



UNA AVENTURA HACIA EL ESPACIO EXTERIOR

J. RUBÉN MORONES IBARRA

LA CIENCIA
A TU ALCANCE



**UNA
AVENTURA
HACIA EL
ESPACIO EXTERIOR**

J. Rubén Morones Ibarra

**UNA
AVENTURA
HACIA EL
ESPACIO EXTERIOR**

J. Rubén Morones Ibarra

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

Jesús Ancer Rodríguez

Rector

Rogelio G. Garza Rivera

Secretario General

Rogelio Villarreal Elizondo

Secretario de Extensión y Cultura

Mario Cesar Salinas Carmona

Secretario de Investigación, Innovación y Posgrado

Celso José Garza Acuña

Director de Publicaciones

Padre Mier No. 909 poniente, esquina con Vallarta
Centro, Monterrey, Nuevo León, México, C.P. 64000
Teléfono: (5281) 8329 4111 / Fax: (5281) 8329 4095
e-mail: publicaciones@uanl.mx
Página web: www.uanl.mx/publicaciones

Una aventura hacia el espacio exterior

Primera edición, 2013

© Universidad Autónoma de Nuevo León

© J. Rubén Morones Ibarra

ISBN: 978-607-433-995-6

Reservados todos los derechos conforme a la ley.

Prohibida la reproducción total y parcial de este texto sin previa autorización por escrito del editor

Impreso en Monterrey, México

Printed in Monterrey, Mexico

Índice

Presentación	9
Introducción	13
Capítulo I. El Universo	17
Capítulo II. Historia de la astronomía	23
Capítulo III. La estructura del universo	33
Capítulo IV. Las estrellas	41
Capítulo V. Los cohetes	53
Capítulo VI. Los satélites artificiales	67
Capítulo VII. Los viajes al espacio	81
Capítulo VIII. Vida extraterrestre	101
Epílogo	109
Acerca del autor	111

Presentación

Dr. Jesús Ancer Rodríguez

Rector de la
Universidad Autónoma de Nuevo León

Con el propósito de presentar al público en general, de forma clara, atractiva, precisa y responsable, el conocimiento científico y tecnológico, no sólo desde el punto de vista teórico, sino también su historia, los más recientes descubrimientos, la comprensión de los avances tecnológicos y la relevancia que tienen en la vida diaria, la Universidad Autónoma de Nuevo León inicia esta colección: LA CIENCIA A TU ALCANCE.

Para integrarla, se ha invitado a participar en ella a investigadores y divulgadores de la ciencia, tanto de la entidad como de otros estados de la república, siempre con la idea de fomentar el interés por la ciencia y la tecnología en todos los sectores de la población; de favorecer el

acercamiento entre la comunidad científica y la sociedad, y de impulsar la participación de los conocedores en las tareas de divulgación.

Se trata no sólo de presentar al gran público el contenido formal de las disciplinas científicas, sus leyes, teorías, postulados, hechos y aplicaciones, sino también de llevar el espíritu de la ciencia a la población de nuestra entidad y del país.

Otro propósito es el de presentar y significar a los científicos, con la idea de que, leyendo sobre ellos, podamos comprender mejor sus contribuciones al bienestar y desarrollo de la sociedad, pues si bien su investigación científica y tecnológica satisface necesidades, no deben ellos perder su rostro humano.

Vale la pena recordar que, en 1612, cuando Galileo Galilei escribió, en italiano, y no en latín, como hasta esa época se presentaban los trabajos científicos, su libro sobre las manchas solares, y más adelante, en 1632, el “Diálogo Sobre los Dos Sistemas del Mundo”, sentó las bases de la divulgación científica, pues, como le dijo en una carta a su amigo, el canónigo Paolo Gualdo: “escribo en idioma vulgar, porque quiero que toda persona pueda leerlas”.

A partir de ese momento, se sucedieron las obras en lenguaje común. En 1637, René Descartes publicó en francés su “Discurso del Método” y, en 1661, Robert Boyle presentó en inglés su obra cumbre “El químico escéptico”.

Después, la divulgación de la ciencia se ha venido nutriendo con autores como Nicolas Camille Flammarion (1842-1925), quien fundó la Sociedad Astronómica Francesa, y con sus obras popularizó la astronomía; como el ruso Isaac Asimov (1920-1992), quien además de ser autor de obras de ciencia ficción, escribió numerosos libros y columnas en periódicos para el gran público, con temas de divulgación histórica, química y medioambientales, como su último libro: “La ira de la

tierra”. Tenemos asimismo a Martin Gardner (1914-2010), excelente divulgador de las matemáticas; a Desmond Morris (1928), autor de las famosas obras “El mono desnudo” y “El zoo humano”; a Carl Sagan (1934-1996), con sus famosos libros “Los dragones del edén” y “Cosmos: viaje personal”, que se hizo una popular serie de televisión, y la novela “Contacto”, con la que, en 1997, se hizo una película; y a Stephen Hawking, quien con sus numerosas investigaciones sobre la “Teoría de la relatividad” de Einstein y el origen del universo, y con su más popular obra “Historia del Tiempo”, es, quizá, el divulgador científico más destacado en la actualidad.

En nuestro país, desde el siglo XVIII, ha habido también excelentes divulgadores, como Antonio Alzate (1737-1799), quien con una clara vocación por la física, la química, las matemáticas y la astronomía, se interesó por popularizar el conocimiento científico y, entre otras cosas, a partir de 1768, publicó semanalmente “EL DIARIO LITERARIO DE MÉXICO”, en el que ofrecía al público en general noticias sobre ciencia, y José Ignacio Bartolache (1739-1790), célebre matemático, que entre 1772 y 1773 publicó un papel periódico con el nombre de “Mercurio Volante”, donde ofrecía a la población de México noticias importantes y curiosas sobre física y medicina.

A partir de los últimos treinta años, la comunidad de divulgación científica mexicana ha cobrado una extraordinaria importancia, y se ha venido conformando con nuevas generaciones, entre las que, por falta de espacio, sólo mencionamos a Luis Estrada Martínez, formador de divulgadores, quien logró la categoría académica para la comunicación de la ciencia; Alejandra Jaidar Matalobos (1937-1988), destacada física y divulgadora, que, entre otras cosas, impulsó la colección de divulgación científica “La Ciencia desde México”, del Fondo de Cultura Económica, y René Drucker Colín, científico especializado en fisiología y neurobiología, y excelente divulgador, quien con numerosos premios y distinciones ha sido presidente de la Academia Mexicana de Ciencias y director de Divulgación de la Ciencia de la UNAM.

Igualmente, mencionamos a Mario José Molina, destacado químico, con trabajos sobre la capa de ozono. En 1995 recibió el Premio Nobel de Química, y ha venido realizando una extraordinaria labor de divulgación; a Julieta Norma Fierro, destacada científica en el área de la astronomía, con numerosos libros y artículos de divulgación y la realización de una serie de televisión, titulada “Más allá de las estrellas”; a Antígona Segura Peralta, quien, además de numerosas publicaciones y conferencias por todo el país, ha conducido, durante más de diez años, el programa de radio “Hacia el Nuevo Milenio”, en Radio Red.

Esta colección, “LA CIENCIA A TU ALCANCE”, se suma a todos estos esfuerzos, con la idea también de aglutinar a nuestros divulgadores de la ciencia y ser un puente de comunicación entre el mundo de la investigación científica y tecnológica y el público en general, que desea y requiere tener a su alcance el saber científico y tecnológico.

INTRODUCCIÓN

El propósito de este libro es el de presentar al lector una historia breve del esfuerzo del hombre por explorar el espacio exterior a nuestro planeta. En este no muy largo recorrido, ha habido momentos emocionantes, donde se han dado grandes pasos y se han conseguido notables logros. Todavía falta mucho por hacer, pero podemos asegurar que al hombre del mañana le esperan grandes aventuras en la conquista del espacio.

El ser humano se ha interesado siempre, por motivos prácticos y de supervivencia, en conocer el lugar donde vive. Sin embargo, la inquietud natural del hombre por comprender y entender lo que lo rodea, lo ha llevado a explorar mucho más allá de su entorno. La búsqueda de la explicación de los misterios del mundo impulsó al hombre a explorar el cielo. Todas las grandes civilizaciones de la antigüedad buscaron la explicación de los fenómenos celestes, y crearon mitologías sobre el origen del universo y sobre su forma. Todas las fantasías desarrolladas por los antiguos son perfectamente comprensibles, ya que no tenían los conocimientos necesarios para establecer modelos factibles del universo.



El interés por el estudio del cielo atrajo la atención de mucha gente, porque pensaba que la vida de los hombres estaba ligada al movimiento de los planetas o a las configuraciones estelares. Este asunto, que por supuesto debe ser muy atractivo para cualquier cultura, hizo que floreciera la astrología.

La astrología tuvo su origen en la antigua Babilonia, hace cinco mil años, y de ahí se extendió a Egipto, Grecia y toda Europa. Es perfectamente explicable por qué la astrología llamó la atención de mucha gente. Las personas se interesan en su futuro y si alguien les asegura que este futuro está asociado con la posición de los cuerpos astronómicos (por eso se llama astrología), fácilmente cederán a la tentación de enterarse de su destino.

Por supuesto, la astrología no es una ciencia. No tiene una base científica, y es sólo una actividad adivinatoria a la que se dedican algunas personas para estafar a la gente inocente o ignorante. Pretender relacionar las posiciones de los astros con los acontecimientos de la vida de las personas y su influencia en la vida de éstas, carece por completo de sentido.

En la época del dominio de la astrología, antes de tomar una decisión, las personas tenían que consultar a los adivinadores, profetas o astrólogos, que eran los que sabían leer el cielo y entender lo que dicen las estrellas. En los asuntos de negocios, viajes y en cualquier decisión importante, se consultaba al adivinador, y éste decía cuándo las posiciones de las estrellas indicaban el momento favorable. Con estas creencias, el hombre no hubiera podido explicar nunca lo que ocurre en el cielo, ni predecir los eclipses, y mucho menos enviar una nave a la Luna.

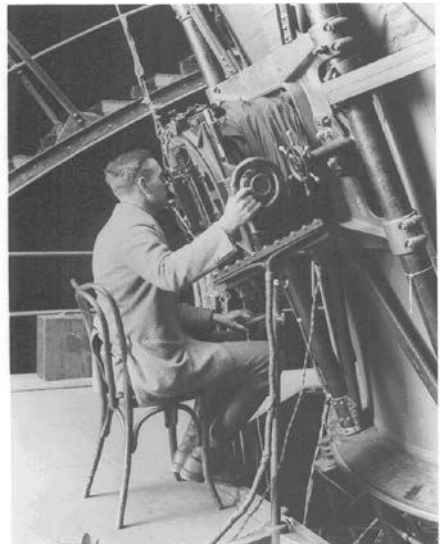
Primeros intentos por entender el universo

El modelo de universo que se aceptó por más de mil cuatrocientos años fue el del astrónomo y matemático griego Tolomeo, quien vivió del año 100 al año 170 D.C. En este modelo, que lleva el nombre de geocéntrico, la Tierra era el centro del universo y todo giraba alrededor de ella. Este modelo fue descartado cuando Copérnico propuso la teoría heliocéntrica para nuestro sistema planetario. En el modelo de Copérnico, la Tierra y los demás planetas giran alrededor del Sol.

Poco después, con el invento del telescopio, por Galileo, con las ideas desarrolladas por Kepler y los trabajos de Isaac Newton, quedó confirmada la teoría de Copérnico. Aun cuando la creencia de que la Tierra era el centro del universo duró más de mil años, con la astronomía moderna sabemos que nuestro planeta pasó a ser uno más de los miles de millones que hay en nuestra galaxia y en el universo. Con las observaciones astronómicas, la Tierra resulta ser un cuerpo cósmico donde habita el hombre, que no tiene nada de especial desde el punto de vista astronómico, y es sólo una ínfima parte del universo.

El interés por explorar el espacio

La astronomía es la más antigua de las ciencias. Antes de que se inventara la escritura, el ser humano ya manifestaba sus inquietudes por los fenómenos del cielo. Al principio, se pensaba que el cielo estaba habitado por los dioses, que dictaban el destino de los hombres. Hoy en día, esa época ha quedado atrás, y el ser humano busca ahora alcanzar los cuerpos cósmicos. En



este esfuerzo se han logrado metas espectaculares. Hemos llegado a la Luna y a Marte; el cielo está poblado de satélites artificiales, que se han colocado ahí para facilitar las comunicaciones, para explorar el espacio, y para tener más información sobre lo que pasa en la Tierra. Se construyen estaciones espaciales que orbitan la Tierra, y en ellas el hombre ha podido vivir y trabajar por períodos de varios meses.

Esta aventura de conquista del espacio apenas empieza, y las nuevas generaciones vivirán momentos emocionantes con los nuevos descubrimientos del cosmos. El sueño de volar aparece en el ser humano en el momento mismo en que observa el vuelo de las aves. En las épocas remotas de la humanidad, este sueño es sólo eso, un sueño; es decir, una posibilidad que no tiene ninguna base material para realizarse. Sin embargo, esta quimera empieza a convertirse en una posibilidad real cuando se descubren las leyes de la mecánica; es decir, las leyes del movimiento. La evolución de las ideas y del estudio del movimiento desembocó en un conjunto de conocimientos que se concretaron en leyes, con las aportaciones intelectuales de Isaac Newton.

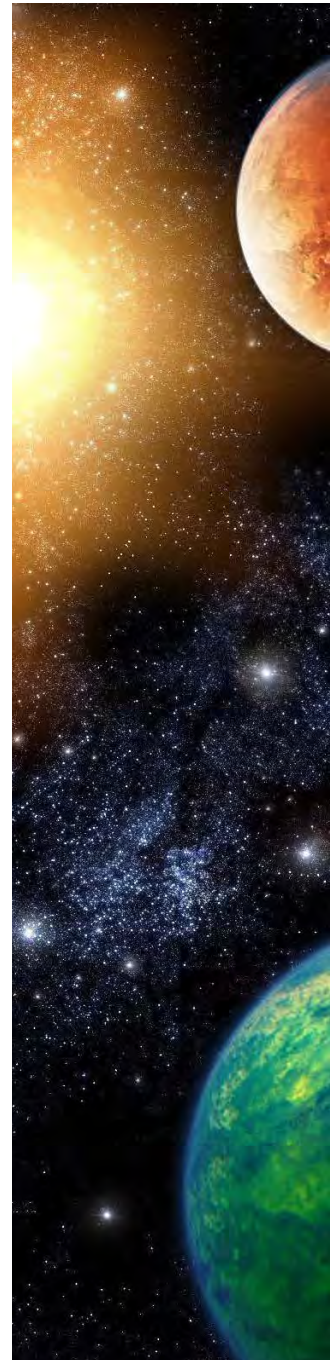
El siglo XX nos trajo la era de la electrónica, la era atómica y la era del espacio. Fue, sin duda, un siglo de grandes avances en la ciencia y la tecnología, que será recordado también como el siglo de la física, ya que se dieron impresionantes avances en el campo de esta ciencia.

El libro que el lector tiene en sus manos consta de 8 capítulos, independientes unos de otros, y pueden leerse por separado, a gusto personal. Se inicia con una breve descripción histórica de los acontecimientos más relevantes para la astronomía y el conocimiento de nuestro universo. Posteriormente, se introducen las ideas modernas sobre el origen, evolución y la estructura del universo; los objetos astronómicos, como galaxias, estrellas y planetas, así como también las dimensiones de estos cuerpos cósmicos. En este rápido recorrido, se introducen también, someramente, las ideas modernas sobre el origen de la vida y de por qué el hombre ha incluido en el programa de exploración espacial la búsqueda de vida extraterrestre.

1 | EL UNIVERSO

El universo es la totalidad de lo que existe. El espacio, la materia, la energía, galaxias, estrellas, planetas y todo lo que existe es el universo. Hablar sobre el universo es un asunto fascinante. De inmediato surgen preguntas como las siguientes: ¿Cómo se originó el universo? ¿Cuál es el tamaño del universo? ¿Es el universo infinito o tiene algún límite? Hasta hace cerca de noventa años, a estas preguntas se les clasificaba como de tipo filosófico. Sin embargo, en el año 1929 tuvo lugar uno de los descubrimientos astronómicos más notables de la historia.

El astrónomo norteamericano Edwin Hubble observó, desde el telescopio más grande del mundo en ese entonces, el de Mount Wilson, cerca de Los Ángeles, California, que las galaxias más lejanas que podía observar se alejaban unas de otras y también de nosotros, a grandes velocidades. Esta observa-



ción es similar cuando se mira en cualquier dirección en el cielo. Puesto que una de las hipótesis de la astronomía es que nuestra galaxia no ocupa una posición privilegiada en el universo, si nos colocáramos en cualquiera otra galaxia, veríamos también a las demás galaxias alejarse de nosotros. Esta observación sentó las bases de la cosmología moderna, que es la rama de la astronomía que se ocupa del estudio del universo como un todo.

Esta observación experimental ha traído como consecuencia que las preguntas con las que se inició el párrafo anterior dejaran de ser exclusivas del campo de la filosofía y formen parte ahora de las preguntas científicas. Y no es porque las preguntas anteriores no fueran de interés de los científicos; lo que ocurre es que los métodos que usan los científicos no se podían aplicar para contestarlas, debido a que no había ninguna observación que permitiera tomarse como base o como guía para emitir una respuesta.

Como se sabe, las ciencias naturales se apoyan en el método científico; es decir, en hechos experimentales, para establecer sus hipótesis o teorías. Para su aplicación, el método científico requiere, primeramente, que se observe un fenómeno y que pueda reproducirse u observarse repetidamente. Después de estas observaciones, se pretende explicar el fenómeno, emitiendo una hipótesis. Esta hipótesis implica que ciertos hechos deben acompañar al fenómeno. Esta capacidad predictiva de la hipótesis es lo que la pone a prueba. Si se confirman los hechos que la hipótesis predice, entonces la hipótesis se refuerza. Si no se observa el hecho predicho, entonces no se pasa a la siguiente etapa en la explicación del fenómeno, que sería someterlo a otras pruebas.

Antes de las observaciones de Hubble, no se tenía ni un indicio que permitiera elaborar alguna hipótesis sobre cómo se inició el universo. A partir de 1929, se empezó a especu-



lar científicamente sobre el asunto. Por supuesto que la ciencia no garantiza la verdad sobre todo; la forma en la que procede es apoyarse en la información que se tiene para emitir una hipótesis.

EL BIG BANG **Origen del Universo**

Después de la observación del alejamiento entre sí de las galaxias, surgió en forma natural la idea de que, si en el presente las galaxias se alejan unas de otras, entonces en el pasado estas galaxias estaban más juntas. Yéndonos muy lejos hacia atrás en el tiempo, ocurrió entonces que en algún momento, en el pasado, todas las galaxias estaban concentradas en una región relativamente pequeña del espacio. Este simple razonamiento llevó al físico ruso-norteamericano George Gamow (1904-1968) a elaborar un modelo sobre el origen del universo.



Este modelo, conocido como del Gran Estallido o Gran Explosión (Big Bang), supone que hace diez o veinte mil millones de años, toda la materia del universo estaba concentrada en una pequeña región, de dimensiones que no podemos determinar ahora. Este estado primigenio del universo, al que algunos científicos le llaman “bola de fuego original”, se encontraba a una temperatura extremadamente elevada. De acuerdo con una ley de la física, cualquier objeto a una temperatura superior al cero absoluto debe emitir radiación electromagnética, ejerciendo una presión, que en este caso era gigantesca, dada la enorme temperatura de la bola de fuego. Esta inmensa presión fue la causante del Gran Estallido, que es donde la ciencia ubica el origen del universo.



La bola de fuego original era todo el universo. Eso llenaba todo el espacio. No tiene sentido preguntarse qué había fuera de esa región, como no tiene sentido preguntarse ahora, cuando se admite que el volumen del universo es finito, qué hay fuera de este volumen. El pequeño volumen que ocupaba el universo original era todo el espacio que existía. Después de la gran explosión, el espacio fue creándose (aumentando su volumen) a medida que la bola de fuego se expandía. Por supuesto que al irse expandiendo la bola de fuego, la densidad de materia y energía del universo iba disminuyendo.

En los primeros instantes del universo, éste consistía en una mezcla de partículas fundamentales y radiación, y su expansión fue muy violenta. Este universo, aun cuando contenía una densidad muy elevada de radiación, era totalmente oscuro, ya que la radiación era absorbida por el medio formado por las demás partículas, sin poder recorrer largas distancias, debido a la alta densidad de partículas y energía.

De acuerdo con los cálculos teóricos, después de que transcurrieron 700,000 años de la Gran Explosión, se formaron los átomos neutros del universo. Habiendo en ese entonces mucho menos partículas cargadas libres que las que había inicialmente, el universo se volvió transparente a la radiación, la cual pudo recorrer grandes distancias y ha sobrevivido hasta nuestros días.

Al continuar la expansión del universo, esa radiación se “enfrió”, y se ha convertido en un remanente del pasado remoto, que se conoce en

la actualidad como “la radiación de fondo del universo”. Esta radiación fue detectada accidentalmente, en el año 1965, por los ingenieros norteamericanos Arno Penzias y Robert Wilson. El descubrimiento de esta radiación, que proviene de todos los puntos del espacio, dio un fuerte soporte experimental al modelo del Big Bang.

Existe ahora una teoría sobre el origen del universo, fuertemente apoyada en observaciones experimentales. No es sólo especulación pura. Las cuestiones sobre el origen, edad y tamaño del universo dejaron de ser temas exclusivos de la teología y la filosofía, y entran ahora en el dominio de la ciencia. Inclusive, la pregunta sobre el destino del universo tiene actualmente respuestas apoyadas en el conocimiento científico.

Destino del universo

Para comprender mejor la forma en que la ciencia plantea el asunto del destino del universo, es conveniente introducir un concepto familiar. Pensemos en lo que le ocurre a una bala lanzada por un hipotético cañón muy poderoso. Si la velocidad con la que se dispara la bala no excede a un cierto valor llamado valor crítico, entonces la bala regresará al suelo. Esto corresponde al caso familiar de cuando lanzamos una piedra al aire.

Por otra parte, si la bala se dispara verticalmente hacia arriba, con una velocidad tal que exceda una velocidad crítica, conocida como veloci-



dad de escape, entonces la bala no regresará a la tierra y continuará moviéndose por el espacio, en principio, indefinidamente. En general, el valor numérico de la velocidad de escape para un planeta cualquiera, depende de su masa y del tamaño del planeta.

De manera similar, podríamos decir que si la velocidad inicial de la Gran Explosión excedió cierto valor crítico, entonces el universo seguirá expandiéndose por siempre, irá disminuyendo continuamente la temperatura promedio y terminará en un universo frío y oscuro, donde no tendrá lugar ningún tipo de proceso, ni biológico ni químico, ni físico. Será un universo muerto. Esta evolución tenebrosa se conoce como “la muerte térmica del universo”.

Por otro lado, si la velocidad inicial con la que explotó el universo es menor que el valor crítico ya mencionado, entonces la expansión se detendrá en algún momento en el futuro, y empezará su contracción, terminando en un Gran Colapso. Este destino, menos trágico pero más espectacular que el anterior, permitirá al universo volver a empezar, como el Ave Fénix de la mitología, que se incineraba a sí misma, para resurgir rejuvenecida de sus propias cenizas. Se iniciará así un nuevo Big Bang, que repetirá el ciclo anterior.

Existe una cantidad importante para decidir cuál de los dos será el destino del universo. Esta cantidad se conoce como densidad de masa crítica del universo. Si la densidad de masa del universo es menor que la densidad crítica, el escenario para su evolución será el primero que mencionamos: el de la expansión continua. A este universo se le conoce como universo abierto. Por otra parte, si la densidad de masa es mayor que la densidad crítica, entonces tendremos el segundo caso, el universo detendrá su expansión, y se contraerá posteriormente, para colapsarse e iniciar una nueva explosión. Este modelo del universo es un modelo cerrado, ya que su tamaño máximo será finito. Este modelo de universo repetirá su ciclo de expansión y contracción eternamente. Por esta razón, al modelo se le conoce como universo cíclico u oscilante.



2 | HISTORIA DE LA ASTRONOMÍA EL INTERÉS DEL HOMBRE POR OBSERVAR EL CIELO

En la actualidad, con los avances que se han logrado en la astronomía y en la tecnología en general, que nos han permitido contemplar el espacio desde telescopios colocados en naves o satélites espaciales, se ha podido observar el universo hasta distancias increíblemente lejanas. El telescopio espacial Hubble, que orbita la tierra desde 1990, es uno de estos poderosos instrumentos, y lleva este nombre en honor del astrónomo Edwin Hubble, ya mencionado, quien fue el que descubrió el fenómeno de la expansión del universo.

Todas las civilizaciones han observado el cielo, y se han hecho preguntas sobre el universo, sobre su forma y tamaño. Para explicar los fenómenos del cielo, han elaborado modelos; es decir, representaciones simplificadas que permiten extraer información del sistema que se modela. En la ciencia moderna, los modelos son muy útiles para entender a la naturaleza. En el pasado, los modelos se elaboraban sobre soportes mitológicos o religiosos.

En la antigüedad, las diferentes culturas elaboraron modelos del universo de acuerdo con sus creencias. Para situar en un contexto adecuado

la visión actual de la estructura del universo, es pertinente hacer un poco de historia.

Un poco de historia

Todos los seres humanos, desde la más remota antigüedad, han sentido fascinación por los misterios del cielo. El hombre primitivo observó el cielo nocturno, y así como lo contempló hace diez mil años, se nos presenta ahora, casi sin cambios.



La cosmología es la ciencia que trata del origen, la estructura y la evolución del universo. Todas las civilizaciones antiguas elaboraron su propia teoría cosmológica. En la antigua Babilonia, hace seis mil años, se desarrolló una cultura muy avanzada, que creó muchos conceptos e ideas que aún están vigentes. Por métodos observacionales, encontraron que el año tiene aproximadamente 360 días. Por tal motivo, dividieron el círculo del cielo en 360 grados. Por otra parte, los matemáticos de Babilonia sabían que el radio de un círculo dividía a la circunferencia en seis arcos de círculo de igual tamaño. Estos dos hechos, los 360 días del año y la división en seis arcos iguales de un círculo de 360 grados, hizo que los babilonios convirtieran al número 60 en un número místico.

Para los habitantes de Babilonia, el universo era un disco plano que flotaba en el mar, y el cielo era una placa semiesférica de metal duro, en la que estaban pegadas las estrellas.

Los babilonios creían que la vida de los seres humanos estaba regida por los astros. Fue entre ellos donde nació la astrología. No hay que confundir

esta actividad con la ciencia de la astronomía. La astrología es una actividad adivinatoria, que trataba de explicar lo que les ocurre a los seres humanos con lo que se observa en los cielos. No ha sido fácil desprenderse de esas ideas, pues aun con todos los desarrollos científicos y tecnológicos, todavía persisten fuertes influencias de aquellos remotos tiempos.

En la Grecia clásica, los observadores sistemáticos del cielo, conocidos como astrónomos, identificaron algunos objetos luminosos que se movían respecto al fondo fijo de las estrellas. Llamaron a estos cuerpos en movimiento planetas, que significa vagabundo. Los romanos dieron a estos planetas los nombres de sus deidades. Así encontramos a Mercurio, que en la mitología romana es el mensajero de los dioses; a Venus, que es la diosa del amor y de la belleza; a Marte, que es el dios de la guerra; a Júpiter, el padre de los dioses, y al último de los planetas conocidos en esa época, Saturno, que es el padre de Júpiter y dios de la agricul-



tura. El hombre creyó por mucho tiempo que la Tierra era el centro del universo. A este concepto se le conoce como modelo geocéntrico. Esta idea fue propuesta inicialmente por Aristóteles, y fue posteriormente retomada por el notable astrónomo y matemático egipcio Claudio Tolomeo.

Tolomeo vivió en Egipto, del año 100 al 170. Tolomeo desarrolló un modelo de universo geocéntrico, que fue el que se enseñó en las escuelas durante más de mil cuatrocientos años.

El modelo del universo desarrollado por Tolomeo, llamado geocéntrico, en el cual la Tierra ocupaba el centro del universo, fue aceptado durante más de catorce siglos. Desde la época de Tolomeo, hasta principios del siglo XVI, la idea de que todo en el cielo gira alrededor de la Tierra fue aceptada e impuesta por todos los gobernantes europeos.

El modelo tolemaico del universo se basa en el sentido común. Si vemos que todo gira alrededor de nosotros, es claro que la Tierra es el centro de todo. El universo es un inmenso globo sólido, con las estrellas adheridas en esa bóveda celeste, y los planetas, que son estrellas vagabundas, se mueven en esa bóveda.

Después de que Grecia quedó bajo la dominación de los romanos, la cultura griega fue quedando en el olvido. Aun después de la caída del imperio romano, la situación no fue nada favorable para el desarrollo de la ciencia. El mundo entró en el período oscurantista, época de la historia de la civilización en que se impedía que la población se educara. Después de mil años de oscurantismo, el mundo empezó a salir de su letargo. En el periodo de 1100 a 1200, se fundaron las primeras universidades en Europa, y el mundo se empezó a interesar por el conocimiento.



Nicolás Copérnico

En plena época del Renacimiento, cuando el mundo despertaba de su sueño de mil años, el astrónomo y matemático polaco Nicolás Copérnico publicó, al final de su vida, un libro en que exponía su teoría de que la Tierra gira alrededor del Sol. Esta teoría, llamada teoría heliocéntrica, establecía también que la Luna gira alrededor de la Tierra. Un aspecto más de sus ideas fue que



es la Tierra la que gira alrededor de su eje y no las estrellas alrededor de la Tierra, como se creyó durante tanto tiempo.

Estudiando el movimiento de las estrellas, Copérnico razonó de la siguiente manera: “Todos los planetas se mueven de manera diferente y se encuentran en distintas posiciones. Es muy extraño que todos ellos giren alrededor de la Tierra, dando una vuelta cada día. Buscando la explicación de esto, se le ocurrió la idea de que si la Tierra es la que gira, todo esto parece simplificarse y aclararse.

Sin embargo, la gente se reía de esta idea. ¿Cómo es posible que la Tierra gire, pensaban, que nosotros estemos dando vueltas? Si así fuera, podríamos dar un salto y, al moverse la Tierra bajo nuestros pies, al caer tocaríamos el suelo en otro lugar, no en el mismo, como todos sabemos por experiencia que ocurre. Tendría que pasar todavía un siglo para que Newton nos explicara lo que verdaderamente ocurre. Después de la muerte de Newton en el año 1727, el poeta Alexander Pope describió de forma resumida la vida y la obra de Newton con las siguientes palabras: “La naturaleza y sus leyes permanecían ocultas en la noche. Dios dijo: ‘Que Newton sea’. Y todo se hizo luz”.

La hipótesis de Copérnico, de que la Tierra gira sobre su eje, explica de una manera muy simple el fenómeno del día y de la noche. Copérnico también supuso que la Tierra gira alrededor del Sol, como ahora sabemos. Con esta hipótesis del movimiento de traslación de la Tierra

alrededor del Sol, se explica la aparición de las estaciones del año. Es por estas ideas por lo que se dice metafóricamente que Copérnico de-tuvo al Sol y puso a la Tierra en movimiento.

La nueva astronomía

Con las hipótesis de Copérnico, la astronomía entró en una época de modernización y de grandes avances. Con base en las ideas de Copérnico, se realizaron grandes avances en el conocimiento de nuestro Sistema Solar, y con las aportaciones de Kepler y Galileo, Newton completó su monumental obra sobre la mecánica y la gravitación universal.



Johannes Kepler

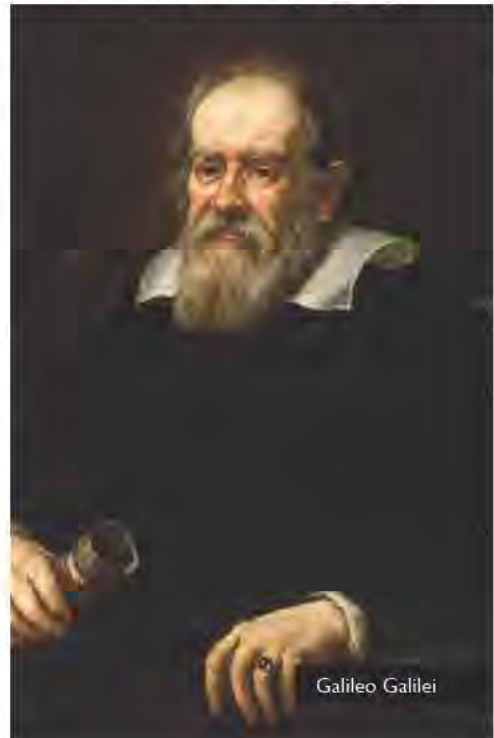
El astrónomo y matemático alemán Johannes Kepler realizó una intensa investigación sobre el movimiento de los planetas, y formuló las leyes que llevan su nombre, contribuyendo con sus ideas al descubrimiento de la ley de la gravitación universal por Newton. En el año de 1596, Kepler escribió un libro, titulado *El Misterio del Universo*, donde afirma haber descubierto los secretos del movimiento de los planetas. El libro comienza con una elegante carta dirigida a los nobles alemanes, quienes lo apoyaban en sus investigaciones. En esa carta decía: “Como he prometido hace seis meses escribir un libro, que a juicio de los entendidos sea elegante, notable y muy superior a los calendarios anuales, presento ahora a vuestra amable compañía

una obra que, aunque pequeña en extensión, es fruto de mis propios y modestos esfuerzos, y trata de un maravilloso tema. Si deseáis antigüedad, Pitágoras ya lo había tratado hace más de dos mil años. Si queréis novedad, es la primera vez que esta cuestión es presentada a toda la humanidad por mí mismo. Si deseáis grandeza, nada más grande que el universo. Si deseáis venerabilidad, nada es más bello que nuestra morada. Si deseáis conocer los misterios, nada hay o ha habido en el mundo más recóndito. Me estoy refiriendo al libro que hoy presento y que es el libro de la naturaleza”.

Con estas palabras, Kepler, que en ese entonces tenía 25 años, mostraba apasionadamente, con la fuerza que le daba su juventud, su convicción de haber descubierto el secreto que encierra el movimiento de los planetas. Kepler, que tenía mucho de místico, creía, siguiendo la escuela pitagórica, en el poder misterioso de los números. Enfascado en sus estudios sobre el movimiento de los planetas, llegó a la conclusión de que los planetas no describen trayectorias circulares alrededor del Sol, sino que siguen una trayectoria elíptica, con el sol colocado en uno de los focos de esta elipse.

Galileo

El astrónomo y matemático italiano Galileo Galilei vivió de 1564 a 1642. Fue un generador de nuevas ideas, que rompieron con dogmas que venían desde cientos de años en el pasado. Fue inventor del telescopio, y con este invento puso al alcance de la mirada del hombre mu-



chos objetos cósmicos. Desde la Tierra, la Luna terrestre, cuya superficie se creía lisa, pudo verse con sus cráteres y sus montañas. También se observaron cuatro de las lunas de Júpiter. Con su telescopio, Galileo descubrió manchas en el Sol, así como también pudo observar multitud de estrellas que antes no se habían identificado; observó también la rotación de las lunas de Júpiter que giran alrededor de este planeta. Esto último fue algo que conmovió enormemente al mundo, y con ello se apoyaba indirectamente la teoría de Copérnico de que la Tierra gira alrededor del Sol. Con este descubrimiento, Galileo mostraba la belleza y las maravillas del cielo.

Galileo estudió el movimiento de los cuerpos, y fue el primero que asoció una ecuación matemática a un problema de movimiento. Sus investigaciones sobre la caída de los cuerpos lo llevaron a asegurar que el gran libro de la naturaleza está escrito en el lenguaje de las matemáticas.

A partir de los descubrimientos de Galileo y las tres leyes de Kepler sobre el movimiento planetario, Isaac Newton emprendió su obra grandiosa que lo condujo a descubrir la ley de la gravitación universal y las leyes de la mecánica.

Con los descubrimientos de Newton y su formulación de las leyes generales del movimiento, el mundo entró en una nueva etapa, y el paradigma de las ciencias naturales cambió por com-



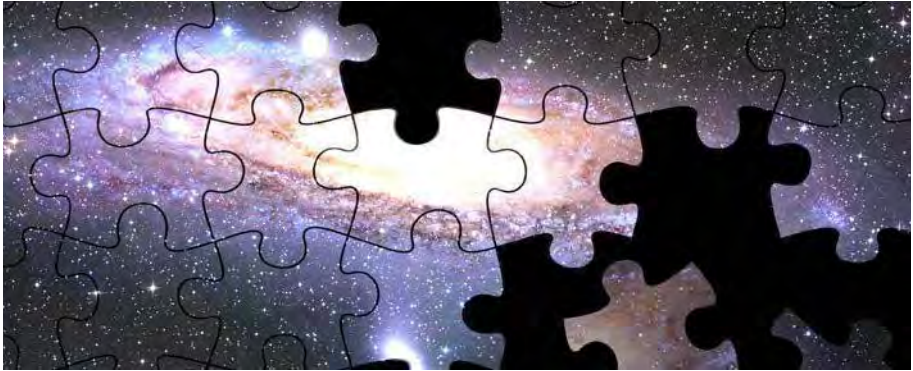
Isaac Newton - Godfrey Kneller, 1689.

pleto. Las leyes que gobiernan el movimiento en el cielo, el de los cuerpos celestes, son las mismas que rigen el movimiento de los cuerpos aquí en la Tierra. El nuevo paradigma científico es que en todo el universo se cumplen las mismas leyes.

Después de la publicación de la obra de Newton, donde presenta sus leyes del movimiento y de la gravitación universal: *Principios matemáticos de la Filosofía Natural*, la fama de Newton y la influencia de su obra se extendieron por toda Europa en los centros de estudio de las ciencias naturales y las matemáticas. El mundo no volvió a ser igual. Se contaba ahora con las leyes fundamentales de la naturaleza, las cuales proporcionaban la información para descifrar muchos enigmas del mundo.

Con las ideas revolucionarias de Copérnico nació la nueva astronomía. El modelo de universo creado por Tolomeo terminó con Copérnico. Después vendría Isaac Newton, quien, apoyado sobre los hombros de gigantes, como él lo diría, refiriéndose a Copérnico, Kepler y Galileo, nos daría una imagen casi acabada de lo que es el universo. Sin embargo, después llegaría Albert Einstein, a modificar las leyes del universo, que Newton nos legó. Hoy en día, el paradigma sobre nuestro universo está basado en las leyes de Einstein.

En una cena en honor del científico, el 27 de octubre de 1930, el escritor inglés Bernard Shaw rindió tributo a la obra de Einstein en un discurso memorable. Después de mencionar en su discurso que hay un tipo de grandes hombres a los que se reconoce por ser creadores de imperios, como Napoleón, agregó lo siguiente: “hay un tipo de hombres que van más allá de construir imperios, como el hombre que venimos hoy a honrar aquí: ellos son creadores de universos. El universo creado por Tolomeo duró 1,400 años, hasta que Newton llegó y creó un nuevo universo, que duraría 300 años, hasta que llegó Einstein. Este universo no sabemos todavía cuánto durará”. Con esta última frase, en presencia de Einstein, estallaron las carcajadas.



3 | LA ESTRUCTURA DEL UNIVERSO

¿De qué está formado el universo? ¿Cuál es el tamaño del universo? Éstas y otras cuestiones, como el origen de la vida, se tratan en este capítulo.

Durante los últimos veinte años, la tecnología para observar el cielo ha tenido un desarrollo sorprendente. En la actualidad, los astrónomos, con sus aparatos y equipos de observación, han logrado ver objetos siderales hasta distancias nunca antes imaginadas. El público se ha emocionado con las impresionantes imágenes de fenómenos del cosmos, así como de objetos del universo que han sido detectados por el telescopio espacial Hubble.

Tamaño del universo

El tamaño del universo es asombroso. Sabemos que hay estrellas tan lejanas, que su luz, que viaja a 300,000 kilómetros por segundo, tarda miles de millones de años en llegar a nosotros. Siempre se creyó que la Tierra era el astro mayor del universo, pues a nosotros nos parece

inmensa, y la Luna y el Sol no nos parecen tan grandes desde donde los vemos. Sin embargo, el Sol es, en la longitud de su diámetro, cien veces más grande que la Tierra. En volumen, el Sol es más de un millón de veces mayor que la Tierra.

De manera resumida, podemos decir que entre los objetos astronómicos que se han encontrado en el universo, figuran las galaxias, las estrellas y los planetas. De cada uno de estos objetos cósmicos se encuentra una variedad de tipos. Nuestro Sol resulta ser una estrella de tamaño promedio.

Las galaxias

Las galaxias son los constituyentes básicos del universo. Todo el universo está formado por galaxias, las cuales a su vez se agrupan en racimos llamados cúmulos galácticos. Una galaxia es la agrupación de un enorme número de estrellas. Una galaxia común tiene miles de millones de estrellas.

Si observamos el cielo en una noche despejada y sin luna, podremos apreciar una franja o banda lechosa que se extiende de un lado a otro del firmamento. Ésta es la galaxia a la que pertenece nuestro sistema solar. Su nombre es Vía Láctea. Es un conglomerado de miles de millones de estrellas como el Sol. Su tamaño es enorme. La luz, que viaja a una velocidad de 300,000 kilómetros por segundo, tardaría cien mil años en atravesarla de un extremo a otro.

La Vía Láctea tiene alrededor de 200



mil millones de estrellas. El nombre de Vía Láctea se lo dieron los griegos. Si contemplamos la galaxia en una noche despejada, cuando no hay Luna, observaremos que tiene la forma de un camino blanquecino (lechoso) débilmente brillante. Esto inspiró a los griegos para incluir en su mitología la explicación del origen de nuestra galaxia. Según su mitología, Alcmena, una de las amantes del dios Zeus, tuvo un hijo, al que llamó Hércules. Un día en el que Alcmena trató de alimentar a su bebé Hércules, de su seno salió una abundante cantidad de leche, que se dispersó por el espacio y dio origen a nuestra galaxia. De ahí su nombre de Vía Láctea.

Por supuesto, los astrónomos buscaron una explicación menos poética y más científica, e interpretaron la mancha blanquecina luminosa en el cielo como un conglomerado de estrellas. Las galaxias son agrupaciones de miles de millones de estrellas, gas y polvo cósmico, que aparecen como islas en el inmenso espacio del universo. La capacidad de abstracción del hombre le permite separar y distinguir un objeto o grupos de objetos de otros. Esta capacidad nos ha permitido distinguir, en la inmensa vastedad del universo, unas galaxias de otras, al observar las diferentes colecciones de materia en el espacio.



La distancia entre las galaxias

La galaxia más cercana a la nuestra es La Gran Nube de Magallanes, y se encuentra a 170 mil años luz. Tomando en cuenta que un año luz es la distancia que recorre la luz en un año y que la velocidad de la luz es

la máxima posible, tenemos entonces que el menor tiempo requerido para llegar a la galaxia más próxima es de 170 mil años.

Los telescopios colocados en el espacio revelan cada vez más imágenes que proporcionan información sobre los fenómenos del universo. Estas observaciones permiten mirar cada vez más lejos, penetrando en las profundidades del universo y llegando a los bordes del universo mismo.



Las estrellas

Las galaxias están formadas por estrellas. Nuestro Sol es un ejemplo de una estrella típica. Las estrellas que vemos como puntos centellantes en el cielo, son en realidad masas enormes de materia, como nuestro Sol. Las estrellas se forman a partir del polvo cósmico que hay en el espacio, en un proceso que dura millones de años. En el capítulo siguiente veremos con más detalle el proceso de formación, envejecimiento y muerte de una estrella. La estrella más cercana a nuestro sol es Próxima Centauri, que se encuentra a cuatro años luz de nosotros.

Las estrellas figuran entre los objetos astronómicos más espectaculares del universo; por esta razón se les dedica un capítulo especial en este libro.

El Sistema Solar

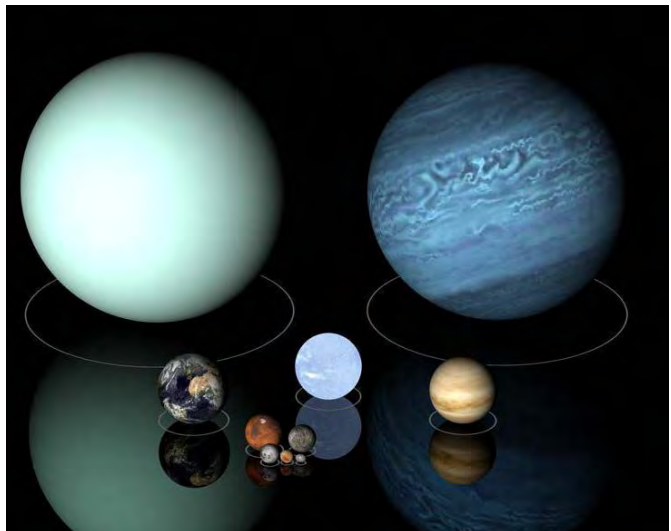
Un sistema solar es un conjunto de planetas, lunas, asteroides y otros objetos astronómicos que giran alrededor de una estrella. Nuestro Sol



forma un sistema solar en el que la Tierra, Mercurio, Venus, Marte, Júpiter, Saturno, Urano y Neptuno son los planetas. La Luna terrestre es también parte del sistema solar, así como también el cinturón de asteroides que se encuentran entre Marte y Júpiter.

Los planetas se constituyeron en el proceso de formación de la estrella alrededor de la cual giran. Cuando el polvo cósmico del que se formó la estrella entró en una etapa de rotación muy vertiginosa, se desprendió un disco ecuatorial de este polvo y se formaron a partir de esta masa del disco los planetas de la estrella.

Si la Tierra nos parece un espacio inmenso, al pasar a otro nivel de dimensiones, como los del sistema solar, encontramos que las distancias aumentan en varios órdenes de magnitud.



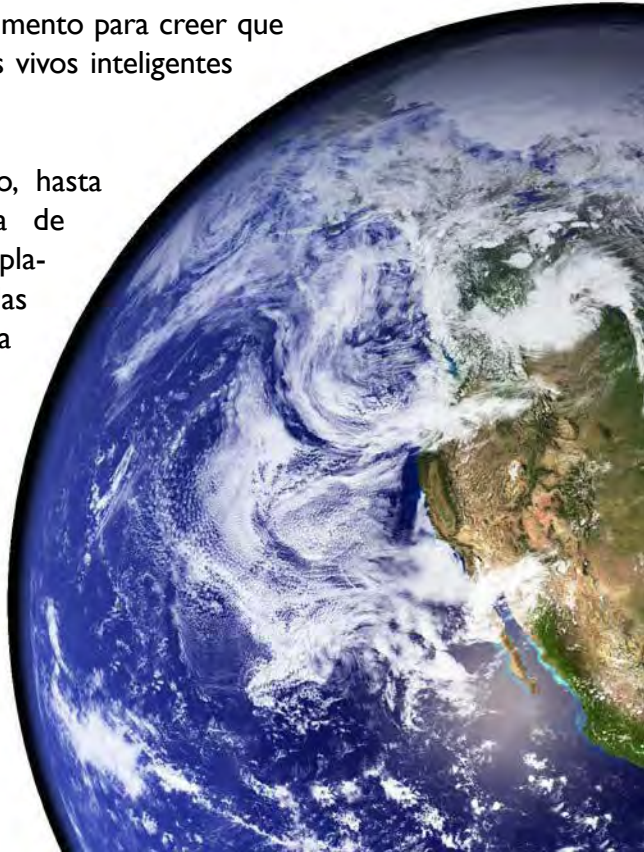
Los planetas

Los planetas son cuerpos astronómicos, rocosos como la Tierra, o gaseosos como Júpiter, que tienen un tamaño menor que el de una estrella, y son menos calientes también. Los planetas orbitan alrededor de una estrella, como es el caso de la Tierra.

La vida en la Tierra

La materia de la que están formados los seres vivos es la misma que existe en todo el universo. Por otra parte, nuestro Sol es una estrella común, y el planeta Tierra es también algo ordinario, que no tiene nada de especial. Asimismo, los seres humanos vivimos en y estamos rodeados de un ambiente común en el universo. Si nuestra morada en el cosmos no tiene nada de especial, ¿hay alguna razón para pensar que la vida en nuestro planeta es única en el universo? Más aún, ¿cuál podría ser el argumento para creer que somos los únicos seres vivos inteligentes en el universo?

No se ha encontrado, hasta ahora, ninguna forma de vida fuera de nuestro planeta; sin embargo, dadas las circunstancias nada especiales en las que se da la vida en la Tierra, existe en la comunidad científica la convicción de que deben existir muchos otros lugares en nuestra galaxia y en el uni-

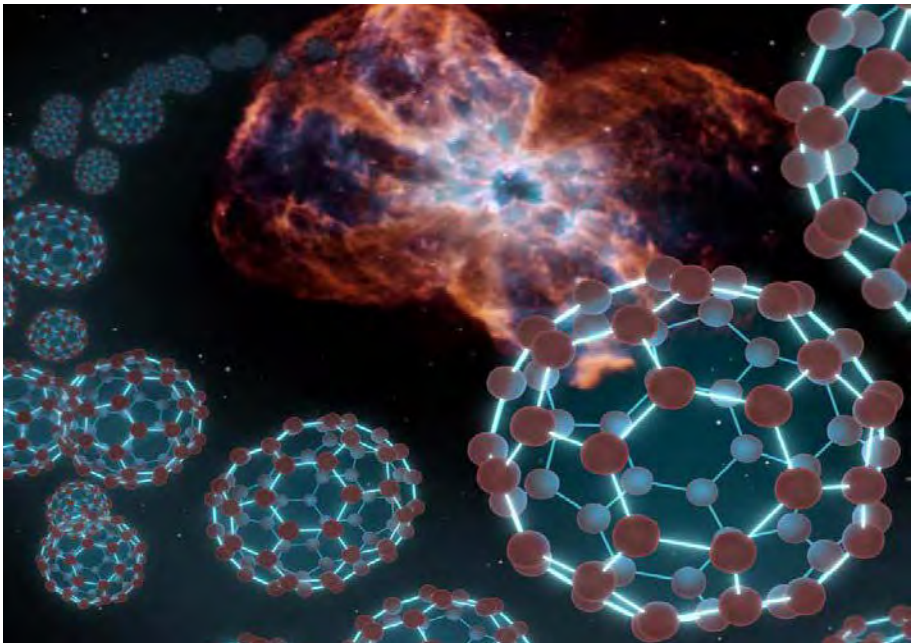


verso donde haya vida. Más aún, se tiene la seguridad de que hay vida inteligente y también civilizaciones avanzadas en otros sistemas planetarios de nuestra galaxia y en otras galaxias.

Hipótesis sobre el origen de la vida en la Tierra

La vida en la Tierra se originó mediante ciertos procesos que tuvieron lugar hace aproximadamente 3,500 millones de años. Las primeras manifestaciones de vida fueron, por supuesto, formas de vida muy primitiva, en forma de microorganismos.

Es hoy una hipótesis aceptada para explicar el origen de la vida el hecho de que ésta apareció como consecuencia de ciertas reacciones químicas que ocurrieron hace millones de años. La vida surgirá siempre que se presenten las siguientes condiciones: a) una abundancia de elementos químicos, b) que haya agua, c) que se presenten las condiciones adecuadas de temperatura, y d) que estas condiciones se mantengan por largos



períodos de tiempo. Con esto se formarán primeramente ciertas estructuras químicas básicas que darán lugar al fenómeno de la vida.

Los bloques moleculares fundamentales de la vida que se formaron en épocas muy primitivas del planeta continúan sin sufrir grandes modificaciones desde entonces. Las interacciones de estas formas básicas dieron lugar a la formación del primer microorganismo viviente. Posteriormente, estos microorganismos migraron y se reprodujeron, extendiéndose por muchas partes del planeta.

La característica principal de un ser vivo es su capacidad para auto-replicarse o auto-reproducirse. De un ente con esta capacidad decimos que es un organismo vivo.

Después de millones de años, las condiciones en el planeta fueron más propicias para que aparecieran nuevas formas de vida. Sobre todo con la disminución de la temperatura y la aparición de la capa de ozono, que protegía a las nuevas estructuras químicas, se inició la proliferación de los organismos vivos.

A lo largo de millones de años, las células primitivas evolucionaron y formaron organismos más complejos, que a su vez evolucionaron y se integraron con otras formas vivientes, lo que dio lugar a la diversidad que ahora encontramos en la naturaleza que nos rodea.

El punto clave y fundamental de donde partimos para explicar el origen de la vida en nuestro planeta es el hecho de que la vida aparece cuando las condiciones de un planeta se dan para que se produzcan las reacciones químicas adecuadas. Estas condiciones, suponemos, conducen inevitablemente a la aparición de la vida. Ésta es la hipótesis fundamental y el principio del cual partimos para pensar que la vida existe en otros lugares del universo.

La aparición de vida inteligente en el planeta se explica también mediante el proceso evolutivo.

4 | LAS ESTRELLAS

Por mucho tiempo se creyó que los cielos eran inmutables, que en ellos no pasaba nada; que en los objetos celestes no ocurrían modificaciones; sólo había movimientos, cambios de posición. Sin embargo, en el cielo ocurren fenómenos increíblemente violentos. Nacen y mueren estrellas, y otras pueden ser tragadas por estrellas con mayor masa. Los fenómenos del universo son asombrosos, y producen efectos que ahora se pueden observar con los telescopios espaciales.

Las estrellas son objetos astronómicos que evolucionan lentamente en el tiempo. Existe un período de for-



mación de la estrella, que podríamos llamar su nacimiento. Después le sigue una etapa de estabilidad, equivalente a su juventud, y luego viene la muerte, que corresponde a la pérdida de su brillo.

La vida de una estrella depende de su tamaño. Nuestro Sol se encuentra actualmente en su etapa juvenil. Se calcula que el Sol durará diez mil millones de años. En el presente, tiene una vida como estrella de aproximadamente cinco mil millones de años; es decir, se encuentra a la mitad de su vida.

La muerte de una estrella es usualmente muy violenta. Ocurre después de explosiones y contracciones bruscas que la llevan finalmente a ser una estrella apagada.

Nacimiento de una estrella

El proceso de formación de una estrella empieza con la contracción de una gigantesca nube de polvo galáctico, constituido principalmente por hidrógeno gaseoso. Debido a la atracción gravitacional, esta masa de gas empieza a reducir su tamaño. Este fenómeno de contracción implica un proceso de calentamiento del gas, así como de aumento en la velocidad de rotación de la masa gaseosa. Este fenómeno es similar al caso de las patinadoras sobre hielo, que provocan un aumento en la veloci-



dad de giro al acercar sus brazos a su cuerpo. Esto es exactamente lo mismo que sucede con el polvo galáctico que se contrae.

Cuando la bola de hidrógeno adquiere una velocidad muy grande, se desprende de ella su parte más externa, de la misma manera en que una rueda giratoria que tiene lodo en su superficie, expulsa, al girar, el material pegado a la superficie más externa. Del mismo modo, masas gaseosas se desprenden del exterior de la masa original.

De estas masas que se desprenden, se forman los planetas, que continúan girando alrededor de la estrella. El conjunto de planetas y la estrella forman un sistema solar. Este proceso ocurrió en los miles de millones de estrellas de nuestra galaxia.



Después de mucho tiempo, millones de años, esta masa gaseosa, que inicialmente estaba muy fría, a temperaturas de aproximadamente doscientos grados centígrados bajo cero, se convierte en un gas denso y caliente, conocido como plasma. Cuando la temperatura del plasma alcanza los diez millones de grados, lo que corresponde a velocidades muy grandes de las partículas que lo forman, se inicia un proceso de fusión de núcleos de hidrógeno.

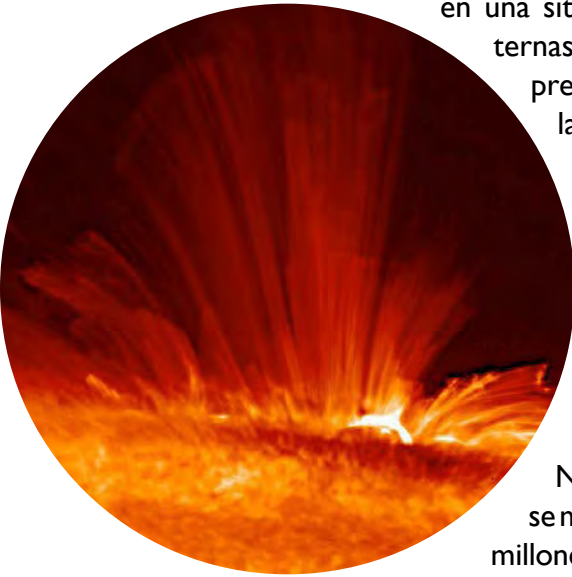
En estos procesos de fusión o unión de núcleos del hidrógeno, se generan las grandes cantidades de energía que la estrella expulsa en forma de calor y luz al espacio. El momento en el que se empiezan a producir las reacciones de fusión nuclear, es el momento del nacimiento de la estrella.

El proceso donde se unen núcleos atómicos ligeros para formar otros más pesados, se conoce como reacción de fusión nuclear o reacción ter-

monuclear. Ésta es la fuente de energía de las estrellas. Este mismo tipo de reacciones son también las que dan el poder destructivo a la bomba de hidrógeno, el arma más destructiva que ha creado el hombre.

Las explosiones termonucleares ocurren permanentemente en el Sol y en todas las estrellas, y son las causantes de que la estrella no se colapse por efecto de la atracción gravitacional. El Sol ha permanecido

en una situación estable, pues las capas externas del mismo son soportadas por la presión hacia el exterior que ejercen las reacciones termonucleares, que ocurren en su parte central desde hace aproximadamente cinco mil millones de años. Cuando el equilibrio entre la presión de la radiación y la fuerza gravitacional se pierde, entonces la estrella explota o se colapsa.



Nuestro Sol es una estrella joven, que se mantendrá así durante otros cinco mil millones de años, aproximadamente. Pero

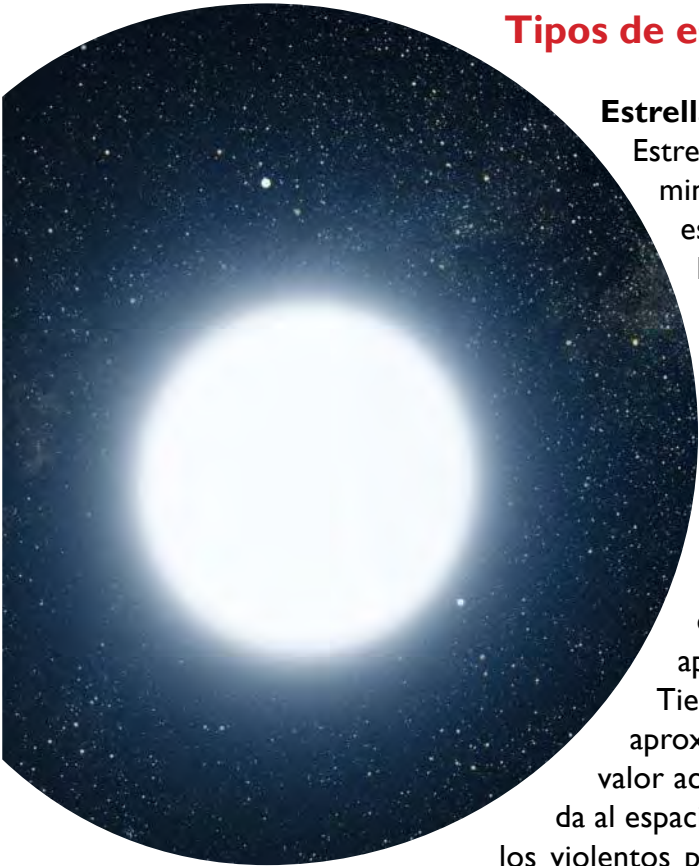
llegará un momento, cuando se haya consumido el hidrógeno, en el que la presión de radiación no será suficiente para detener el colapso gravitacional, y una contracción violenta del volumen del Sol iniciará otras reacciones termonucleares. La contracción violenta de la masa del Sol provocará un rebote, que ocasionará que el Astro Rey se hinche tanto, que su superficie puede llegar a alcanzar la órbita de la Tierra. Este estado de la evolución de una estrella como el Sol, se conoce como Gigante Roja, por el color rojo que presenta la estrella.

A medida que el combustible de la estrella se vaya agotando, se producirán aumentos y disminuciones de su volumen, hasta que finalmente ya no se produzcan reacciones termonucleares en el interior de la estrella. En ese momento, la estrella estará prácticamente muerta y terminará enfriándose lentamente.

Mediante técnicas radiactivas, se ha calculado la edad de nuestro sistema solar. La estimación de esta edad es de cuatro mil quinientos millones de años. Este cálculo se ha realizado estimando la edad de rocas terrestres, rocas que se trajeron de la luna y de los aerolitos que han caído sobre la Tierra. Los valores calculados de la edad de estas rocas coinciden en todos los casos. Por otra parte, existen métodos para calcular la edad de las estrellas. Éstos están basados en los conocimientos sobre la evolución estelar. Con estas técnicas, se mide la edad del Sol y coincide también con la edad de las rocas terrestres y lunares.

Tipos de estrellas

Estrellas Enanas Blancas



Estrellas como nuestro Sol terminan por convertirse en una estrella conocida como Enana Blanca, cuyo nombre proviene de su tamaño y su color. El estado de enana blanca será una de las etapas finales de nuestro Sol. En el camino hacia su muerte, en sus períodos de expansión, el Sol habrá devorado a Mercurio, Venus y la Tierra, terminando finalmente en una estrella apagada del tamaño de nuestra Tierra. Su masa se habrá reducido aproximadamente a la mitad de su valor actual debido a la energía emitida al espacio y a la materia que arrojó en los violentos procesos de expansión y contracción.

No se piense que las estrellas gigantes rojas o las enanas blancas son sólo producto de una teoría sobre la evolución estelar; por el contrario, se han observado muchas de ellas. Las estrellas enanas blancas son comunes en el cielo; su tamaño es aproximadamente del tamaño de la Tierra; pero, debido a su gran masa, poseen una enorme densidad; una cucharada de materia de estas estrellas puede llegar a pesar cien toneladas.

Estrellas de Neutrones

Todas las estrellas comienzan sus vidas de la misma manera: como masas inmensas de polvo intergaláctico, que se calienta y llega a producir reacciones termo-nucleares. Sin embargo, el futuro de cada estrella depende de su masa inicial. Hay un tipo de estrellas que terminan como estrellas de neutrones. Estas estrellas tienen un radio increíblemente pequeño, de entre diez y veinte kilómetros; una masa mayor que la del Sol, y una densidad de aproximadamente un millón de toneladas por cm^3 . Esto significa que una cucharada de este material pesa millones de toneladas.




La explosión de una supernova es uno de los fenómenos más violentos del universo. En este suceso ocurre el colapso gravitacional de una estrella, que explota en pedazos y arroja al espacio cantidades colosales de energía y materia. La energía liberada es tan grande, que supera a la energía total radiada por la estrella en todo el curso de su vida. Su brillo, equivalente a cien millones de estrellas, puede durar varios días, y se observa en el cielo con una intensidad tal, que puede apreciarse a simple vista, aun durante el día. Lo que queda después de la explosión de la supernova es una estrella de neutrones.

Los Pulsares

En el año de 1967, una estudiante del doctorado en astronomía, en Inglaterra, Jocelyn Bell, observó en su radiotelescopio una radiación electromagnética pulsante. Estos pulsos de radiación tenían un período muy preciso, de fracción de segundo entre cada pulso, y con duración también de una fracción de segundo. Por supuesto que, al principio, estas señales misteriosas dieron origen a mucha especulación.

Dada la regularidad tan precisa de las señales, hubo astrónomos del equipo donde trabajaba la estudiante Jocelyn Bell, que sugirieron que podían ser señales emitidas por algún aparato construido por seres extraterrestres inteligentes. Dar una noticia de este tipo implicaba un gran riesgo, así que había que actuar responsablemente.



Entre los miembros del grupo se referían a la fuente de radiación como LGM, siglas en inglés de Little Green Men (hombrecitos verdes). Esperaron varios meses para observar si la fuente sufría alguna modificación; o si, como era de esperarse, provenía de un planeta que gira alrededor de una estrella. Al no observarse ningún cambio, se pensó que la señal la emitía una fuente natural, y asociaron el fenómeno con una estrella pulsante, a la que se le dio el nombre de Pulsar, en relación al nombre en inglés de estrella pulsante. El descubrimiento se publicó en 1968, y al poco tiempo la lista de estas estrellas aumentó, al detectarse algunas más de ellas en el cielo. En la actualidad, se han detectado varios cientos de estas estrellas, y se sabe ahora que son estrellas de neutrones.

El efecto pulsante de una estrella es equivalente al de un faro luminoso que gira, y cada vez que se enfoca en nuestra dirección, nos envía la señal. Cuando se descubrió el verdadero origen del fenómeno de emisión

de radiación pulsante, a las estrellas de neutrones se les dio el nombre de pulsares, en concordancia con las características de estas estrellas.

Una estrella de neutrones es, en realidad, una estrella apagada, una estrella muerta, puesto que no hay en ella suministro de energía nuclear. Debido a la emisión de radiación del pulsar, la estrella va perdiendo energía, lo que se manifiesta en una disminución en su velocidad de rotación. Esta reducción en la velocidad de giro ha sido detectada ya para varias pulsares. Después de muchos millones de años, la estrella se detendrá, y no podrá hacer nada más. Quedará ahí como las cenizas de un fuego que se extinguió. Para muchas de las estrellas que observamos actualmente en el cielo, ése será su final, después de varios miles de millones de años.

Agujeros Negros

Hay un tipo de estrellas que, por su masa inicial, terminan como agujeros negros. Un agujero negro es tan compacto y tan denso, que nada puede salir de él, ni siquiera la luz. De aquí proviene el nombre de agujero negro u hoyo negro. Una vez que un objeto se aproxime a un agujero negro, no habrá ninguna fuerza conocida que pueda evitar que el agujero negro lo devore. Los agujeros negros se cuentan entre los fenómenos más asombrosos y desconcertantes del universo. En un agujero negro, por ejemplo, el tiempo no existe.

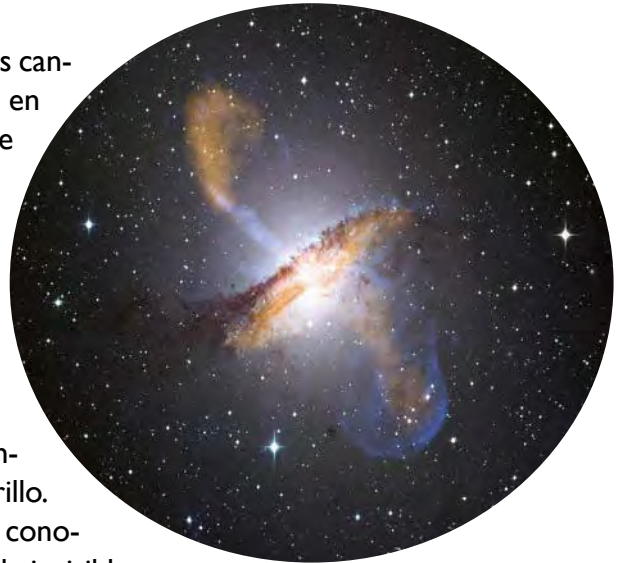
Es posible que en nuestra galaxia haya uno o varios agujeros negros, que son los cadáveres de estrellas que iniciaron su vida con masas superiores a 30 veces la masa del Sol. La forma de detectar un agujero negro es mediante métodos indirectos.



Puesto que la luz no puede salir de un hoyo negro, entonces se requiere recurrir a algún otro procedimiento para detectarlo. Debido a su intenso campo gravitacional, el hoyo negro atrae con gran fuerza todo lo que le rodea, y este hecho puede servir para detectarlo.

Muchas estrellas del universo se presentan en sistemas binarios; es decir, sistemas de dos estrellas, que giran cada una alrededor de la otra. Si una de estas estrellas termina su vida en un agujero negro, entonces se podrá detectar al observar que la otra estrella gira alrededor de un centro invisible. La materia cercana al agujero negro se acelera violentamente hacia él, y forma una especie de espiral que cae hacia el agujero a velocidades cercanas a la de la luz, y produce una intensa emisión de rayos X.

Por lo pronto, hay varios candidatos a hoyos negros en estrellas binarias donde se observa una fuerte emisión de rayos X. Se requiere comprobar que la compañera invisible de una estrella binaria no es una estrella de neutrones o una estrella muy compacta que carece de brillo. Para esto, necesitamos conocer la masa de la estrella invisible.



Existen métodos para calcular esta masa, y si excede a tres masas solares, entonces se fortalece aún más la hipótesis de que se trata de un hoyo negro.

El carácter fantástico de los agujeros negros ha permitido que se hagan muchas conjeturas respecto a lo que puede ocurrir a la materia que cae en uno de ellos. Se menciona la posibilidad de que un agujero negro

sea un túnel en el tiempo, y que, al caer en él, se pudiera viajar hacia el futuro o el pasado. Otras suposiciones se refieren a la posibilidad de que éstos sean puertas que conducen a otros universos, desconectados del nuestro en el tiempo y en el espacio. En realidad se trata solamente de especulaciones provenientes de resultados matemáticos; y, dado el caso, podría aplicarse a partículas elementales y no a personas o cuerpos macroscópicos.

Se carece todavía de información suficiente para que tengamos un conocimiento completo de lo que ocurre en un agujero negro. Es probable que se requiera incorporar fenómenos cuánticos; es decir, aspectos asociados con la teoría de las partículas atómicas, y también la posibilidad de la existencia de la antigravedad; esto es, que a densidades mucho muy grandes, como las que se presentan en un agujero negro, la fuerza de gravedad se vuelva repulsiva, para que la descripción de un agujero negro sea más confiable.

Para terminar, es necesario mencionar que el rasgo esencial de la ciencia es su carácter antidogmático. El progreso de la ciencia se consigue mediante la confirmación experimental de sus teorías. Si una teoría no concuerda con las observaciones experimentales, entonces se modifica o se desecha. Este proceso de construcción de la ciencia es lo que le da su fortaleza.

Con el desarrollo de la tecnología, que ha permitido las sondas espaciales y el telescopio espacial Hubble, es posible que nuevas observa-



ciones conduzcan a reformar o replantear las teorías actuales sobre el universo. No hay nada de preocupante en esto; ya ha ocurrido muchas veces en el pasado; desde Copérnico, que introdujo la teoría heliocéntrica del sistema solar y sustituye al modelo de Tolomeo, hasta las revoluciones provocadas en la física por la teoría de la relatividad y la teoría cuántica. A cada nuevo conocimiento, surgirán nuevas preguntas, y en la búsqueda de respuestas, surgirán otras preguntas y así sucesivamente. Ésta es una de las características fascinantes de la ciencia: que es inagotable.

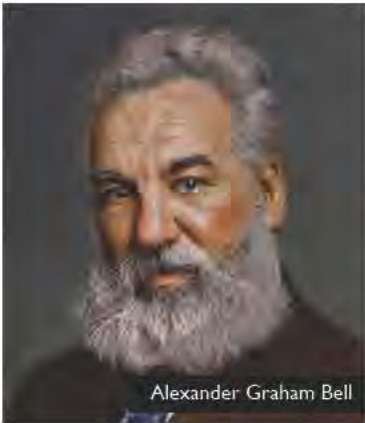
En el momento de escribir estas líneas se anuncia que en uno de los laboratorios más importantes del mundo, ubicado en Europa, se detectaron partículas que viajan a velocidades mayores que la de la luz. Si esto se confirma, tendría que replantearse la teoría de la relatividad, de Einstein, o habría que construir una nueva teoría. Puesto que la teoría de Einstein es una de las teorías fundamentales de la física, es posible que estemos ante una nueva revolución en esta ciencia.



5 | LOS COHETES ANTECEDENTES DE LOS VUELOS ESPACIALES

Después de Newton, se realizaron muchos progresos en el conocimiento de la naturaleza. Se desarrollaron la óptica, la electricidad, el magnetismo y la teoría del calor o termodinámica, y todos estos estudios alcanzaron la categoría de ciencias; es decir, de conocimientos sistemáticos y organizados, que se apoyan en un conjunto de leyes.

Posteriormente, con los conocimientos adquiridos, se inició una etapa de invenciones y de innovaciones. Todos estos desarrollos tecnológicos se apoyaron en los conocimientos de las ciencias básicas, que habían alcanzado madurez. La tecnología, en general, no es otra cosa que la aplicación de los conocimientos científicos.



En el año 1786, Alexander Graham Bell, apoyado principalmente en los conocimientos adquiridos sobre electromagnetismo, inventó el teléfono; cien años después, Tomás Alba Edison inventó el foco de luz eléctrica; Guillermo Marconi y Nicola Tesla, de forma independiente, inventaron el equipo para transmitir ondas de radio, utilizadas inicialmente a través de la Clave Morse.



El cable bajo el Atlántico permitió las comunicaciones interoceánicas inmediatas entre Europa y Norteamérica. Es emocionante la historia de la primera comunicación entre Londres y Nueva York, entre la reina y el presidente de los EUA.



Otro inmenso salto tecnológico se daría con la invención del bulbo por Lee de Forest, en el año 1906. Este invento dio lugar al desarrollo de la industria de la electrónica.



En los años de la Segunda Guerra Mundial, el ingeniero físico alemán, Wernher von Braun, inventó el motor de propulsión a chorro, que es el motor que usan los cohetes. El principio básico del funcionamiento del cohete es el mismo que se utiliza en los juegos pirotécnicos de cohetería. En el motor de retropropulsión, los gases producto de la combustión son expulsados por la parte trasera del cohete, y por el principio de acción

y reacción de la tercera Ley de Newton, el cohete es impulsado a moverse en la dirección opuesta.

La revolución tecnológica que se dio después del invento del transistor, preparó al hombre para los grandes desarrollos tecnológicos. Actualmente, los equipos de alta tecnología como las computadoras portátiles, los iPod, iPad y iPhone, son de uso común entre la población. Las supercomputadoras, los equipos láser y los materiales superconductores, así como los nuevos materiales, han preparado al ser humano para la conquista del espacio.

Historia de la cohetaría

Primeramente, es importante mencionar que el problema de viajar a la Luna o de colocar un satélite terrestre, es completamente diferente al de la aviación. Un avión, como los pájaros, vuela sustentado por el aire. Por otra parte, para moverse fuera de la atmósfera, se requiere manejar conceptos totalmente diferentes y desarrollar una nueva tecnología, que es la tecnología de los cohetes.

La tecnología de los cohetes está basada en la ley de la acción y la reacción, o tercera ley de Newton del movimiento, que cualquier estudiante de preparatoria conoce. Un cohete es una máquina a reacción o de propulsión a chorro, como un jet comercial. La diferencia es que



el jet vuela en la atmósfera y toma del aire el oxígeno que requiere para la combustión. Un jet no puede volar en el vacío, primeramente porque no puede tomar el oxígeno que requiere, y adicionalmente porque no está diseñado para ello. El cohete, por otra parte, está diseñado para desplazarse fuera de la atmósfera, y tiene que llevar con él mismo, tanto el combustible como el oxidante; es decir, la sustancia que, combinada con el combustible, produce la combustión.

Un cohete químico consta esencialmente de dos tanques separados: uno que contiene el combustible, y otro el oxidante; de una cámara de combustión, donde se produce la reacción entre el combustible y el agente oxidante, y un tubo de escape, con una garganta angosta, por donde se expulsan los gases calientes, producto de la combustión, que impulsan al cohete; toda esta estructura dentro de la bien conocida forma aerodinámica cilíndrica de un cohete.

La historia de la exploración del espacio menciona a Konstantin Tsiolkovsky (1857-1935), un profesor de matemáticas en secundaria, como la primera persona que concibió los vuelos espaciales como una posibilidad real. Este científico ruso, autodidacta, se interesó en los vuelos espaciales inspirado por las novelas de Julio Verne. Tenía la idea de que la Tierra es la cuna del hombre, pero no tenemos por qué vivir siempre en la cuna. Su imaginación lo llevó a plantear la colonización del espacio, ideas sumamente audaces para su época.

Tsiolkovsky, quien es conocido como el padre de la cohetería rusa, realizó cálculos matemáticos sobre trayectorias y movimiento de cohetes. De sus cálculos, obtuvo que la velocidad máxima alcanzada por un cohete de una sola etapa es de tres mil metros por segundo, mientras que la mínima requerida para colocar un satélite es de ocho mil metros por segundo. Esta dificultad lo hizo concebir los cohetes de varias etapas. Tsiolkovsky fue también el primero que obtuvo una ecuación, la cual lleva su nombre, y se conoce como ecuación de Tsiolkovsky del cohete, que describe el movimiento de un cohete ideal de varias etapas.

El diseño de un cohete de varias etapas consiste en una estructura dividida en varias partes. Cada una de estas secciones es como un cohete independiente, en el sentido de que posee su propio motor a reacción, su propio combustible y oxidante. Cada sección impulsa a las otras. Cuando una sección ha agotado su combustible, toda la estructura que la forma: tubería, blindaje, bombas de inyección, tanques de combustible, etc... se desprende del cohete para aligerar su carga. Una vez que se ha desprendido una sección, se inicia el funcionamiento de la siguiente, y así se repite el proceso sucesivamente. En principio, el número de etapas de un cohete no tiene limitaciones.

Como ejemplo de cohetes de varias etapas, tomemos el caso del Ariane 4, que fue diseñado y construido por el Centro Nacional de Estudios Espaciales de la Unión Europea. Este cohete consta de tres etapas; la primera etapa quema el combustible en 20 segundos; la segunda, en 124 segundos, y la tercera, en 725 segundos. Estos datos nos dan una idea de la enorme potencia inicial que se requiere para lograr que el cohete escape de la atracción gravitacional, y logre poner en órbita la carga útil que transporta; es decir, el satélite o el laboratorio espacial, con sus instrumentos y, en su caso, su tripulación. El combustible utilizado es usualmente hidrógeno líquido, y el oxidante es oxígeno también en estado líquido.



La ventaja de construir un cohete en varias secciones es que con él se pueden alcanzar mayores velocidades, además de que la carga que ya no sirve se desprende del cohete, para no convertirse en un lastre. Al final, sólo queda la cápsula o satélite.

Entre los retos para que un cohete logre “escapar” de la atracción gravitacional y colocar un satélite, figuran los siguientes: 1.- Que transporte el combustible suficiente. 2.- Que lleve suficiente oxígeno (líquido), para producir la combustión. 3.- Que el proceso de la combustión se realice a la velocidad necesaria para comunicar a la nave la velocidad adecuada. El problema de transportar el oxígeno líquido, el cual representa el 50% del peso efectivo de la nave, podría disminuir si el oxígeno se pudiera tomar de la atmósfera. Lo que sucede es que en las capas superiores de la atmósfera el oxígeno se encuentra en tan baja concentración, que no es posible obtenerlo en la cantidad suficiente.

Wernher von Braun

En los años de la década de 1960, quienes nos interesábamos por la ciencia, admirábamos a Einstein, Oppenheimer y von Braun. Albert



Einstein era el científico por excelencia; Robert Oppenheimer era el padre de la bomba atómica, y Wernher von Braun era, en esos días, el científico que dirigía el programa espacial de los EUA, el cual tenía como propósito fundamental diseñar y construir los cohetes para viajar al espacio. El mundo, fascinado por los vuelos al espacio, convirtió a von Braun en la figura científica del momento.

Si bien Tsiolkovski fue el teórico de la cohetaría, el ingeniero alemán Wernher von Braun (1912-1977) fue el que desarrolló y diseñó los

primeros cohetes. Los primeros intentos en la cohetería, como en la historia de la aviación y de muchas historias de desarrollos tecnológicos, fueron fallidos. Sin embargo, la fortuna ha permitido que existan hombres idealistas, que acaricien sueños que pueden estar lejos de las posibilidades reales de la época, pero que continúan en su empeño de lograr sus metas. De estas fantasías, aparentemente irrealizables, se ha llegado a construir la tecnología moderna.

Wernher von Braun inició sus estudios sobre combustibles líquidos para impulsar cohetes antes de que Hitler llevara a Alemania a la guerra. El tema sobre combustibles líquidos le fue propuesto como proyecto de tesis doctoral por un militar, el general Walter Dornberger, quien estaba interesado en fabricar cohetes. La defensa de su tesis la realizó von Braun secretamente, por tratarse de un proyecto militar, en julio de 1934, con la que obtuvo el Doctorado en Física por la Universidad de Berlín.

Durante la Segunda Guerra Mundial se instaló en Peenemünde, una pequeña población de Alemania, en un campo militar con un centro de investigación para desarrollar misiles guiados de largo alcance. El jefe de este centro de investigación era el general Wal-



ter Dornberger, quien le había propuesto a von Braun su tema de tesis, y el director técnico del proyecto era von Braun. El producto más avanzado de este centro de investigación se logró en el año de 1942, con el diseño y construcción en serie de los cohetes V-2. Este tipo de cohetes fueron los primeros de lanzamiento vertical, eran supersónicos y usaban combustible líquido. El V-2 (bautizado por Hitler como “Arma Vengadora”) era un misil de largo alcance, y desde ese entonces se pensó que podía ser utilizado para lanzarlo al espacio exterior de la Tierra.

Con los V-2, los alemanes bombardearon varias ciudades europeas, principalmente Londres, sobre la que cayeron miles de estos cohetes. Los bombardeos con V-2 sobre Londres eran lanzados desde Alemania, y tenían aterrorizada a la población. Antes de los V-2, Londres fue bombardeada con cohetes V-1, que eran subsónicos; es decir viajaban a una velocidad más baja que el sonido.

La gran diferencia entre los V-1 y los V-2 es que en un ataque con los primeros, se alcanza a oír el estruendo de su desplazamiento antes de que caiga el cohete con sus explosivos. Los habitantes sienten una advertencia del ataque y alcanzan a correr a los refugios antiaéreos, para protegerse. En cambio, los ataques con el V-2, que es supersónico, eran silenciosos y no daban ningún aviso. Esto elevaba el nivel de terror que sentía la gente. Su gran velocidad lo hacía también casi invisible. Una vez que un V-2 chocaba con el suelo, abría un inmenso cráter y después del impacto, totalmente silencioso, venía el estruendo, que era la onda de choque (la onda de sonido), que había generado el cohete en su desplazamiento, pero que se había quedado atrás. Este fenómeno aterrorizaba a los ingleses.

La captura de von Braun

El V-2 era un arma muy poderosa, que involucraba una tecnología muy por encima de la que poseían los EUA y la URSS. Por esta razón, los ejércitos de los aliados tenían un gran interés en capturar a los cien-

tíficos que desarrollaron esta arma aterradora, así como también en apoderarse de las instalaciones donde se fabricaba el armamento.

En los últimos días de la Segunda Guerra Mundial, cuando Alemania estaba a punto de rendirse a los aliados, tanto los soviéticos como los norteamericanos buscaban con gran interés capturar a los científicos, ingenieros y técnicos alemanes que habían participado en los desarro-



llos tecnológicos militares de la Alemania nazi. Este equipo militar humano había desarrollado armas de muchos tipos: biológicas y químicas de destrucción masiva, y los famosos cohetes V-2, que habían lanzado por miles sobre Inglaterra. Un grupo de cerca de mil especialistas en tecnología para la guerra fueron llevados a EUA para trabajar en la industria militar. Wernher von Braun fue uno de ellos.

La historia de la captura de von Braun es interesante. De acuerdo con la información recibida por von Braun en el centro de investigación de Peenemünde, se esperaba que Alemania se rindiera de un momento a otro. Tenían información de que el ejército soviético avanzaba de norte a sur, y el ejército norteamericano, de sur a norte. Ante el temor de ser capturado por los rusos, von Braun decidió viajar hacia el sur, para rendirse a los norteamericanos. Junto con los integrantes de un inmenso convoy de más de 500 personas, entre científicos, ingenieros y técnicos y sus familias, además de equipo militar y documentos del proyecto de

fabricación de los cohetes V-2, el grupo se ocultó en una población de las montañas de Alemania.

Cuando supieron de la rendición de Alemania, von Braun envió a su hermano Magnus a que buscara a miembros del ejército norteamericano. Magnus encontró a unos militares norteamericanos y con las manos en alto les dijo: “soy Magnus von Braun, hermano de Wernher von Braun, el inventor de los cohetes V-2. Estamos escondidos cerca de aquí y queremos rendirnos”. Los militares le comunicaron inmediatamente al general Eisenhower la captura del valioso botín de guerra.



Operation Paperclip (también llamada Project Paperclip), fue el nombre secreto con el que se conoció la operación de rescate y de apropiación por los EUA de científicos e ingenieros alemanes que trabajaban para el ejército nazi. Estos científicos fueron trasladados a los Estados Unidos, a pesar de que en una reglamentación del Departamento de Estado norteamericano, explícitamente se establecía que a las personas que pertenecieran al partido Nazi o fueran criminales de guerra, no podría permitírseles entrar a EUA. Ésa fue la razón por la cual los militares estadounidenses introdujeron de manera secreta a los científicos en territorio estadounidense.

La inteligencia militar hizo este trabajo. De hecho, el mando militar de EUA buscaba a otro destacado científico, el físico nuclear Werner Heisenberg, del que dijeron que era “más valioso que diez divisiones

del ejército alemán”. Éste fue capturado y recluido en una casa-prisión de Inglaterra, junto con otros nueve científicos. Ninguno de estos diez científicos aceptó trabajar fuera de Alemania.

En cuanto a las instalaciones del centro de investigación de Peenemünde, éstas fueron tomadas por el ejército soviético, que se apoderó de todo el equipo que quedó y de una gran cantidad de cohetes V-2.

Desarrollo de cohetes en los EUA en la posguerra

La situación que prevalecía al terminar la Segunda Guerra Mundial impulsó el desarrollo de la cohetería. Los grandes avances que tuvo la física repercutieron en la química, la electrónica, la ciencia de los materiales y la computación. Por otra parte, la guerra fría aceleró el proceso de construcción de cohetes militares y la colocación de satélites, así como la exploración del espacio.

El equipo de von Braun, traído de Alemania, consistía en más de un centenar de científicos, ingenieros y técnicos especializados en cohetería. Todos fueron trasladados secretamente a una base militar en Nuevo Mexico, EUA, y ahí trabajaron en un proyecto de cohetería militar. Posteriormente, fueron enviados a otro campo militar cerca de Huntsville, un pequeño pueblo escondido, en el Estado de Alabama. Ahí se formó un numeroso grupo de especialistas, alemanes y norteamericanos, todos al mando de Wernher von Braun, y se puso en marcha un vigoroso programa de desarrollo de cohetes. La prisa era mucha, pues la combinación de la bomba atómica y los cohetes de largo alcance darían a quien tuviera ambos recursos, un poder militar indiscutible. Todo el subsiguiente desarrollo tecnológico en cohetería se originó en proyectos militares.

En el año de 1950, el equipo de von Braun desarrolló una versión modificada de los V-2, que se lanzó exitosamente desde Cabo Cañaveral, en Florida. Éste era en realidad un cohete de varias etapas, que después

se convertiría en los misiles balísticos intercontinentales. A este lanzamiento le siguieron una sucesión de exitosas pruebas y el desarrollo en serie de los misiles de EUA.

Los misiles

Un misil es, en general, un cohete autopropulsado que transporta una bomba, la cual puede consistir en un material explosivo convencional o un arma de destrucción masiva, como armas que liberan material químico o biológico o armas nucleares.

Como ya mencionamos, los primeros misiles fueron desarrollados por Alemania durante la Segunda Guerra Mundial. Este avance tecnológico de la industria de la guerra se logró en el centro de investigación ubicado en Peennemünde. El director del proyecto de diseño y fabricación de misiles era Wernher von Braun, quien logró un avance tecnológico considerable con el desarrollo de los cohetes V-2.

Estos cohetes podían transportar una carga de una tonelada de explosivos, hasta un blanco distante 350 kilómetros. Estos cohetes no eran muy precisos, pero el daño psicológico causado al enemigo era enorme. Dado que son supersónicos, golpeaban la superficie de la tierra en un silencio total, sin previo aviso, abriendo un inmenso hoyo por el impacto. Después del impacto, llegaba una estruendosa onda de sonido, la onda de choque, que aun cuando no



producía una destrucción adicional, causaba pánico. De estos cohetes, lanzados desde Alemania, cayeron miles sobre Londres y otras ciudades europeas.

Los misiles modernos de largo alcance, conocidos como ICBM (Inter-Continental Ballistic Misil) tienen una enorme precisión desde el punto de vista militar, ya que un error relativamente pequeño no afecta la eficacia del lanzamiento. Debido a que transportan armas nucleares, pegar exactamente en el blanco o fallar por cien metros no hace prácticamente ninguna diferencia, ya que transportan armas nucleares, entre las que se cuentan las bombas de hidrógeno. El efecto de acertar o fallar por cien metros tiene el mismo poder destructivo.

Los cohetes modernos tienen sus orígenes en el V-2. La URSS y EUA, apoyados por los ingenieros y científicos alemanes capturados en la Segunda Guerra Mundial, desarrollaron versiones mejoradas de los V-2. Una versión moderna de estos misiles fueron los misiles Scud, los cuales se hicieron famosos durante la Guerra del Golfo Pérsico de 1991, donde fueron usados por Irak, y los misiles Patriot de EUA, que interceptaban a los Scuds.

Con la tecnología de los misiles, los EUA colocaron el primer satélite norteamericano el 31 de enero de 1958, el Explorer I, ya mencionado. Originalmente, el misil que lanzó el Explorer I llevaba una cabeza nuclear, que después se reemplazó con una cápsula espacial en el proyecto Mercurio. Junto con el proyecto Mercurio, nació la NASA, con el objetivo de poner a un ser humano en órbita. En esto también se les adelantó la URSS a los EUA, al enviar a Yuri Gagarin al espacio en abril de 1961. En febrero de 1962, fue enviado al espacio el astronauta John H. Glenn, quien fue el primer norteamericano en orbitar la Tierra.



6 | LOS SATÉLITES ARTIFICIALES

El sábado 5 de octubre de 1957, los periódicos de todo el mundo publicaron en primera plana que la Unión Soviética (URSS) había puesto en órbita el primer satélite artificial de la Tierra. Sputnik fue el nombre que los soviéticos dieron a este satélite, el cual, con dos transmisores de radio a bordo, emitía señales con un incesante bip-bip, que los aficionados a la radio de todo el mundo captaban emocionados. Durante 22 días, mientras duraron las baterías, el bip-bip continuo conmovió a la humanidad.

No había salido el mundo de su asombro, ante la hazaña del Sputnik, cuando, el 3 de noviembre del mismo año, la URSS anunció el lanzamiento exitoso de un nuevo satélite, el Sputnik II, el cual llevó al primer animal al espacio: una perra cuyo nombre era Laika.

En un esfuerzo desesperado por mostrar al mundo sus avances tecnológicos en la materia, los Estados Unidos de América lanzaron su primer satélite, el Explorer I, el 31 de enero de 1958. Estos históricos acontecimientos dieron inicio a la carrera espacial entre las dos potencias mundiales, los EUA y la URSS.

El Sputnik, que posteriormente se convertiría en Sputnik I, cayó a la atmósfera terrestre, y se desintegró por el rozamiento con el aire, tres meses después de su lanzamiento, el 4 de enero de 1958, mientras que el Sputnik II duró en órbita más de cinco meses.



La perra Laika, según la primera información proporcionada por los soviéticos, murió en el espacio, el 14 de abril de 1958, al regresar el satélite a la tierra y desintegrarse en la atmósfera. Muchos años después, en 2002, los rusos revelaron que Laika murió en órbita, pocas horas después de colocado el satélite, por sobrecalentamiento de éste.

El impacto político y psicológico que causó en el mundo capitalista, y especialmente en los EUA, la puesta en órbita, por parte de la URSS, del Sputnik, fue enorme. Los EUA iniciaron casi de inmediato su programa de exploración del espacio. El 29 de julio de 1958, el presidente de EUA, Dwight Eisenhower, creó el proyecto de la NASA (Nacional Aeronautics and Space Administration), con el propósito de explorar el espacio extraterrestre. Su primer objetivo era enviar un hombre al espacio, intentando adelantarse a la URSS. Sin embargo, fue la URSS la que logró primero este objetivo. El

El 12 de abril de 1961, Yuri Gagarin se convertiría en el primer cosmonauta. Este fue otro fuerte golpe al prestigio de EUA.

Los días finales de la década de 1950 y principios de la década de 1960 fueron de gran exaltación por los logros científicos y tecnológicos alcanzados en los vuelos fuera de la atmósfera terrestre. Se veía la conquista del espacio como una posibilidad real y no muy lejana. Durante miles de años, y así como lo había observado el hombre primitivo, el cielo nocturno había permanecido prácticamente sin cambio,



sólo con las variaciones estacionales, que son cíclicas. A partir de 1957, el cielo empezó a poblarse de satélites artificiales. En la actualidad, éstos se cuentan por millares, y su impacto tecnológico ha producido cambios substanciales en nuestra forma de vida.

El programa espacial ha evolucionado de tal forma, que se encuentra hoy en la fase de exploración del Sistema Solar, con colaboración de varios países del mundo. En la actualidad hay estaciones espaciales internacionales, donde participan diferentes países, así como también laboratorios de investigación para realizar diversas observaciones y estudiar la posibilidad de supervivencia en el espacio.

Sueños de exploración del espacio

Originalmente, los vuelos espaciales fueron concebidos –igual que todas las grandes ideas-, como una fantasía. La natural evolución de las ideas

y de los acontecimientos llevó a algunas personas a imaginar viajes al espacio. Después de los viajes por la superficie terrestre y la conquista de los mares, el siguiente paso era salir de la Tierra, viajar al espacio más allá de la atmósfera. Al principio de las civilizaciones, el hombre exploró su entorno, motivado por su natural curiosidad de conocer el mundo que lo rodea. La exploración del mundo empezó hace muchos años, con los viajes de los fenicios, de Marco Polo, de los vikingos, de Colón y Magallanes y muchos otros.

Después de explorar el entorno próximo, el siguiente paso era explorar el entorno lejano. Sin embargo, el espacio sobre la superficie de la Tierra no resultó fácil de explorar. Tuvieron que pasar miles de años desde las primeras civilizaciones, para que el hombre pudiera realizar la proeza de volar. Los progresos logrados en la aviación constituyeron un desarrollo tecnológico muy importante. Pero la aventura de salir de la Tierra, más allá de su atmósfera, requiere algo más que audacia y deseo de aventura. Requiere una gran cantidad de conocimientos científicos y de desarrollos tecnológicos; es decir, de una gran inversión de recursos económicos y de esfuerzo humano.

Con los trabajos de Newton sobre la mecánica y la gravitación universal, quedó establecido que las leyes de la mecánica; es decir, las leyes que gobiernan el movimiento de los cuerpos, son las mismas, tanto aquí en la Tierra, como en el cielo. Las leyes que rigen el movimiento de los planetas y los objetos astronómicos en general, son las mismas que rigen el movimiento de los cuerpos en la Tierra. Este conocimiento se ha generalizado y ha quedado establecido como un principio fundamental para todas las leyes de la física, no sólo las de la mecánica.

Es difícil saber con certeza quién fue la primera persona que imaginó un viaje al espacio exterior de la Tierra. Sí sabemos, sin embargo, que Julio Verne, el famoso escritor francés de ficción científica, publicó en el año de 1865 su libro *De la Tierra a la Luna*. En este libro se relata la manera en que se podría enviar a un hombre a la Luna. La idea era colocar a la persona o personas en una cápsula y disparar ésta con un inmenso cañón.

Julio Verne imaginó un cañón de dimensiones colosales, dentro del cual se coloca una bala hueca, que sería como un vagón, y en su interior viajaría la tripulación con todas las provisiones. La bala, por supuesto, no es un cohete, es en realidad un proyectil que sería disparado por el cañón mediante un poderoso explosivo que le imprimiría a la bala hueca la velocidad suficiente para abandonar la Tierra y llegar a la Luna.



La novela, aunque interesante y amena, tiene algunas fallas conceptuales que hacen imposible lograr que una persona sea lanzada al espacio con un equipo del tipo cañón, y que ésta permanezca viva. Sencillamente por la fricción de la bala con el tubo del cañón, ésta se fundiría. También, por la alta velocidad que se requiere, la bala se fundiría por el calor generado por el rozamiento con el aire. No importa de qué metal estuviera hecha la bala, el calor generado elevaría la temperatura hasta el punto de fusión del metal. Otros aspectos de la imposibilidad de este viaje, relacionados con la enorme aceleración del proyectil dentro del cañón, son tema del capítulo titulado "Viaje en un Proyectil de Cañón", del libro *Física Recreativa*, Volumen II, de Yakov Perelman.



Debido a que la velocidad mínima que se requiere para vencer la atracción gravitacional terrestre y llegar a la Luna o

poner un satélite en órbita es enorme, era necesario diseñar un equipo especial, diferente a lo que ya se conocía. El científico ruso, Konstantin Tsiolkovski, fue el primero que se dio cuenta de que la idea de un proyectil disparado por un cañón, propuesta por Julio Verne, no permitiría escapar de la atracción gravitacional. El proyectil más rápido no superará nunca los dos mil metros por segundo y la velocidad mínima que se requiere para colocar un satélite es de ocho mil metros por segundo, y para llegar a la Luna es todavía mayor. Partiendo de esta limitación de los proyectiles, Tsiolkovski concibió el diseño de un cohete.

La era de los satélites

En la década de 1960, en las noches despejadas, la gente se divertía mirando emocionada hacia el cielo estrellado, en busca de poder ver algún satélite artificial. Resultaba muy emocionante lograr ver uno, lo que en realidad no era nada difícil; todo era cuestión de estar un rato buscándolo. Para el año de 1965, había ya más de una decena de satélites artificiales en la órbita terrestre.

Actualmente, la cantidad de satélites artificiales que orbitan nuestra Tierra se cuentan por cientos. Los hay fundamentalmente de cuatro tipos: de comunicaciones, climatológicos, militares, y científicos. Los satélites de comunicaciones tienen la característica especial de que son sincrónicos; es decir, que giran alrededor de la Tierra con la misma velocidad que la de la Tierra alrededor de su eje. Esto significa que el satélite se verá fijo en el cielo, como si estuviera detenido. Estos satélites son particularmente importantes para la transmisión y recepción de

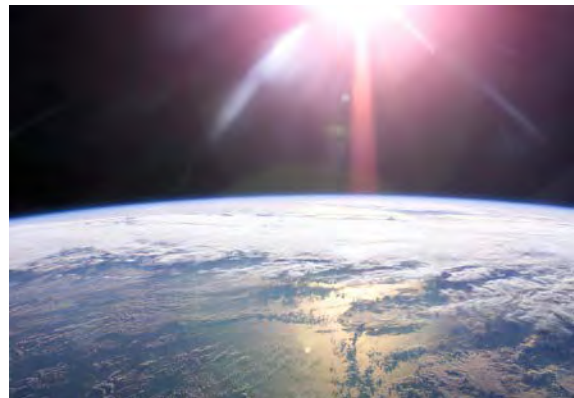


Satelite artificial en marruecos - Jordi Busqué

programas de televisión en vivo, así como también para la comunicación telefónica alrededor del mundo. Los eventos mundiales, como los juegos olímpicos y las noticias se transmiten a todo el mundo en el momento en que están sucediendo gracias a los satélites de comunicación.

Los servicios que prestan a la humanidad los satélites van desde las comunicaciones hasta la predicción del clima. Los satélites climatológicos están tomando continuamente fotografías de la Tierra y su atmósfera. Reciben la información y la envían cada treinta minutos a las estaciones climatológicas en la Tierra. Los especialistas en el clima estudian estas fotografías y realizan pronósticos sobre el clima. Es así como se predicen huracanes, tormentas, vientos y en general el clima. De esta manera, el hombre ha podido tener un mejor control sobre el clima y alertar a la población sobre inundaciones, ondas de calor o de frío.

Actualmente, la tecnología para colocar satélites está totalmente desarrollada. Es una práctica común que empresas de comunicaciones o de otro tipo soliciten servicios de las industrias aeroespaciales como la NASA, o de Arianespace, que es una compañía comercial europea, para colocar satélites.



Entre los satélites militares tenemos los de reconocimiento o de espionaje y los de logística. Los satélites civiles ofrecen muchas clases de servicios, como comunicación telefónica, transmisión de radio y televisión, localización de vehículos y objetos en general. Un ejemplo de satélite científico es el telescopio Hubble, que estudia el espacio y envía la información a las estaciones terrestres.

El impacto tecnológico de los satélites

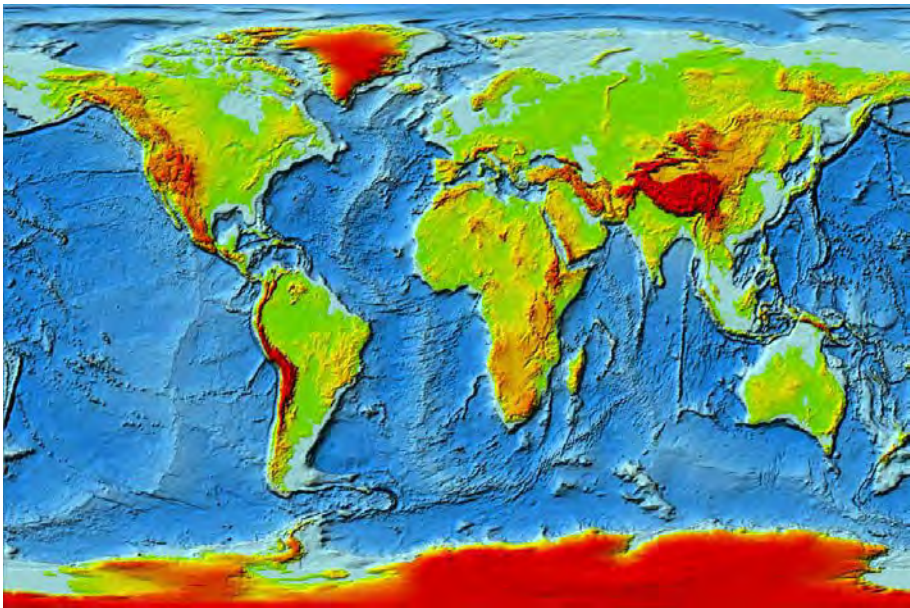
Actualmente, la humanidad se encuentra en plena etapa de comercialización del espacio. Los negocios relacionados con el uso del espacio exterior a la Tierra son hoy en día una realidad que se manifiesta fuertemente en los satélites de comunicaciones y otros servicios. Las ventajas que ofrece la comunicación por satélite son enormes, comparadas con las de la comunicación terrestre. Desde un satélite se pueden tomar fotografías de una gran parte de la superficie terrestre y enviar esta

información a estaciones terrestres, así como también enviar y recibir señales de radio.

Con sólo tres satélites se puede cubrir toda la superficie de la Tierra, para comunicar cualquier punto sobre ella o para transmitir programas de televisión en vivo. Actualmente, la industria de las comunicaciones por satélite es de las más



prósperas. Las llamadas telefónicas por celular, el retiro de dinero de cajeros automáticos conectados en red y colocados en cualquier parte del mundo, la comunicación por e-mail, programas de televisión en vivo y el envío de noticias a todo el mundo en forma casi instantánea, etc... son posibles debido a los satélites. El negocio de las comunicaciones es uno de los mayores del mundo. El mundo ha sufrido una transformación impresionante con la comunicación satelital. Hay personas que en su casa tienen 400 canales de televisión disponibles. Esto es algo fantástico.



Los satélites meteorológicos toman fotografías de las nubes y nos permiten predecir huracanes o lluvias en cualquier parte del globo terráqueo, así como también nos ayudan a la predicción del clima en general. El movimiento de masas de aire caliente o frío se observa por satélite y se puede predecir la temperatura del día siguiente. Con la cantidad de población que tienen las ciudades actualmente y los asentamientos humanos irregulares, un huracán podría causar cientos de muertes si no tuviéramos la capacidad de predecir su trayectoria y prepararnos para su llegada.

Conocer la posición de cualquier vehículo u objeto sobre la superficie de la Tierra es también posible mediante el uso de satélites. Situaciones de emergencia, como el extravío de un barco, permiten la actuación rápida de los cuerpos de rescate, una vez que se realiza la comunicación por satélite. Los famosos I-phones que te ubican y te orientan en cualquier lugar, así como te ayudan a localizar una tienda, una oficina, una

parada del metro, tu propia casa, etc... y la ruta más conveniente para llegar al lugar que te interesa, es otro de los servicios satelitales.



Sistema de posicionamiento global

Si uno envía un documento o compra algo por Internet y es entregado por paquetería, uno puede seguir la ruta del paquete por Internet. Los radiotransmisores del vehículo que transporta el paquete envían información por satélite sobre su localización, y el

satélite reenvía esta información a la oficina de la compañía. Esta última pone la información en la Web, y nosotros podemos rastrearla. En general, se pueden ubicar personas y vehículos, saber con qué rapidez se mueven y seguir su trayectoria, con sólo colocarles un pequeño aparato. ¿No es esto maravilloso? Pensémoslo bien y nos daremos cuenta de que todo esto supera cualquier fantasía encontrada en el libro de *Las mil y una noches*.

Un simple vistazo a los acontecimientos del pasado nos indica el progreso que se ha logrado. En el año de 1866, después de muchos intentos, se logró tender el cable de telégrafo en el fondo del océano atlántico, para comunicar a Inglaterra y Estados Unidos. El telégrafo funciona a base de clave Morse, así que el primer mensaje por el cable submarino fue en clave. Lo envió oficialmente la reina Victoria, de Inglaterra, al presidente

de EUA, James Buchanan, el 16 de agosto de 1858. Fue motivo de gran jolgorio en Europa y en EUA. Cada letra transmitida requería de dos minutos para que el receptor la captara.

Muchos años después, en 1956, se tendió el cable telefónico submarino entre Inglaterra y EUA. En este caso, la comunicación era mediante la voz, por teléfono, entre los dos países. La capacidad de comunicación era de 36 conversaciones simultáneas solamente. Así que pronto el servicio se saturó. Comparemos estos acontecimientos históricos con la situación actual, en la que se puede llamar por celular entre cualesquiera dos lugares de la Tierra, casi sin limitaciones.

Los satélites militares

Los satélites espías informan sobre el movimiento de tropas, equipo militar y la localización de bases militares y de misiles. Los misiles intercontinentales transportan bombas nucleares y no es por lo tanto necesario mencionar la preocupación que los países poderosos tienen acerca de este tipo de armas. Los satélites espías tienen identificados los lugares donde estos misiles se encuentran y el lanzamiento de un misil sería detectado inmediatamente por el sistema de satélites del país que sería el blanco. En el mismo instante del lanzamiento, una serie de información es intercambiada por el sistema satelital y el contraataque se produce automáticamente.

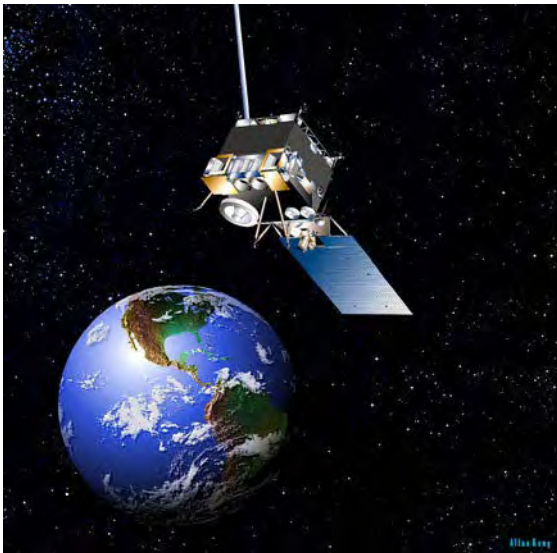
Los satélites espías detectan cualquier cohete en movimiento en cualquier lugar de la atmósfera terrestre. Su “ojo” vigilante sigue su trayectoria, guiado por el calor de los gases que expulsa el cohete (por la emisión de rayos infrarrojos); toma “fotografías” de esto, codifica una imagen y la transmite a los controles de mando terrestres. Miles de estos procesos son realizados diariamente por cada satélite de espionaje.

En el año de 1967, el presidente de los EUA, Lyndon B. Johnson, dirigió un mensaje inesperado a un grupo de profesores en Nashville Tennessee.

Se esperaba que el presidente Johnson hablara sobre la importancia de la educación para combatir la pobreza. Sin embargo, agobiado por tanta crítica que se le hacía al programa espacial de los EUA, aprovechó el foro que se le presentaba para contestarles a los detractores de este programa. Eran los días de la Guerra Fría, cuando ésta alcanzaba sus máximos niveles de tensión. Las palabras de su discurso fueron las siguientes:

“Hemos gastado cuarenta mil millones de dólares en el programa espacial. Si solamente hubiéramos obtenido la información que nos han dado las fotografías que hemos tomado desde el espacio, sería digno haber pagado hasta diez veces más de lo que ha costado este programa. Sin los satélites estaríamos trabajando por adivinación y con la ayuda de Dios. Pero ahora sabemos cuántos misiles tiene el enemigo y dónde están ubicados. Estamos haciendo cosas que no deberíamos hacer. Estamos construyendo cosas que no deberíamos construir. Pero también tenemos un miedo que no deberíamos tener”.

La primera vez que se utilizó la tecnología satelital en una guerra fue durante la primera Guerra del Golfo Pérsico, en 1991. La superioridad



militar de los EUA convirtió la guerra en un simple juego para ellos. Rápidamente inmovilizaron al ejército iraquí, ya que tenían toda la información de movimiento de tropas y equipo militar de Irak. Toda la información necesaria para el ataque era proporcionada por vía satelital. El movimiento de soldados, de tanques de guerra, de aviones, etc... era inmediatamente co-

nocido por el ejército de EUA a través de la información satelital. Nunca antes se había ganado una guerra con base en la inmensa cantidad de información obtenida por servicios de espionaje, en este caso de los satélites espías. Toda la estrategia de la guerra, además del armamento, se basaba en el conocimiento del movimiento de las tropas y el equipo militar del enemigo. Teniendo esta información, es difícil perder una guerra.

Industrialización del espacio

El espacio exterior a la atmósfera terrestre presenta varias condiciones especiales: el vacío, cuando se sale del satélite, y la falta de gravedad al circundar la Tierra. Estas condiciones pueden ser aprovechadas para realizar investigación científica o para la manufactura de productos de alta tecnología. En un laboratorio espacial se pueden estudiar muchos fenómenos y procesos de fabricación en las condiciones que presenta el espacio. El procesamiento de materiales o la fabricación de circuitos integrados que requieren un delicado manejo, puede llevarse a cabo en el espacio, con grandes ventajas respecto a la forma en que se realizan estos procesos en los laboratorios terrestres.

Existen ya casos de fabricación de productos que consisten en esferas diminutas y uniformes, fabricadas en el espacio, que han probado ser de mucha mayor calidad que las fabricadas en laboratorios terrestres. El potencial comercial de este producto es de varios miles de millones de dólares por año y la industria electrónica, la farmacéutica, y la de materiales de alta tecnología se verán grandemente beneficiadas con estos avances.

No podemos vislumbrar en este momento todo el potencial y el alcance que pueden tener las condiciones que ofrece el espacio exterior para la investigación científica y para la manufactura de alta tecnología. Las futuras generaciones harán las comparaciones entre lo que tenemos ahora y lo que ellas verán.

7 | LOS VIAJES AL ESPACIO

LA AVENTURA HUMANA HACIA EL ESPACIO EXTRATERRESTRE

Como ya lo mencionamos, la era del espacio comenzó en octubre de 1957, con el Sputnik I, el primer satélite artificial de la Tierra. Luego vendrían otros más. Las noticias sobre los lanzamientos de satélites provocaron gran entusiasmo en toda la humanidad, y los jóvenes se interesaron en la astronáutica, la nueva ciencia, que se ocupa del estudio de la tecnología del lanzamiento de naves espaciales, de la navegación hacia los astros y del descenso en ellos.

Al siguiente año, los EUA crearon su programa espacial, con la NASA (National Aeronautics and Space Administration), como el centro de control responsable del programa de investigación espacial. El objetivo más inmediato era llevar un



hombre al espacio. Eran días verdaderamente emocionantes; no se hablaba de armas, sino de la conquista del espacio, a pesar de que el siete de noviembre de 1957, durante las celebraciones del aniversario de la Revolución Rusa, la URSS mostró al mundo



su poderío militar con un desfile de misiles en la Plaza Roja de Moscú.

Con este avance, la URSS podría lanzar bombas nucleares sobre cualquier país del mundo. Transportadas en cohetes que podían abandonar la atmósfera y entrar nuevamente en ella, podrían alcanzar cualquier punto sobre la Tierra en tiempos relativamente cortos. Este otro componente militar aceleró el proceso de investigación en el campo de los vuelos espaciales, pero siempre encubiertos los objetivos militares a corto o largo plazo.

Poco tiempo después de la exitosa puesta en órbita del Sputnik, el mundo vivió otro asombroso acontecimiento, una segunda noticia, de enorme magnitud por su efecto político mundial: el triunfo tecnológico que se anotó nuevamente la URSS, al poner al primer hombre en el espacio. El primer astronauta, Yuri Gagarin, orbitó la Tierra el 12 de abril de 1961. A los pocos días, John F. Kennedy, el presidente de los EUA, lanzó el proyecto nacional de colocar un hombre en la Luna, con lo que se inició un ambicioso programa de vuelos espaciales.

Es importante entender que el programa humano de exploración del espacio no fue un proyecto de pocos años, para luego abandonarlo. Por el contrario, como la ciencia y la tecnología, que son inagotables, los viajes al espacio representan una aventura que no terminará nunca, dada la vastedad del universo.

Los vuelos al espacio empezaron en órbitas alrededor de la Tierra, para después dirigirse a la Luna y más tarde a Marte, para continuar con la exploración de todo nuestro Sistema Solar. al espacio exterior no le vemos límite, así que el proyecto seguirá más allá de nuestro sistema planetario.

Podemos clasificar los vuelos espaciales en cuatro grandes categorías:

1. - Viajes en nuestro espacio cercano. Éstos abarcarían los viajes en la región entre la Tierra y la Luna, lo cual incluye el lanzamiento de satélites.
2. - Viajes interplanetarios. Éstos comprenden los viajes en la región de nuestro Sistema Solar, más allá de la Luna, como viajes a los planetas o de un planeta a otro. Una vez que se llegue a un planeta, se podrá utilizar éste como plataforma para viajar a otro. Los planetas serían como escalas cósmicas en un largo viaje.
3. - Viajes interestelares. Son los viajes entre estrellas, dentro de nuestra galaxia, de un sistema planetario a otro. Después de conocer las distancias entre las estrellas, nos daremos cuenta de que necesitaremos más de cincuenta años para lograr realizar un viaje fuera de nuestro sistema planetario.
4. - Viajes intergalácticos. Incluyen viajes de una galaxia a otra. Ésta sería verdaderamente la última frontera de la humanidad.

Distancias cósmicas

Primeramente introduciremos algunas ideas relacionadas con la velocidad de la luz.

- 1.- La velocidad de la luz es de 300 mil kilómetros por segundo y es la velocidad máxima que se puede alcanzar en el universo.
- 2.- Un año luz es la distancia que recorre la luz en un año.
- 3.- Podemos hablar de un segundo luz, como la distancia que recorre la luz en un segundo. Asimismo, un minuto luz es la distancia que recorre la luz en un minuto.

4.- El cuerpo cósmico más cercano es la Luna y se encuentra a un segundo luz de distancia. Ya tenemos idea del trabajo que costó poner un hombre en la luna. La distancia de la Tierra a la Luna es de 384,000 kilómetros. Por supuesto, ninguna distancia en la Tierra es comparable con ésta. Una bala que se lance desde la Tierra hacia la Luna, con una velocidad de mil metros por segundo, que es una velocidad superior a la de cualquier avión comercial, tardaría cuatro días y medio en llegar.

5.- El planeta Marte se encuentra a una distancia variable de la Tierra, dependiendo de las posiciones relativas de ambos respecto del Sol. La distancia más cercana entre Marte y la Tierra es de 59 millones de kilómetros. La distancia, en términos de la velocidad de la luz, es de tres y medio minutos luz. La duración de vuelo de un cohete a Marte es de ocho meses, cuando éste se encuentre en su posición más cercana a la Tierra, sólo de ida; para regresar, habría que esperar a que Marte se acercara lo suficiente a la Tierra para que la duración del vuelo fuera más o menos

la misma. El viaje de ida y vuelta duraría como tres años.

6.- El Sol se encuentra a una distancia de ocho minutos luz.

7.- El radio de nuestro Sistema Solar es de seis horas luz.

8.- La distancia a la estrella más cercana, que se llama Próxima Centauri, es de cuatro años luz.

9.- El radio de nuestra galaxia es de cien mil años luz.

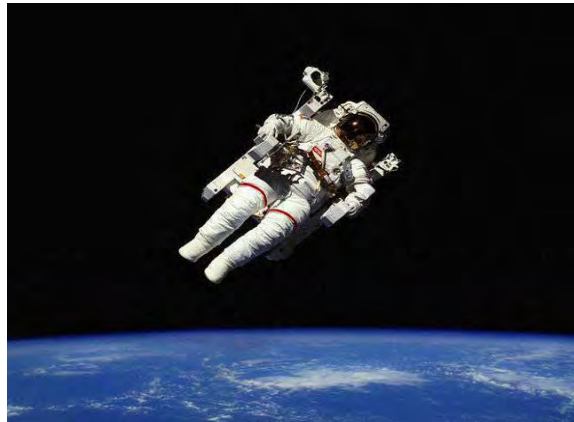
10.- La distancia a la galaxia más cercana es de 170 mil años luz.



11.- El borde del universo está a quince mil millones de años luz de nosotros.

Con estos datos, y considerando que tenemos todavía grandes dificultades para llegar a Marte con la tecnología actual, pensamos que a lo que podemos aspirar dentro de los próximos cien años es sólo a explorar nuestro sistema planetario. Sin embargo, pensando que nuestra civilización durará más de mil años más, debemos tener claro que el hombre del porvenir será un hombre cósmico, con capacidad de realizar viajes a las estrellas vecinas de nuestro sol.

El ser humano tiene mucho por hacer y descubrir en el futuro. Se requieren nuevas tecnologías; entre ellas, el desarrollo de la inteligencia artificial, la criogenia, la vida artificial, para convertir al hombre actual en un hombre cósmico, en el hombre que pueda viajar a otras estrellas y otros sistemas planetarios.



Viajes tripulados al espacio

Una de las más grandes inquietudes actuales, relacionadas con la investigación espacial, es si podremos vivir en el espacio por períodos prolongados. Otra pregunta sería si seremos capaces de reproducir en un astro las condiciones de la Tierra, como son el suministro de oxígeno, agua y alimentos que nos permitan sobrevivir. Los viajes tripulados al espacio plantean grandes retos tecnológicos. Por ejemplo, debe reciclarse el agua, así como también debemos poder generar oxígeno. Por otra

parte, todo lo que vaya dentro de la nave espacial debe ir esterilizado, para evitar enfermedades y la descomposición de los alimentos. El método general de esterilización emplea la técnica de radiación gamma, lo cual también conlleva el ahorro de energía, pues en esa forma los alimentos no requieren refrigeración para conservarse, y se mantienen en buen estado a la temperatura ambiente.



Por otro lado, ya se comprobó que el hombre puede trabajar en el espacio, en condiciones de ingravidez. Así se logró reparar el telescopio espacial Hubble, y se han construido estaciones espaciales donde los cosmonautas han vivido durante varios meses. El siguiente paso es construir un asentamiento humano en algún astro, como la Luna, Marte, las lunas de Marte o algún asteroide. Los astronautas han podido sobrevivir, como si fuera su casa, en el espacio dentro de la nave, con plantas y animales. Todo indica que nos encaminamos hacia la construcción de una verdadera colonia en el espacio.

El hombre se ha podido mover dentro de las naves espaciales y ha salido en su traje espacial de la cabina para “caminar” por el espacio. En cuanto a los alimentos que consumen los astronautas, en los primeros

El hombre se ha podido mover dentro de las naves espaciales y ha salido en su traje espacial de la cabina para “caminar” por el espacio. En cuanto a los alimentos que consumen los astronautas, en los primeros

vuelos eran líquidos o en forma de papilla. Ahora son más variados, y se asemejan mucho más a la dieta diaria que tenemos en la Tierra.

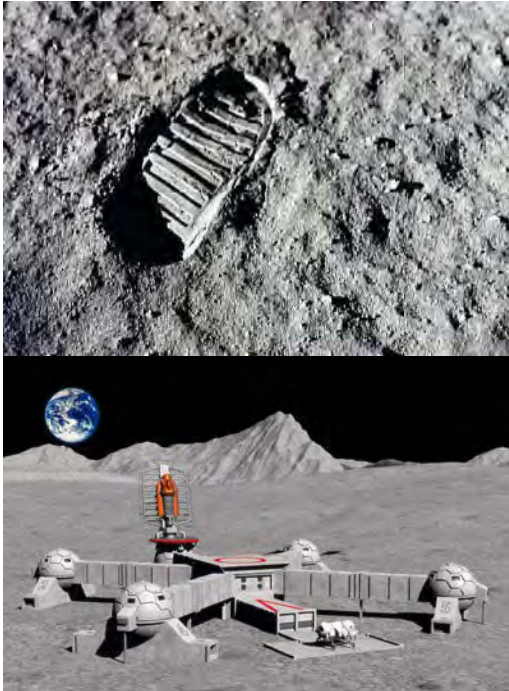
Por otra parte, existe el peligro de que los hombres que viajen al espacio regresen contaminados en sus ropas o en su cuerpo, con microorganismos vivos. En caso de que esto ocurra, se habrá encontrado vida extraterrestre. Para proteger a la población terrestre, los hombres que viajen al espacio deberán someterse a una rigurosa observación a su regreso, pues pueden traer microbios del cosmos que causen serios problemas al ser humano.

Estaciones espaciales

Una estación espacial es una estructura rígida, sin motores, diseñada para que vivan en ella los astronautas, durante períodos más o menos prolongados (semanas, meses o años). En las estaciones espaciales, el personal que las habita es relevado con cierta regularidad. Los astro-



nautas permanecen durante algún tiempo, y tras ser reemplazados por otros, regresan a la Tierra. El propósito de estas estaciones espaciales es el de estudiar la respuesta del cuerpo humano a estancias prolongadas en el espacio, así como también los efectos psicológicos que sufren los cosmonautas. Los astronautas realizan también actividades de investigación en biología, física, química y otros campos de la ciencia y la tecnología, en las condiciones que presenta el espacio.



Las estaciones espaciales son hoy en día una realidad. Hubo permanentemente cosmonautas en órbita en la estación espacial MIR, que se convirtió en un proyecto multinacional. Actualmente, la Estación Espacial Internacional (ISS, por sus siglas en inglés) es la única que se encuentra en funcionamiento. Es un proyecto de colaboración internacional, donde habitan seis cosmonautas de diferentes países. Ha estado en funcionamiento desde el año dos mil, habitada de manera permanente, y en ella han llegado a permanecer algunos astronautas hasta un poco más de un año. La tecnología utilizada en este microambiente artificial, donde el hombre puede vivir por períodos prolongados, es, por supuesto, de lo más avanzada.

Esta estación espacial será una escala intermedia en los vuelos espaciales interplanetarios, y en ella se ha reproducido un ambiente artificial semejante al terrestre. La medicina y la ingeniería tendrán mucho por hacer en estos grandes proyectos de la humanidad. Es posible que la colaboración internacional en la conquista del cosmos hermane y acer-

que a los habitantes de nuestra Tierra. Y si hoy los progresos de Corea en el desarrollo de misiles se ven como una amenaza para la seguridad de algunos países, es probable que en el futuro se conviertan en un apoyo para el progreso de la cosmonáutica.

Muy probablemente en un futuro no muy lejano podamos tener campamentos en la Luna, donde una o dos decenas de hombres vivan y realicen investigación científica y tecnológica, y, dentro de 200 años, una ciudad entera en la Luna, en Marte, o en el espacio interplanetario. La población de esta ciudad podría llegar a varios miles de habitantes en la Luna o en Marte.

Se podrá construir en el espacio, ensamblando pieza por pieza, una in-



mensa estación espacial, que sirva de laboratorio de investigación del espacio, así como también una plataforma de escala para viajes interplanetarios; podría pasarse, también, de los actuales satélites artificiales, a satélites autopropulsados, que, con el impulso de sus propios motores, cambien de órbita. Y estos mismos satélites artificiales se podrían convertir, con propósitos de investigación, en planetas artificiales; es decir, que orbiten o giren alrededor del Sol.

Podemos seguir con la imaginación la elaboración de proyectos y de programas para un futuro un poco más lejano. En las estaciones espaciales se podrán ensamblar los cohetes para los viajes interplanetarios.

¿Y por qué no pensar en la posibilidad de estos viajes, de estos logros de la civilización humana? La fantasía ha nutrido la generación de las grandes ideas, que han terminado en proyectos, los cuales a su vez se han convertido en realidad. Aun cuando lo anteriormente señalado son ahora sólo fantasías, estamos seguros de que nuestra civilización logrará conquistar el sistema planetario.

Algunos científicos coinciden en que las civilizaciones del universo, si logran sobrevivir suficientes años, pueden llegar a estados de desarrollo que les permitan controlar totalmente los recursos de su planeta y posteriormente los de su sistema planetario. Nuestra civilización tiene menos de diez mil años, por lo que es relativamente joven. Por otro lado, lo que podríamos llamar propiamente desarrollo tecnológico empezó hace apenas 300 años, que es un tiempo demasiado breve como para lograr el dominio de nuestro planeta.

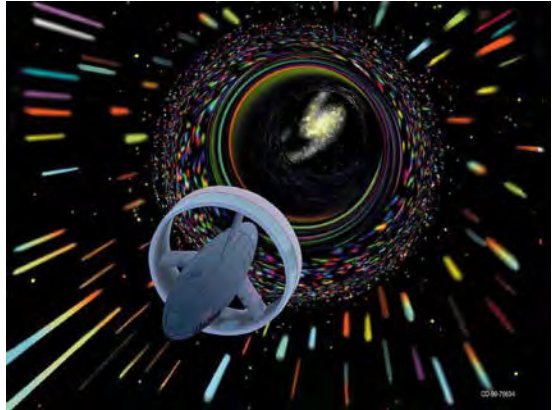
La historia de nuestra civilización nos muestra que la acumulación de conocimientos sigue un proceso acelerado. Tanto el conocimiento como el progreso, se aceleran vertiginosamente con el paso del tiempo. El hombre vivió en el pasado por miles de años prácticamente sin cambios notables en su forma de vida. Nadie pensaba que en el futuro se pudiera vivir mejor que en el presente de esos días. Sin embargo, después de la revolución industrial, con el desarrollo de la ciencia y la tecnología, apareció el progreso; es decir, el mejoramiento en general en las condiciones de vida. De ahí en adelante, el progreso y los cambios en la forma de vida se hicieron comunes y sufrieron un proceso acelerado.

Los avances en la medicina y en la tecnología, fundamentados en el progreso del conocimiento científico, dieron al hombre la seguridad de que su vida en la Tierra, no en el cielo, como lo establecía la religión, podía mejorarse. Pensemos en los asombrosos cambios en nuestra manera de vivir, ocasionados por las computadoras y las comunicaciones. Nunca antes se habían dado transformaciones tan rápidas en el estilo de vida del ser humano, como en el presente. Precisamente por esto, nos debe invadir el optimismo, y hacernos confiar en que, en el futuro,

posiblemente dentro de mil años, el hombre dominará no sólo nuestro planeta, sino todo nuestro sistema planetario.

Viajes interestelares

Viajar a otra estrella o a otro sistema planetario parece ser, por ahora, un sueño demasiado ambicioso. La estrella más cercana es Próxima Centauri, que se encuentra a cuatro años luz de distancia de nosotros. Esto significa que, viajando en una nave, a una centésima de



la velocidad de la luz, que por ahora es una velocidad inalcanzable con nuestra tecnología, tardaríamos cuatrocientos años en llegar a ella.

De acuerdo con el científico ruso Nicolai Kardashev, las civilizaciones del universo se pueden clasificar en tres grandes categorías, atendiendo a su grado de avance tecnológico:

Las civilizaciones del tipo I son aquéllas que han desarrollado una tecnología que les permite tener un control total de su planeta, aprovechando todos sus recursos naturales. Para ellas no hay desastres naturales que les afecten de manera importante, debido a que han aprendido a predecirlos y a controlarlos. A las civilizaciones del tipo 2, la tecnología que han desarrollado les permite realizar viajes interplanetarios en su sistema solar, y aprovechar los recursos, no sólo de su planeta, sino también de los demás planetas del Sistema Solar. Finalmente, una civilización del tipo 3 podría controlar y aprovechar los recursos de toda su galaxia.

Por ser relativamente joven, nuestra civilización no ha alcanzado todavía la categoría 1, pero muy probablemente lo lograremos en un par de siglos o menos. Para alcanzar la categoría 2 se requerirían varios miles de años más.

En el presente, nuestra civilización es muy susceptible a la extinción. Una fuerte variación en la actividad solar puede causar glaciaciones severas o un serio ascenso en la temperatura, que provoque inundaciones de proporciones dramáticas u otros efectos catastróficos. Al pasar a ser una civilización de categoría 1, podríamos predecir este tipo de fenómenos y tendríamos la tecnología desarrollada para emigrar a otro planeta de nuestro Sistema Solar.

Una vez alcanzada la categoría 2, no estaríamos todavía a salvo de la extinción, pues necesitaríamos poder viajar a otro sistema planetario para salvarnos cuando nuestro Sol termine su vida como una estrella brillante y se “apague”.

Los que llamamos seres inteligentes son aquéllos que han desarrollado tecnología. Si algún día llegaran seres extraterrestres a la Tierra, seguramente pertenecerían a una civilización del tipo 2. Su tecnología sería entonces mucho más avanzada que lo que está la nuestra en la actualidad.

En cuanto a la tecnología actual para impulsar cohetes, ésta resulta inadecuada para los viajes a las estrellas, empezando por el hecho de que el combustible representa más del 90 por ciento del peso total del cohete, y éste emplea toda la energía disponible principalmente en impulsar su propio combustible. Si nos concretamos a los viajes espaciales impulsados por cohetes de combustible líquido, el viaje a la estrella más próxima a nosotros duraría cerca de cien mil años.

El problema de viajar a una estrella con esta tecnología deja de ser un problema de la física en estas circunstancias, para convertirse en un problema de la biología. ¿Cómo lograr que los cosmonautas sobrevivan al viaje? Una manera sería mediante la hibernación, o la conservación a bajas temperaturas o inclusive la congelación. Otro método sería mediante

escalas, llegando a otros planetas y reproduciéndose los astronautas. Los viejos se quedarían ahí y los jóvenes continuarían el viaje. Esto no parece que vaya a ser una salida atractiva para las futuras generaciones.

Lo que muy probablemente va a ocurrir es un cambio en la tecnología para impulsar los cohetes, basada en la antimateria. Se conoce en la actualidad una forma de existencia de la materia a la que se le llama antimateria. Un fenómeno asombroso que ocurre con la antimateria es que cuando la materia y la antimateria se aproximan lo suficiente, se desintegran una a la otra, lo que produce una enorme cantidad de energía. La idea es desarrollar una nueva tecnología que aproveche este fenómeno y utilice la antimateria como medio de propulsión. La forma más eficiente para generar energía es este proceso de la aniquilación de materia-antimateria. Con sólo un kilogramo de antimateria, se podría propulsar una nave espacial hasta alcanzar una velocidad que sería mucho más elevada que las logradas hasta ahora.

Ciertos fenómenos de la naturaleza, relacionados con la teoría de la relatividad, permitirían, con esta velocidad, llegar hasta una estrella en tiempos que pueden estar dentro del límite de vida de un ser humano (que en épocas futuras excederá por mucho el promedio de vida actual). Pero la tecnología requerirá todavía algunos años para producir un kilogramo de antimateria y otros tantos años para diseñar motores de antimateria.

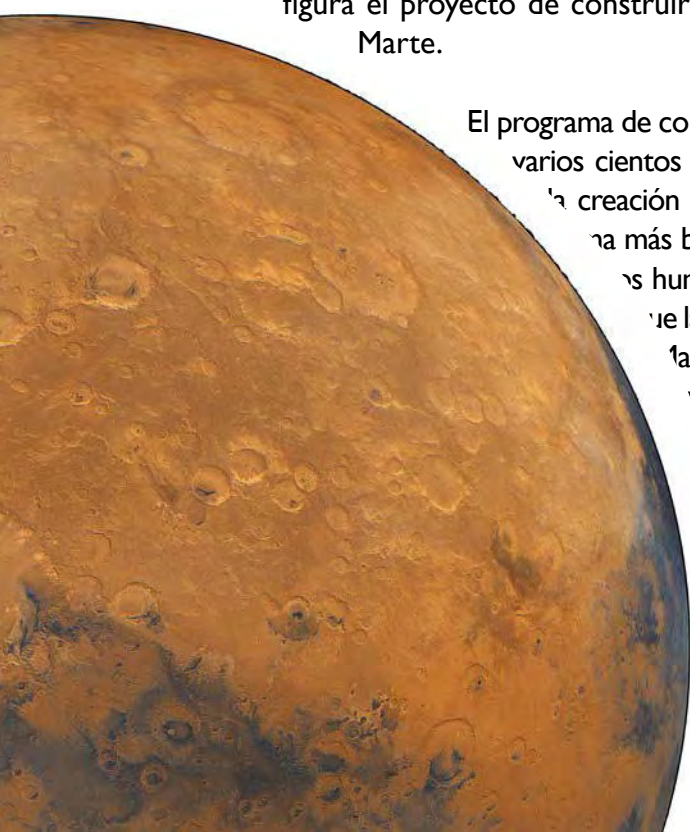
De cualquier manera, hay pocas razones para pensar que la tecnología desarrollada por los humanos dejará de avanzar. Podría ocurrir que se tomaran decisiones sociales de limitar el crecimiento tecnológico y que detengan este progreso. Podría también surgir un desinterés por avanzar más allá de una situación de bienestar total y de ausencia de enfermedades, en una sociedad que haya logrado prolongar la vida humana por cientos de años. Esperemos que estos sucesos no ocurran y que el progreso de la humanidad continúe durante milenios.

Colonización de Marte

Los actuales proyectos del programa espacial de los EUA son muy ambiciosos. Entre ellos, se incluye la colonización del planeta Marte. Se proyecta llevar organismos vivos de la Tierra a ese planeta, y si este proyecto tiene éxito, la futura colonización de Marte se volverá más fácil.

Muchos centros de investigación están participando en el proyecto del viaje a Marte, y de convertir la atmósfera marciana en una atmósfera benigna para el sostenimiento de la vida humana. El crecimiento de bacterias que mediante procesos parecidos a la fotosíntesis liberen oxígeno y la construcción de una especie de invernadero que posteriormente pueda albergar animales y después a los seres humanos, son parte de este proyecto. La formación de áreas verdes es el siguiente paso para la colonización del planeta rojo o de cualquier otro. Como parte del programa espacial conjunto, donde participan varios países, figura el proyecto de construir una o varias colonias en Marte.

El programa de colonización de Marte duraría varios cientos de años. Se empezaría con la creación de una atmósfera y un clima más benigno, para que lo habiten los humanos. Primeramente, dado que la temperatura promedio de Marte es de alrededor de 60 grados Celsius bajo cero, lo que se requiere es producir un calentamiento global de la atmósfera de Marte. Esto se haría mediante la generación de gases de invernadero en el planeta. Posteriormente, se bus-



caría la generación de oxígeno a partir de bacterias, plantas y árboles. Sobre todos estos aspectos existe en la actualidad una intensa investigación.

Se busca que Marte sea el próximo asentamiento humano. Se sabe que en Marte hay recursos de agua, y éste es el primero y más grande de los atractivos para visualizar a Marte como la primera colonia humana en el espacio exterior. Por otra parte, la atmósfera de Marte está compuesta principalmente de bióxido de carbono, que, aun cuando no es adecuada para nuestra respiración, contiene el ingrediente principal para producir oxígeno. Si logrará-



ramos la forestación de Marte, sembrando jardines o bosques, las plantas se encargarían de producir oxígeno a través del proceso de la fotosíntesis. Pero no sólo por ese medio se puede obtener oxígeno. Habiendo agua, se pueden obtener, mediante la electrólisis de este compuesto, oxígeno e hidrógeno. Lo que se plantea es la transformación de la atmósfera de Marte, el cual es uno de los programas humanos de la conquista del espacio.

Seguramente dentro de algunos cincuenta años tendremos pequeños campamentos en Marte, que les servirán a los astronautas para permanecer en ellos semanas o meses, como ahora lo hacen en las estaciones espaciales. Un poco más tarde, probablemente dentro de 150 o 200 años, que es una pequeña fracción de la vida de la especie humana, podamos tener pequeñas colonias en Marte y la colonización de Marte sea una realidad. Si esto es así, las generaciones de jóvenes de esos días, rendirán homenaje a los hombres audaces de esta época y a las

generaciones que nos precedieron en el inicio de la conquista del espacio. Así como nosotros rendimos tributo a Galileo, Newton, Pasteur y tantos otros, las futuras generaciones harán lo correspondiente con los personajes distinguidos de nuestra época. Wernher von Braun, quien fuera el líder del equipo de científicos e ingenieros que diseñaron los primeros cohetes, sin duda estará entre ellos.

¿Por qué el hombre se aventura en viajes al espacio?



Los avances científicos y tecnológicos amplían los horizontes de los hombres. Estos horizontes pueden ser espaciales o psicológicos. Con los nuevos descubrimientos, el ser humano, con su poder creativo, su ingenio, su curiosidad, y su deseo de aventura, busca nuevas

aplicaciones, nuevas emociones, o busca simplemente ampliar su poder y su influencia en el medio que lo rodea.

Por otra parte, cuando están dadas ciertas condiciones, se producen los descubrimientos o las revoluciones científicas. La teoría de la relatividad, y posteriormente el desarrollo de la mecánica cuántica, que son las dos grandes revoluciones en la física moderna, se produjeron porque se habían acumulado una serie de hechos para los que no se tenía explicación en ese momento. Surgieron así nuevos paradigmas para estar a tono con las nuevas observaciones. Dadas las condiciones, surge la necesidad de nuevas ideas y de nuevas formas de ver las cosas.

El avance en el conocimiento científico determina e impulsa el avance de la tecnología. Cuando se crea la tecnología, se avanza en la conquista y la exploración de nuevos espacios del mundo desconocido. Así, ambos campos, la ciencia y la tecnología, avanzan de la mano, impulsada la una por la otra. En este momento, se puede viajar al espacio con la tecnología que tenemos; pero, cuando queramos establecernos en ese mundo nuevo, deberemos desarrollar nuevas tecnologías.

La pregunta presente siempre en las discusiones y conversaciones sobre los programas espaciales, es: “¿por qué se gasta tanto dinero en estos proyectos, cuando hay tantas carencias en la Tierra?” “Si necesitamos resolver tantos problemas de pobreza, salud, alimentación, educación, etc... ¿por qué gastar dinero en los viajes al espacio?” Mi respuesta parte de la contestación a otra pregunta: “¿Por qué la sociedad invierte en escuelas de música, de pintura, de arte, de filosofía, en vez de invertir solamente en escuelas para formar médicos, enfermeros, profesionales de la salud, profesores, ingenieros, y todas aquellas profesiones que tienen un impacto social inmediato?” La respuesta que se dé a esta pregunta está muy conectada con la respuesta a la pregunta de “¿por qué el interés en los viajes espaciales?”

La respuesta tiene un componente psicológico importante: la razón es que los artistas alegran nuestra vida; el escritor, el poeta, el humanista, el pintor, el músico, etc... le dan sentido a nuestra vida en muchos aspectos, y además la enriquecen. La vida tiene sentido vivirla si se vive con alegría. El ser humano realiza acciones que, para él, individualmente, son de gran trascendencia. La necesidad psicológica de tener logros o conquistas impulsa al individuo a tomar decisiones que para otros pueden no tener sentido.

El deseo de aventura y de conquista es el motor psicológico que impulsa al hombre a buscar lo que hay en el espacio exterior a la Tierra. La curiosidad humana, su condición psicológica, lo ha llevado y lo llevará siempre a explorar nuevos caminos.

Preguntemos a los escaladores de montañas y a los exploradores de nuevos territorios, como por ejemplo, el Polo Sur, por qué quieren ir allá. La respuesta será siempre la misma: porque se quiere conquistar lo que no se ha conquistado, porque los mueve un impulso interior, el de ponerse retos que, al lograrlos, les proporcionan una extraña satisfacción: la satisfacción de lograr lo que se propusieron.

Cuando se le preguntó a George Leigh-Mallory, quien murió en el intento de escalar el Monte Everest, por qué quería subir, contestó escuetamente: “Porque está ahí”. Ésta es la motivación psicológica.

Pero si lo anterior no es suficiente para justificar esta aventura humana, tenemos también el producto tecnológico, que son los frutos de estos esfuerzos. La investigación espacial ha traído extraordinarios beneficios tecnológicos. Solamente los avances en las comunicaciones que tenemos actualmente justificarían la inversión que se ha hecho en los proyectos espaciales: los satélites meteorológicos, de comunicación, etc... además de los progresos en la electrónica, la óptica, la computación, la metalurgia, etc... los cuales han impactado todas las áreas de la actividad humana.

Asentamientos humanos en el espacio

La migración del ser humano hacia otros planetas será seguramente una realidad dentro de los próximos 200 años. Este periodo de tiempo, aunque parezca grande, no lo es tanto a la escala del tiempo que tiene nuestra civilización. El oro y los metales preciosos movieron a los españoles a desplazarse hacia América. Probablemente algún material de alto valor tecnológico, que escasamente se encuentre en la Tierra, motive a las futuras generaciones a visitar la luna o algún planeta o asteroide de nuestro Sistema Solar.

Pensemos ahora en la supervivencia de la especie humana. Sabemos que el Sol terminará por ser una estrella apagada. Es entonces cuando



se manifiesta el antropocentrismo, y surgen las opiniones de que el hombre debe lograr sobrevivir a la muerte del Sol. No podemos perecer como especie humana. No podemos dejar al universo sin nosotros, dicen los antropocéntricos más recalcitrantes. Hay que estar preparados, para dejar al Sistema Solar y poblar otros sistemas solares.

Hagamos a un lado el antropocentrismo, para reconocer también la posibilidad de vida fuera de nuestro planeta. Pero no sólo vida, sino la forma superior de ésta, que es la vida inteligente.

La ciencia, la técnica y el humanismo, hermanados, deben ir juntos para lograr que el hombre alcance estados superiores de progreso y de mejoramiento en sus condiciones de vida. El ser humano, despojado de las ataduras que lo mantienen en la Tierra, y liberado también de prejuicios y tabúes que tanto daño le han hecho en el pasado, busca en el espacio exterior la vida inteligente. Busca también colonizar planetas y viajar más allá de nuestro Sistema Solar, en una aventura grandiosa por el espacio.

Las nuevas ideas y los proyectos ambiciosos encontraran siempre oposición, pero como en un trabajo de parto doloroso, el recién nacido

que mencionaba Benjamín Franklin siempre se abrirá paso para dar lugar al alumbramiento. Así, las nuevas ideas se abrirán paso para desplazar la rutina.

Razones o motivaciones económicas que justifiquen los vuelos espaciales

Hay quienes buscan en cualquier proyecto una justificación económica. Algunos piensan, por ejemplo, que se debe explotar la pequeña atracción gravitacional de Marte. Debido a esta menor atracción gravitacional de Marte respecto a la de la Tierra, podrían montarse algunos espectáculos como ballet o acrobacia, danza, etc... que pueden ser muy espectaculares, y filmarse para venderlos como entretenimiento. Volcanes, montañas y otros paisajes, además de minerales que en la tierra son escasos, pueden hacer atractivos los viajes a Marte. Además, existen algunos servicios que pueden explotarse. Por ejemplo, la gente con exceso de peso y con problemas de artritis y dolores de huesos podría vivir más cómodamente en Marte.

Por supuesto que habrá intereses económicos relacionados con la explotación de los recursos minerales y de otras sustancias químicas. Por lo pronto, ya se menciona seriamente la venta de terrenos en la luna y en Marte.

Aunque no se ve todavía muy cercano el fin de la era del petróleo como combustible, se espera que dentro de menos de veinte años el dominio de la fusión nuclear sea una realidad. Si esto es así, habrá necesidad de helio 3, el cual es un isótopo del helio, muy escaso en la Tierra. Dada la gran ventaja que representa el uso de helio 3 como combustible en la fusión nuclear, será de gran provecho encontrar fuentes naturales de este recurso. Se ha observado que este isótopo del helio es abundante en la luna y resultaría costeable explotarlo y traerlo a la Tierra.



8 | VIDA EXTRATERRESTRE

Contemplando el cielo nocturno, un hombre común observa una supernova. Este fenómeno es un estado que se presenta en la evolución de ciertas estrellas. Es, en realidad, la explosión de una estrella que brilla con una intensidad inusual, a tal grado, que se puede apreciar a simple vista. Este brillo tan intenso se debe a que la estrella arroja al espacio enormes cantidades de energía y de partículas. El hombre común saca las siguientes conclusiones: “es posible que se trate del juicio final de una civilización irreverente”. “También puede ser que una civilización muy avanzada haya provocado una explosión nuclear de un artefacto que se salió de control y terminó con todo el sistema solar de esa estrella”.

Hagamos a un lado el antropocentrismo, para reconocer también la posibilidad de vida fuera de nuestro planeta. Pero no sólo vida, sino la forma superior de ésta, que es la vida inteligente. Hay científicos convencidos de la existencia de vida inteligente en otros sistemas solares. Este convencimiento se fundamenta en argumentos objetivos y subjetivos. Un argumento subjetivo, con un fuerte componente emotivo, es el siguiente: “no es posible que seamos los únicos espectadores de esta obra es-

pectacular que es el universo. La inteligencia nos fue dada para conocer, interpretar y entender la maravilla de esta obra, y si la especie humana desaparece, no creemos que el universo se quede sin espectadores”.

Los argumentos objetivos, que dejan fuera todo romanticismo, sentimentalismo o cursilería, se presentan de la siguiente manera: “Hay bases científicas para creer en la posibilidad de que existan civilizaciones avanzadas fuera de la Tierra. Nuestra civilización tiene diez mil años, y la probabilidad de que haya civilizaciones más antiguas, y por lo tanto más avanzadas, en algún lugar de nuestra galaxia, es realmente alta.

Por otra parte, nuestra galaxia tiene cien mil millones de estrellas. Si tomamos como probabilidad de existencia de civilizaciones desarrolladas el valor de una millonésima, encontramos que sólo en nuestra galaxia existen cien mil planetas con vida inteligente y con un desarrollo tecnológico mayor que el nuestro. Muy probablemente esos seres inteligentes estén tratando también de contactar a los seres de otros planetas.

La vida en la Tierra

La teoría copernicana sobre la estructura de nuestro sistema solar dio un fuerte golpe al antropocentrismo. El antropocentrismo es la idea que establece que el hombre es el centro del universo, no sólo desde el punto de vista geométrico y físico, que supone que todo gira alrededor de la Tierra, sino también que el hombre, como ser inteligente, y la vida en general, son únicos en todo el universo. El principio copernicano



nos lleva a la conclusión de que la Tierra es un planeta común, de los cuales hay miles de millones tan sólo en nuestra galaxia.

Apoyados en el principio copernicano, que establece que la Tierra no es ningún lugar especial en el universo, y que por lo tanto la vida tampoco debe serlo, los científicos buscan en el mundo extraterrestre, formas y manifestaciones de vida. En una aventura más audaz aún, esperan encontrar vida inteligente, pues piensan que no tenemos los hombres por qué ser los únicos seres con inteligencia en la inmensidad del universo.

Repasando la historia humana, dominada por el antropocentrismo, nos damos cuenta de que, primero, Copérnico nos lanzó fuera del centro del universo, para colocarnos en un lugar común y corriente, hiriendo nuestro orgullo. Después vendría Newton, para indicarnos que las leyes del universo son las mismas aquí en la Tierra y en el cielo. Ahora, la aventura humana, impulsada por el deseo de conocimiento, busca la existencia de vida en otras partes del universo.

Podemos decir que la vida es una consecuencia de los procesos que ocurren en la materia y que, dadas las condiciones adecuadas, con abundantes elementos químicos presentes y un período de tiempo suficientemente largo, la vida aparecerá inevitablemente.

La abundancia de agua en los océanos, junto con los ingredientes químicos contenidos en ellos, dio origen al primer microorganismo capaz de reproducirse a sí mismo y de dar lugar a multitud de descendientes, los cuales a su vez se fueron reproduciendo. Estos microorganismos se diseminaron por muchos lugares de la Tierra. No se conoce todavía con exactitud el camino seguido por la materia inerte hacia la formación de un microorganismo vivo. Si fuera este proceso conocido, ya se hubiera creado la vida artificial en los laboratorios. Todavía no se llega a eso, pero los científicos asumen que llegará el momento en que esto se logre.

La hipótesis científica es que la vida tiene un origen material; es decir, que se produce mediante procesos ocurridos en la materia. Bajo esta

hipótesis, se piensa que hay vida en muchos otros lugares de nuestra galaxia. No se ha descubierto hasta ahora ningún ser vivo fuera de la Tierra, pero se han detectado, mediante técnicas de espectrometría, moléculas orgánicas. Estas moléculas orgánicas son las que entran en la composición de las estructuras básicas de todos los organismos vivos.

Las muchas formas de vida que observamos ahora son el resultado de un proceso evolutivo de los organismos vivientes. Cualquier ser vivo, cuando se le somete a cambios en el medio ambiente, busca adaptarse para sobrevivir. Esta capacidad de transformación y de adaptación es una de las características de los seres vivos, y es la causa de la enorme diversidad de formas de vida que conocemos en la Tierra.

Numerosas observaciones en fósiles y en experimentos basados en análisis químicos, apoyan la teoría de la evolución de las especies. No



es éste un lugar para hacer un listado de resultados experimentales; sólo se pretende justificar la razón de por qué el ser humano busca señales de la vida en otros planetas.

La forma más perfecta y acabada de la organización de la materia es, sin duda, el cerebro humano. La inteligencia es producto del funcionamiento del cerebro, y el cerebro es la estructura más compleja que se conoce, de organización de la materia. Nuestro cerebro tiene la capacidad de almacenar información, procesarla en forma de conocimientos, para utilizarlos, desentrañar las leyes que gobiernan el funcionamiento del universo, y poder crear tecnología. La capacidad de observarnos a nosotros mismos, de pre-

guntarnos por nuestro origen y nuestro destino, además de poder adquirir nuevos conocimientos, son los rasgos de nuestra inteligencia. El cerebro humano es, en este sentido, un órgano maravilloso. que no tiene comparación con ninguna otra forma de organización de la materia.

La vida extraterrestre

Los resultados obtenidos por los hombres de ciencia quedan confirmados en el laboratorio, y son reforzados por observaciones espaciales. No son puntos de vista basados en ideologías o posiciones filosóficas. La posición filosófica es la confianza que los científicos tienen en el método que utilizan para adquirir sus conocimientos. Esta técnica es el llamado método científico, y su validez se ha probado en forma práctica con el desarrollo de la tecnología, de la cual todos estamos enterados. Automóviles, aviones, computadoras, teléfonos celulares, equipos electrónicos de todo tipo, son parte hoy de nuestra experiencia común, que pone de manifiesto el poder de los conocimientos científicos.



Por otra parte, los científicos, al observar las características de nuestro planeta y su entorno, y al encontrar que resultan algo común y corriente, que pueden repetirse en muchos lugares del universo, han

establecido una hipótesis a la que han llamado “Suposición de Medio-cridad”. Las premisas de esta suposición son tres:

- 1.- La vida en la Tierra depende de unas pocas moléculas básicas.
 - 2.- Los átomos que componen estas moléculas son comunes en todas las estrellas.
 - 3.- Las leyes de la naturaleza son las mismas en todo el universo.
- Con estas premisas se llega a la conclusión de que si transcurre el tiempo suficiente, la vida puede surgir en muchos lugares del universo.

Búsqueda de vida inteligente fuera de la Tierra

Hace 35 años, en el año 1976, desde los Estados Unidos de América fue lanzada la nave espacial Pioneer 10, con la intención de que fuera interceptada por seres inteligentes en algún lugar del universo. Esta nave partió de la Tierra, llevando un mensaje de la raza humana hacia el cosmos. Presentaba la imagen de un hombre de pie con la mano alzada en muestra de paz, acompañado de una imagen femenina, en busca de que, en algún lugar de nuestra galaxia, fuera encontrada por seres inteligentes y ver la posibilidad de establecer una comunicación con ellos.





El ser humano tiene la esperanza de encontrar vida en algún planeta. Este programa está todavía en planeación, y no se espera que se logre pronto. Lo primero que se está haciendo es localizar planetas en otras estrellas. No es fácil observar los planetas que rodean a una estrella, pues son cuerpos sin luz propia. Un planeta refleja la luz de la estrella que circunda, y es muy difícil que lo podamos observar desde un lugar externo al sistema planetario de la estrella. Esto se debe a que la intensa luz de la estrella nos impide identificar a los planetas mediante su débil luz reflejada.

Temores

Una de las grandes preocupaciones populares, al considerar la posibilidad de vida extraterrestre, es el hecho de que puedan existir seres inteligentes; que estos seres inteligentes formen sociedades civilizadas y puedan invadir la Tierra. Este hecho, que aterra a la mayoría de la gente,

ha sido muy explotado por los escritores del género de ciencia ficción. Entre los más notables escritores de este tipo de historias, está el británico H. G. Wells, quien escribió el libro *La Guerra de los Mundos*.

Se trata de una de las más famosas novelas de invasión a la Tierra por seres extraterrestres. En ella se narra el suceso de una nave, con marcianos que atacan la Tierra. La nave aterriza cerca de Londres. El poder tecnológico de su armamento es muy superior al de los terrestres, pues su arma mortífera eran unos rayos tipo láser, que destruían al enemigo. La historia tiene un final feliz, porque los marcianos mueren a consecuencia de los microbios terrestres.

Lo más dramático de esta novela es que en un programa radiofónico transmitido en el año de 1938, el actor Orson Wells narró la novela y la gente que lo escuchaba pensaba que estaba dando las noticias de una invasión marciana. De esta novela se hizo una película en 1953, que fue muy taquillera. Tanto la película como la novela causaron un fuerte impacto en la sociedad, sembrando grande temor hacia los extraterrestres.

La posibilidad de que nos visiten seres extraterrestres no debe preocuparnos mucho. Más debe preocuparnos el hecho de que se nieguen los apoyos a los proyectos de investigación del espacio, con el argumento de que hay otros asuntos más importantes que resolver en la Tierra.

Por supuesto que no hay que desatender los grandes problemas de la humanidad, pero tampoco hay que dejar de atender los grandes proyectos de la humanidad.

EPÍLOGO

Existe en la actualidad, como nunca antes en la historia del ser humano, la disyuntiva de convertir a nuestro mundo en un lugar excelente para vivir o hacer de él un lugar inhabitable y posiblemente destruir la civilización misma. Estas posibilidades nos las dan los avances logrados en los conocimientos científicos y tecnológicos.

Por una parte, la biotecnología y el conocimiento del genoma humano, así como muchos otros desarrollos científico-tecnológicos, podrán encontrar la cura para muchas enfermedades, y seguramente la vida humana podrá ser prolongada más allá de los cien años en esta década. Pero, por otro lado, está la depredación del planeta y la amenaza de guerras en las que se puedan utilizar armas nucleares que acaben con la misma humanidad.

Todos estos conocimientos los podemos utilizar para mejorar las condiciones de vida de todos los seres humanos. Para lograr esto, necesitamos más sabiduría y usar estos conocimientos para resolver los problemas de la humanidad. Posiblemente, si descubriéramos vida inteligente en otros planetas, esto nos impulsaría a mejorar las relaciones humanas entre todos los habitantes de este planeta nuestro.

La exploración del espacio interrelaciona todas las disciplinas del saber humano; tanto aquéllas de las ciencias de la naturaleza, como las sociales, como la psicología y las ciencias del comportamiento humano. La exploración del universo nos obliga y nos lleva también a conocernos a nosotros mismos. Nos lleva a la auto-reflexión para preguntarnos quiénes somos, y cuál es nuestro lugar en el universo. Las ciencias de la vida, de la materia y de la conducta humana se entrelazan para dar una respuesta a las preguntas sobre nuestro origen y nuestra evolución.

En la actualidad, el ser humano tiene la tecnología para viajar a Marte. El proyecto es colonizarlo, y para esto se requiere que haya agua en Marte. El agua no sólo es vital para el consumo humano; del agua también se puede obtener oxígeno e hidrógeno, mediante el uso de la energía solar. Por otra parte, el oxígeno es también indispensable para la vida.

Pero parecería como algo mágico lo que sucede con el agua. El hidrógeno obtenido de su descomposición, se utilizaría como combustible para que la nave espacial regresara a la Tierra. El oxígeno también se utilizaría para producir la combustión del hidrógeno.

Los jóvenes de hoy deben sentir una gran fascinación por esta aventura del hombre, por explorar y conquistar el espacio, Les tocará a ellos enterarse, dentro de 40 o 50 años, de las grandes hazañas de los viajes espaciales.



Acerca del autor

JOSÉ RUBÉN MORONES IBARRA

Es licenciado en Ciencias Físico Matemáticas por la Universidad Autónoma de Nuevo León, y tiene una Maestría en Física Teórica de la Universidad Nacional Autónoma de México. Su Doctorado en Física Nuclear Teórica lo obtuvo en la Universidad de Carolina del Sur, en los Estados Unidos.

Ha sido catedrático en la Facultad de Química de la UNAM, y actualmente lo es en la de Ciencias Físico Matemáticas de la UANL. Es miembro de la American Physical Society y miembro y representante de la Sociedad Mexicana de Física; miembro del Sistema Nacional de Investigadores Nivel I, y miembro regular de la Academia Mexicana de Ciencias.

Obtuvo la Beca Fulbright, que otorga el gobierno de los Estados Unidos, y de 1994 a 1996 fue becario de la National Science Foundation, para realizar investigación en Física Nuclear Teórica, en los Estados Unidos.

Es autor de cuatro libros: *Una mirada a la Física Moderna*, *Temas Científicos Contemporáneos Parte I*, *Temas Científicos Contemporáneos Parte II* y *Ensayos de Física y Matemática*, editados en 2005, 2007, 2010 y 2011 por la UANL, y autor también de un capítulo en libro; de 25 artículos científicos de investigación, publicados en revistas especializadas, y de 95 artículos de divulgación científica.

Una aventura hacia el espacio exterior de J. Rubén Morones Ibarra, se terminó de imprimir en de 2013 en los talleres de Serna Impresos S.A. de C.V. Diseño y portada: Javier Estrada Ceja, y el cuidado de la edición José Jesús de León Rodríguez. El tiraje de esta edición consta 2000 de ejemplares.

LA CIENCIA A TU ALCANCE

Con el propósito de presentar al público en general,
de forma clara, atractiva, precisa y responsable,
el conocimiento científico y tecnológico, no sólo desde
el punto de vista teórico, sino también su historia,
los más recientes descubrimientos, la comprensión de
los avances tecnológicos y la relevancia
que tienen en la vida diaria,
la Universidad Autónoma de Nuevo León
inicia esta colección:
LA CIENCIA A TU ALCANCE.

ISBN 978-607-433-995-6



9 786074 339956



ANIVERSARIO
• 1933 - 2013 •
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

UANL



"Educación de clase mundial, un compromiso social"

LA CIENCIA
A TU ALCANCE

