entre las observaciones y la teoría. Posteriormente, el astrónomo Urbano Leverrier concluyó que se podían representar las observaciones de Urano por medio de la acción perturbadora de un nuevo planeta, de masa similar a la de Urano. Con sus propios datos acerca del nuevo planeta, hizo cálculos sobre su posible movimiento y posición. La noche del 23 de setiembre de 1846, muy cerca del lugar indicado por Leverrier, el astrónomo Galle descubría al nuevo planeta. Debemos destacar que Leverrier comparte los honores del descubrimiento matemático de Neptuno, con el inglés John C. Adams, ya que, aunque la observación realizada a sugerencia de Leverrier condujo al descubrimiento de Neptuno, fue Adams el primero que predijo su posición. Igual que había ocurrido con Urano, el planeta Neptuno había sido observado varias veces por diferentes astrónomos que lo habían confundido con una estrella. Neptuno sólo se puede distinguir de las estrellas cercanas por su movimiento de noche a noche, con instrumentos grandes se le ve como un disco de coloración verde. Este planeta tiene una gran semejanza con Urano, razón por la que se los asocia como un conjunto singular dentro del Sistema Solar. Sus atmósferas son similares, hidrógeno molecular y metano. Neptuno presenta también anillos, son casi circulares y muy cercanos a su ecuador. El material de los anillos de Neptuno rota en la misma dirección que el planeta. Las imágenes obtenidas por las naves espaciales sugieren que las partículas de los anillos de Neptuno son más pequeñas que las del anillo de Urano.

Plutón, que es el planeta (aunque recientemente perdió esta denominación), más alejado del Sol, aún presenta ciertos aspectos inciertos ya que su gran lejanía dificulta su estudio. En líneas generales, aparece como mucho más parecido a los planetas terrestres que a los gigantes, cuyas órbitas encierra con la suya. Del análisis de las acciones gravitatorias o perturbaciones en las órbitas de Urano y Neptuno, los astrónomos sospecharon la existencia de un planeta tras neptuniano.

10.- Gibilisco, En busca del infinito, McGraw Hill, 1992, Pág 63.

Plutón fue descubierto por C. Tombaugh en 1930. Tiene un tamaño comparable con el de Mercurio y una débil atmósfera; se conoce que el metano junto con el hidrógeno son sus principales componentes. Su pequeña masa y sus bajísimas temperaturas, sugieren que los constituyentes de su atmósfera podrían encontrarse congelados sobre la superficie. Durante parte de su recorrido alrededor del Sol, Plutón se halla dentro de la órbita de Neptuno. La inclinación de la órbita de Plutón es la mayor del Sistema Solar y su período de revolución el más largo. Finalmente, Plutón posee un satélite natural llamado Caronte. Plutón-Caronte forman el primero y el único par del Sistema Solar en rotación y traslación sincrónicas, esto es visto desde Plutón, Caronte se ve fijo en el cielo.

Como mencionamos, además de los planetas principales, el Sistema Solar está compuesto por muchos más cuerpos celestes. Alrededor de la mayoría de los planetas giran satélites, de manera similar a la Luna en torno de la Tierra. En Astronomía, el término satélite se aplica en general a aquellos objetos en rotación alrededor de un astro, este último es de mayor dimensión que el primero, ambos cuerpos están vinculados entre sí por fuerzas de gravedad recíproca. Existe una diferenciación entre satélites naturales y artificiales. Los artificiales son los construidos por el hombre, y por lo tanto es factible, de alguna manera, de modificar su trayectoria. En las últimas décadas se han puesto en órbita una gran variedad de satélites artificiales alrededor de la Tierra y también de varios planetas. Un satélite natural, en cambio, es cualquier astro que se encuentra desplazándose alrededor de otro; no es factible modificar sus trayectorias artificialmente. En general, a los satélites de los planetas principales se les llama lunas, por asociación con el nombre del satélite natural de la Tierra. Los diferentes planetas poseen distinta cantidad de lunas. El número total en el Sistema Solar es alto y aún se considera incompleto, ya que se continúa encontrando nuevas lunas. No se conocen lunas en Mercurio ni en Venus y tampoco ningún satélite que posea una luna. A pesar de estar acostumbrados a que la visión de nuestra Luna como un cuerpo esferoidal, debe pensarse que, en general, los satélites de los planetas principales pueden ser diferentes, presentar formas irregulares o ser sumamente achatados. En la actualidad el número total de satélites conocidos en cada planeta es de 128. Seguramente en los próximos años un número mayor de pequeños satélites serán descubiertos.

Las lunas de los planetas se mueven alrededor del mismo soportando diversas fuerzas; si los planetas fueran esferas perfectas, se desplazarían en órbitas perfectamente elípticas. Como los planetas están deformados a causa de su rotación, presentan un abultamiento ecuatorial. Este efecto, conjuntamente con las fuerzas de atracción de otras lunas del mismo planeta y la acción gravitatoria del Sol, determinan que cada satélite posea un movimiento complejo denominado movimiento perturbado. Respecto al origen de estos astros se han sugerido diferentes teorías, que se formaron junto con el planeta principal, o se desprendieron del planeta principal a lo largo de su evolución, o bien se trata de un cuerpo capturado por el planeta principal, por ejemplo Febe en Saturno, o bien Fobos y Deimos en Marte.

Como también se ha verificado que existen asteroides que tienen su propia luna. Por ejemplo Herculina, un planetita de 217 km de diámetro con una luna de apenas 50 Km. El propio Plutón y su luna, son en realidad dos asteroides bastante grandes muy alejados del resto, en los confines del Sistema Solar. El análisis detallado de las fotografías y los datos astrofísicos enviados por naves espaciales, han mostrado que los satélites son cuerpos opacos y sólidos, muy diferentes unos de otros. Algunos de ellos son tan grandes como el planeta Mercurio. Excepto nuestra luna, los satélites planetarios no son visibles a simple vista y sólo las cuatro mayores lunas de Júpiter, cuyos nombres son Europa, Io, Calixto y Ganimedes, se pueden observar a través de binoculares o con un pequeño telescopio. Los restantes satélites precisan de poderosos instrumentos para ser detectados.

Uno de los fenómenos astronómicos más espectaculares son los eclipses, esto es, el oscurecimiento del Sol o la Luna durante un corto intervalo de tiempo. En particular son especialmente interesantes los eclipses de Sol, ya que a pleno día el Sol desaparece y se hace la noche. Una condición indispensable para que tenga lugar un eclipse de Sol es que este astro, junto con la Luna y la Tierra, se encuentren ubicados en una misma línea del espacio; en esas condiciones la sombra de la Luna se proyectará sobre una limitada región de la superficie terrestre centrada en esa línea. Todos los habitantes que se encuentran en esa zona de la Tierra, sumergidos dentro del cono de sombra lunar, verán al Sol ocultarse detrás de la Luna durante algunos minutos, el tiempo que dura el pasaje de la Luna frente al disco solar. Los eclipses solares pueden ser totales cuando se oscurece completamente el disco del Sol, o parciales, cuando se oculta una porción del disco y anulares, cuando el disco de la Luna queda contenido dentro del disco solar y se ve un anillo brillante. Durante un eclipse solar total, por lo tanto se verá en pleno día un cielo típicamente nocturno, en el cual brillarán algunas estrellas, se oscurecerá el disco solar y sólo la débil atmósfera del Sol será apreciable. El cielo terrestre durante un eclipse total de Sol es tan oscuro como el de una noche de Luna Llena. El fenómeno de los eclipses solares se produce, como dijimos, en ciertas y precisas condiciones, ya que el plano de la órbita de la Luna no es coincidente con la eclíptica, si así fuese, los eclipses serían un fenómeno mucho más frecuente. Dinámicamente, sólo dos veces por año se da la configuración en la que los tres astros se encuentran sobre una misma recta, sólo entonces serán posibles los eclipses de Luna. No son tan espectaculares como los de Sol, aunque bastante llamativos, son los eclipses de Luna. Cuando el Sol, la Tierra y la Luna, se ubican sobre una misma línea del espacio, sucede que la sombra de la Tierra cubre la superficie de la Luna, que en la ocasión se encontrará necesariamente en su fase de Luna Llena. Entonces vemos el oscurecimiento del disco lunar. Estos eclipses serán visibles para todos los habitantes de la Tierra que, en ese momento, tengan la Luna por encima de sus respectivos horizontes. La máxima duración de un eclipse lunar es de 104 minutos. El oscurecimiento de la Luna durante el eclipse total, cuando la Luna se encuentra por completo dentro del cono de sombra de la Tierra no siempre es igual, en algunos eclipses es muy pronunciado y en otros no tanto.

Esta curiosa situación depende de las condiciones reinantes en la alta atmósfera terrestre, la cual será atravesada por los rayos solares rasantes que delimitan la sombra de la Tierra, si hay mucho polvo en la atmósfera, por ejemplo por erupciones volcánicas recientes o nubes muy densas, el eclipse resultará más oscuro. Un dato a tener en cuenta es que un eclipse de Luna coincide siempre con la fase de Luna Llena y se lo observará sólo de noche, en cambio un eclipse de Sol corresponde a la Luna Nueva, y por consiguiente lo veremos en pleno día.

Los cometas aparecen repentinamente y sólo algunos pocos son visibles a simple vista mostrando colas notables y llamativas. El más famoso de todos es el cometa Halley, que aparece cada 76 años. Este cometa lleva su nombre por el astrónomo E. Halley, quien pudo verificar que sus apariciones eran periódicas a partir de registros de observación anteriores; Halley había observado su cometa en 1682 y predijo su retorno para 1758, ha sido posible determinar que la observación más antigua conocida del cometa Halley es del año 467 AC. Su último pasaje por las cercanías del Sol se produjo en febrero de 1986 y el próximo se producirá en el año 2062. Todos los cometas forman parte del Sistema Solar y algunos de ellos describen órbitas elípticas tan elongadas que sus períodos de revolución son muy largos, decenas o cientos de años. Cada año se observan de una a dos docenas de cometas pasando por las cercanías del Sol, sin embargo, aún en esas condiciones de proximidad, sólo ocasionalmente un cometa llega a ser tan brillante como para ser observado a simple vista, sin la ayuda de un telescopio. Un cometa está constituido de una región brillante y pequeña, de unos pocos kilómetros de diámetro, denominada cabeza del cometa. En ella se halla una zona central, que contiene elementos congelados, entre los cuales el más abundante parece ser hielo, dióxido de carbono, monóxido de carbono y quizás algo de metano con amoníaco. Distribuidas entre las moléculas de la cabeza del cometa hay partículas de polvo y por esta razón se dice que el núcleo es una bola sucia de hielo. A grandes distancias del Sol el cometa se halla inactivo y sólo refleja la luz solar pero cuando en su trayectoria se aproxima al Sol, el material del núcleo se calienta y es disociado por la radiación solar. Los astrónomos sugieren que los cometas retienen en forma de hielo y polvo la composición de la nebulosa primitiva con que se formó el Sistema Solar y de la cual se condensaron luego los planetas y sus lunas. Por esta razón el estudio de los cometas puede dar indicios de las características de aquella nube primordial.

Las estrellas fugaces o meteoros, son partículas de polvo de muy pequeño tamaño que al penetrar en la atmósfera terrestre, se queman rápidamente por el roce con los gases de la misma, lo que sucede a una altura entre 60 y 120 km. Algunos meteoros, aquellos de mayores dimensiones y pesos apreciables, son más brillantes y llegan a describir más largas trayectorias, mostrándose por más tiempo. En una noche despejada y alejado de la iluminación de las ciudades se pueden observar una media docena por hora. Al final de la noche se alcanzan a ver más meteoros que al comienzo

Pero hay épocas del año en que desde un cierto lugar de la Tierra, el cielo se llena de meteoros formando lluvias de estrellas fugaces, las que suelen durar unas horas o bien unos días. Por un efecto de perspectiva, para el observador terrestre, todos los meteoros de una lluvia parecen emerger de un único sitio del cielo, llamado punto radiante. Las lluvias de meteoros reciben el nombre de la constelación donde aparece el mencionado punto radiante. Se ha acumulado evidencia de que estas lluvias se vinculan con los restos de cometas. Es decir, al aproximarse los cometas al Sol se han desintegrado, dejando parte de su polvo en forma de una tenue nube de partículas. Ese polvo describe una trayectoria alrededor del Sol de la misma manera que los planetas, y por lo tanto también se lo considera miembro del Sistema Solar. Cuando la Tierra atraviesa la región de la nube de polvo, las partículas caen en la atmósfera provocando esa enorme cantidad de estrellas fugaces. Debido al movimiento periódico de la Tierra alrededor del Sol, el encuentro con la nube y las consecuentes lluvias de estrellas, suceden aproximadamente en la misma fecha de cada año. Por otra parte, en raras ocasiones, al penetrar en la atmósfera y antes de impactar contra el suelo, también se observa que los meteoros explotan y resultan tan brillantes como, por ejemplo, la Luna llena. En oportunidades, si son espectacularmente brillantes, se los puede ver durante el día, a veces aparece un meteorito que en su trayectoria en el cielo deja una estela brillante y que al desintegrarse puede producir fuertes ruidos, cuando sucede un fenómeno como éste, a dicho meteorito se lo denomina bólido. Si además los meteoros son lo suficientemente grandes, antes de quemarse totalmente atravesando la atmósfera pueden llegar a impactar la superficie terrestre, entonces se los denomina meteoritos. Si se trata de rocas de grandes dimensiones, que son fragmentos de asteroides o núcleos de cometas, en el choque pueden producir un cráter de impacto. Algunos de éstos cráteres se pueden advertir en la superficie terrestre, aunque muy afectados por la erosión. Se conocen unos 160 cráteres en toda la tierra. Se puede mencionar como ejemplo, que en el año 1908 un meteorito aparentemente de grandes dimensiones produjo daños considerables en una extensa región deshabitada de Siberia (Rusia). En Arizona (EE.UU.) se halla un cráter de unos 1.200 m de diámetro y profundidad de 175 m, posiblemente producido por el choque de un trozo de asteroide, hace 50.000 años. Se ha estimado que el diámetro de un cráter producido por un meteorito es alrededor de 10 veces el diámetro del meteorito que impacta. Los meteoritos recogidos en la superficie terrestre son de los tipos: rocosos y metálicos. Los rocosos (más abundantes) son difíciles de reconocer por su similitud con las piedras terrestres, y por lo tanto deben ser recogidos inmediatamente a su caída. Por su parte, los metálicos, al estar constituidos por hierro en un grado de extrema pureza, resultan más fáciles de identificar. Son relativamente fáciles de ubicar en los desiertos, ventisqueros y regiones polares. Es posible determinar la edad de los meteoritos por métodos radioactivos de datación, encontrándose que es de unos 4.500 millones de años; una edad similar a la de la Tierra y a la de las rocas lunares. Por lo tanto, se estima que los meteoritos son, cuerpos que se formaron al mismo tiempo que el Sol y su sistema planetario.

La ciencia que estudia la estructura del universo es la cosmología, como el universo está en expansión, las distancias cambian de modo continuo, a medida que se expande, los astros se separan unos de otros. En otras palabras, las dimensiones del universo varían con el tiempo y esto implica que un modelo de universo que contemple únicamente el principio cosmológico es el de un universo en evolución. Por otro lado, al expandirse, el volumen del universo aumenta paulatinamente y por lo tanto la densidad decrece con el tiempo como fenómeno responsable de esa expansión. Con el transcurso del tiempo, al aumentar la distancia entre los astros, la atracción gravitatoria mutua habría disminuido, reduciéndose entonces la velocidad de expansión. En otras palabras, la expansión del universo podría no haber sido siempre igual, al comienzo debió ser más rápida que la que se observa hoy. De esta manera, es muy probable que se estuviera produciendo una desaceleración (frenado). Para determinar cómo y cuánto se frena naturalmente la expansión del universo, es necesario contar con información de cómo varían las dimensiones del universo respecto de las distancias. El valor de la desaceleración del universo depende de la constante de Hubble y la densidad de materia en el espacio. Pueden darse las siguientes situaciones, que el universo detenga su expansión en el futuro para contraerse hasta volver a acumular toda la materia en un único punto, o que continúe en expansión. Por otra parte algunas observaciones recientes sugieren que habría una aceleración del universo, en lugar de una desaceleración. A través de la constante de Hubble se puede determinar matemáticamente la edad del universo, ya que la inversa de ese valor es de unos 15 mil millones de años, que es el tiempo transcurrido desde el primer gran estallido, llamado Big Bang hasta la época actual. El Big Bang fue bautizado por el astrónomo inglés Fred Hoyle en 1950 como el instante inicial de la gran explosión que habría dado comienzo al espacio y al tiempo. Sea cual fuera el mecanismo que dio inicio al Big Bang, éste debió ser muy rápido, el universo pasó de ser denso y caliente a ser casi vacío y frío. De la situación del universo antes del Big Bang no se sabe nada, ni siquiera puede imaginarse cómo comenzó. Puede estimarse que antes de conformadas las galaxias, la densidad de materia del universo habría sido infinita o extremadamente grande, por lo tanto el análisis del universo puede iniciarse un instante después del Big Bang, en el cual la densidad resulte ahora finita, aunque extraordinariamente enorme. Algo similar se puede decir con respecto a la temperatura. En las regiones de mayor temperatura se acumuló la materia que luego dio origen a las galaxias y posteriormente a las estrellas. Al momento del Big Bang las cuatro fuerzas fundamentales de la naturaleza, que son la gravitación, fuerza fuerte, electromagnetismo y fuerza débil formaron una única fuerza, la súper fuerza, que a medida que el universo se expande se separaron una de otra. Luego aparecen los protones y neutrones que componen los núcleos del hidrógeno, deuterio, helio y litio. Al proseguir el enfriamiento del universo los electrones se unen a los núcleos atómicos y forman los átomos neutros. Posteriormente la radiación y la materia que cubren todo el universo se separan, lo que se define como el desacople. Aparecen luego las galaxias, las estrellas y los planetas. En ese momento junto a la materia no condensada, debió existir un campo de radiación tan intenso cuyos residuos deberían poder observarse en la actualidad. El valor de la expansión o de la contracción del universo depende de su contenido de materia. Si la masa resulta mayor que cierta cantidad, denominada densidad crítica, las fuerzas gravitatorias primero amortiguarán y luego detendrán eventualmente la expansión. El universo se comprimirá en sí mismo hasta

Alcanzar un estado compacto y reiniciará, tal vez, un nuevo ciclo de expansión. En cambio, si el universo tiene una masa menor que ese valor, se expandirá para siempre.

“En 1965 A. Penzias y R.Wilson detectaron una radiación en las longitudes de onda de radio, que corresponden a una temperatura extremadamente baja: unos ( $T = 3 K$ , donde "K" es el símbolo de las temperaturas en la escala Kelvin, donde el "cero" corresponde a  $-273^{\circ}C$ ). Esa radiación predicha por G.Gamow en 1948 se conoce como radiación cósmica de fondo y se supone que se habría generado cuando en el universo se desacopló la radiación de la materia. Tenía una edad de unos 300.000 años y una temperatura de unos 3000 K. En aquel momento todavía no se habían formado ni las galaxias ni las estrellas ni los planetas.”

Una característica de la radiación espacial expansiva es que se distribuye de manera uniforme en todo el cielo, sin que se note ninguna dirección preferencial. Una de las pruebas convincentes de que el Big Bang realmente sucedió fue la detección de esa radiación de fondo abarcado todo el espacio. El estudio de esa radiación permite obtener información sobre las condiciones del universo en sus comienzos. Las abundancias observadas de hidrógeno, deuterio, helio y litio en las nebulosas gaseosas y en las estrellas coinciden con las estimadas en los procesos de evolución del universo, lo que confirma también la existencia del Big Bang.

## ACTUALIZACIÓN

Aún hoy, una de las tareas de los astrónomos es la observación de los astros para la correcta determinación del tiempo; así, el empleo de husos horarios y la construcción de precisos relojes atómicos, son sólo algunas de las consecuencias de esa labor. Otras de las actividades en las cuales la Astronomía ha tenido gran injerencia han sido en la navegación fijación de las posiciones del Sol y las estrellas para la orientación y determinación de las coordenadas terrestres de un móvil y de los puertos, trazado de rutas y confección de mapas. En este sentido es interesante señalar que si bien desde su origen estuvo referida a la navegación marítima, en este siglo debemos tener en cuenta que los mismos principios se utilizan en la navegación aérea y espacial.

El desarrollo de precisos instrumentos de navegación incluye desde el primitivo astrolabio (dispositivo que mide la altura del Sol sobre el horizonte). Hasta controladores de ruta de las naves interplanetarias. Obviamente, el nacimiento y desarrollo de la Astronáutica está ligado estrechamente al progreso de las investigaciones astronómicas y al avance de la tecnología. Cohetes, estaciones espaciales, laboratorios orbitales y sondas, son algunos de los artefactos que forman parte del espectro de esa disciplina. Los objetivos de las investigaciones que se llevan a cabo en Astronáutica y especialmente la determinación de las órbitas de las naves, son el campo de la mecánica celeste, una de las ramas más antiguas de la Astronomía. Paralelamente, el desarrollo e implementación de satélites artificiales, es quizás el aspecto más sobresaliente de la tecnología aeroespacial. La tecnología recibió de la Astronomía otras aplicaciones, el instrumental que en primera instancia se empleó rutinariamente en el estudio de los astros, luego se adaptó para otras disciplinas y finalmente fue incorporado a la vida cotidiana como relojes, computadoras, sistemas GPS, etc.

Uno de los aspectos más fascinantes de la Astronomía es su interrelación con las otras ciencias, en particular con la Física y la Matemática. El espacio es un lugar excelente para verificar la universalidad de las leyes físicas obtenidas en nuestro planeta, su generalización y prueba es uno de los objetivos de la Astronomía. También, desde un punto de vista físico, muchos descubrimientos de procesos naturales son el resultado de investigaciones astronómicas, a partir de las cuales luego se lograron entender ciertos fenómenos de la materia tal como la conocemos en la Tierra, la energía termonuclear por citar un ejemplo. Los matemáticos, por su parte, tuvieron durante varios siglos en la Astronomía su objetivo de máxima belleza y profundidad, la mencionada mecánica celeste es quizás el mejor exponente de la relación entre ambas ciencias. Además, el preciso conocimiento de sus leyes ha sido fundamental en el desarrollo de todo lo vinculado con las ciencias de la Tierra como Geografía, Geofísica, Climatología, Meteorología, Sismología, etc. Estas se nutren permanentemente de los avances de la investigación astronómica. Un caso particular de estrecha interrelación lo constituyeron en los últimos años la Astronomía y la Biología, a través de los esfuerzos dedicados en favor de la búsqueda de posibles señales de vida extraterrestre.

El análisis de las condiciones de vida terrestre en otros mundos y también en la verificación de las leyes biológicas en el espacio exterior. Así, nuestro entendimiento del universo avanza rápidamente, nuevos astros se descubren día a día, se obtienen nuevos e increíbles datos sobre los objetos ya conocidos, varían las dimensiones del cosmos a medida que se va acumulando más y más información y se desarrolla una compleja y exquisita tecnología para procesarlos. Resulta indispensable, entonces, una adecuada y permanente actualización para comprender todo lo que se conoce en Astronomía.

Se debe destacar también la influencia que tiene y ha tenido en el pensamiento humano los alcances y avances de la Astronomía. La Filosofía, la Epistemología y la Ética han recibido, interpretado y resignificado el impacto de los descubrimientos astronómicos en las diferentes épocas. Desde otro punto de vista, la Astronomía ha tenido un amplio espacio en las artes, en particular dentro de la Literatura y el Cine, y muy especialmente en los relatos de ciencia ficción. Los nuevos descubrimientos astronómicos amplían la imaginación de los artistas. Así como los medios masivos de comunicación se hacen eco permanente de los descubrimientos astronómicos, disciplinas del campo social como el Derecho, a partir del desarrollo intempestivo de la Astronáutica, han recibido necesariamente la influencia de la Astronomía, en el ejemplo mencionado, los abogados han desarrollado la llamada legislación aeroespacial que define el derecho de los hombres en el cosmos. Finalmente, cabe destacar la importancia de la Astronomía en la formación integral de un individuo, ya que esta ciencia completa su visión de la Naturaleza incorporando los fenómenos del cielo a los cotidianos de la Tierra.

## DISCUSIONES

Las implicaciones a nivel local, teniendo un rico pasado antropológico, obligan a usar el conocimiento de la astronomía, permitiéndonos fechar hechos históricos, esto es llamado arqueoastronomía, lo cual es una rama de la astronomía y de la arqueología, cuya función es estudiar las orientaciones de las diferentes construcciones o lugares sacralizadas, de las antiguas civilizaciones. Para determinar el grado de conocimiento astronómico de esas civilizaciones que nos han precedido, su calendario, y cosmogonías, es estudiado por la etnoastronomía.

Desde siempre la vida del hombre estuvo afectada por el clima, en invierno se debía proteger del frío, y los alimentos escaseaban. En verano era fundamental la presencia de agua, para la subsistencia. Con la llegada del neolítico, el problema se agravó, puesto que se debían plantar las semillas en la época adecuada, para que existiese una producción suficiente que alimentara a la población. Por ello era fundamental anticiparse a los acontecimientos climáticos, para trasladarse, o cultivar en el momento. Se debía encontrar algún tipo de señales en la naturaleza, cuya presencia avisara de los acontecimientos venideros. Sin duda las señales más exactas eran los movimientos de los cuerpos celestes, en especial los del Sol, al ir evolucionando, se comenzó a observar otros astros, como la Luna o algunas estrellas. Mientras comenzaba a surgir la necesidad de creación de un calendario que regulara el trabajo de la sociedad. A medida que los individuos en estas sociedades se iban especializando, surgieron personas que se dedicaban a la contemplación de los fenómenos astronómicos, encargándose ellos de indicar al resto de la sociedad, las épocas más adecuadas para el cultivo, recolección y festejos. En su humano afán de ser más precisos, y de predecir más fenómenos, construyó lugares de observación cada vez más exactos y se dedicó a relacionar todo lo que ocurría en los cielos, con lo que sucedía en la tierra, naciendo en este momento la astrología, los tabúes, y muchos de los dioses de la naturaleza. Hoy en día, en México estudiamos la astronomía de los pueblos antiguos como los mayas y los toltecas, a través del descubrimiento, estudio, y comprensión de los magníficos monumentos megalíticos grandes piedras, que nos legaron. Se sabe de muchas culturas antiguas que erigieron imponentes estructuras creadas con fines rituales y astronómicos, y la orientación y ubicación de estas construcciones se basaba casi siempre, en objetos o acontecimientos astronómicos importantes, como las posiciones de brillantes estrellas, los planetas, los puntos del horizonte por donde se veía la salida y puesta de la Luna y el Sol, y los solsticios y equinoccios, por medio de la astronomía, podemos calcular las fechas en que estos acontecimiento sucedieron.

Esto tiene implicaciones a nivel nacional, pues permite refutar o reforzar lo que nuestra historia oficial nos dice, Los mismos principios se han utilizado para determinar la edad de construcciones orientadas astronómicamente por medio de meticulosas investigaciones a fin de determinar exactamente el ángulo de inclinación de la Tierra, que indica, cuando se tienen en cuenta la elevación y la posición geográfica, cual es la edad de la construcción.

A nivel global, las radiocomunicaciones, y su desarrollo, que nos permite que la vida humana sea tan cómoda y eficiente, no sería posible sin los conocimientos astronómicos que han permitido el desarrollo satelital, las radiocomunicaciones y sus utilidades en la telegrafía inalámbrica, la transmisión por teléfono, la televisión vía satélite, el radar, y los sistemas de navegación GPS, para aviones y barcos, no serían mas que un sueño sin los conceptos básicos de astronomía. Haciendo énfasis en el principio de funcionamiento de la transmisión y recepción de señales de audio frecuencia, que utiliza principios y leyes astronómicas aplicadas, como en el caso de la radiodifusión que generaliza también la transmisión de imágenes e información. Si fuésemos a hacer una cronología de hechos sumamente relevantes en la historia de la humanidad, un papel importante lo ocuparían las comunicaciones y las nuevas tecnologías que el hombre ha inventado en aras del desarrollo. Las radiocomunicaciones, en especial, juegan un papel imperante en el envío de cualquier tipo de información a cualquier parte del mundo. Los sistemas satelitales, la telefonía móvil, la radiodifusión, la televisión y conjuntamente con otras decenas de formas de transmitir mensajes a largas distancias utilizando las propiedades de las ondas electromagnéticas, han tomado varias formas y características con el objetivo de mejorar la transmisión y recepción de las mismas. Se ha tocado también el importante papel que han jugado las radiocomunicaciones en la historia del hombre, en situaciones extremadamente peligrosas debidas a situaciones climatológicas donde la única vía de comunicación es la inalámbrica y en las nuevas tecnologías que la sociedad moderna exige.

## RECOMENDACIONES

Mis recomendaciones para todo aquel que desee entender la historia de las civilizaciones antiguas, es primero tener un conocimiento introductorio en las astronomía, ya que estas culturas estuvieron intrínsecamente ligadas a los movimientos celestes debido a las razones ya expuestas en este trabajo. Aunque la mayor parte del trabajo arqueológico se ocupa de las ruinas que dejaron las sociedades antiguas, de vez en cuando aparecen objetos que sobrepasan todas las estimaciones que hasta el momento se habían hecho de la capacidad técnica de una cultura antigua. Durante los años setenta, un equipo de arqueólogos que trabajaba en unas excavaciones de Bulgaria hizo una serie de asombrosos descubrimientos acerca de la cultura neolítica de Karanovo, que floreció allí alrededor del año 4500 a.C. Los hallazgos pertenecen a una época en que, se pensaba, el hombre casi no conocía la metalurgia, sin embargo, las tumbas de Karanovo revelaron un sorprendente tesoro de armas, joyas de oro y cobre maravillosamente realizadas. Descubrimientos de esta clase obligan lenta pero continuamente a los arqueólogos y estudiosos de la historia a revisar sus ideas acerca de los conocimientos técnicos del hombre antiguo. Los hallazgos arqueológicos, con tanta frecuencia fragmentarios, muchas veces son demasiado limitados para reconstruir el verdadero potencial de los conocimientos y la destreza de los pueblos antiguos. No nos gustaría que nos juzgaran por los envases de frescos, que durarán mucho más que los libros que describen nuestros sistemas de educación, las ideas de filósofos y santos, los conocimientos médicos y la capacidad matemática y científica que nos ha permitido llegar a los planetas más próximos. Nuestra capacidad astronómica, nos permite ahora más que nunca el poder conocer otros mundos, sin tener que ir a ellos, es también una fuente de saber del pasado y del futuro ya que nos permite fechar con una exactitud astronómica.

Recordemos que la humanidad se ha visto en problemas al tratar de registrar el transcurso de los días, el problema ha sido mucho más grave porque cuando ha pasado un día ya no pasará de nuevo para que cuenten. Se podrían contar las marcas que han hecho las civilizaciones y las naciones enteras podrían llevar los mas afables registros, que serían lo mismo que usar piedras. Pero conservar las huellas de los días resulta fácil, en comparación con la tarea de buscar la tarea de señalar un día determinado, "invierno" en el norte, "lluvias" en los tópicos,"vientos", los parabrisas de de la misma zona durante siglos sin parar, solo para ello el comienzo de los tiempos siempre será algo que suceda inevitablemente desde los tiempos más remotos de que tengamos memoria, sin la astronomía no tendríamos la menor idea del número exacto de días en novedad a novedad.

## CONCLUSIÓN

Las antiguas representaciones sumerias, egipcias y celtas nos muestran un planeta desconocido para nosotros, considerablemente más grande que la Tierra, aunque más pequeño que Júpiter y Saturno. Si este mapa celeste sumerio se hubiera descubierto y estudiado hace dos siglos, los astrónomos habrían pensado que estaban totalmente desinformados, al imaginar, estúpidamente, que había más planetas después de Saturno. Ahora, no obstante, sabemos que Urano, Neptuno y Plutón están realmente ahí. La teoría largo tiempo sustentada de que la Luna no era más que una pelota de golf helada, no se descartó hasta después de la conclusión de varias misiones Apolo a la Luna. Hasta aquel momento, las mejores conjeturas consistían en que la Luna era un trozo de materia que se había separado de la Tierra cuando ésta era aún de material fundido y maleable. Si no hubiera sido por el impacto de millones de meteoritos, que dejaron cráteres en la superficie de la Luna, ésta habría sido un trozo de materia sin rostro, sin vida y sin historia que se solidificó y sigue a la Tierra desde siempre. Sin embargo, las observaciones hechas por satélites no tripulados han comenzado a poner en duda estas creencias tanto tiempo manejadas. Al final, se llegó a la conclusión de que la composición química y mineral de la Luna era suficientemente diferente de la de la Tierra como para poner en duda la teoría de la separación. Los experimentos realizados en la Luna por los astronautas norteamericanos, el estudio y análisis del suelo de las muestras de rocas que trajeron, han determinado, más allá de toda duda, que la Luna, aunque en la actualidad estéril, fue alguna vez un planeta vivo. Que al igual que la Tierra, tiene diferentes capas, lo que significa que se solidificó desde su propio estadio original de materia fundida. Al igual, que la Tierra, generaba calor, pero mientras que el calor de la Tierra proviene de sus materiales radiactivos, cocidos en el interior de la Tierra bajo una tremenda presión, el calor de la Luna proviene, según parece, de capas de materiales radiactivos que se encuentran muy cerca de la superficie. Sin embargo, estos materiales son demasiado pesados para haber ascendido hasta ahí. Entonces, ¿cómo se llegaron a depositar tan cerca de la superficie de la Luna? El campo gravitatorio lunar parece ser errático, como si inmensos trozos de materias pesadas como el hierro no se hubieran hundido de modo uniforme hasta su centro, sino que estuvieran dispersos. Pero, ¿podríamos preguntar a través de qué proceso o fuerza? Existen evidencias que indicarían que las antiguas rocas de la Luna estuvieron magnetizadas. También existen evidencias de que los campos magnéticos se cambiaron o invirtieron. Los astronautas del Apolo 16 descubrieron que las rocas lunares llamadas brechas eran el resultado de la destrucción de la roca sólida y su posterior soldadura gracias a un calor extremo y repentino. ¿Cuándo y cómo se hicieron añicos y se refundieron estas rocas? Otros materiales de la superficie de la Luna son ricos en los poco frecuentes potasio y fósforo radiactivos, materiales que en la Tierra se encuentran a grandes profundidades. Reuniendo todos estos descubrimientos, los científicos afirman ahora que la Luna y la Tierra, formadas más o menos con los mismos elementos y más o menos por el mismo tiempo, evolucionaron como cuerpos celestes separados. En opinión de los científicos de la Administración Nacional de la Aeronáutica

Y el Espacio de los Estados Unidos (NASA.), la Luna evolucionó normalmente durante sus primeros 500 millones de años. Luego, el período más catastrófico llegó hace 4.000 millones de años, cuando cuerpos celestes del tamaño de grandes ciudades y pequeños países se estrellaron en la Luna y formaron sus inmensas cuencas y sus altísimas montañas. Las ingentes cantidades de materiales radiactivos dejados por las colisiones comenzaron a calentar la roca por debajo de la superficie, fundiendo enormes cantidades de ésta y forzando mares de lava a través de las grietas de la superficie. El Apolo 15 encontró un deslizamiento de rocas en el cráter Tsiolovsky seis veces más grande que cualquier deslizamiento de rocas en la Tierra. El Apolo 16 descubrió que la colisión que creó el Mar de Néctar depositó escombros hasta a 1.600 kilómetros de distancia. El Apolo 17 alunizó cerca de un acantilado ocho veces más alto que cualquiera de la Tierra, lo que significa que se formó por un terremoto ocho veces más violento que cualquier otro terremoto en la historia de la Tierra. Las convulsiones que siguieron a este suceso cósmico continuaron durante unos 800 millones de años, de modo que la composición y la superficie de la Luna adoptaron por fin su forma helada hace alrededor de 3.200 millones de años. Así pues, los antiguos astrónomos tenían razón al representar a la Luna como un cuerpo celeste por derecho propio. Y, como veremos, nos dejaron textos que explica y describe la formación cósmica a la que se refieren hoy en día los expertos de la NASA.

## BIBLIOGRAFÍA

- 1.- Asimov, I., *"El universo"*, Madrid, Alianza Editorial, 1981. Pág. 35.
- 2.- Duncan, D. E., *"Historia del Calendario"*, Buenos Aires, EMECE, 1998, Pág. 12.
- 3.- Porcelino, *introducción a la astronomía*, McGraw Hill, 1992 Pág 21.
- 4.- Gibilisco, *En busca del infinito*, McGraw Hill, 1992, Pág. 75.
- 5.- Belmonte Avilés, Juan, *Las leyes del cielo*. Temas de Hoy, Madrid, 1999. Pág 321.
- 6.- North, John, *Historia de la astronomía y la cosmología*. Fondo de Cultura Económica, México 2001, Pág. 57.
- 7.- Porcelino, *introducción a la astronomía*, McGraw Hill, 1992, Pág 90.
- 8.- Belmonte Avilés, Juan, *Las leyes del cielo*. Temas de Hoy, Madrid, 1999. Pág 214.
- 9.- Gibilisco, *En busca del infinito*, McGraw Hill, 1992, Pág 45.
- 10.- Gibilisco, *En busca del infinito*, McGraw Hill, 1992, Pág 63.
- 11.- Gibilisco, *En busca del infinito*, McGraw Hill, 1992, Pág 89.