

Reseña

Desde las antiguas civilizaciones que hicieron mapas de los cielos a Star Trek, X-Files y Apolo 13, el espacio sideral ha intrigado a la gente por mucho tiempo. Sin embargo, la mayoría de nosotros miramos el cielo nocturno y sentimos que no sabemos nada en cuanto a los hechos principales del universo. Kenneth C. Davis nos ofrece una animada e interesante guía a los descubrimientos, las teorías y las verdaderas personas que arrojaron luz sobre los misterios y las maravillas de los cosmos. Descubre por qué Einstein era tan genio, la verdad tras una o dos lunas azules, los increíbles secretos tras Stonehenge y cómo un gran astrónomo perdió la nariz. Con el divertido formato de preguntas y respuestas que tanto atrae a los millones de lectores de su popular serie Qué Sé Yo, disfrutarás de una exploración del sistema solar, la Vía Láctea y el más allá.

Índice

[Introducción](#)

- I. [El gran océano de verdades](#)
- II. [Al otro lado del golfo](#)
- III. [Donde ningún hombre ha incursionado antes](#)
- IV. [El audaz asalto](#)
- V. [Los secretos del viejo](#)

[Epílogo](#)

[Referencias y Recursos](#)

Para Star Gibbs, quien me regaló mi primer cohete.

*El camino al Cielo no tiene preferidos. Esta siempre
del lado del hombre bueno*

Lao Tzu

*Cuando veo tus cielos, obra de tus dedos, la luna y
las estrellas que tú formaste, digo: ¿Qué es el
hombre para que te acuerdes de él, El ser humano,
para que lo visites? Pues le has hecho poco inferior
que los ángeles.*

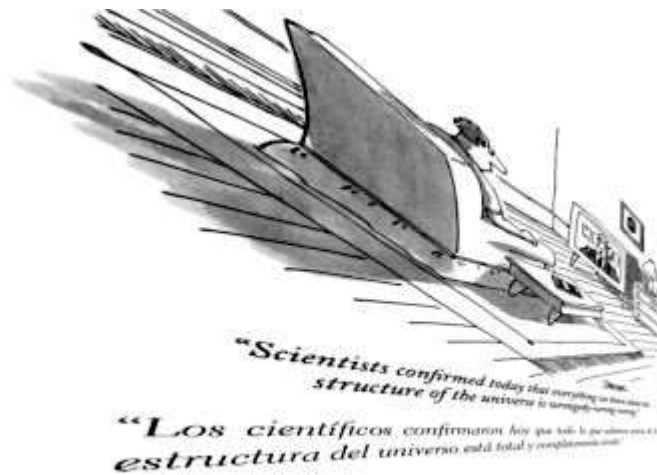
Salmo 8: 3-5

*La astronomía obliga al alma a mirar hacia arriba y
nos lleva de las cosas de aquí a las de allá.*

Platón, La República

El espacio no es, para nada, lejano. Quedaría a una
escasa hora de camino si pudiésemos conducir
derecho hacia arriba.

Sir Fred Hoyle, en el *Observer* de Londres, 1979



Introducción

Perdidos en el espacio

Cuando era adolescente, hacía preguntas como: "¿Me puedes prestar cinco dólares para ir a cine, mamá?" O, "Sra. Brown, ¿podría darme un poco más de tiempo para terminar la composición?" O, "¿Podré salir con alguien algún día?"

Cuando Albert Einstein era joven, se preguntaba, "¿Cómo se vería el mundo si viajara montado en un rayo de luz?"

Realmente no sé por qué la extraordinaria pregunta de Einstein nunca se me ocurrió en el colegio. Pero esa es la razón por la cual Einstein revolucionó las leyes de la física y, treinta años después, su pregunta todavía me deja rascándome la cabeza. Sin embargo, cuando lo pienso, me sorprende de que ninguno de mis profesores de ciencias se la haya preguntado tampoco. Las clases de ciencias de ese entonces, largas y tediosas, nunca me inspiraron mayor

curiosidad acerca de la estructura o el funcionamiento del universo. Para mí, como para muchos de mis compañeros, las clases no tenían el menor interés —excepto la Biología de secundaria, y el enamoramiento platónico que tenía por mi profesora.

Nos hablaba de cigotos, cromosomas y de fertilización. Pero el problema grave era que no lograba quitarle los ojos de encima cuando se sentaba en el borde del escritorio con las piernas cruzadas y una bata blanca de laboratorio sobre su vestido. Y como si esta distracción no fuera suficiente para un muchacho de catorce años, yo no había sido “seleccionado naturalmente” para estudiar ciencias. Es decir, tratar de salir adelante con la biología de 9º grado fue una verdadera lucha de supervivencia de proporciones darwinianas.

Cuando pienso en mi educación científica antes de la secundaria, me doy cuenta, tristemente, de que mis primeros cursos de ciencias eran igualmente olvidables. De la Anatomía a la Zoología, lo único que me queda de esas interminables y aburridoras horas de clase son recuerdos vagos de tener que dibujar diagramas enormes de los globos de los ojos y de la parte interna del oído, y de tener que memorizar la Tabla Periódica de Elementos —ejercicio que todavía considero de una inutilidad total. Lo único medianamente interesante de la clase sucedía cuando no funcionaban los sencillos experimentos con mecheros y se producían explosiones inesperadas con humaredas que deleitaban a los estudiantes, deseosos de algún tipo de entretenimiento.

Pero aún más sorprendente que el alto Cociente de Aburrimiento

que asocio con las clases de ciencias del colegio es el hecho de que no recuerdo haber aprendido absolutamente nada acerca del espacio, la astronomía o el universo. Fuera de una salida pedagógica a ver una muestra itinerante de la NASA y de un viaje a Nueva York con mis compañeros de curso a ver 2001: *Odisea del Espacio* cuando estaba en pleno furor—y que ninguno de los profesores pudo explicar— existe un gran agujero negro en donde debería estar mi educación acerca del universo. Todos estábamos, como lo sugería aquel popular programa de mi niñez, perdidos en el espacio (“¡Cuidado, Will Robinson!”).

Lo más sorprendente de esta deficiencia es que ocurrió precisamente en el momento más memorable de la historia de la exploración del espacio. Nací en 1954, tres años antes de que la Unión Soviética lanzara el *Sputnik*—aquel satélite del tamaño de una pelota de básquetbol que cambió la educación en Estados Unidos y que dio lugar a la “Carrera del Espacio.” Esos fueron años gloriosos para la NASA—época en la que las portadas de la revista *Life* convirtieron en celebridades a John Glenn y a otros astronautas, lugar habitualmente reservado hoy en día para presentadores de televisión, cantantes de rock adolescentes y actores de comedias de televisión. Con Walter Cronkite a la cabeza, el júbilo nacional llegó a su máximo esplendor con las misiones a la Luna del programa Apollo de los últimos años de la década de los sesenta y comienzos de los setenta que capturaron la atención e imaginación del mundo entero. Recuerdo perfectamente el abrumador entusiasmo público por el espacio y tengo memoria de

cómo nuestra familia se desvelaba por ver los lanzamientos y aterrizajes en la Luna, realizándose con orgullo el gran reto del presidente John F. Kennedy de poner un hombre en la Luna. Qué momentos de felicidad y casi de incredulidad los que vivimos mientras veíamos, a una distancia de un cuarto de millón de millas, las imágenes borrosas del 20 de julio de 1969 del momento en que Neil Armstrong descendió el último peldaño del vehículo lunar *Eagle* y declaró al mundo entero: “Es un paso pequeño para un hombre, pero salto gigantesco para la humanidad.”

Sin embargo, por alguna razón, el entusiasmo nacional nunca llegó a nuestros salones de clase. Los profesores, atrapados por estrictos programas y gruesos y aburridos libros de texto, parecían ignorar el mundo exterior. Pese a los millones de dólares invertidos en la exploración del espacio, a la obvia fascinación con el espacio que hizo de *Star Trek* nuestro programa de televisión preferido y a la curiosidad innata del hombre por lo desconocido, el universo nunca fue prioridad en los planes de enseñanza.

Es más, las salidas pedagógicas al Museo Americano de Historia Natural en Nueva York no incluían una visita al vecino Planetario Hayden. Y, por la década de los setenta, cuando el planetario se modernizó y tenía un programa a medianoche amenizado con la música de Pink Floyd, mi atención no se fijaba propiamente en entender la diferencia entre el Gran Cucharón y el Pequeño Cucharón—las cuales supe, con gran sorpresa, no eran constelaciones sino figuras más pequeñas denominadas *asterismos*. Obviamente, y al igual que muchos estadounidenses, no sabía

mayor cosa sobre el espacio. El cosmos era un lugar reservado para aquellos señores—y todos eran señores—en batas de laboratorio blancas que sabían exactamente “para qué servía la regla de cálculo.”

Es un triste análisis acerca de mis años escolares y de mi educación en general, pero estoy seguro de no ser una excepción. Al igual que con otros tópicos que he cubierto en la serie *¿Qué Sé Yo?*, los temas del espacio y la astronomía le resultan fascinantes a la mayoría de las personas que tienen una curiosidad básica acerca del universo. Como nación somos “Astronómicamente Ignorantes” en toda la extensión de la expresión. Los libros de texto escritos por profesores y académicos para ser entendidos por otros profesores y otros académicos nos dejaron confundidos y tristes. La inadecuada educación, la confusión de los medios de comunicación y los mitos de Hollywood han contribuido en buena medida a esta situación. Esta ignorancia celestial es sorprendente, porque la fascinante historia del espacio y del universo no se reduce a física y cohetes. Es, básicamente, una historia humana.

Después de todo, la ciencia comenzó cuando las personas empezaron a mirar el Sol, la Luna y las estrellas y empezaron a hacerse preguntas. ¿Para dónde se iba el sol por las noches y por qué volvía a aparecer por las mañanas? ¿Por qué se movían las estrellas de una manera tan predecible en el firmamento? ¿Por qué era tan regular el movimiento de la Luna? ¿Qué relación había entre las mareas y la Luna? ¿Y qué tenía *esto* que ver con el ciclo de fertilidad de las mujeres?

De estas expresiones de la curiosidad humana surgió toda la complejidad de las matemáticas, la astronomía y el calendario, al igual que muchas leyendas y mitos de la civilización. Ahora comprendemos que varias de las grandes estructuras de las primeras civilizaciones- desde las pirámides y *zigurates* del Cercano Oriente hasta Stonehenge, los templos mayas y los montículos funerarios imperiales chinos- fueron diseñados utilizando cálculos astronómicos. Aunque hay muchas preguntas sin contestar acerca de estas estructuras, aquellos cálculos antiguos representan un enorme esfuerzo por entender qué había en el cielo—y qué sucede después de la vida en esta tierra. En la mente humana estas dos preocupaciones siempre han estado relacionadas. Desde los albores de la humanidad hemos intentado entender nuestro lugar en este universo oscuro, impenetrable y casi desconocido.

Sin embargo, esta fascinación con el firmamento puede combinarse con falsa ciencia y traer consecuencias deplorables. En la Antigüedad se culpaba a los cielos de todo lo bueno y lo malo que les sucedía a los humanos. Un ejemplo reciente de este peligro ocurrió en marzo de 1977, cuando los miembros de un culto californiano denominado *Heavens Gate* convencieron a sus seguidores de ellos eran extraterrestres que algún día se despojarían de sus cuerpos terrenales. El momento crucial para el culto ocurrió con la espectacular aparición del cometa Hale-Bopp, que se hizo visible durante varios meses en ese año. Treinta y nueve personas se suicidaron convencidas de que la cola del cometa venía a llevárselos y de esta manera se rindió un triste sacrificio a la

seudociencia.

Sin duda, la fascinación con otros mundos es lo que ha hecho que la ciencia ficción tenga un impacto tan grande en la cultura popular. La mayoría de nosotros experimenta la ciencia ficción con una mezcla de pavor y deleite. Por un lado, nos aterrorizamos con las imágenes de *La Guerra de los Mundos* o con la escalofriante paranoia de la *Invasión de los Ladrones de Cuerpos*. En épocas más recientes este temor ha sido el tema central de películas como *Alien* en las representaciones de *Extraterrestre* o la serie *Archivos X*. Por otra parte, millones de personas disfrutaron la adorable aventura de *E.T.*, de Steven Spielberg, y se han maravillado con el fabuloso misterio de *Encuentros Cercanos del Tercer Tipo*. Toda una generación se ha deleitado con la exuberancia infantil, de *La Guerra de las Galaxias*. Deseamos creer con todo nuestro corazón, mente e imaginación, que existen otras civilizaciones. Desde los antiguos que clasificaron las estrellas, hasta H.G. Wells y Flash Gordon, a *Apolo 13* y *Armagedón*, los seres humanos siempre nos hemos maravillado con los cielos. Deseamos explorar lugares a los que nunca hemos llegado: "la frontera final" como la llamaba el Capitán Kirk del programa favorito de mi niñez, *Star Trek*.

Es sorprendente, entonces, que la mayoría de nosotros sea tan ignorante con respecto a los datos más básicos sobre el firmamento. Mucha gente cree que una enana blanca es una de las mejores amigas de Blanca Nieves; que las novas saben muy bien con *bagels* y queso crema y que los agujeros negros tienen que ver con Calcuta. Pero esta confusión no quiere decir que a la gente no le importe,

quiere decir, simple y llanamente, que el sistema educativo ha logrado convertir algo fascinante e importante en algo tedioso.

La buena noticia es que nunca es tarde para llenar los agujeros negros de nuestra educación. *“Qué Sé Yo del Universo”* se propone examinar un tema alrededor del cual existe mucha ignorancia y conocimientos errados pero, a la vez, una extraordinaria fascinación pública. Busca llenar estos vacíos en la educación y responder a esa curiosidad básica de un ser humano que mira al cielo y piensa, ¿qué habrá allá arriba?

Una reacción típica de aquellos a quienes les cuento lo que estoy haciendo es: “¡Caramba! Qué tema tan amplio.”

Y no hay duda alguna. Escribir sobre este tema es una labor de proporciones cósmicas. Los números son sorprendentes. Sólo pensar en la inmensidad del universo produce dolor en el pelo. Habitamos un planeta pequeño que está en la órbita de una pequeña estrella en una galaxia de tamaño promedio. ¡Pero allá afuera hay como cien mil millones de galaxias y cada una de ellas contiene miles de millones de estrellas! ¿Cómo puede uno resumir algo que toca el infinito y condensarlo en un texto simple, accesible y entretenido?

Por otro lado, después de escribir un libro sobre la Biblia, escribir uno sobre el universo parecería una tarea simple. Durante buena parte de los últimos dos mil años las personas se han enfrentado en guerras por sus opiniones sobre la Biblia—libro de inspiración divina acerca de la fe, la tradición y la ley que ha causado un considerable derramamiento de sangre en el mundo occidental. Con

sus múltiples interpretaciones y millones de lectores apasionados, la Biblia ha sido fuente de gran controversia. En ese contexto, pensar en la inmensidad del universo resulta tranquilizante. Es cierto, hay muchos científicos que arguyen sobre algunos aspectos de astronomía con el mismo fervor que otros guardan para sus creencias religiosas. Pero, por otro lado, ningún científico ha sido asesinado en aras de las teorías del origen del universo. No todavía. (Aun cuando supongo que el caso de Giordano Bruno podría ser la excepción. Bruno, sacerdote italiano, fue condenado a muerte en el siglo XVII durante la Inquisición por sus teorías poco ortodoxas acerca del universo, entre otras herejías. Hablaremos más sobre él en la Parte I).

A diferencia de la Biblia, con sus numerosas interpretaciones, traducciones y versiones autorizadas, al hablar del espacio nos basamos en un caudal de datos—verdaderos datos científicos. Y éstos aumentan día a día. Vivimos en una época que es, en muchos aspectos, tan revolucionaria como la de hace unos cuatrocientos años cuando Galileo apuntó un telescopio rudimentario hacia la Luna y las estrellas y cambió el curso de la historia. Este fue uno de los períodos más significativos de la historia y hemos llevado el telescopio de Galileo a otras dimensiones y esto nos ha permitido ver más allá de lo que se llegaron a imaginar generaciones anteriores de observadores de estrellas.

Una de las razones por las cuales escogí este tema es el sorprendente ritmo de descubrimientos sobre astronomía de los últimos años. El telescopio espacial Hubble. Las sondas espaciales.

Los avances de la física, como la confirmación de la existencia de neutrinos *tau*, las partículas de materia más pequeñas conocidas hasta el momento. Todos estos avances han confirmado o alterado los conocimientos sobre el universo. En una conferencia en el Planetario Hayden en 1999, un conferencista afirmó que más de la mitad de lo que se ha escrito sobre astronomía había sido producido a partir del año 1990 — reflexión interesante sobre el aumento considerable en la cantidad de información disponible para los investigadores.

La mayor parte de esta información ha cambiado las ideas aceptadas que se habían venido enseñando durante siglos. En otras palabras, aun cuando hubiéramos tenido la suerte de aprender astronomía hace treinta o cuarenta años, los libros han sido reescritos. Un ejemplo evidente: A los alumnos se les enseña que existen nueve planetas, ¿cierto? Pues ha habido un recuento. La definición de planeta ha cambiado, e inclusive, algunos astrónomos han llegado a pensar que Plutón —el noveno planeta de nuestra niñez—no es ni siquiera un planeta. ¿Creció usted con la idea de que había tres formas de materia: sólida, líquida y gaseosa? Pues siento decirle que no ha oído hablar del *plasma*, una forma de gas cargada eléctricamente, considerada como la cuarta forma de materia, y de la cual están conformados el Sol y muchas otras estrellas. Para evitar cualquier tipo de confusión, le cuento que este plasma no tiene nada que ver con el plasma biológico —la parte líquida de la sangre.

¡Y usted pensaba que aprender la matemática nueva era difícil!

Pero existe otra razón más por la cual escribí este libro. El mundo debe empezar a ver los cielos con los ojos bien abiertos en los comienzos del nuevo milenio. (Entre otras cosas, el concepto de *fecha* es bastante arbitrario y se le debe a un monje que trataba de organizar un calendario hace unos seiscientos años y en dicha tarea confundió algunas fechas.) Desde el final de la década de los sesenta, cuando John F. Kennedy prometió poner un hombre en la Luna, no ha habido tanto interés por explorar el espacio como ahora. Hoy, la preocupación poderosa y eterna por descubrir los cielos ha sido reenergizada por las caminatas robóticas del *Soujourner* en Marte, las imágenes extraordinarias del Telescopio Hubble y los pasos iniciales emprendidos para la construcción de la Estación Espacial Internacional. Este laboratorio, del tamaño de una cancha de fútbol, está siendo construido y operado por un consorcio de dieciséis naciones y puede llegar a ser un verdadero paso hacia el futuro de la humanidad en la exploración del espacio. Nosotros y nuestros hijos seremos testigos de esta nueva fase de curiosidad humana y descubrimiento—algo así como a haber sido parte de la tripulación de uno de los barcos de Cristóbal Colón en 1492 o recibir los informes de Lewis y Clark cuando se dirigían hacia el Oeste entre 1804 y 1806 y constataban el tamaño y la belleza del Oeste de Estados Unidos adquirido por Thomas Jefferson en la Compra de Luisiana de 1803.

El espacio y el cosmos serán parte de nuestras vidas, y el debate sobre cómo explorarlo constituye un importante asunto de interés público que requiere información. Hemos llegado al punto en que la

estación espacial pasará de ser una idea de la imaginación de escritores de ciencia ficción, como Arthur C. Clarke, a ser una realidad que nuestros hijos verán realizada. A comienzos del año 2001, los Estados Unidos y Rusia estaban a punto de permitir a los turistas viajar a la Estación Espacial Internacional, algo que sólo era posible en los libros de ciencia ficción. Un acaudalado inversionista y exingeniero de la NASA, Dennis Tito, le pagó al gobierno ruso \$20 millones por permitirle viajar en la estación espacial. El astronauta Buzz Aldrin, segundo hombre en la Luna, ha conformado un grupo para fomentar los viajes al espacio en la siguiente década. Se llegó inclusive a sugerir que un programa de televisión del estilo de *Sobreviviente* podría realizarse en un centro de entrenamiento de astronautas y el ganador podría viajar al espacio. Los rusos, cortos de dinero, planearon negocios capitalistas y llegaron un paso más adelante en mayo de 2001. Según reportaron, Pizza Hut le pagó al gobierno ruso un millón de dólares por llevar una de sus pizzas a la Estación Espacial. Las imágenes de televisión capturaron una pizza flotando en el aire mientras un cosmonauta gesticulaba victoriosamente. ¡Sin salchicha, por favor! Hablando más seriamente, la nación y el mundo deberían preocuparse por las discusiones de la Iniciativa de Defensa Estratégica, un controvertido sistema antimisiles que afectaría nuestros bolsillos y nuestras relaciones internacionales. En otras palabras, pensar en el espacio no es algo reservado exclusivamente para escritores de ciencia ficción y para niños genios que juegan con cohetes en lugar de pelotas de béisbol.

Qué Sé Yo del Universo tiene como propósito proporcionar información básica que pueda guiar a aquéllos interesados en el firmamento a distinguir entre los mitos y las confusiones proporcionándoles una ruta accesible a “la frontera final.” Las enanas blancas, los agujeros negros y la materia oscura. Las novas y las nebulosas, los quásares y pulsares. Los asteroides, los cometas y los meteoros. Los sistemas solares y las galaxias. Las fases de la Luna. Estos son sólo algunos de los fascinantes misterios celestiales que cubrirá este libro mientras busca responder viejas preguntas e inspirar nuevas. Se propone “conectar los puntos” de lo que ya conocemos, proporcionar un enlace entre la Antigüedad y el siglo XXI y mostrar lo que hemos aprendido y lo que esperamos descubrir.

Al hablar sobre el espacio y sobre la inmensidad del universo trato de cubrir tópicos que van más allá de las preguntas sobre el movimiento del Sol, la Luna y las estrellas, típicas de “Introducción a la Ciencia.” Quiero plantear aquellas preguntas que hubiera querido hacer en el colegio pero que nunca me atreví. Mis profesores de ciencias de bata blanca nunca fueron fanáticos de la imaginación—ni del humor. En consecuencia, siguiendo el estilo de la serie *Qué Sé Yo*, este libro formula algunas preguntas que no aparecen normalmente en los libros de texto de ciencias, a saber:

- ¿Qué tiene que ver la astronomía con la astrología?
- ¿Fueron las pirámides construidas por extraterrestres?
- ¿Quién cavó los canales de Marte?
- ¿Es la “luna azul” realmente azul?

- ¿Fue Werner von Braun un criminal de guerra?
- ¿Existen otras civilizaciones?
- ¿Terminaremos con una explosión o con un suspiro?

Estas preguntas se formulan con el fin de estimular la imaginación y hacer que los lectores piensen de una manera más abierta, que examinen los conceptos vagos que tienen y que se detengan en preguntas en las que nunca han pensado. Se incluyen preguntas irreverentes que abren una puerta para formular respuestas serias. Estas preguntas llevan a *Qué Sé Yo del Universo* a campos más amplios como la historia, la mitología y, finalmente, la cosmología. En este camino espero aclarar cualquier duda sobre mitos e ideas erróneas que pueda tener el lector en relación con el universo. Si usted es de los que todavía creen que las Osas son constelaciones, pues tendré que modificar su teoría. Ahora, si cree que la Luna es de queso, me espera una buena labor.

La serie *Qué Sé Yo* tiene como objetivo mostrar que el aprendizaje debería ser mucho más interesante de lo que fue para muchos de nosotros. Según palabras del poeta William Butler Yeats “la educación no consiste en llenar un balde sino en encender una hoguera,” y sus palabras se han convertido en el lema no oficial de esta serie.

El proceso de aprendizaje da mejores resultados cuando dejamos de lado las viejas formas de enseñanza —asignaturas separadas, sin ninguna relación entre ellas—y empezamos a articular ideas y disciplinas. Por ejemplo, usted no puede entender la Guerra Civil de

Estados Unidos si se limita a conocer fechas y batallas sin analizar su relación con la geografía, la literatura, la economía o la religión. De igual manera, no se puede entender la Biblia sin tener conocimientos de arqueología, historia de las civilizaciones orientales, antropología o literatura. Y usted no podría entender o apreciar la astronomía o la física espacial sin saber sobre mitología, religión, historia antigua e historia de las ideas.

Una cosa es saber que el astrolabio era una herramienta medieval que se utilizaba para calcular la posición de las estrellas y otra descubrir que Geoffrey Chaucer, el autor de los *Cuentos de Canterbury*, escribió alguna vez una guía para construir un astrolabio. Es un hecho que tanto Galileo como Einstein introdujeron ideas que cambiaron nuestra percepción del universo y que cambiaron el curso de la historia. Otra cosa es conocer que estos dos pioneros tuvieron hijos de relaciones extramatrimoniales. La hija de Galileo fue enviada a un convento y desde allí se escribía con su padre. La suerte de la hija de Einstein no se conoce del todo. Esta información se proporciona no con el fin de difundir chismes, sino más bien para mostrar que eran seres humanos y que, como tales, sus logros son todavía más sorprendentes.

Ver cómo la gente común y corriente puede lograr cambios en la historia y entender las conexiones entre la vida diaria y los sucesos históricos, contribuye a que estos temas se vuelvan más atractivos e interesantes. Cuando vemos que Galileo era un hombre egoísta que, de vez en cuando, se apropiaba del mérito de otros—una especie de Al Gore del Renacimiento —esto no sólo lo hace más humano, sino

que explica algunas de las dificultades que tuvo para posicionarse entre los poderosos de la época. Ver una pintura real —con verrugas y todo— nos permite formarnos una visión más humana de estos gigantes históricos y hace que sea más emocionante aprender sobre ellos y sobre sus logros. No sólo espero cortarles cosas interesantes acerca de Galileo, sino también sobre muchos otros—algunos famosos y otros menos conocidos—como Copérnico, Kepler, Tycho Brahe (quien tenía nariz de metal), Newton y otros a lo largo de la historia de la astronomía.

El libro *Qué Sé Yo del Universo* está organizado en cinco áreas principales:

- El Gran Océano de Verdades. El libro comienza con un repaso histórico acerca de la fascinación del ser humano con el espacio, documentando así nuestro progreso en la comprensión del universo. Esta sección hará énfasis en un tema clave a lo largo de este libro: cómo ha entendido la gente de las diferentes épocas y culturas su lugar en el universo. Se centrará en muchos de los genios de la ciencia que han hecho descubrimientos extraordinarios acerca del espacio y del universo y cómo lo lograron, usualmente soportando burlas, desprecio y cosas aún peores por parte de autoridades y colegas.
- Al Otro Lado del Golfo Partiendo del Sol, esta sección ofrece un viaje por nuestro sistema solar, incluyendo el Sol y cada uno de los planetas con sus lunas y otros cuerpos de material celestial como asteroides, cometas y meteoros que zumban en

el sistema solar.

- *Donde Ningún Hombre ha Incursionado Antes* Tras examinar los vecinos de la Tierra, esta sección se centra en otros lugares del espacio: pasando por nuestra galaxia, la Vía Láctea, y moviéndonos hacia la inmensidad del cosmos, dándole particular atención a otras estrellas y galaxias y a todo su esplendor y gloria.
- *El Audaz Asalto* Presenta un repaso breve sobre la extraordinaria carrera hacia el espacio durante el siglo XX y analiza la posibilidad de vida en otro lugar del universo.
- *Los Secretos del Viejo*, La última sección de este libro examina preguntas más amplias relacionadas con la estructura y naturaleza del universo y, finalmente, con el destino del universo a largo plazo.

Esparcidas a lo largo del libro se presentan los elementos usuales de la serie *Qué Sé Yo*: líneas cronológicas que enfatizan los hitos notables—y los menos famosos —en nuestra comprensión del espacio; y “Voces,” un amplio conjunto de frases célebres de personajes históricos que reflejan el cambio en la forma de ver el universo y el lugar que en él ocupamos. Como en otros libros de esta serie, éste tiene una extensa bibliografía comentada para los interesados en leer más sobre el tema.

Al igual que con los otros libros de la serie *Qué Sé Yo*, éste es un libro de preguntas. No pretende ser la última palabra sobre este tema, sino “la primera.” Espero que satisfaga la curiosidad de

quienes lo leen, que responda preguntas y que conduzca al lector a formularse nuevas. Aunque nos proponemos presentar un libro práctico y sencillo, hay muchos temas que pueden estar literalmente más allá de nuestro alcance. Formula muchas preguntas que no tienen respuestas fáciles, o que todavía no tienen respuesta alguna.

Concluye con la difícil intersección sobre ciencia y fe, conocimiento y creencia. Durante muchos siglos estas dos “religiones” opuestas han luchado entre ellas por la supremacía. Pero a medida que entramos a este nuevo milenio, muchas personas buscan la forma de armonizarlas.

Qué Sé Yo del Universo quiere ser una guía accesible a través de los misterios del universo y tal vez pueda ayudar a los padres de familia a guiar a sus hijos en las tareas escolares. Pero más allá de la aplicación práctica, este libro nos permitirá a todos compartir ese gran misterio del firmamento. Al terminar de leerlo confío en que pueda dirigir sus ojos hacia arriba con comprensión y apreciación—en lugar de tener una mirada perdida—y ver que, de acuerdo con las palabras de Walt Whitman, “cada pulgada del espacio es un milagro.”

Advertencia: usted posiblemente ha leído y oído esto antes, pero es un asunto serio. Nunca mire el sol directamente con los ojos o con un instrumento óptico.

Todos los años muchas personas sufren daños oculares tras observar eclipses.

La manera correcta para observar el sol es proyectando su imagen sobre un papel blanco mediante el uso de binoculares o un telescopio pequeño.

Es necesario usar filtros de luz para mirar el sol sin correr ningún riesgo.

Parte I

El gran océano de verdades

¿Quién es ese que oscurece el consejo con palabras sin sabiduría? ...¿Dónde estabas cuando yo fundaba la Tierra? Házme saber, si tienes inteligencia. ¿Quién ordenó sus medidas, si lo sabes? ¿O quién extendió sobre ella cordel? ¿Sobre qué están fundadas sus basas? ¿O quién puso su piedra angular, cuando las estrellas todas del alba alababan y se regocijaban todos los hijos de Dios?

Libro de Job 38:2-7

Para mí cada hora de lo claridad y de oscuridad es un milagro. Cada pulgada cúbica del espacio es un milagro.

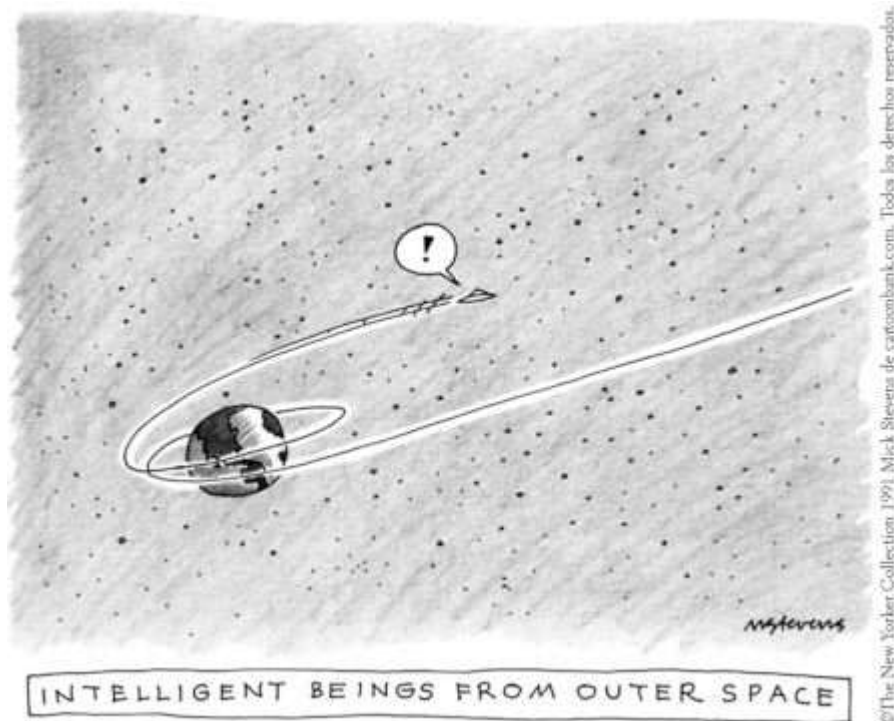
Walt Whitman Milagros



- ¿Qué sabíamos del universo y cuándo lo supimos?
- ¿Qué quiere decir astronomía y quién la inventó?

- ¿Quién fue el primer astrónomo?
- ¿Comenzó Aristóteles el furor por los cristales?
- ¿Alguien se atrevió a refutar a Aristóteles?
- ¿Por qué eran tan inteligentes los griegos?
- ¿Las pirámides fueron construidas por extraterrestres?
- ¿En la antigüedad el ciclo nocturno era igual al de ahora?
- ¿Es el Gran Cucharón una constelación?
- ¿Qué tiene que ver la cosmología con un estuche de cosméticos?
- ¿Qué relación existe entre un montón de rocas viejas y el universo?
- ¿Qué tiene que ver la astrología con la astronomía?
- ¿Por qué le dio San Agustín tan mala fama a la astrología?
- ¿Se equivocaron los astrólogos de Hitler?
- ¿Fue la bíblica "Estrella de Belén" un fenómeno astronómico reconocible como el Cometa Halley?
- ¿Quién era Ptolomeo y qué tuvo que ver con "los mil puntos de luz"?
- ¿Por qué Martín Lutero calificó a Copérnico de "tonto"?
- ¿Cómo cambió la astronomía un hombre fiestero del siglo XVI que perdió su nariz en un duelo?
- ¿Quién descubrió cómo se mueven los planetas?
- ¿Quién le perforó la lengua a Giordano Bruno?
- ¿Por qué consideramos a Galileo el "Al Gore" del Renacimiento, o quién inventó *realmente* el telescopio?
- ¿Por qué arrestó el Vaticano a Galileo?

- ¿Cayó realmente la manzana de Newton?



Seres inteligentes del Espacio Exterior

Se acuerdan del Y2K? Parecía de gran importancia en ese entonces mientras esperábamos que ocurriera un verdadero Armagedón en el mundo de los computadores personales. Luego vino la elección del año 2000, aquella contienda en la que todos nos preguntábamos "¿Cómo es posible que podamos poner un hombre en la Luna y no seamos capaces de contar votos?" Quizás, con el pasar de los años, la apretada carrera por la presidencia del año 2000 se destacará una y otra vez en los anales de la historia. O tal vez podría convertirse en una nota al pie de página que servirá para hacer una pregunta sobre trivialidades presidenciales en una futura edición de

JEOPARDY.

Entonces, ¿qué fue realmente importante durante el año 2000? Es posible que hubiera nacido un niño que pudiese cambiar el mundo en la forma tan profunda como en algún momento lo hicieron Cableo, Newton o inclusive Hitler. O, en algún laboratorio, un investigador anónimo pudo haber comenzado a desentrañar los secretos de la enfermedad de Alzheimer o del resfriado común.

Pensando en estos términos, remontémonos al año 1879, un año de poca transcendencia en términos generales. Los periódicos europeos posiblemente se inundaron con información acerca de las manipulaciones políticas del canciller alemán Bismark. Tal vez fueron noticia los extraños experimentos de un investigador ruso llamado Pavlov con un perro y una campana. Y, ciertamente, los experimentos de un jovencito llamado Edison con alambres y filamentos eléctricos pudo haber atraído a aquellos inversionistas con visión de futuro. Pero es muy poco probable que alguien, aparte de su familia, se haya percatado del nacimiento de un niño llamado Albert, el día 14 de marzo de 1879 en Ulm, Alemania. No resulta difícil argüir que el nacimiento de Einstein fue uno de los acontecimientos más importantes que tuvo lugar durante ese año. En fin, así es cómo reportaron los medios los grandes momentos históricos.

¿Qué se dirá acerca de noviembre del año 2000? ¿Cuál será el suceso inolvidable que las generaciones futuras recordarán y dirán "Fue aquí dónde todo comenzó"?

¿Será por las primeras operaciones de la Estación Espacial

Internacional, el laboratorio orbital inaugurado mientras George W. Bush y Al Gore se debatían en la contienda electoral? Quizás, para las generaciones futuras que habiten y trabajen en colonias en algún lugar lejano del universo, este suceso será equivalente al día del Descubrimiento de América, día de fiesta que marca el comienzo de una nueva era en la historia de la humanidad.

Si así fuera los futuros historiadores recordarán los primeros años del siglo veinte uno y ridiculizarán el primitivo equipo utilizado por nuestros astronautas de la Estación Espacial Internacional. Seguramente se sorprenderán de la forma como estos “pioneros” lograron hacer algo con tan sencillos recursos, cosa que sucede cuando rememoramos los acontecimientos notables del pasado.

Esta sección introductoria echa un vistazo sobre “la historia” del espacio o, más exactamente, hace un recuento del progreso de los seres humanos en su comprensión del universo y del lugar que en él ocupamos. Muestra cómo, a través de los siglos, la gente utilizó la razón y la observación y, ocasionalmente, se inventó algunas cosas para poder descifrar el funcionamiento del universo. Describe cómo, el pensar acerca del espacio y del universo, se pasó de la superstición al mito y a la religión hasta culminar finalmente en la ciencia. Narra cómo la gente de los primeros albores de nuestra civilización, al observar las innumerables estrellas, empezó a ordenar los cielos, y describe cómo, en un breve segundo cósmico, pasamos de ver los cielos como pinturas celestiales de osos, cangrejos y arqueros, a comprender las leyes básicas que gobiernan el universo.

Es una historia sorprendente de realización e imaginación humanas. Gran parte de esta historia se refiere a individuos que se atrevieron a cuestionar las verdades aceptadas—aún en épocas en que era peligroso dudar. Es también una historia de superstición y fe—distintas maneras de describir aquello que la ciencia no puede contestar con certeza. Con frecuencia damos por sentado lo que conocemos. Pero ha sido el trabajo de muchos genios, a veces trabajando solos, a veces en grupo, lo que nos ha traído al punto en que nos encontramos al comenzar el Tercer Milenio. Y, a lo largo de este repaso histórico, el énfasis estará en la “faceta humana” de la astronomía, especialmente en describir el perfil de algunos de los gigantes de la ciencia que ayudaron a transformar la manera como vemos el mundo.

Sin embargo, también analizaremos algunas de las ideas erróneas y de los disparates científicos, como los del mismo Aristóteles—gran filósofo pero mediocre astrónomo. Sus ideas moldearon el mundo durante los siguientes siglos. Lo mismo sucedió con las de Ptolomeo, sabio griego del siglo I, cuyas ideas correctas acerca de la Tierra y el universo fueron neutralizadas por sus pensamientos errados acerca del tamaño de la Tierra y su posición en el centro del universo—lo que tuvo consecuencias funestas para la humanidad. Este recuento nos lleva a los grandes pensadores del Renacimiento y la Ilustración, como Copérnico, Kepler, Galileo y finalmente Newton—personajes cuyas ideas y teorías, no solamente alteraron la comprensión científica del momento, sino que a su vez cambiaron el curso de de la historia de una forma que pocos políticos o generales

han logrado.

Voces del Universo:

Aristóteles, filósofo griego (384-322 a.C.)

Las estrellas que están sobre nosotros cambian constantemente, y las que observamos son muy distintas si uno se mueve hacia el norte o hacia el sur. Hay unas estrellas que se ven en Egipto y en la zona de Chipre que no vemos en las regiones nórdicas; y hay estrellas que en el norte nunca están más allá del rango de observación... Lo cual nos lleva a concluir, no sólo que la Tierra es circular, sino que es una esfera cuyo, tamaño no es tan grandioso: un leve cambio de lugar no sería aparente tan rápidamente.

¿Qué sabíamos del universo y cuándo lo supimos?

Cuando pensamos en la edad del universo —cifra que está entre los 13 y 20 mil millones de años—los intentos humanos por estudiar el universo y por averiguar su edad y tamaño están apenas comenzando. La astronomía como ciencia verdadera comenzó hace unos 2,500 años- período que dura menos que un pestañazo cuando se compara con la vida del universo. Y, si tenemos en cuenta que los telescopios se inventaron sólo hace unos 500 años, entonces la astronomía es apenas un bebé. Por otra parte, si los primeros viajes espaciales se hicieron hace unos cincuenta años, pues estamos apenas saliendo de los pañales en cuanto a nuestro conocimiento sobre el universo.

Sin embargo, mucho tiempo antes de que las personas trataran de descifrar el firmamento utilizando las matemáticas y algunas herramientas rudimentarias, los seres humanos ya habían estudiado los cielos tratando de darle una explicación a los misterios de la vida y del universo. Por ejemplo, hace miles de años, según relata una antigua leyenda japonesa, la diosa del Sol Amaterasu Omikami, la gentil fuente de toda la vida, reinaba sobre la Planicie del Cielo. El Dios de las Tormentas era Susano, un espíritu cuyo nombre significaba *macho veloz e impetuoso*. Susano deseaba a Amaterasu y la cortejaba en una forma ruda y violenta. Destruyó el límite de sus sembrados de arroz y profanó su templo con excrementos. Le dio muerte a un caballo, le quitó la piel y tiró su cuerpo en el recinto en el que las doncellas tejían vestiduras para los dioses. En términos del gurú John Gray, especialista contemporáneo en las relaciones personales, esto representa una clásica confrontación del tipo "Los hombres son de Marte y la mujeres son de Venus."

Indignada por los estragos causados por Susano, la diosa del Sol se retiró a su cueva de los cielos. Su recogimiento trajo oscuridad, muerte y caos al mundo. Los demonios esparcieron el mal y la perdición. Los ocho millones de espíritus creían que, sin su luz dorada, el universo se derrumbaría.

Para que Amaterasu saliera de la cueva, un viejo y sabio dios pidió a otra diosa más joven que danzara. Mientras bailaba, y para el deleite de todos los espíritus congregados, esta joven diosa comenzó a quitarse el kimono. Primero mostró sus senos y luego su vientre.

Finalmente, el kimono se abrió y cayó al suelo. Al oír risas y gritos de alegría, la diosa quiso enterarse de lo que estaba sucediendo. Apenas se asomó, los espíritus cerraron la cueva. El sol y el orden retornaron al mundo.

El celestial desnudamiento, parte de la antigua mitología japonesa, sirve para explicar el cambio de las estaciones. Al igual que en el mito griego de Perséfone, en el cual la joven diosa de la fertilidad era llevada al infierno cada invierno y sólo le era permitido volver junto a su madre en la primavera, la retirada de Amaterasu trajo consigo el invierno y, su salida, la primavera. Claro está que la historia de Amaterasu es mucho más llamativa que las explicaciones de los profesores de séptimo grado acerca de la inclinación del eje de la Tierra como causa de las estaciones.

Tanto el antiguo mito griego de Perséfone como la leyenda japonesa de la diosa del Sol, de quien según la tradición desciende el emperador de Japón, son ejemplos de los esfuerzos de los antiguos por explicar el orden del universo y su misteriosa relación con la vida humana. En la antigua Grecia, se creía que la Vía Láctea era, literalmente, la leche de Hera, esposa de Zeus, rey de los dioses. Para lograr la inmortalidad, el héroe griego Hércules, hijo de Zeus y de una mortal, tuvo que beber leche de la diosa Hera. El dios mensajero Hermes puso el bebé en el seno de Hera mientras ésta dormía. Cuando Hera abrió sus ojos y vio a Hércules—mitad dios, mitad hombre—lo echó a un lado. Pero ya era tarde. La leche que empezó a fluir de su seno dejó en el cielo un rastro—la Vía Láctea. Con el tiempo, los griegos empezaron a pensar que las luces de la

Vía Láctea eran las almas de los muertos, concepto que pudo provenir del antiguo Egipto, de donde los griegos sacaron muchas de sus ideas. La mayoría de los mitos antiguos acerca de los cielos y de los dioses pretendían colocar el universo en un contexto humano y varias de las legendarias explicaciones estaban estrechamente relacionadas con la vida y la muerte, al igual que con los ritos de fertilidad y la sexualidad humana. Pero todos esos mitos no lograban explicar el universo.

Las explicaciones simplistas sobre la salida del Sol o sobre el recorrido de la Luna en el cielo nocturno, o sobre el cambio de las estaciones o el fenómeno de la lluvia y las inundaciones del Nilo se encuentran en todos los grupos humanos. Rudyard Kipling las denominó *Cuentos de Así Es* —de gran utilidad para explicar las manchas de los leopardos, o por qué parecen estáticas las estrellas en el cielo del norte o por qué amanece y anochece. Pero a medida que la gente siguió mirando, aprendiendo y pensando, la curiosidad humana nos llevó de crear ese tipo de historias a tratar de explicar el universo y hacer los primeros esfuerzos por conocerlo. Con el paso de los siglos y con los progresos de la civilización, la superstición y la fe fueron reemplazadas por la razón y la observación; la lógica y el pensamiento racional se usaron para tratar de ordenar el cosmos. Es por esto que la astronomía es considerada la Primera Ciencia.

¿Qué quiere decir astronomía y quién la inventó?

La palabra *Astronomía* se deriva de las palabras griegas *astron*,

estrella, y *nomos*, ley, y fue utilizada por primera vez por los filósofos y matemáticos griegos hace unos dos mil quinientos años durante la extraordinaria época de desarrollo cultural, científico y político conocido como la Época Dorada de los Griegos o el "Milagro Griego." En palabras sencillas, la astronomía busca explicar las leyes de la materia en el espacio, no sólo las de las estrellas sino también las de los demás fenómenos y cuerpos celestiales. Pero, a diferencia de los relatos míticos que trataban de ordenar los cielos, la astronomía es una ciencia. Y la ciencia busca observar sucesos, explicarlos en forma razonada por medio de "teorías" y posteriormente probar y volver a probar de nuevo esas observaciones y explicaciones.

Aun cuando en nuestras mentes modernas consideramos los mitos de los antiguos como algo simpático y fascinante, la verdad es que esas sociedades primitivas hicieron descubrimientos increíbles sobre el universo. Ellos emprendieron el largo camino que nos llevaron de la superstición, al uso del telescopio, los cohetes, las estaciones espaciales en órbita alrededor de la Tierra y a las lunas construidas por el hombre para proveer servicios de telefonía.

Lo que hoy en día llamamos "pensamiento científico" se originó en Grecia, en donde un extraordinario grupo de pensadores empezó a ver el universo de una manera diferente. Aun cuando las historias antiguas del rey Apolo halando su carro de fuego habían sido populares durante muchos siglos, fueron estos griegos quienes empezaron a explicar el funcionamiento del universo en términos de leyes físicas inalterables.

Una de las primeras revoluciones de pensamiento científico ocurrió

en el año 550 a.C. en Mileto, ciudad-estado de la costa de Turquía en donde un grupo de “filósofos jónicos” fueron de los primeros en creer que se podía explicar el universo usando lógica en lugar de religión y mitología. Llevados por lo que en ese momento era una peculiar visión del mundo, esos filósofos matemáticos empezaron a buscar la causa principal de los fenómenos naturales. Lo que podría parecer como una idea simple para las mentes modernas fue extraordinario en ese entonces—querían mostrar que las fuerzas personales de los dioses no tenían nada que ver con los fenómenos naturales: desde la salida del Sol hasta la desaparición de la Luna en el horizonte, los eclipses o la acumulación de sedimentos en el río Nilo.

Uno de estos primeros pensadores griegos fue Tales de Mileto. Nacido en 625 a.C., Tales fue una especie de combinación griega entre Tomás Edison y Bill Gates. Empresario exitoso y poseedor de una mente matemática, Tales supuestamente llegó a controlar todas las prensas de aceite de oliva de la región, las arrendó con ganancias considerables y convirtió este monopolio en un negocio lucrativo. Pero, de acuerdo con Aristóteles, quien vivió unos doscientos años después de Tales, al Rey del Aceite de Oliva de Mileto no le importaba la riqueza. En su libro *La Política*, Aristóteles recuerda que “sabía desde el invierno anterior que habría una gran cosecha de olivas el año siguiente... Cuando era el momento de recogerla y eran necesarias muchas prensas de aceite de oliva, las arrendaba al precio que quería y ganaba mucho dinero. Así mostró al mundo que los filósofos pueden ser ricos, si así lo desean, pero

que su ambición es de otra naturaleza.”

En una decisión equivalente a que hoy en día Bill Gates decidiera dejar Microsoft para reflexionar sobre el universo, Tales se apartó de su negocio y volcó su atención sobre la ciencia práctica y se le conoce como el fundador de la escuela jónica de filosofía natural. (En el año 2000, la empresa aeroespacial estadounidense Thompson-CSF cambió su nombre a *Tales* convirtiéndose en la única corporación de alta tecnología en tener el nombre de un vendedor de aceite de oliva.

Una razón por la cual los griegos empezaron a hacer todas estas cosas maravillosas fue porque comenzaron a viajar—dejaron las labores de pastoreo y agricultura, para convertirse en comerciantes que viajaban por el Mediterráneo, lo que los ponía en contacto con civilizaciones e ideas que existían desde hacía miles de años. Habiendo ido a Egipto, Tales probablemente aprendió el oficio de topógrafo de los egipcios, quienes habían desarrollado esta rama de las matemáticas para determinar quién poseía cuáles territorios después de las inundaciones del Nilo y poder saber quién debía qué al faraón después de cada cosecha. A partir de esto, Tales comenzó a establecer algunas de las leyes básicas de la geometría, luego codificadas por Euclides. La leyenda dice que calculó la altura de las pirámides comparando su sombra con el tamaño de un palo. Sus viajes lo llevaron también a Mesopotamia donde estudió el firmamento, y se dice que predijo un eclipse solar, tarea que impresionó tanto a los habitantes de Mileto que resolvieron no declararle la guerra a un pueblo vecino. Nadie sabe si esta historia

es verdadera, pero aún así ha durado 2500 años. Tales de Mileto buscó un principio unificador, o *esencia*, que subyaciera todos los fenómenos naturales e identificó el agua como tal. Tales creía que toda la materia provenía del agua y que inclusive la Tierra se había formado de agua, sustancia de la cual estaban formadas también las estrellas. Imaginó que la Tierra era un disco plano que flotaba en un océano cósmico rodeado de agua. La idea de la existencia de un solo material como elemento básico de la naturaleza fue posiblemente el primer intento racional o “científico” de explicar el mundo sin recurrir a lo sobrenatural. Tales estaba básicamente buscando la versión de una “teoría unificada” para todo el universo —explicación que hoy los físicos buscan con tanto interés.

¿Quién fue el primer astrónomo?

Los griegos demostraron ser buenos en otro campo —el de la transmisión de información en academias y colegios. Uno de los pupilos o seguidores de Tales fue Anaximandro (c. 610-545 a.C.) quien introdujo un reloj de sol primitivo y se cree que fue el primero en escribir un libro científico, hoy desaparecido. Formuló la teoría de la evolución de la vida que establecía que la vida se había originado en el mar a partir del “elemento húmedo” que se había evaporado con el calor del Sol. Para Anaximandro el hecho de que hubiera conchas y fósiles marinos en tierra firme significaba que anteriormente el mar había cubierto la mayor parte de la Tierra, y creía que los seres humanos se habían originado en el océano y en alguna época habían sido parecidos a los peces. Pero también se

sentía atraído por el firmamento y algunos lo consideran el primer astrónomo. Anaximandro creía que la Tierra era como un cilindro— como una moderna lata de refresco— que flotaba en el espacio, sin movimiento alguno y en el centro del universo. Pensaba que los seres humanos vivían en un extremo del cilindro. En su concepto del universo, las estrellas eran unos chorros candentes y el Sol, una rueda de carro llena de fuego que era la más alta en el firmamento. Quiso explicar los cuerpos celestes aduciendo que se trataba de mundos en constante formación creados por el Infinito para parecer y ser reabsorbidos nuevamente por el Infinito. Esto constituye una muy buena intuición, puesto que los astrofísicos modernos han demostrado que las estrellas realmente se reciclan (tema que será tratado en la Parte III). Aun cuando muchas de sus ideas eran erróneas, se basaban en la observación y en argumentos racionales, y no en la superstición tradicional.

Le siguió Anaxímedes (585-526 a.C.), también nacido en Mileto, y quien reconoció que el arco iris era un fenómeno natural y no un suceso místico. Creía que la forma más básica de la materia era un inmenso océano de aire o vapor y pensaba que éste sostenía el disco plano de la Tierra. Para él, el Sol, la Luna y las estrellas eran grandes masas de fuego y todas se veían cual discos que se movían en ciclos y estaban unidas a una esfera de cristal rotatoria. Sin duda, estos primeros pensadores estaban equivocados en algunas de sus nociones pero, por otro lado, empezaron a cambiar el énfasis en la mitología y en la intervención de los dioses en favor de explicaciones del universo basada en leyes.

Este cambio también tuvo lugar en otras partes del Mediterráneo, en una colonia griega de lo que es hoy el sur de Italia, fundada por el matemático y místico Pitágoras. Sí, sin duda este nombre le traerá recuerdos poco gratos pues posiblemente le hicieron memorizar el Teorema de Pitágoras que dice que la suma de los cuadrados de los catetos de un triángulo recto es igual al cuadrado de la hipotenusa, o “A al cuadrado más B al cuadrado es igual a C al cuadrado.”

Esto es lo que la mayoría de las personas recuerdan de las clases de matemáticas de la escuela. Pitágoras pensaba que el mundo y la naturaleza en general podían ser explicados a partir de números, y las relaciones geométricas y numéricas adquirirían significado simbólico como parte de la erudición secreta de Pitágoras. A Pitágoras le debemos la expresión *cosmos* para definir un universo ordenado y armonioso—lo opuesto al concepto griego *caos*. Aunque partían de las matemáticas, los seguidores de Pitágoras combinaron la razón con el misticismo. La noción “mística” más importante era que la esfera—y el círculo—era la figura perfecta, porque cada punto de su superficie era equidistante del centro. Esta idea tuvo influencia en la noción de que los planetas y otros cuerpos celestiales se movían formando círculos “perfectos” alrededor de la Tierra —que Pitágoras también pensaba que era una esfera. El reconocimiento por parte de este místico matemático de que la Tierra era una esfera —unos dos mil años antes de Colón y Magallanes—se hubiera perdido si Aristóteles no lo hubiera usado más tarde.

¿Comenzó Aristóteles el furor por los cristales?

Alrededor del año 340 a.C., el gran filósofo Aristóteles retomó las ideas de Pitágoras. Escribió argumentos convincentes sobre la redondez de la Tierra en su libro, *De Caelo* ("De los cielos"). Primero, notó que los eclipses de Luna eran causados por la sombra de la Tierra cuando ésta estaba entre el Sol y la Luna. La sombra de la Tierra siempre era redonda, pensó Aristóteles. En segundo lugar, Aristóteles y los griegos sabían que la Estrella del Norte se veía más abajo en el cielo en el hemisferio Sur que en el Norte. Esto podía explicarse únicamente si la Tierra no era plana. Finalmente, pensó que la Tierra debería ser redonda porque las velas de un barco siempre se veían antes que el casco al acercarse a la costa. Si la Tierra fuera plana, la totalidad del barco se vería al mismo tiempo. En fin, que si no se lo habían dicho, Colón y Magallanes no fueron los primeros en plantear que la Tierra es redonda.

Eso fue lo que Aristóteles entendió bien. Algunos de sus errores fueron más importantes. Creía que la Tierra estaba inmóvil y que el Sol, la Luna y los planetas se movían en órbitas circulares perfectas alrededor de la Tierra. Esto tenía poco que ver con sus observaciones acerca de la redondez de la Tierra, sino más bien con la creencia mística de que los círculos eran la forma más perfecta, una idea que Aristóteles tomó de su mentor, Platón. En su libro *De Caelo*, Aristóteles escribió que la Tierra estaba localizada en el centro de una gran esfera celestial conformada por cincuenta y seis esferas más pequeñas. Cada una de estas esferas movía un cuerpo

celestial en círculos perfectos alrededor de la Tierra. La esfera más cercana a la Tierra era la de la Luna.

El concepto griego de universo planteado por Aristóteles afirmaba que algo invisible tenía que sostener a las estrellas y los planetas. Como la única sustancia transparente y fuerte que se conocía era el cristal, se pensó que el Sol, la Luna, las estrellas y los planetas estaban sostenidos por esferas de cristal y que éstas los mantenían en su sitio. Aristóteles llamó a esta sustancia cristalina *quintaesencia*, o el quinto elemento, junto con la tierra, el aire, el fuego y el agua. La tradición griega sostenía que el firmamento era muy diferente a la Tierra. En la Tierra todo estaba en estado de transformación constante. Los cielos eran eternos e incorruptos y en ellos nada cambiaba —con excepción de los cometas. Como los cometas aparecían en el cielo, duraban en él unos pocos días y luego desaparecían, esto constituía un cambio. Los cometas, decía Aristóteles deben ser terrenales en lugar de celestiales y deben ser como un tipo de fuego espontáneo en la atmósfera superior, causado por “exhalaciones” de la Tierra, (en realidad los cometas son esencialmente sucias “bolas de nieve”—aglomeraciones de polvo congelado que vagan en el espacio, desprendiendo polvo y gas, que se queman dejando detrás las impresionantes colas que vemos desde la Tierra (hablaremos de ellas en la Parte III). Todos estos movimientos eran, según Aristóteles, producidos por el Primer Motor que actuaba fuera de la bóveda estrellada y que, más tarde, en la era cristiana, fue identificado con Dios.

Aunque cuando Aristóteles murió en 332 a.C. a la edad de sesenta y

dos años, su estudiante, Alejandro Magno, llevó las ideas de Aristóteles a todos los lugares a donde condujo sus tropas. El conocimiento, las ideas, la cultura y el lenguaje griegos se esparcieron por todo Egipto y Palestina a través de Asia Menor hasta los territorios que hoy ocupan Afganistán y Pakistán, casi hasta la India. Y, a pesar de que Alejandro murió menos de un año después de Aristóteles, los conceptos del viejo filósofo, sembrados con la insignia de Alejandro Magno, dominarían en el mundo civilizado durante los siguientes siglos.

¿Alguien se atrevió a refutar a Aristóteles?

El pensamiento de Aristóteles dominó la filosofía y la ciencia durante casi 1,900 años, y sus ideas acerca de la física no fueron debatidas hasta la Edad Media, cuando los sabios empezaron a cuestionar y a retinar sus conceptos. El impacto de este filósofo era tan poderoso que inclusive influenció a la iglesia cristiana primitiva. Sin embargo, aunque las ideas de Aristóteles se convertían en un verdadero "evangelio," hubo al menos otra voz con ideas divergentes. Aristarco de Samos (310-230 a.C.) fue la primera persona que sugirió que la Tierra podría darle vueltas a un Sol estacionario. No se conoce mucho más acerca de Aristarco y, naturalmente, sus ideas fueron rechazadas. La idea de que la Tierra se moviera parecía imposible, y la gente, que no tenía conocimiento alguno sobre el concepto de gravedad —la fuerza que mantiene nuestros pies en el suelo— pensaba que si Aristarco tuviera razón, ¿qué hacía entonces que los objetos no salieran volando al espacio?

Voces del Universo:

Arquímedes, científico griego (aprox. 287-212 a.C.)

Aristarco de Samos sacó un libro que contenía algunas hipótesis en las que las premisas llevaban a la conclusión de que el universo era mucho más extenso de lo que se pensaba.

Sus hipótesis sugieren que las estrellas y el Sol permanecen estacionarios; la Tierra le da vueltas al Sol en la circunferencia de un círculo, y el Sol está situado en el centro de la órbita.

Aún cuando su contribución está más relacionada con la Tierra, es importante resaltar los esfuerzos de otro griego (o libio que vivía en Egipto) puesto que demuestran cómo los eruditos griegos aplicaban la geometría y el razonamiento para entender el mundo. Eratóstenes, el bibliotecario de la famosa biblioteca de Alejandría, ideó medir la Tierra utilizando una vara y sus conocimientos de geometría. Sabiendo que durante el solsticio de verano el Sol estaba localizado exactamente encima de Syrene (actual Aswan, Egipto) y no daba sombra, Eratóstenes midió la sombra que el Sol proyectaba —en el mismo día —en Alejandría. Comparó las distancias entre las dos ciudades y usó la longitud de la sombra para determinar que la distancia de Syrene a Alejandría debería ser 0.02 de la circunferencia de la Tierra. Utilizando medidas antiguas que han sido ajustadas a estándares modernos, Eratóstenes logró calcular la circunferencia de la Tierra con un sorprendente grado de precisión. Este resultado, que traducido a medidas actuales es de 24,608

millas (39,690 kilómetros), es sorprendentemente cercano al valor real de 24,901.55 millas (40,075.16 kilómetros). Habiendo calculado la circunferencia de la Tierra, Eratóstenes calculó el diámetro de la Tierra como de 7,850 millas (12,631 kilómetros), valor igualmente cercano al aceptado hoy en día: 7,926.41 millas o 12,756.32 kilómetros.

Finalmente, en el panteón de los observadores del firmamento tenemos a Hiparco (aprox. 146-127 a.C.), quien nació en Nicea, en la parte norte de Turquía. Se conoce muy poco sobre su vida, pero es considerado el padre de la astronomía sistemática y fue tal vez el astrónomo más importante de la Antigüedad. Dependiendo de sus resultados académicos en la escuela secundaria, quizás usted quiera maldecirlo por haber inventado la trigonometría. En su tiempo libre inventó el astrolabio, instrumento que sirve para medir la posición de los objetos en el cielo, que se convirtió en el principal instrumento de los astrónomos hasta el desarrollo del telescopio unos 1,600 años después. Combinó la amplia información sobre astronomía que obtuvo de Babilonia, en esa época una nación conquistada que era gobernada por los sucesores de Alejandro Magno, y la combinó con sus datos para obtener la más amplia tabla de gráficas de estrellas conocida. Contenía 850 anotaciones y designaba coordenadas para cada estrella indicando su posición en el cielo. Hiparco dividió las estrellas de acuerdo con su brillo o magnitud, una pauta todavía utilizada en la actualidad.

Toda esta erudición griega —bueno, alguna provino de Libia y de la Turquía moderna—no salió de la nada. Los griegos fueron

extraordinarios científicos, políticos, navegantes, dramaturgos y escultores para mencionar algunas de las áreas en que brillaron. Pero tuvieron ayuda. Las travesías por el Mediterráneo les dieron acceso a las ideas y los logros de otras civilizaciones antiguas —en particular las de Mesopotamia y Egipto donde las pirámides existían mucho tiempo antes de que aparecieran los griegos.

¿Por qué eran tan inteligentes los griegos?

La mayoría de nosotros aprendió sobre el esplendor de la cultura griega en nuestros años de estudiantes. Nos contaron que fue la cuna de la civilización occidental hace unos 2,500 años. Toda esta ciencia griega que floreció durante el período comprendido entre 600 a.C. hasta el primer siglo después de Cristo—la cima de sus logros en matemáticas y ciencias —representa sólo una fracción de una era que se ha denominado el “Milagro Griego.” Hace muchos siglos, los griegos llegaron a la cima de realización en escultura, poesía y drama. Ellos inventaron la escritura de la historia y el teatro occidental. Pero lo que nunca le explicaron en el colegio fue cómo un pequeño grupo de pastores y de cultivadores de olivos llegaron a construir una de las más extraordinarias culturas de la historia de la humanidad.

Tenían menos riqueza y tierras que los egipcios y los babilonios. No eran un pueblo numeroso. Entonces, ¿qué fue lo que ocasionó esta revolución, particularmente en las ciencias? Algunos historiadores consideran que cualquier civilización si se permite su desarrollo, llegará a “descubrir” la ciencia más tarde o más temprano. Este es

el mismo argumento de algunos que sostienen que si se le entrega a un buen número de micos suficientes máquinas de escribir, algún día lograrán escribir la obra completa de William Shakespeare. Es posible, pero creo que no sería entretenido esperar a que eso suceda. Ciertamente, habiendo tenido condiciones más propicias, los babilonios y los egipcios no lograron lo que sí alcanzaron los griegos.

Una explicación posible es que la relativa riqueza y buenas condiciones de vida que tuvieron los egipcios los retrasó. No tenían interés en innovar. Como dice el refrán, "la necesidad es la madre de la invención." Cuando uno no tiene que trabajar para ganarse la vida y las cosas le llegan muy fácilmente, pues se vuelve perezoso. La vida en la rocosa y pequeña Grecia, en donde unas pequeñas ciudades desarticuladas trataban de sobrevivir era mucho más difícil. Como afirma Carl Sagan en su libro *Cosmos*, "algunos de los más brillantes pensadores de Jonia eran hijos de mercaderes, de navegantes y de tejedores. Estaban acostumbrados a trabajar, a manipular y a hurgar, a diferencia de los sacerdotes y los escribas de otros lugares, que no querían ensuciarse las manos. Estaban en contra de la superstición y hacían maravillas." Es la concepción de la necesidad como madre de todos los inventos aplicada a la historia y es válida en este caso.

Otro aspecto clave era el océano. Como tenían poca tierra y lluvia escasa, los griegos se volcaron hacia el Mediterráneo. A diferencia de Egipto, que estaba apegado al Nilo, o Babilonia, donde la vida estaba circunscrita por los ríos Tigris y Éufrates, los griegos

tuvieron que salirse de su entorno cercano para sobrevivir. Aunque el comercio era importante para estas dos civilizaciones, para los griegos era una forma de supervivencia económica que se convirtió en una forma de vida. El comercio no sólo era rentable, sino que significaba un intercambio de ideas y de conocimientos. Los griegos construyeron un imperio comercial en el Mediterráneo, y esto fue una de las claves de su éxito mercantil. Una vez que la supervivencia quedó garantizada, tuvieron tiempo para pensar. Los griegos se convirtieron en un poder militar marino por la misma razón por la que después se convirtieron Japón e Inglaterra en imperios —los tres eran islas pequeñas con recursos limitados y se vieron forzados a salir a comerciar. Esos contactos externos enriquecieron a los comerciantes y les proveyeron nuevas ideas. Claro está, Grecia no era perfecta. Las mujeres eran consideradas ciudadanas de segunda. Y Grecia posteriormente se volvió una cultura esclavista que según muchos historiadores fue la causa de su caída. Una vez que una cultura se vuelve dependiente de una clase esclava, el incentivo para la invención y el descubrimiento se pierde.

Voces del Universo:

El libro de Ezequiel (aprox. 593 a.C.)

Y miré, y he aquí que un viento tempestuoso venía del alquilon, una gran nube, con un fuego envolvente, y en derredor suyo un resplandor, y en medio del fuego una cosa que parecía como de ámbar. Y en medio de ella figura de

cuatro animales...Y cada uno caminaba derecho hacia adelante; hacia donde el espíritu era que anduviesen, andaban; cuando andaban no se volvían. Cuanto a la semejanza de los animales, su parecer era como de carbones de fuego encendidos como parecer de hachones encendidos; discurría entre los animales; y el fuego resplandecía, y del fuego salían relámpagos. Y los animales corrían y tornaban a semejanza de relámpagos

Y estando yo mirando los animales he aquí que vi una rueda en la tierra junto a los animales, a sus cuatro caras.

¿Las pirámides fueron construidas por extraterrestres?

En una serie de libros populares, el escritor Erich von Daniken ha planteado que la Tierra fue visitada hace miles de años por extraterrestres que llegaron en naves espaciales. Su libro más famoso, *Las Carrozas de los Dioses* (1968), que ha vendido millones de copias alrededor del mundo y ha sido traducido a treinta idiomas, se basa en las similitudes que existen entre ciertas leyendas, obras de arte primitivas encontradas en distintos lugares y estructuras antiguas que pertenecen a diversas civilizaciones que no tenían forma de comunicarse entre sí. Un grabado en una tumba maya se dice que representa un astronauta al mando de un cohete. Una pintura aborígen en Australia supuestamente muestra una figura con un casco espacial. En la planicie peruana de Nazca existe una serie de diagramas antiguos que parecen ser un aeropuerto para los extraterrestres. Según Daniken, estos invasores foráneos

no eran los intrusos malévolos representados en las películas de Hollywood sino, más bien, unos magníficos constructores.

Estos constructores extraterrestres fueron responsables de la construcción de los enormes megalitos de Stonehenge en Inglaterra, los templos mayas de América Central y del Sur, los *zigurates* de Mesopotamia, las colosales estatuas de la Isla de Pascua en el Pacífico y las pirámides egipcias, entre otros misterios antiguos. Daniken arguye que aunque estos extranjeros eran excelentes constructores, fueron también destructores. Un acto de destrucción que se les atribuye es el cataclismo que redujo a Sodoma y a Gomorra a cenizas, según la historia de Lot narrada en el libro del *Génesis* de la Biblia. Muchas personas, entre ellas, Daniken, señalan que la visión bíblica del profeta hebreo Ezequiel (ver arriba) es una prueba de "encuentros cercanos," noción que continúa inspirando a Hollywood, como se ve en ciertos episodios de los *Archivos X* o en escenas de películas de ciencia ficción como *Stargate*.

Desde el punto de vista de la ciencia pura, no existe prueba alguna de tales visitas de extraterrestres. Las pruebas que citan los partidarios de esa teoría son generalmente misteriosos objetos, dibujos y esculturas antiguas que han sido objeto de muchas conjeturas. Al no tener suficiente información o datos comprobables, muchos prefieren creer en los gigantes extraterrestres para explicar los antiguos misterios.

Sin embargo, lo que sí es claro en la historia es que hubo un gran desarrollo alrededor del mundo en el año 3000 a.C. Por ejemplo, por

esa época, en la antigua Mesopotamia —la famosa “cuna de la civilización”—se desarrollaron la agricultura, la escritura, la cerámica y los barcos de vela. También se inventó la cerveza. Este pueblo vivía en las planicies entre el Tigris y el Éufrates—la palabra “Mesopotamia” viene del griego y quiere decir “entre dos ríos.” Alrededor del año 2000 a.C. esta tierra fértil, en donde hoy queda Irak, fue el centro de una civilización sofisticada que había comenzado a mirar al cielo para orientarse. Los antiguos escritos sumerios atribuían su conocimiento a un “regalo de los dioses,” lo cual ha sido interpretado por algunos como visitas de extraterrestres. Usted puede aceptar esta teoría o situarla en el espectro de la pseudociencia, junto con las regresiones a vidas pasadas y los viajes astrales, pero lo que no podemos negar es el hecho de que esta fascinación, u obsesión, con los encuentros con extraterrestres de épocas pasadas muestra algo muy importante acerca de los seres humanos—nuestro inmenso deseo de saber lo que no podemos ver. Y esto es especialmente cierto cuando hablamos del cielo.

¿En la antigüedad el cielo nocturno era igual al de ahora?

En el mundo moderno vivimos amontonados alrededor de áreas metropolitanas superiluminadas en donde el humo y otros contaminantes industriales se combinan y no permiten ver la luz de las estrellas, de modo que nos perdemos el maravilloso espectáculo de la noche. Si puede encontrar un lugar poco poblado, preferiblemente en una región alta, sentirá la extraordinaria

experiencia que debieron tener las personas de la Antigüedad, puesto que su visión del cielo no era entorpecida por las luces artificiales y la contaminación. Sin televisión o juegos en video—y sin libros para leer—las personas tenían más tiempo libre para contemplar el firmamento. En el pasado, el majestuoso despliegue de estrellas fugaces y la bóveda en movimiento llena de estrellas, que muchos de nosotros nunca logramos ver, debió haber sido espectacular.

Lo que observaron con el transcurso de los siglos era que el cielo era una bóveda de luces—con frecuencia llamada *esfera celestial*—cuyos movimientos eran regulares y predecibles. La rutina del Sol no era difícil de predecir; cada mañana salía por el oriente y se ocultaba en el occidente. La Luna mostraba la misma regularidad. Inclusive las incontables luces de la noche tenían trayectorias predeterminadas. La preocupación por las estrellas y los planetas se vio reflejada en todo, desde sus creencias religiosas hasta los calendarios y las maravillas arquitectónicas.

Los habitantes de Mesopotamia fueron los primeros en estudiar las estrellas y los planetas y produjo el primer mapa de los cielos. Como muchas civilizaciones antiguas, trataron de adivinar el futuro a partir de la naturaleza, ya fuera leyendo las vísceras de las ovejas o mirando los cielos. Cuando miraban las estrellas, lo que más les interesaba era averiguar sobre las estaciones. ¿Sería posible distinguir en el cielo nocturno cuándo vendrían las lluvias? Los sumerios, la primera de las culturas de Mesopotamia, fueron pioneros en registrar los movimientos en el firmamento y lo hicieron

durante siete siglos. Con esa extensa colección de información organizaron los patrones regulares de la Luna, el Sol y los planetas en un ritmo cíclico ordenado. En otras palabras, inventaron el primer calendario. Usando el calendario que habían heredado de los sumerios, los babilonios instituyeron más las estaciones, los meses y, usando un sistema de números muy avanzado, basado en el número sesenta, dividieron el día en veinticuatro horas, la hora en sesenta minutos y el minuto en sesenta segundos. Los babilonios le asignaron a la semana siete días que nombraron a partir del Sol, la luna y cinco “estrellas” brillantes que eran realmente planetas. Los vestigios de este concepto babilónico sobreviven en los tiempos modernos en los nombres de los siete días de la semana. En otras palabras, estos habitantes del Cercano Oriente primero inventaron la cerveza y luego inventaron el fin de semana.

La observación diaria de la Luna y el Sol se convirtió en la clave para la predicción de patrones—especialmente cuando empezó la agricultura hace cinco mil años en Mesopotamia y Egipto. Las siembras y los festivales religiosos que se generaron alrededor de ello están estrechamente relacionados con el paso de la Luna y el Sol —el comienzo del calendario que marcó la civilización humana. Una de las formas más sencillas para marcar el paso de tiempo era el ciclo de veintinueve o treinta días que transcurría entre las dos lunas llenas. Un “año” equivalía a doce meses sucesivos. Las palabras inglesas Moon (Luna) y *month* (mes), se derivan del latín *menses*, que quiere decir mes, como en la palabra “menstrual.” Al tratar de conectar el mundo natural con la vida, los antiguos

conectaron la trayectoria regular de la Luna con los ciclos de fertilidad de las mujeres. Con el paso del tiempo, la Luna se convirtió en símbolo de fertilidad —clave de la vida en un mundo supersticioso.

Sin embargo, además de que no tiene nada que ver con la fertilidad, la Luna es un reloj imperfecto. Un calendario lunar basado en las fases de la Luna no es la forma más precisa de calcular un “año solar”—el tiempo que demora la Tierra en darle la vuelta al Sol, o sea aproximadamente 365.25 días. Un año lunar de doce meses equivale a sólo 354 días. Muchos calendarios lunares fueron ajustados con la adición de un mes, como sucede aún hoy con los calendarios judío, chino e islámico. En la Roma antigua los sacerdotes controlaban el calendario y lo cambiaban de manera arbitraria—a veces a cambio de dinero. Pero, a medida que la agricultura fue cobrando importancia para los primeros agricultores, era imperioso tener una forma más práctica de calcular el tiempo para sembrar y para recolectar cosechas.

Poco a poco, la gente se fue dando cuenta de que las estaciones estaban más relacionadas con el movimiento del Sol y las estrellas que con el de la Luna. Fue en Egipto, lugar de un elaborado culto al Sol, donde se inventó el primer calendario basado en el año solar. Pero este culto no es la misma adoración al sol que vemos en St. Tropez y en el sur de California, y que consiste en embadurnarse de aceite y exponerse al sol durante varias horas. Los egipcios crearon una sociedad y una religión alrededor de la veneración por el Sol, con diferentes dioses para simbolizar las distintas horas del día.

Place cuatro mil años los egipcios creían que un bote sagrado llevaba diariamente al dios Ra (o Re como también se le conoce) de paseo por el cielo. Para explicar por qué el bote de Ra se levantaba en el oriente y luego desaparecía en el occidente inventaron una compleja mitología. Pensaban que el viaje nocturno de Ra era un paso a través del infierno donde debía enfrentar demonios y peligros. Cada noche, este poderoso dios se enfrentaba a las fuerzas oscuras y volvía triunfante al día siguiente.

No resulta difícil entender por qué una sociedad que surgió en las orillas fértiles del río Nilo, el más largo del mundo, tuviese esa adoración por el Sol. Los egipcios dependían de las inundaciones anuales de ese gran río. Al subir las aguas del Nilo, se inundaban las tierras de cultivo de la zona adyacente al río y quedaba una tierra enriquecida para futuros cultivos de trigo y otras cosechas. Naturalmente, estas inundaciones regulares, y su estrecha relación con la provisión de víveres, eran de gran importancia para los egipcios. Con el tiempo, los observadores del universo se dieron cuenta de que la estrella Sothis — que los griegos y los astrónomos modernos llaman Sirio — aparecía al amanecer en el horizonte justo antes de que ocurrieran las inundaciones del Nilo cada año. Midiendo el tiempo que transcurría entre cada elevación de la estrella Sothis (Sirio) los egipcios produjeron un calendario que tenía 365.25 días, es decir, el año moderno del calendario actual.

La trayectoria diaria de Ra y la importancia de las inundaciones del Nilo hicieron que los egipcios fueran atentos observadores del cielo. Los faraones que gobernaron a Egipto no eran tontos. A medida que

la civilización egipcia se volvió más sofisticada, comenzaron a fomentar la creencia de que el faraón también era un dios y que descendía directamente de Ra. Los egipcios pensaban que la Vía Láctea era la contraparte celestial del Nilo, un río de estrellas en el que cada faraón que moría ocupaba un lugar junto a otros dioses celestiales. Con el tiempo, los faraones necesitarían grandes tumbas, y el concepto de pirámide surgió no solo de la necesidad de albergar los restos mortales de los faraones y perpetuar su memoria, sino también como un escalón para dar comienzo al viaje celestial.

Las ruinas de treinta y cinco pirámides se pueden ver en la actualidad a orillas del Nilo, y cada una fue construida para un monarca egipcio. Estas construcciones muestran una sofisticación sorprendente en su diseño y construcción. Su majestuosidad, que ha sido parcialmente erosionada por siglos de viento y desgaste y más recientemente por la contaminación, y las dificultades técnicas de construir estos monumentos con herramientas primitivas y maquinaria sencilla, siguen intrigando a los estudiosos del tema. Las bases están alineadas con tal precisión geométrica que es difícil pensar que sean el producto de una civilización antigua. Están también relacionadas con la visión egipcia del universo, que se basaba en su astronomía. Los cuatro lados inclinados de las pirámides parecen representar los rayos de luz por los cuales ascendía el alma del faraón al cielo.

Recientemente se han relacionado muchas creencias pseudocientíficas y supernaturales con las pirámides. Erich von

Daniken en su libro *Carrozas de los Dioses* habla de intervenciones extraterrestres; llegó a sugerir incorrectamente que los egipcios nunca tuvieron suficientes árboles, cuerdas ni fuerza de trabajo para construir las pirámides. Las tres ideas han sido rechazadas, pues los egipcios tenían acceso a muchos bosques y sus grabados muestran constructores usando cuerdas. Con relación a la fuerza de trabajo, se sabe hoy que las pirámides fueron construidas por los agricultores reclutados durante las inundaciones del Nilo. Los egipcios—no los esclavos- voluntariamente trabajaban parte del año en la construcción de los grandes monumentos. (Las pirámides fueron construidas mucho tiempo antes de las posibles fechas de llegada de los bíblicos hijos de Israel, suceso que no está registrado en los documentos egipcios.)

Otra teoría reciente dice que las pirámides fueron construidas de tal forma que representaban un mapa de las estrellas del “cinturón de Orion” en la constelación conocida como Orion, el Cazador. Los egipcios conectaron esta agrupación con Osiris el rey de la resurrección. Esta teoría sugiere que las tres grandes pirámides de Giza fueron construidas en alineación con las tres estrellas, una de las cuales era la estrella que los egipcios denominaban Thuban. Sin embargo, la última vez que estas estrellas de la constelación Orion estuvieron perfectamente alineadas con las pirámides fue hace unos 12,000 años. En noviembre del año 2000 un investigador usó la orientación de las estrellas que se alineaban con la base de la pirámide para establecer la fecha de la pirámide de Giza: 2478 a.C. Esta fecha concuerda con la noción de la fecha de construcción de

las pirámides—por los egipcios, no por extraterrestres.

¿Es el Gran Cucharón una constelación?

La astronomía moderna reconoce ochenta y ocho áreas denominadas *constelaciones* en las que está dividido el firmamento con el propósito de identificar y nombrar los cuerpos celestiales. Algunas de estas son tan familiares como los doce símbolos del zodiaco de la astrología popular. Las constelaciones antiguas eran agrupaciones de estrellas identificadas por los babilonios, los primeros en conectar patrones celestiales de estrellas con las figuras de la mitología. Observaron igualmente que estas estrellas se movían en forma regular junto con el Sol y la Luna, formando una trayectoria conocida como la *eclíptica*. Los griegos adoptaron este concepto de los babilonios y añadieron otras figuras mitológicas griegas como Hércules, el gran héroe, Andrómeda, encadenada a una roca y Pegaso el caballo con alas.

Hoy, el concepto de constelación es una conveniencia, una dirección a la cual dirigirse al mirar el cielo. Aunque las estrellas parecen estar cercanas y relacionadas, no podemos determinar solamente con mirarlas que pueden estar separadas millones de años luz, medida estándar de distancia entre las estrellas. Con el paso de los siglos se han reconocido muchas constelaciones más y la carta celestial se ha expandido en particular después de que las expediciones de los siglos XVI y XVII dieran acceso al hemisferio Sur, donde el cielo es muy diferente al del hemisferio Norte.

Dentro de estas constelaciones hay unas agrupaciones más

pequeñas que se denominan asterismos. El Gran Cucharón, por ejemplo, el agrupamiento de estrellas más fácil de reconocer, es un asterismo dentro de la constelación de Ursa Major, la Osa Mayor. El Pequeño Cucharón o la Cucharita es otro asterismo que se encuentra dentro de la constelación Ursa Minor u Osa Menor.

¿Qué tiene que ver la cosmología con un estuche de cosméticos?

Existe otro nombre para el estudio de los cielos. Mientras la astronomía se concentra en movimientos de los cuerpos celestes, la *cosmología*, vocablo griego que quiere decir “ordenar el universo”, busca darles a los movimientos de los planetas y de las estrellas algún tipo de orden. Hace cuatro mil años los babilonios podían predecir los movimientos aparentes de la Luna, las estrellas, los planetas y del Sol, y llegaban inclusive a predecir los eclipses. Al hablar de “cosmología” con respecto a civilizaciones antiguas, la palabra tiene un significado amplio que se refiere al modo en que estas civilizaciones entendían el funcionamiento del mundo—iba más allá de los movimientos de las estrellas y abarcaba conceptos religiosos y la comprensión del origen de la vida.

Tiempo después, los griegos se apropiaron de sabiduría babilonia y trataron de construir su propio modelo “cosmológico” para tratar de explicar los movimientos de los astros. Cuando introdujeron la ciencia en la ecuación, le quitaron a la cosmología el *tinte* de superstición y creencia. Para aclarar términos, la cosmetología, el arte y la ciencia de usar productos de belleza, viene del vocablo

cosmos que significa orden. En realidad, la cosmetología es una forma de organizar, o de ordenar, la cara.

En el siglo IV antes de Cristo, los griegos creían que las estrellas estaban fijas a una esfera celestial y que rotaban alrededor de la Tierra esférica cada veinticuatro horas, y que los planetas, el Sol y la Luna, se movían en una especie de "éter" entre el Sol y las estrellas.

El estudio del cielo no era exclusivo de los habitantes del Cercano Oriente. Todas las civilizaciones observaban el firmamento tratando de usar los cielos para organizar sus mundos y crear una mitología alrededor de esos temas. Lo que los habitantes del Cercano Oriente y del Mediterráneo no sabían era que los chinos estaban muy adelantados en sus conocimientos de los cielos. Situados a miles de millas hacia el oriente, los chinos comenzaron a examinar el firmamento al mismo tiempo que los babilonios. Las observaciones sistemáticas habían comenzado alrededor del año 3000 a.C. en la China, habían calculado un año de 365 días y eran expertos en predecir eclipses. Los chinos habían identificado constelaciones en forma parecida a como lo hicieron los babilonios y, tanto los chinos como los babilonios, habían identificado la constelación aún conocida como *Draco* como un dragón.

¿Qué relación existe entre un montón de rocas viejas y el universo?

Otro monumento sorprendente de la cosmología antigua—o, para los que creen en los extraterrestres, otra prueba de la visita de los

extraterrestres—fue logrado por los observadores de estrellas de la antigua Gran Bretaña. Hace unos tres mil años se llevó a cabo la construcción de lo que hoy se conoce como Stonehenge, lugar que ha dado lugar a todo tipo de especulaciones. (Su nombre se deriva de la palabra inglesa “stanenge” literalmente “pivote de piedra”) Construida y reconstruida muchas veces durante los últimos dos mil años—hasta alrededor de 1100 a.C. —es una compleja estructura de rocas localizada en el sureste de Inglaterra. El Stonehenge ha inspirado gran especulación e investigación científica. La fascinación pública con este lugar fue tan grande que tuvo que ser cercado con alambre eléctrico para evitar su destrucción por vándalos o por visitantes atraídos por intereses sobrenaturales. En los últimos tres mil años, la erosión y los coleccionistas de recuerdos del lugar, le han cambiado la cara a Stonehenge. Lo que queda hoy en día es sólo una parte de la estructura inicial. Algunos estudios recientes indican que probablemente tuvo unos treinta o más grandes bloques de piedra organizados en forma de círculo. Sobre estos bloques había unas piedras más pequeñas, colocadas horizontalmente, que formaban un círculo. Un segundo círculo de piedras encerraba un grupo todavía más pequeño de piedras en forma de herradura. En la actualidad sólo quedan algunos bloques del círculo externo y algunas de las piedras internas.

Se cree que los constructores de este monumento fueron los druidas, o sacerdotes antiguos cuya función, aunque misteriosa, estaba relacionada con la astronomía. Es interesante pensar que

estas piedras, cuya existencia misma es difícil de explicar, pudieran haber sido un "observatorio antiguo." Algunas partes de Stonehenge están alineadas con la posición del Sol y de la Luna durante los *solsticios* (palabra latina que significa "Sol inmóvil"). Los solsticios son los días que marcan los días más largos y más cortos del año. Naturalmente, estos son días importantes para los adoradores del Sol y para los campesinos, que no tenían calendarios, y que debían ingeniárselas para saber cuándo sembrar sus cultivos. Si uno se para en el centro de Stonehenge, puede observar los rayos de luz en el solsticio de verano alineándose con una piedra denominada Piedra del Talón.

El propósito exacto de Stonehenge y las características de su construcción, aunque misteriosos, no indican, de manera alguna, la presencia de extraterrestres. Pero la atracción que suscitan en las generaciones modernas es una indicación de la fascinación de las personas con el cosmos. Cuando hablamos de druidas, o astrónomos antiguos, la palabra *cosmología* se usa vagamente para indicar su visión de los cielos. Pero en el sentido moderno de la palabra, *cosmología* significa el estudio científico de la materia en el espacio, especialmente de las posiciones, distribución, movimiento, composición, energía y evolución de cuerpos celestiales y de fenómenos. Es un campo matemático y teórico lejano del mundo de los druidas y de los sacerdotes egipcios. Sin embargo, la atracción antigua persiste, no siempre explicada a partir de la luz "pura" de la ciencia. Las creencias, la superstición, la fe, la curiosidad, nos persiguen todavía.

*Voces del Universo:**William Shakespeare*

He aquí la excelente estupidez del mundo; que, cuando nos hallamos a mal con la fortuna, lo cual acontece con frecuencia por nuestra propia falta, hacemos culpables de nuestras desgracias al sol, a la luna y a las estrellas; como si fuésemos villanos por necesidad, locos por compulsión celeste; picaros, ladrones y traidores por el predominio de las esferas; beodos, embusteros y adúlteros por la obediencia forzosa al influjo planetario, (El Rey Lear)

La culpa, mi querido Bruto, no es de nuestras estrellas sino de nosotros mismos... (Julio César)

¿Qué tiene que ver la astrología con la astronomía?

Algunos periódicos estadounidenses traen un mapa del espacio todos los días. Con él, usted puede salir en una noche despejada y mirar el cielo que lo cubre. Para muchas personas esta herramienta es tan extraña o arcana como lo son los valores futuros de la soya y la carne de cerdo que vemos en la sección de negocios.

De la misma manera, muchos periódicos del mundo traen otro tipo de información diaria, que sí es seguida por millones y millones de personas—el horóscopo —que a veces es llamado “Señales de Amor” o “Señales del Sol” y que ha enriquecido a astrólogas como Linda Goodman y Jean Dixon. La mayoría de los directores de periódicos dirá que esa información está allí para entretener solamente y que

muchas personas miran el horóscopo por simple curiosidad—al igual que leen los mensajes de las galletas chinas. Por otro lado, diariamente millones de personas toman muy en serio el zodiaco, llegando al punto de que se convierte en guía para la toma de decisiones.

La creencia de que las posiciones de la Luna, el Sol y los planetas influyen el curso de las acciones de la humanidad es tan vieja como la fascinación con el universo. Desde los inicios del estudio de los cielos, la astrología y la astronomía estuvieron íntimamente ligadas. Como “ciencia,” la astrología fue utilizada para predecir y afectar los destinos de los individuos, grupos o inclusive naciones. Los griegos construyeron basándose los conocimientos de los egipcios y de los mesopotámicos, pero comenzaron a aplicar las nuevas reglas de la geometría para describir la órbita de los planetas. Desarrollaron la idea de las doce constelaciones del zodiaco y el concepto de que las posiciones de los planetas, el Sol y la Luna en el momento del nacimiento determinaban el destino de las personas, idea aceptada por muchos universalmente. Inclusive, se llegó a pensar que los cielos gobernaban el dinero, el matrimonio y hasta la muerte. La medicina griega, que dio enormes pasos científicos, consideraba que los órganos del cuerpo humano podían depender de las distintas combinaciones de planetas y constelaciones.

Los romanos, que un tiempo después adoptaron o adaptaron muchas ideas de los griegos, prefirieron sus propias formas de adivinar el futuro, aunque la astrología griega posteriormente fue

aceptada en los tiempos romanos. El Emperador Augusto elevó la astrología al nivel de arte real. Y el escritor romano Séneca, nacido alrededor de los tiempos de Cristo, y quien fuera tutor del famoso emperador Nerón, afirmaba, "¿Cree usted que tantos miles de estrellas brillan en vano?... Incluso aquellas estrellas que no se mueven o que, por su velocidad, van al ritmo del resto del universo y parecen no moverse, no dejan de dominarnos."

¿Por qué le dio San Agustín tan mala fama a la astrología?

En la era cristiana, la astrología comenzó a dar tumbos. San Agustín (354-430), el pensador más influyente de la Edad Media, resumió las objeciones a la astrología. En su libro *Confesiones*, San Agustín recordaba que antes de renunciar a su educación pagana había consultado a algunos astrólogos. Pero no creyó en ellos y pensó que "las predicciones mentirosas y poco piadosas" de los astrónomos eran obra del diablo. En *La Ciudad de Dios*, escribió que el mundo era regido por la Divina Providencia y no por la suerte y el destino. Para San Agustín, la prueba de esto provino de una historia narrada por un amigo: Dos niños nacieron en el mismo hogar y en un mismo momento, por tanto, sus destinos deberían haber sido iguales. Sin embargo, uno era hijo del patrón y el otro era hijo de un esclavo. La posición de las estrellas no les cambió el destino. La misma lógica se aplicaría al nacimiento de dos gemelos; y San Agustín mencionó el caso de los hermanos bíblicos Esaú y Jacobo, nacidos con segundos de diferencia y quienes tuvieron temperamentos y destinos totalmente distintos.

Pese a las objeciones de San Agustín, la astrología siguió floreciendo durante la era cristiana y muchos papas consultaban a los astrólogos antes de tomar ciertas decisiones. La llegada del Renacimiento y de la Ilustración no debilitó su fuerza. Es más, a lo largo de la historia de la astronomía, muchos de los responsables de hallazgos importantes recurrían a la práctica de la astrología para pagar sus cuentas. Copérnico, Tycho Brahe, Kepler y Galileo hacían cartas astrológicas para sus clientes. Se dice que el gran Newton se interesó en la astronomía después de leer un libro sobre astrología. (Hablaemos de estos astrónomos más adelante en este capítulo.) Habían sido precedidos por grandes eruditos de la Edad Media como Alberto Magno y Santo Tomás de Aquino, el influyente pensador de la iglesia, y ambos habían reconocido que las estrellas tenían una gran influencia sobre la vida humana. A su vez, argüían que el libre albedrío del hombre le permitía resistirse a esos poderes.

Como "pseudociencia," la astrología debe ser vista como diametralmente opuesta a los descubrimientos y teorías de la ciencia occidental moderna. Según el filósofo judío Maimónides (1135-1204): *"La astrología es una enfermedad, no una ciencia."*

¿Se equivocaron los astrólogos de Hitler?

A pesar de la ciencia, muchas personas tienen una especial fascinación por los astrólogos, pues asocian sus vidas con el continuo movimiento de las estrellas. El fallecido Carl Sagan comenta en su conocido libro *Cosmos* que el lenguaje moderno aún muestra la influencia de la astrología. Por ejemplo, dice Sagan, "El

vocablo *desastre* que en griego quiere decir 'mala estrella,' o *influenza*, vocablo italiano que significa 'influencia' (astral), o *mazeltov*, en hebreo—y en babilonio —que quiere decir *constelación buena*"

La preocupación de Hitler por la astrología está muy bien documentada. Se ha dicho que basándose en lo que los astrólogos veían en su mapa astral, Hitler no atacó a Inglaterra en ocasiones en que hubiese podido tener éxito. De hecho, durante la Segunda Guerra Mundial, el gobierno británico consultó con algunos astrólogos para investigar qué estarían diciendo los astrólogos de Hitler.

El principio básico de la astrología dice que los cuerpos celestes en alguna forma influyen lo que sucede en la Tierra. Los astrólogos demostraron esta influencia por medio de una gráfica llamada *horóscopo* (que viene del griego antiguo "hora" y "observador") y que muestra la posición de los planetas en relación con la Tierra y las estrellas en un momento determinado. Al buscar pruebas de la influencia de los planetas, los proponentes de la astrología señalan que el Sol y la Luna afectan las mareas en la Tierra. Piensan ellos que si esto es cierto, por qué no pueden también influenciar la vida humana, ya que el agua es fundamental para la vida y los seres humanos están compuestos fundamentalmente de agua. La lógica no es el fuerte de los astrólogos.

Los horóscopos tradicionalmente sitúan la Tierra en el centro del sistema solar—o inclusive del universo—porque cuando se establecieron las reglas de la astrología se pensaba que así era. La

astrología considera “planetas” al Sol y a la Luna junto con los otros ocho planetas conocidos (aunque sólo se conocían cinco planetas en Babilonia y Grecia). La astrología afirma que los planetas tienen más influencia que otros cuerpos celestiales. Otro elemento clave del esquema astrológico es el zodiaco, una banda de estrellas que rodea la Tierra y que está dividida en doce partes iguales—los conocidos *signos*.

Las Constelaciones del Zodiaco Astrológico

- Aries (el Carnero)
- Taurus (el Toro)
- Gemini (los Gemelos)
- Cáncer (el Cangrejo)
- Leo (el León)
- Virgo (la Virgen)
- Libra (la Balanza)
- Escorpio (el Escorpión)
- Sagitario (el Centauro, conocido también en la historia de la astrología como el Arquero)
- Capricornio (la Cabra, relacionada con el dios Pan)
- Acuario (el que carga agua)
- Piscis (el Pez)

Es difícil identificar estas figuras en el cielo hoy en día, pero muchas civilizaciones vieron las mismas configuraciones durante siglos.

Cada signo tiene ciertas características, y el signo, combinado con un planeta particular, es el que determina el carácter de una

persona. Finalmente, la superficie de la Tierra se divide en doce partes, llamadas *casas*, cada una de las cuales representa ciertas características. Los planetas, los signos y las casas son los elementos astrológicos que determinan el carácter y el destino.

Existen muchas objeciones racionales para refutar que el orden del cosmos pueda tener “influencia” sobre los sucesos de la Tierra, más allá de la fuerza de gravedad. En primer lugar, la astrología tradicionalmente ha considerado a la Tierra como el centro alrededor del cual se mueven los otros planetas—idea desacreditada desde hace más de quinientos años. Si los cinco planetas visibles fueron alguna vez la fuerza principal de la astrología, entonces, ¿cómo cambiaron las predicciones astrológicas con el descubrimiento de planetas desconocidos? Es difícil darle mucho crédito a la astrología si tenemos en cuenta la inmensidad del universo, el número de estrellas y las enormes distancias a que están situadas, la presencia de tantos cuerpos celestiales que pueden acercarse sin previo aviso y la existencia de fuerzas invisibles al ojo humano como los rayos electromagnéticos, los agujeros negros y la “materia oscura” de la cual, para muchos astrónomos, está formada la mayor parte del universo. (Para aclarar estos conceptos vea la Parte IV.)

Además, desde el tiempo de los babilonios y los griegos, las constelaciones se han movido, en parte debido a que la Tierra se “bambolea” cuando gira sobre su eje, fenómeno conocido como *precesión de los equinoccios*, descubierto por Hiparco, astrónomo griego. Pero, durante muchos siglos, “las estrellas fijas” se han

movido en relación con la Tierra. En otras palabras, los astrólogos trabajan con datos anticuados.

Aún así, millones de personas creen ciegamente en el zodiaco. En este punto, el científico tiene que disentir del “creyente.” Esa era una de las razones por las cuales Shakespeare podía negar la influencia de la astrología—como hizo en el *Rey Lear* y *Julio César*—y utilizarla en *Romeo y Julieta*, cuando dice que los astros no permitieron el amor entre ellos, o cuando hace que un personaje de *Hamlet* afirme, “Hay más cosas en la Tierra y en el cielo, Horacio, que las que sueña su filosofía.”

Incluso los padres de la iglesia, que se negaron a aceptar la astrología, la adoptaban cuando lo consideraban necesario. Afirma Daniel J. Boorstin:

“Los teólogos medievales utilizaron la creencia en la astrología para reforzar las verdades del cristianismo. Les gustaba evocar la predicción astrológica del nacimiento virginal de Jesucristo. Si Jesucristo no estaba regido por las estrellas, las estrellas sí marcaron su advenimiento.”

(Los Descubridores)

Hitos en la historia del universo:

Hace 20 mil millones de años -5 a.C.

15-20 mil millones de años? El *Big Bang*. Marca el nacimiento teórico del universo; el más aceptado por los astrónomos modernos. En un instante de cataclismo cósmico, toda la materia, la energía, el espacio y el tiempo se crearon a partir de una explosión de calor. Posiblemente mil millones de años

después de este instante de Creación, se formaron nubes de gases y nacieron las primeras estrellas. (El Big Bang se trata en profundidad en la parte IV.)

- 5 mil millones de años Nació nuestra estrella, el Sol y empezó a formarse el sistema solar. La Tierra se formó hace 4,500 millones de años.
- 9000-8000 a.C. Los mayas de Centroamérica realizan inscripciones y construcciones astronómicas.
- Un hueso marcado de este período, o posiblemente de un momento posterior (6500 a.C.), encontrado en el actual Zaire, probablemente se utiliza para señalar meses y fases lunares.
- 5508 a.C. Año de la Creación (Esta fecha fue adoptada en Constantinopla en el siglo VII d.C. y usada por la Iglesia Ortodoxa Oriental).
- 5490 a.C. Año de la Creación. (Esta fecha fue reconocida por los primeros cristianos de Siria.)
- aprox. 4241 a.C. Se desarrolla el calendario egipcio. Es el primero que se conoce basado en 365 días, o doce meses de treinta días y cinco días de festivales.
- El calendario egipcio comenzaba con el día en que Sirio, la Estrella Perro, sale alineada con el Sol en la mañana. Fecha que coincide, a su vez, con la inundación anual del Nilo. (Aunque esta es una fecha aceptada, el calendario pudo haber sido escrito unos 1500 años antes.)
- 4004 a.C. Año de la creación. (Esta fecha fue calculada por el clérigo irlandés James Ussher en 1650 d.C. y fue aceptada por la mayor parte del mundo europeo hasta que los geólogos y los biólogos la refutaron hacia finales del siglo XIX. Es todavía aceptada por algunos "creacionistas")

- 3760 a.C. Año de la Creación (Esta fecha fue reconocida por el calendario hebreo que se ha usado desde el siglo XV d.C.)
- aprox. Los babilonios predicen eclipses.
- 3000 a.C.
- 2500 a.C. Los chinos usaron un palo vertical para proyectar la sombra del cielo con el fin de estimar la hora, el tiempo.
- 2296 a.C. Los observadores chinos dejan constancia de un cometa, el primer registro conocido sobre la detección de un cometa.
- aprox. Los sumerios usan un calendario solar de un año de 360 días y doce meses, junto con un calendario de 354 días lunares; el calendario tiene un mes más cada ocho años para sincronizarlo con las estaciones.
- 2200 a.C.
- aprox. Stonehenge es construido en algún momento en los tres siglos siguientes, en la Edad de Bronce de Gran Bretaña, posiblemente como un monumento para calcular los movimientos del Sol, la Luna y los planetas.
- 1900 a.C.
- aprox. Se compilan catálogos de estrellas y registros planetarios en Babilonia durante el reinado de Hammurabi.
- 1750 a.C.
- aprox. Los astrólogos caldeos identifican el zodiaco en Mesopotamia.
- 1660 a.C.
- 1500 a.C. Los egipcios utilizan el gnomon —indicador en forma de L—como reloj de Sol.
- Thutmosis erige la “Aguja de Cleopatra” en Heliopolis. La sombra que proyecta se usa para calcular la hora del día, la estación y los solsticios.
- aprox. Se redactan por primera vez las Leyes de Moisés, el comienzo de la Biblia hebrea.
- 1000 a.C.
- aprox. 850 a.C. De acuerdo con el historiador Heródoto, el poeta ciego Homero escribe la *Ilíada* y la *Odisea*.

- 585 a.C. Tales de Mileto predice correctamente un eclipse en lo que es hoy Turquía el 28 de mayo de 585. Pensando que era un mal presagio, los medos y los lidios no se lanzan a la guerra.
- aprox. 528 a.C. Nace el budismo en la India.
- aprox. 520 a.C. Anaximandro de Mileto realiza el primer intento conocido de representar la Tierra basándose en principios científicos. Su concepto era que la Tierra es un cilindro con una curvatura de norte a sur. Hace un mapa del mundo conocido basado en esa idea.
- aprox. 500 a.C. Los pitagóricos afirman que la Tierra es una esfera.
- aprox. 480 a.C. Se cree que el filósofo griego Oenópides es el primero en calcular el ángulo de inclinación de la Tierra con respecto al plano de su órbita. El valor de 24 grados tiene sólo medio grado de diferencia con el valor aceptado hoy de 23.5.
- aprox. 480 a.C. El filósofo pitagórico Filolao sugiere que existe un fuego central alrededor del cual giran la Tierra, el Sol, la Luna y los planetas. Dice también que la Tierra rota.
- aprox. 400 a.C. Se empiezan a vender en Caldea horóscopos que marcan las posiciones de los planetas en el momento en que nacen las personas.
- aprox. 380 a.C. Demócrito, filósofo griego, afirma que la Vía Láctea está compuesta de numerosas estrellas, que la Luna es similar a la Tierra y que la materia está compuesta de átomos.
- 352 a.C. Observadores chinos ven una supernova, la primera observación de una supernova de que se tiene constancia.
- aprox. 350 Aristóteles, filósofo griego y tutor de Alejandro Magno cree

- a.C. que la Tierra es el centro del universo.
- aprox. 300 Los astrónomos chinos Shih Shen, Can De y Wu Xien,
a.C. cada uno por separado, realizan mapas de estrellas que serán usados durante los siguientes siglos.
Los conceptos chinos del *yin* y el *yang*, o pares de opuestos, que se remontan a 2500 a.C., son incorporados a la concepción china del universo.
Elementos, la obra de Euclides de trece volúmenes, establece los principios de la geometría.
- aprox. 270 Aristarco de Samos (una isla cerca de Turquía) refuta los
a.C. trabajos de Aristóteles al asegurar que el Sol está en el centro del sistema solar y que los planetas giran alrededor de él. Estima la distancia entre el Sol y la Tierra observando el ángulo entre el Sol y la Luna cuando está medio llena.
- aprox. 240 Eratóstenes calcula la circunferencia de la Tierra,
a.C. obteniendo una cifra sorprendentemente cercana a la aceptada hoy: 24,901,55 millas (40,075,16 kilómetros).
- 165 a.C. Los astrónomos chinos reportan haber observado manchas oscuras en el Sol, probablemente la primera observación correctamente fechada del fenómeno.
- 46 a.C. Se introduce en Roma, bajo Julio César y, por recomendación del astrónomo griego Sosígenes, un calendario de tres años de 365 días seguido por uno de 366 días (el calendario juliano); como resultado de los cambios hechos para "cuadrar las estaciones," el año 46 a.C. tiene 445 días, convirtiéndolo en el más largo registrado en la historia.
- 44 a.C. Julio César es asesinado en los *idus* de marzo (15 de marzo). El monte Etna en Sicilia erupciona y el polvo de

estas erupciones oscurece los cielos. Los astrónomos romanos reportan haber visto un cometa rojo que es visible a la luz del día. Aunque su color rojo se debe al polvo volcánico en el aire, los romanos creen que el cometa representa a Julio César divinizado subiendo al cielo.

28 a.C. Las historias oficiales de la China imperial comienzan a reportar manchas en el Sol, proceso que continuará hasta 1638 d.C.; el registro de 28 a.C. menciona un “vapor negro tan largo como una moneda”.

7-5 a.C.? El niño Jesús nace en Belén, cerca a Jerusalén, de acuerdo con las Escrituras.

(Nota: Muchos expertos e historiadores optan por los términos A.E.C. (antes de la era común) y E.C. (era común). En este libro, he escogido usar los términos a.C. (antes de Cristo) y d.C. (después de Cristo) que son más cercanos al lector promedio.)

Voces del Universo:

El Evangelio según San Mateo (2:1-2)

Y como fue nacido Jesús en Belén de Judea, en días del rey Herodes, he aquí que unos magos vinieron del oriente a Jerusalén, diciendo, ¿Dónde está el Rey de los Judíos, que ha nacido? Porque su estrella hemos visto en el oriente y venimos a adorarle.

¿Fue la bíblica “Estrella de Belén” un fenómeno astronómico reconocible como el Cometa Halley?

Pocas leyendas de astrología han cambiado el mundo como la historia de la estrella de Belén. Proviene, claro está, de la Biblia, y se encuentra en el Evangelio según San Mateo. Para muchas

generaciones de cristianos alrededor del mundo, esta es la historia más conocida de la Sagrada Escritura.

Leída cada Navidad, como parte de la narración del Nacimiento de Jesús, describe el viaje de los "Reyes Magos" del Oriente guiados por una estrella. Se cree que eran tres, puesto que entregan tres regalos, pero su número nunca es mencionado en la Biblia. Al llegar a Jerusalén van a la corte del Rey Herodes, el rey de los judíos que gobierna según órdenes del emperador romano Augusto. Estos *magi* o "sabios" le cuentan a Herodes que han seguido la estrella a Belén, lugar del nacimiento de Jesús. Herodes, a quien la historia ha juzgado duramente por el tratamiento criminal que dio a su familia y su nación, les agradece la noticia y los despide. Luego ordena matar a todos los niños varones menores de dos años, temiendo que le quitaran su reino.

Los sabios y los historiadores han debatido, durante siglos, muchos aspectos de esta historia. Varias generaciones de cristianos han alterado y adaptado la tradición de los Reyes Magos y la estrella. Pero hay una pregunta que permanece en la mente de todos: ¿Pudo una estrella u otro fenómeno celestial haber inspirado realmente la historia de la Estrella de Belén?

La mejor respuesta es "posiblemente." Pero los astrónomos han discutido durante siglos sobre cuál suceso celestial la inspiró. Han pensado que fue un cometa, o una conjunción de planetas o una *supernova* (objeto celestial poco frecuente, muy brillante y de corta duración, posiblemente el resultado de una explosión de la mayor parte de una estrella que está muriendo). El Cometa Halley (véase la

página 166) se hizo visible en el año 10 a.C. pero esa fecha es muy temprana para relacionarla con el nacimiento de Jesús. Algunos lo consideran un milagro y otros creen que es parte de un mito, escrito mucho después de los sucesos que narra, con el fin de acomodar el nacimiento de Jesús en las profecías de las antiguas escrituras.

Pero en un libro reciente, *The Star of Bethlehem: The Legacy of the Magi* (Rutgers University Press, 1999), el físico y astrónomo Dr. Michael Molnar propuso un novedoso candidato astronómico para la estrella del escritor del Evangelio de San Mateo. Molnar propuso que la estrella no era realmente una estrella, sino el planeta Júpiter visto como parte de la constelación de Aries, el Carnero. Inclusive da la fecha de su aparición: abril 17 del año 6 antes de Cristo. Esta fecha se corresponde con la visión tradicional de que Jesús nació antes de la muerte del Rey Herodes en el año 4 a.C., aun cuando algunos historiadores bíblicos arguyen que Herodes murió en 1 a.C., lo cual haría menos probable la fecha del Dr. Molnar.

El argumento de Molnar está basado en pruebas astronómicas e históricas. Por ejemplo, los antiguos consideraban que Júpiter era una estrella real y, por tanto, era lógico que pensaran que podía anunciar el nacimiento de un rey. Como era parte de Aries, constelación del firmamento del este, pudo ser haber vista en el oriente en ese momento. Molnar no cree lo del cometa, pues en esa época se asociaban con algo malo o inestable y no con el nacimiento de un nuevo rey. En cuanto a las supernovas, o no se conocían o fueron ignoradas por los astrólogos del momento, de acuerdo con el Dr. Molnar, quien investigó textos astrológicos de ese tiempo. Otro

argumento clave fue el descubrimiento de una moneda antigua que Molnar compró por \$50 y que fue acuñada en Siria alrededor del año 6 después de Cristo. La moneda muestra una estrella brillante sobre el carnero, símbolo de la antigua Judea, que en esa época había sido anexada por los romanos. Claro está que la verdad literal de esta historia bíblica es como la de muchos otros sucesos presentados en la Biblia. Algunos pueden documentarse y otros pueden relacionarse con sucesos históricos específicos, como la caída de Jerusalén. Pero, en última instancia, la Biblia es cuestión de fe. La historia de Navidad probablemente es el ejemplo más permanente del significado de los presagios para el mundo antiguo y—para millones de cristianos modernos.

Voces del Universo:

Ptolomeo

(Claudio Ptolomeo de Alejandría)

Siendo mortal como soy, sé que nací por un día; pero, cuando sigo la multitud de estrellas apiñadas en su trayectoria circular, mis pies se levantan de la tierra; asciendo hacia Zeus para deleitarme con la ambrosía, el manjar de los dioses.

¿Quién era Ptolomeo y qué tuvo que ver con “los mil puntos de luz”?

Casi todas las civilizaciones antiguas practicaron la astrología en una u otra forma pero fue un hombre el que organizó en forma sistemática los principios astrológicos básicos aceptados aún hoy en

día. La persistente influencia de la astrología en el mundo moderno no es la única contribución de este científico griego del siglo II llamado Ptolomeo. Sus ideas acerca del mundo, expresadas en el libro *Geografía*, introdujeron nociones como latitud y longitud y propusieron un mapa del mundo que tuvo una gran influencia sobre Cristóbal Colón. Para bien o para mal, es un legado admirable de un misterioso hombre que vivió hace casi dos mil años y de quien poco sabemos.

La mayoría de las personas piensa que en una noche clara, el número de estrellas que son visibles constituyen un número incontable de millones o tal vez miles de millones de ellas. Los descubrimientos recientes han confirmado que hay cientos de miles de millones de galaxias compuestas por cientos de miles de millones de estrellas en el universo. Pero la idea de que el cielo nocturno tenga un número incontable de estrellas es una equivocación. Cuando George Bush pronunció su famoso discurso de nominación en la Convención Republicana Nacional de 1988, en el cual habló de "los mil puntos de luz" no estaba muy lejos de la realidad. Parecería que hay millones de puntos de luz allá arriba pero, inclusive bajo condiciones perfectas, una persona con buena vista puede detectar cerca de tres mil estrellas, y el número usual es mucho menor. La dificultad para contar tantos objetos hace que su número se vuelva abrumador. A menos que uno sea Ptolomeo.

Claudio Ptolomeo (100-170?) fue un astrónomo griego que vivió en Egipto durante el reinado de los emperadores romanos Adriano y Marco Aurelio. No se conoce mucho sobre su vida privada, pero

podemos asumir que era meticuloso y paciente—el bibliotecario perfecto. Pasó gran parte de su vida catalogando y contando estrellas. Ptolomeo contó 1,022 estrellas con sus propios ojos. (No tenía telescopio, pues éste fue inventado 1500 años después.)

Cuando Cristóbal Colón propuso navegar hacia el oeste para llegar al Oriente, una de las pruebas que citó para justificarlo fue una obra de Ptolomeo llamada *Megale syntaxis tes astronomis* ("Gran Composición Astronómica") que contenía observaciones que datan de 127 d.C. a 141 d.C. (Escribió otros libros más y se cree que vivió hasta el año 170 d.C.) Entre las obras de Ptolomeo está un catálogo de más de 1000 estrellas, aunque algunos historiadores creen que plagió la lista que Hiparco había compilado en el año 130 a.C.

La obra de Ptolomeo se hubiera podido perder, con catastróficas consecuencias para la historia, de no haber sido por una serie de curiosas circunstancias. Trescientos años después de que Ptolomeo, cayó Roma y comenzó la "Edad Oscura." En varias oportunidades, durante los siglos siguientes, la biblioteca de Alejandría donde Ptolomeo había trabajado fue destruida y atacada por los romanos y posteriormente por el populacho cristiano durante el siglo IV. El sistema de Ptolomeo se conoce únicamente porque, por alguna razón, una copia de sus trabajos fue a dar a un monasterio en lo que hoy es Irán. En el año 765, poco después de la fundación de Bagdad, los árabes entraron en contacto con la biblioteca y descubrieron el tesoro científico y filosófico que procedieron a traducir al árabe. Fascinados con los adelantos astronómicos de los griegos, los árabes comenzaron a llamar el libro de Ptolomeo *Al*

Magiste ("El Más Grande"), nombre que posteriormente se convirtió a *Almagest*. A medida que el islam se fue expandiendo hacia el occidente durante los siguientes siglos, esos textos en árabe fueron llevados hacia el oeste hasta llegar a manos del Rey Alfonso "el Sabio," uno de los primeros reyes cristianos en lo que había sido la España musulmana, quien tradujo los textos árabes al latín. Las tablas de estrellas y las reglas de astrología de Ptolomeo cruzaron siglos y continentes hasta llegar a Europa.

El libro es una descripción de todo lo que se sabía sobre astronomía en la época de Ptolomeo y reúne las creencias de eruditos griegos anteriores, como Aristóteles y Pitágoras. Claro está que la mayoría de estos sabios creía que la Tierra era el centro del universo, y Ptolomeo nunca los contradujo. A partir de modelos geométricos y tablas, el libro describía los movimientos del Sol, la Luna y los planetas. La parte más importante del *Almagest* es la descripción de lo que se llamó el "Sistema Ptolomeico" en el cual la Tierra es el centro del universo, y el Sol y la Luna se mueven alrededor de la Tierra formando círculos perfectos.

El *Almagest* se convirtió en una norma clave para la astronomía y la astrología durante la Edad Media. La astronomía todavía estaba basada en el principio de Platón que establecía que todos los movimientos de los objetos celestiales observados tenían que ser explicados en términos de trayectorias circulares. La visión de Ptolomeo y de Aristóteles se incorporó al dogma de la iglesia en gran parte por el esfuerzo de Santo Tomás de Aquino. Apoyado por la Iglesia, el modelo de Ptolomeo del universo y su astrología, como

Carl Sagan anota en *Cosmos*, "contribuyó a evitar el avance de la astronomía durante un milenio".

Hitos en la historia del universo

140 d.C.-1642 d.C.

aprox.	El astrónomo griego Ptolomeo escribe en <i>Megale Syntaxis</i>
140 d.C.	<i>tes astronomis</i> o <i>Almagest</i> ("El Más Grande").
635	Se describe en la China la regla acerca de que la cola del cometa siempre está en dirección contraria al Sol.
675	Se construye en Newcastle el primer reloj de sol inglés.
827	Se traduce al árabe la obra de Ptolomeo <i>Megale Syntaxis</i>
832	Se funda en Bagdad la "Casa de la Sabiduría;" uno de los numerosos centros de estudio que aparecieron en el imperio islámico; tenía un observatorio astronómico. Se tradujeron importantes documentos griegos al árabe.
1066	Se vislumbra un gran cometa. Se relaciona esta aparición con la invasión a Inglaterra por parte de Guillermo de Normandía, "el Conquistador," y se representa en el famoso tapiz de Bayeux. Hoy se le conoce como el Cometa Halley (Véase la página 166).
1271	Marco Polo (1254-1324) comienza su legendario viaje al Lejano Oriente y llega al Japón. Vuelve a Italia en el año 1295. Aun cuando la veracidad de sus relatos se ha cuestionado, sus descripciones del Oriente y del lujo y la riqueza de esas tierras cautiva la atención de los europeos.
1391	Geoffrey Chaucer, quien empezó a escribir los <i>Cuentos de Canterbury</i> en 1387 escribe <i>Un Tratado Sobre el Astrolabio</i> . En él muestra cómo construir un astrolabio, aparato que se utiliza para calcular la posición de las estrellas.
1453	Los turcos toman Constantinopla, forzando a muchos de

los eruditos griegos a huir a ciudades europeas, trayendo con ellos gran conocimiento. Esto marca un momento clave para el comienzo del Renacimiento.

Johannes Gutenberg imprime una Biblia en Mainz, Alemania, inaugurando la era de la imprenta de tipos móviles, otro hito del Renacimiento.

- 1492 Cristóbal Colón llega a las Antillas en su primer viaje.
- 1500 Wan Lu, legendario científico chino, aparentemente une cuarenta y siete cohetes de pólvora a la parte trasera de un asiento con el fin de construir una máquina voladora. El aparato explota causando la muerte de Wan Lu.
- 1517 Martín Lutero publica sus *Noventa y Cinco Tesis* inaugurándose la Reforma Protestante.
- 1543 La obra de Copérnico *De Revolutionibus orbium coelestium* (Sobre las Revoluciones de los Cuerpos Celestes) propone la teoría del movimiento de los planetas basada en la noción de que la Tierra y los otros planetas se mueven en órbita alrededor del Sol.
- 1558 Isabel I asciende al trono de Inglaterra, inaugurando una era de exploración e invención en Gran Bretaña.
- 1572 Tycho Brahe observa una nueva estrella que denomina *nova* y que hoy en día sería llamada *supernova*. Tan brillante como Venus, la estrella, que también es registrada por los astrónomos chinos, permanece visible durante quince meses.
- 1577 Tycho Brahe trata de determinar la distancia entre la Tierra y el cometa de 1577; sus observaciones son lo suficientemente buenas como para demostrar que el cometa debe estar al menos cuatro veces más lejos que la Luna.

- 1583 El filósofo y sacerdote italiano Giordano Bruno expresa sus ideas metafísicas en *Della Causa, Principio ed uno* (De la Causa, el Principio y la Unidad).
- 1584 La obra de Bruno *La Cena della cenen* ("La Cena de las Cenizas") defiende la teoría de Copérnico.
- 1590 El libro de Galileo, *De Motu* ("Del movimiento") refuta la física aristotélica y explica sus experimentos sobre la caída de los cuerpos.
- 1592 El libro *Mysterium Cosmographicum* ("El Misterio del Universo") de Johannes Kepler plantea el concepto de que la esfera de cada planeta está inscrita o circunscrita en uno de los cinco sólidos normales de Platón.
- 1600 Kepler se convierte en ayudante de Tycho Brahe en su observatorio de Praga.
Giordano Bruno es acusado de herejía por defender la tesis de que la Tierra gira alrededor del Sol y por otras teorías. Es quemado en la hoguera en Roma el 17 de febrero; su conexión con la teoría de Copérnico pudo haber contribuido a la persecución de Galileo por plantear en sus escritos que la Tierra se mueve.
- 1602 Se publica el libro póstumo de Brahe *Astronomiae Instauratae Progymnasmata* ("Introducción a la Nueva Astronomía"); contiene la localización detallada de 777 estrellas y la descripción de 1572 supernovas.
- 1603 El astrónomo alemán Johann Bayer introduce en *Uranometria* el método para describir la posición de las estrellas y nombrarlas con las letras griegas y por las constelaciones a las que pertenecen que se usa hasta el presente. Constituye el primer intento por hacer un atlas celestial.

- Muere Isabel I de Inglaterra.
- 1605 Francis Bacon escribe contra la magia y fomenta el desarrollo de métodos científicos en *Avance de la Investigación*.
- 1607 Es fundada Jamestown, Virginia. Es la primera colonia inglesa permanente en Norteamérica.
- 1608 Hans Lippershey, fabricante de lentes, inventa el telescopio.
- 1609 Galileo construye su primer telescopio y, con algunas modificaciones y mejoras, obtiene un aumento de casi 30. En el libro *Astronomía Nova* ("Nueva Astronomía"), Kepler sostiene que los planetas giran alrededor del Sol en órbitas elípticas y que estas órbitas recorren áreas iguales en intervalos de tiempo iguales
- 1610 Galileo ve las lunas de Júpiter, los anillos de Saturno, las estrellas individuales de la Vía Láctea y las fases de Venus. Reporta estos descubrimientos en *Siderius Nuncius* ("Mensajero Estelar") y se vuelve famoso en Europa
- 1611 Galileo, Thomas Harriot, Johannes Fabricius y el Padre Christopher Schneider descubren, al mismo tiempo, las manchas solares, aunque Galileo afirma haberlas visto cuatro años antes. Arguye con el astrónomo Christopher Scheiner, un sacerdote jesuita, sobre cuál de los dos fue el primero en verlas.
- Se publica la traducción de la Biblia del Rey Jaime.
- 1616 Galileo recibe una amonestación del cardenal Robert Bellarmine para que no defienda la doctrina de Copérnico que decía que la Tierra giraba alrededor del Sol. El libro *De Revolutionibus*, de Copérnico, es incluido en el *index librorum prohibitorum* de la Iglesia y no será retirado de

ésta sino hasta el año 1835.

- 1619 El astrónomo suizo Johan Cysat descubre la nebulosa Orion.
El libro de Kepler *Epitome Astronomiae Copernicae* ("Epítome de Astronomía Copernicana") que defiende el sistema copernicano, es puesto en el *Index* de la Iglesia. Kepler explica que la cola de los cometas apunta en dirección contraria al Sol a causa de lo que hoy llamamos vientos solares- partículas provenientes del Sol que desprenden partículas de la cabeza del cometa y las lanzan en dirección contraria al Sol.
- 1632 El libro de Galileo *Dialogo sopra i due massimi sistemi del mondo, tolemaico e copernico* (Diálogo Sobre los dos Sistemas Principales del Mundo: Copernicano y Ptolomeico) le produce conflictos con el papa y se prohíbe el libro.
- 1633 La Inquisición de la Iglesia Católica obliga a Galileo a retractarse de la idea de que la Tierra gira alrededor del Sol.
- 1639 El astrónomo inglés Jeremiah Horrocks observa el Tránsito de Venus a través del Sol, suceso que había predicho, el 24 de noviembre.
William Gascoigne inventa el micrómetro en esta época, instalándolo en medio del lente de un telescopio para medir la distancia angular entre las estrellas.
- 1642 Galileo muere en Arcetri, cerca a Florencia, Italia, el 8 de enero.

*Voces del Universo:**Nicolás Copérnico (1473-1543)*

Finalmente pondremos al Sol en el centro del Universo. Tal como lo indica la procesión sistemática de los sucesos y la armonía de todo el universo.

Martín Lutero, líder de la Reforma Protestante refiriéndose al "advenedizo astrólogo" Nicolás Copérnico:

Este tonto quiere cambiar toda la ciencia astronómica, pero la Sagrada Escritura nos dice que Josué le ordenó al Sol detenerse, no a la Tierra.

¿Por qué Martín Lutero calificó a Copérnico de "tonto"?

El "tonto" era un astrónomo polaco que desarrolló la idea de que la Tierra era un planeta en movimiento, por lo cual es considerado "padre de la astronomía moderna." En 1510, momento en el que quienes analizaban los cielos aceptaban todavía las ideas de Aristóteles y Ptolomeo de 1400 años atrás, Nicolás Copérnico (Mikolaj Kopernik en polaco) tuvo una revolucionaria idea acerca del universo. Pero, temiendo que su teoría fuese ridiculizada o, peor, considerada herética —fue profético en esto —demoró la publicación de sus ideas durante trece años.

Había nacido en el hogar de una familia adinerada en Thorn (hoy Torun, Polonia). Copérnico tenía diez años cuando murió su padre y fue educado por su tío, un poderoso obispo que logró que fuera canónigo, o funcionario eclesiástico, garantizándole al joven sabio un buen salario y pocas obligaciones. A los dieciocho años,

Copérnico ingresó a la Universidad de Cracovia, estudió pintura y matemáticas y desarrolló su interés en la astronomía. En 1497 viajó a Italia, en ese momento el centro del Renacimiento que estaba transformando las ciencias, el arte, el gobierno y la cultura en Europa y durante los diez años siguientes estudió astronomía en Bolonia, y medicina —una carrera todavía medieval— y derecho canónico en Ferrara. Cuando su tío fue nombrado obispo de Ermland (Prusia Oriental, en Europa del norte), Copérnico fue nombrado su médico y asistente personal. Después de la muerte de su tío, en 1512, ejerció como sacerdote, pero su verdadera inclinación era hacia las matemáticas y la astronomía, y comenzó a estudiar a los antiguos griegos. Descubrió a Aristarco de Samos (nacido en 300 a.C.), un pitagórico que había sido uno de los primeros en sugerir la noción de que la Tierra giraba alrededor del Sol. Este era el concepto del Renacimiento resumido: El *renacimiento* de las ideas griegas en la Europa del siglo XVI.

Intrigado por aquella idea considerada absurda durante siglos, Copérnico empezó a basar sus cálculos en un modelo centrado en el Sol (heliocéntrico). De acuerdo con el modelo geocéntrico aceptado en la época y derivado de Ptolomeo y Aristóteles, algunos de los planetas se movían de maneras extrañas en relación con la Tierra. Por ejemplo, Marte, Júpiter y Saturno parecían moverse hacia atrás (movimiento retrógrado). Ptolomeo había explicado esto con lo que llamaba epiciclos: círculos más pequeños o círculos dentro de una órbita circular mayor. Copérnico comprendió que este movimiento era una ilusión que tiene lugar debido a las diferentes longitudes de

las órbitas del planeta. En su modelo centrado en el Sol, Marte, Júpiter y Saturno estaban mucho más lejos del Sol y sus órbitas eran mayores que la órbita de la Tierra. En otras palabras, la Tierra “se adelantaba” a los otros planetas a medida que giraba alrededor del Sol en su órbita más corta. Es un fenómeno parecido a los corredores en una pista de carreras: el corredor que está en el carril interno recorre menos distancia que los corredores de los carriles de afuera.

Hacia 1514, Copérnico les entregó a sus amigos un ensayo en el que describía su teoría heliocéntrica. Siendo cauteloso, no quiso publicarlo, decisión reafirmada por la carta de un cardenal que le pidió en 1536 que no hiciera pública su teoría.

Casi treinta años después de ser concebida, y cuando estaba a punto de morir, se publicó en 1543 la gran obra de su vida *De Revolutionibus* (“Sobre las Revoluciones de las Esferas Celestes”). Hacia el final de su vida, un joven matemático de nombre Rheticus (1514-1574) lo había persuadido para que lo publicara. (El verdadero nombre de Rheticus era Georg Joachim pero había adoptado un pseudónimo porque a su padre, un médico del mismo nombre, lo habían decapitado por hechicería). Finalmente, Andreas Osiander (1498-1552), un ministro luterano, se hizo cargo de la publicación de la obra de Copérnico. Temiendo la condena de Martín Lutero, que se oponía a la idea de que la Tierra se moviera, Osiander le añadió un prefacio que “supuestamente” había sido escrito por Copérnico. Decía, en efecto, que la Tierra no se movía pero que sus cálculos eran más fáciles de entender si se asumía su

movimiento. Unas cuantas copias se imprimieron un mes antes de la muerte de Copérnico pero no es claro si él lo vio impreso. Se dice que en su lecho de muerte le entregaron un ejemplar, pero estaba tan débil que no podía sostenerlo en sus manos.

Escrito en lenguaje técnico y matemático, el libro no era fácil de leer. Pocos podían entenderlo, y el prefacio falso que negaba lo que Copérnico quería demostrar, lo hacía contradictorio. El golpe más devastador fue que la Iglesia Católica lo colocó en el índice de libros prohibidos en 1611, donde permaneció hasta 1835.

Copérnico, un "tonto" según el hombre que revolucionó la religión con la Reforma, ha sido reconocido como uno de los gigantes que revolucionó la ciencia, y fue inmortalizado dándole su nombre a un cráter de la Luna. Y para marcar el aniversario número quinientos de su nacimiento, la NASA le puso su nombre a un observatorio espacial que funcionó de 1972 a 1981, en honor a este astrónomo polaco que literalmente puso de cabeza al universo.

¿Cómo cambió la astronomía un hombre fiestero del siglo XVI que perdió su nariz en un duelo?

Además de Martín Lutero y de la Iglesia Católica, otro hombre que estuvo en desacuerdo con Copérnico fue el astrónomo danés Tycho Brahe. Nacido tres años después de la muerte de Copérnico, fue uno de los personajes más peculiares de la historia de la astronomía y pasó la mayor parte de su vida desarrollando un método sistemático para observar las estrellas y los planetas. Pero, como no se había inventado el telescopio, Brahe usó sus ojos e instrumentos tan

simples como los astrolabios y cuadrantes—dos palos en forma de cruz—para calcular las posiciones de los cuerpos celestiales. Sus observaciones fueron mucho más precisas que las de otros astrónomos que se habían apoyado en el trabajo de Ptolomeo, escrito 1,400 años antes. Pese a no haber tenido en cuenta a Copérnico, las observaciones de Brahe sirvieron de punto de partida a importantes descubridores que seguirían.

Brahe, el hijo mayor de un noble danés, estudió en la Universidad Luterana de Copenhague, donde se enseñaba el programa clásico del *trivium* (gramática, retórica y lógica) y el *quadrivium* (geometría, astronomía, aritmética y música). Entre estos estudios estaba la astrología—lado práctico de la astronomía —que comprendía también la medicina, pues se creía que los planetas tenían influencia sobre el cuerpo. Tenía reputación de fiestero y vivía como los jóvenes nobles daneses de la época. Tras una discusión con un compañero que era más hábil para las matemáticas que el, lo retó a un duelo en diciembre de 1566. Durante la pelea, Brahe perdió gran parte de su nariz que fue reemplazada con una prótesis de oro, plata y cera.

En su adolescencia, Tycho vio un eclipse parcial de Sol y se fascinó con la astronomía. El 11 de noviembre de 1572 vio lo que creyó ser una nueva estrella, lo que los astrónomos llamaban *nova* y que luego describió en su libro *De Stella Nova* (“De la Nueva Estrella”). Era ésta tan brillante, que podía verse a la luz del día. (Lo que Brahe observó fue en efecto una supernova, que es la muerte explosiva de una gran estrella. Refiérase a la Parte III para ver una

explicación detallada de las novas y supernovas). Aunque hoy es todavía considerado un suceso inusual, en la Europa del siglo XVI constituía un descubrimiento estremecedor. De acuerdo con la idea del universo aceptada en esa época—la idea aristotélica del universo perfecto y sin cambios, que era parte de la doctrina de la Iglesia—no era posible que surgiera una nueva estrella. No había posibilidad de cambio en los cielos, más allá de la órbita de la Luna, pues cualquier modificación implicaba que la Creación de Dios no era perfecta. Lo que Brahe había observado rebatía los conceptos de la época y la doctrina de la Iglesia. Como en esta época la gente podía ir a la guerra o al calabozo por opiniones de religión, una idea como ésta era más que una simple curiosidad científica.

Con este descubrimiento, y con su fama bien establecida, Brahe recibió del rey danés un pedazo de tierra en la pequeña isla de Hven. Con su dinero y con las rentas que pagaban los habitantes de la isla, construyó un extraordinario observatorio denominado Uraniborg (Castillo del Cielo) equipado con los mejores aparatos astronómicos disponibles y con un grupo de asistentes cuya misión era elaborar un mapa del firmamento. Esto, sin embargo, no era ciencia “pura,” Brahe, como muchos de sus contemporáneos, estaba convencido del valor de la astrología, que todavía era considerada parte importante de la astronomía. Tener mapas más precisos de las estrellas permitiría hacer predicciones astrológicas más exactas. Brahe pensaba que “la astrología era más confiable que lo que uno creería,” especialmente si las posiciones de las estrellas se conocían con mayor exactitud.

Las observaciones de Uraniborg posteriormente se publicaron en un catálogo de mil estrellas con todas sus posiciones cuidadosamente detalladas. En 1577 Brahe observó la trayectoria de un cometa brillante y calculó que estaba mucho más lejos que la Luna, contrariamente a la creencia de que los cometas aparecían entre la Luna y la Tierra. Utilizando su información, pero rechazando la de Copérnico, Brahe desarrolló un modelo del universo en el que el Sol y la Luna giraban alrededor de la Tierra y los demás planetas lo hacían alrededor del Sol.

Las parrandas de Tycho y su abuso de los habitantes de la isla lo desacreditaron y finalmente tuvo que irse a Praga donde se convirtió en matemático imperial.

Su mayor logro fue quizás haber contratado a Johannes Kepler en Praga en el año 1600. Diferían en temperamento y en formación. Mientras Kepler era en el fondo un pensador místico y muy religioso, Tycho era parrandero y bebedor. Tras un festín en 1601, Tycho contrajo una infección urinaria y murió once días después. En su lecho de muerte le entregó a Kepler sus observaciones y se dice que sus últimas palabras fueron: "Que no parezca que viví en vano."

*Voces del Universo:**Mystenum cosmographieum ("El Misterio del Cosmos")**Johannes Kepler (1596)*

No preguntemos con qué propósito útil cantan los pájaros, porque el canto es su placer, ya que fueron creados para cantar. No preguntemos tampoco por qué la mente humana busca desentrañar los secretos de los cielos... La diversidad de fenómenos de la naturaleza es tan grande, y los tesoros escondidos tan ricos, precisamente para que nunca le falte alimento a la mente humana.

¿Quién descubrió cómo se mueven los planetas?

Johannes Kepler nació en Weil, cerca a Stuttgart, en el sur de Alemania, en 1571. De niño, estudió en el seminario protestante para ser clérigo. Hijo de la Reforma Protestante, creció en medio de los conflictos entre protestantes y católicos. Mientras estaba en el colegio, Kepler conoció a un profesor de matemáticas que apoyaba las ideas de Copérnico y Kepler quedó fascinado con la teoría heliocéntrica. Detectó fallas en el sistema de Copérnico y las atacó con el fervor de los que peleaban por ideas religiosas. Le dijo a su maestro, "Quería ser teólogo. Durante mucho tiempo me sentí confundido. Sin embargo, ahora, gracias a mi esfuerzo, Dios es celebrado en la astronomía."

Para Kepler, Dios era geometría. En su concepción, el universo se componía de las órbitas de los planetas, como esferas, amontonadas dentro de los cinco cuerpos sólidos regulares de la geometría

clásica. Aunque estaba tratando de establecer una base sagrada para sus ideas, esto serviría posteriormente para estremecer el dominio que tenía la Iglesia sobre la astronomía.

Su familia, caída en desgracia cuando el padre de Kepler fue a pelear a Holanda como mercenario contra los protestantes, no pudo mantenerlo en el colegio. Entonces se dedicó a enseñar matemáticas en la pequeña población de Graz, Austria, donde complementaba sus ingresos haciendo horóscopos. Hasta los genios necesitan alimentarse y, para Kepler, la astrología era la principal fuente de ingresos. En 1998, un astrónomo del Observatorio Lick de California estaba revisando unos documentos y se encontró un papel muy viejo que resultó ser el horóscopo que Kepler había diagramado para un noble nacido el 10 de septiembre de 1586 a las 5 de la tarde.

Kepler enseñaba en Graz cuando apareció *Mysterium cosmographicum*, su primera defensa de las teorías de Copérnico publicada en 1596. Pero en el mundo de Kepler intervenían fuerzas mayores y las batallas entre católicos y protestantes ocasionaron el cierre del colegio donde trabajaba en 1598. Kepler se quedó sin trabajo, estaba prácticamente en la inopia cuando recibió la invitación de Tycho Brahe invitándolo a trabajar con él en 1600.

Fue una relación tormentosa. Kepler, el místico matemático pobre. Brahe, el noble rico y vividor. De su jefe alguna vez dijo Kepler, "Tycho es increíblemente rico, pero no sabe usar su riqueza." Sin embargo, Kepler reconocía el valor de sus observaciones y quería participar en los descubrimientos de Brahe. Su primer trabajo

consistió en hacer un mapa de la trayectoria de Marte, tema que había tenido perplejos a los astrónomos durante siglos. Para un observador, Marte parecía desplazarse hacia atrás en su movimiento, lo que se conoce como movimiento *retrogrado*. Desde los griegos, los astrónomos habían tratado de explicar el comportamiento de Marte en un marco lógico y matemático. Kepler pensaba que resolvería el problema en ocho días. Le tomó ocho años. Después de la muerte de Brahe, Kepler ocupó el puesto de astrónomo imperial del emperador austríaco. En 1606 escribió *De Stella nova* ("Sobre la Estrella Nueva") en donde se refería a la nova de 1604, conocida como la Estrella de Kepler. Luego, en 1609, publicó *Astronomia Nova* (La Nueva Astronomía) que contenía dos leyes revolucionarias en matemáticas basadas en su investigación sobre Marte. Había concluido que Marte no giraba formando un círculo—la forma perfecta aceptada por todos los pensadores desde el tiempo de Pitágoras y Aristóteles—sino en forma de elipse u óvalo, lo que cambió la visión sobre la Tierra y su lugar en el Universo.

Leyes de Kepler

1. Todos los planetas siguen una trayectoria u órbita, ovalada, alrededor del Sol, llamada elipse. El Sol se encuentra en uno de los de la órbita elíptica. A consecuencia de ello, los planetas están más cerca del Sol en ciertos momentos de su recorrido orbital.
2. Una línea imaginaria trazada desde el centro del Sol al centro de un planeta recorre la misma área en un tiempo determinado. Esto significa que los planetas se mueven más

rápido cuando están cerca del Sol y más despacio cuando están más lejos. Diez años más tarde, Kepler introdujo una tercera ley en su libro *La Armonía del Mundo*, en donde reunió sus descubrimientos:

3. El tiempo que toma un planeta para completar una órbita alrededor del Sol se llama período orbital. El cuadrado de ese período (el período multiplicado por sí mismo) dividido por el cubo de la distancia (distancia multiplicada dos veces por sí misma) es la misma para todos los planetas. En términos más simples: un planeta que está cuatro veces más lejos del Sol que otro planeta se demora ocho veces más en girar alrededor del Sol.

Pero estos sorprendentes descubrimientos no evitaron que se le criticara o que tuviera dificultades. En 1612 perdió a su esposa y a su hijo, víctimas de la peste, y fue excomulgado por sus ideas. En un mundo dominado por la superstición, tuvo que defender a su madre de acusaciones de brujería. Mujer quisquillosa, fue acusada de envenenar a sus vecinos y estuvo en la cárcel donde la amenazaron con tortura y muerte en la hoguera. Seis mujeres habían sido ya incineradas por brujería. Kepler salvó a su madre de la ejecución pero ella tuvo que huir de su pueblo—severo recordatorio de cómo el mundo de este matemático durante la Reforma en Europa estaba dominado por la superstición y por la implacable autoridad de la iglesia.

La seguridad de su madre no alivió sus problemas. Apenas publicó

Kepler dos de sus tres leyes, su mundo se hizo añicos. Praga, su ciudad adoptiva, era un punto crítico en las guerras santas que literalmente dividieron a Europa. Específicamente, la vida de Kepler en Praga se vino abajo al comienzo de la Guerra de los Treinta Años (1618-1648). Empezó como una guerra civil entre católicos y protestantes en el territorio dominado por los reyes de Austria, y se expandió por todo el continente, convirtiéndose en un conflicto mucho mayor por territorio y poder. Su causa radicaba en la hostilidad entre protestantes y católicos en Europa Central (lo que hoy ocupan Alemania, Austria y parte de Italia y la República Checa). En 1618, el arzobispo de Praga ordenó la destrucción de una iglesia protestante. Los protestantes de la aldea se rebelaron en mayo de 1618 y lanzaron por la ventana a dos funcionarios del emperador, incidente que se conoció como la "Defenestración de Praga."

Con la guerra en furor, Kepler no tuvo apoyo económico y se vio obligado a salir de Praga. Permanecería como astrónomo real elaborando tablas astronómicas para el Duque de Wallestein hasta su muerte en 1630. Según palabras de Carl Sagan, "Kepler estuvo en la cúspide la historia de la astronomía; el último astrólogo científico y el primer astrofísico." Su contribución al conocimiento del universo—demostró cómo los planetas se mueven en sus órbitas propias—significó un paso gigante y un punto de partida para otros grandes. En su propio epitafio Kepler escribió:

Medí los cielos y ahora las sombras.

Mi mente en la bóveda celeste.

Mi cuerpo descansa en la Tierra.

Una de las pequeñas pero importantes contribuciones de Kepler: En 1610 acuñó la palabra "satélite" para describir las lunas de Júpiter.

Voces del Universo:

Giordano Bruno, Sobre el Universo y los Mundos

Infinitos: Quinto Diálogo

(1584)

Nuestro ojo físico nunca encontró el fin se perdió en la inmensidad del espacio... No hay en el Universo ni centro, ni circunferencia.

¿Quién le perforó la lengua a Giordano Bruno?

¿Por qué causa permanecería usted siete años en prisión, desnudado, con la boca tapada, atado a un palo, paseado por las calles de Roma con la boca tapada, con un clavo en la lengua y otro en el paladar? Y después de todo esto, saber que su único futuro es ser quemado vivo.

Posiblemente usted lo haría por su familia. ¿Tal vez por su país?

¿Por su religión? ¿Lo haría por una idea?

Hace cuatrocientos años, el 19 de febrero de 1600 un brillante y peculiar pensador, que había enseñado en las grandes universidades de Paris, Oxford y Wittenberg, sufrió tal suerte. Es curioso que su nombre no sea más conocido entre los héroes de la humanidad. Giordano Bruno nació en Ñola, Italia, alrededor de

1548. Se educó en el colegio dominico de Nápoles, famoso por ser el lugar donde enseñara el filósofo medieval Tomás de Aquino. En 1565, Bruno entró a la orden dominica y fue ordenado como sacerdote en 1572. Pero, a medida que progresó su educación, se desencantó de la Iglesia y de su ideología basada en la lógica de Aristóteles y en la visión de la Tierra como centro del universo.

Salió de la orden en el año 1576 y empezó a viajar por Europa como filósofo viajero. En su libro sobre el desarrollo científico, *Los Descubridores*, Daniel Boorstin sostiene que era como un "vagabundo inspirado;" daba discursos en las universidades de Francia y allí empezó a enseñar las habilidades secretas de memoria de los dominicos. Sus ideas, basadas en el principio de asociación, que todavía se enseñan en las técnicas para mejorar la memoria, quedaron plasmadas en un libro llamado *El Arte de la Memoria* que lo hizo famoso, algo así como el "Increíble Kreskin" del siglo XVI.

Las enseñanzas de Bruno sobre la memoria le hicieron muy famoso en Europa y fue invitado por varios reyes a sus cortes. Tuvo audiencias con el Rey Enrique III de Francia y con la Reina Isabel de Inglaterra. Pero conversar con esta última no era una buena idea, dado que Isabel I era la cabeza de la iglesia protestante. Cuando publicó su libro *La Cena della cenen* ("La cena de las cenizas"), que explicaba la nueva teoría de Copérnico, fue calificado de hereje por la Iglesia.

Bruno finalmente se excedió ante los ojos de los eclesiásticos con su libro *Dell Infinito universo e mondi* (Del Infinito, el Universo y el Mundo).

A diferencia de Copérnico, quien le antecedió, y de Galileo, quien le siguió, Bruno no era astrónomo sino filósofo. Las ideas de Copérnico le intrigaban y considerar que la Tierra no era el centro del universo lo llevó en una dirección filosófica distinta. Si las estrellas, aparentemente incontables, del universo fueran todas soles, entonces cuántos mundos habría como la Tierra? Un "número infinito," pensaba él y con la posibilidad de encontrar seres como nosotros. Pero la idea de otros mundos no estaba de acuerdo con las enseñanzas de la

Iglesia que predicaba que la Tierra y los seres humanos eran *únicos* dentro de las obras de Dios.

Atraído por la promesa de un trabajo, Bruno viajó a Roma, donde se le acusó de herejía y fue entregado a la Inquisición en 1593. La Inquisición Universal había sido establecida por el Papa Pablo III en 1542 para reprimir el surgimiento de la Reforma Protestante. Un concilio de dominicos ("los perros de Dios") era el encargado de juzgar a los herejes, después de someterlos a penosísimas torturas. Durante ocho años, Bruno permaneció encadenado en el Castillo Sant' Angelo en Roma, donde fue interrogado sin piedad por la Inquisición. Finalmente, fue sentenciado a muerte después de un juicio regido por el cardenal jesuita Roberto Bellarmine, uno de los más brillantes pensadores de la Iglesia en ese momento. Nunca se arrepintió: "No necesito retractarme ni voy a hacerlo," le dijo al Cardenal Bellarmine. "No tengo nada de que retractarme." Cuando oyó la sentencia de muerte les dijo a sus acusadores: "Su miedo al pronunciar mi sentencia es mayor que el mío al oírla." Después de

escuchar esto, los padres dominicos y jesuitas se aseguraron de que no se arrepintiera. Le pusieron una mordaza de hierro en la quijada y le insertaron un clavo en el paladar y otro en la lengua. Luego, el sábado 19 de febrero de 1600, fue llevado en carreta por las calles de Roma por un grupo encapuchado conocido como la Compañía de Misericordia y Piedad (!). Después de quitarse la ropa, los sacerdotes quemaron a Bruno atado a una estaca.

Considerado un hereje, o al menos un filósofo descarriado, Bruno no produjo un impacto indeleble en la astronomía o en la cosmología excepto por su visión visionaria de otros mundos, considerada posible por los astrónomos modernos que buscan vida en otros planetas. Uno de sus contemporáneos ciertamente debió haber tomado nota del futuro de Bruno. Pero Galileo Galilei probablemente pensó que él, un científico y matemático con amigos influyentes, tenía muy poco en común con el excéntrico sacerdote que fue quemado contra un poste por sus ideas inaceptables.

El mayor legado de Bruno para la posteridad es un cráter en la Luna que lleva su nombre. Se cree que este cráter se originó al estrellarse un meteorito contra la superficie lunar el 25 de junio de 1178, según reporte de unos monjes ingleses.

Voces del Universo:

Galileo Galilei II Saggiatori ("El ensayista"), 1623

La filosofía está escrita en este libro—quiero decir, el universo—que está siempre abierto ante nuestros ojos, pero que no puede ser entendido, a menos que entendamos su lenguaje e interpretemos los caracteres en que está escrito. Está escrito en el lenguaje de las matemáticas y sus caracteres son triángulos, círculos y otras figuras geométricas sin las cuales es humanamente imposible entender una palabra sobre él; sin ellas uno deambula en un laberinto oscuro

¿Por qué consideramos a Galileo el "Al Gore" del Renacimiento, o quién inventó *realmente* el telescopio?

Siempre se ha dicho que la necesidad es la madre de todos los inventos. Pero, tal vez la guerra pueda ser el padre de todos los inventos. La computadora moderna nació gracias a una necesidad militar. En Inglaterra, durante la Segunda Guerra, mientras el matemático Alan Turing trataba de descifrar un código alemán llamado Enigma, su equipo diseñó el Colossus, un precursor de la computadora electrónica, hecho que cambió dramáticamente el curso de la historia. Al mismo tiempo, el Laboratorio de Investigación Balística de Aberdeen, Maryland, le pidió a la Universidad de Pennsylvania que inventara una máquina que pudiera calcular trayectorias rápidamente. El resultado de este esfuerzo fue el ENIAC, la primera computadora electrónica que salió

a la luz en 1946. Inclusive el Internet nació en el Laboratorio de Investigación del Departamento de Defensa.

El pasado no fue muy diferente. En el año 1500, en la época en que Leonardo da Vinci estaba esbozando ideas para sus aparatos voladores y helicópteros, un científico chino llamado Wan Hu supuestamente amarró cuarenta y siete cohetes a una silla con el fin de construir un aparato volador. El aparato explotó y mató a Wan, la primera muerte de un piloto de ensayos. El desarrollo de armas ha dado lugar a unos avances tecnológicos enormes.

Aunque no consideremos el telescopio como un arma, en cierta forma lo fue. En 1609, un matemático y astrónomo italiano se enteró de un invento en una exposición en Venecia. Se trataba de un "tubo óptico" que acercaba los objetos. Su inventor, Hans Lippershey, estaba tratando de patentar la idea cuando el profesor italiano supo de ella. Cuando unos fabricantes de lentes holandeses llevaron el primer antejo de larga vista a Venecia en 1609, el profesor italiano pensó que lo podía mejorar, cosa que, en efecto, logró. Más tarde dijo haberlo logrado en sólo veinticuatro horas. Esto era algo exagerado, casi análogo a la presunción de Al Gore de ser "el padre del Internet" El primer antejo de larga vista de Galileo era tan potente como los binoculares modernos. El nombre se lo inventaría luego un amigo de Galileo, quien lo tomó de la expresión griega para "observador para ver de lejos." Uno de los primeros telescopios de Galileo fue entregado al dogo (magistrado principal elegido) de Venecia quien reconoció su valor comercial y militar. Por vez primera, los buques que estaban a dos horas del puerto podían

ser avistados.

Al igual que muchos genios, este profesor de matemáticas llamado Galileo Galilei reconoció la utilidad de estos aparatos y se dedicó a perfeccionar el telescopio y otras invenciones útiles. La reputación de Galileo creció. Le doblaron el salario y tuvo trabajo garantizado toda la vida. Le contrataron como matemático de la corte de Florencia y sin responsabilidades docentes, lo cual resultó ser un arma de doble filo. Afirma la historiadora Kitty Ferguson que Galileo —genio de la auto promoción —“desarrolló tal talento para interpretar las ideas de los demás y llevarlas a cabo con celeridad que estaba ya perdiéndose en el horizonte cuando el creador de una idea aún estaba en la línea de salida (*Measuring the Universe*). Pero su éxito no le ayudó a ganar amistades o a tener influencias en ese mundo italiano de académicos, religiosos y políticos del siglo XVI. Esta era la Italia que había producido *El Príncipe* e introducido en el mundo el concepto “maquiavélico” como sinónimo de poder, manipulación y ambición. La gran fortuna de Galileo no agradaba a otros intelectuales que pensaban que se había apoderado de una idea ajena y la había aprovechado. Pasó el resto de su vida enfrentando enemigos.

Nacido cerca de Pisa en 1564, Galileo —como Giordano Bruno en algunos aspectos—tuvo una vida poco convencional. Fue enviado a un monasterio durante su niñez, donde se le preparaba para el sacerdocio, pero él y su padre, un músico poco exitoso, tenían otras ideas al respecto. Sacó al niño del monasterio, pues claramente no le atraía hacer caso a las autoridades. Entró a estudiar medicina en

la Universidad de Pisa, pero atraído más hacia las matemáticas y la filosofía, dejó el plantel a la edad de diecisiete años sin obtener título alguno. A pesar de no tener diploma, Galileo se convirtió en tutor, luego en instructor de matemáticas en Pisa, donde se presume que tuvo lugar su famoso experimento de la Torre Inclinada.

La historia sobre la torre que se enseña en los colegios sostiene que Galileo quería refutar la creencia de Aristóteles de que la velocidad de los cuerpos que caían era proporcional a su peso —en otras palabras, las cosas más pesadas caen más rápido que las livianas— y se lo demostró a sus estudiantes al lanzar dos pedazos de plomo, posiblemente dos balas de cañón, de manera simultánea desde la Torre Inclinada. Esto cuenta la historia de un biógrafo amigo escrita poco después de su muerte. Haya sido cierta o no esta historia, el asunto es que no podemos negar que Galileo tenía razón. Pensaba que el viejo griego era un “ignorante.” Sin embargo, contradecir a Aristóteles no era “políticamente correcto” y Galileo fue despedido de la Universidad de Pisa. Al poco tiempo ingresó a la Universidad de Padua.

Hasta este momento de la historia de las ciencias, los conceptos básicos sobre astronomía y física se “debatían” a partir de los métodos de la lógica aristotélica, en lugar de hacerlo con investigación y observación—de acuerdo con “el método científico.” Galileo pensaba que el método filosófico de los griegos estaba errado y creía que las medidas precisas eran más importantes que la lógica formal y los debates. El método, las ideas y los escritos de

Copérnico, Brahe y Kepler mostraban que Galileo no estaba solo. En 1597 Galileo leyó el libro de Kepler, *Mysterium Cosmographicum*, (“El Misterio del Cosmos”) y se escribió con el matemático místico de Graz, quien compartía su creencia de que Copérnico tenía razón. Pese a su imagen de científico lanzado, Galileo no estaba listo para dar el paso. Escribió a Kepler, “He reunido muchos argumentos para refutar la teoría (aristotélica), pero no los publico por temor a correr la misma suerte de nuestro maestro Copérnico. Aun cuando él ha ganado fama inmortal entre algunos, para otros (¡tan grande es el número de los tontos!) se ha convertido en objeto de ridiculización y desprecio. Si hubiese más personas como usted, lo publicaría, pero no siendo ese el caso, me abstengo.”

Kepler le insistió en que lo hiciera, pero Galileo estaba más interesado en las pruebas que en las especulaciones, y aparentemente estaba más interesado en sus ganancias que en la posteridad. Posteriormente esas ganancias provinieron de las armas —lo que en la actualidad llamaríamos un contrato de defensa. En la época en que se comunicaba con Kepler, Galileo inventó un “compás militar y geométrico.” En esencia, era un aparato instalado en un cañón que se usaba para medir la distancia y la elevación del disparo y así conferir exactitud al tiro. El compás fue un éxito total y le dio a Galileo los medios económicos que este ambicioso hijo de un frustrado músico siempre había deseado. A su vez, le trajo desventuras. Alguien dijo haber inventado el aparato primero y acusó a Galileo de plagio. Esta acusación fue refutada, pero la denuncia de que Galileo tomaba ideas de los demás y las

presentaba como propias le persiguió una y otra vez.

Con el telescopio sucedió algo similar, pero le proporcionó a Cableo una fortuna y, a su vez, logró la prueba científica que buscaba. Durante los meses siguientes en 1609 se dedicó a refinar y a perfeccionar su telescopio y al enfocarlo al firmamento hizo algunos de los descubrimientos más importantes de la astronomía. Observó los cráteres y las montañas de la Luna y se sorprendió de como se parecía ese lugar a la Tierra. Observó la superficie lunar y encontró que no era lisa sino, más bien, llena de montañas, valles y cráteres. Observó que la parte oscura de la Luna estaba ligeramente iluminada por la Tierra, fenómeno que denominó brillo terrestre. Con esta información demostró que la Tierra brilla tanto como los otros planetas y por tanto debe reflejar la luz del Sol.

Al dirigir su telescopio hacia otros planetas descubrió que, a diferencia de las estrellas que aparecían como pequeños puntos en su lente, los planetas se veían como pequeños discos o, en el caso de Venus, como una luna creciente en miniatura. Esto último lo llevó a concluir que las estrellas estaban mucho más lejos que los planetas. Hizo descubrimientos importantes acerca de los planetas como, por ejemplo, sobre el movimiento de Venus. Comprendió las dimensiones de la Vía Láctea; descubrió que estaba formada por numerosas agrupaciones de estrellas y observó manchas solares que le ayudaron a determinar que el Sol giraba.

En sus observaciones sobre Júpiter demostró que estaba rodeado por “cuatro estrellas” —en ese tiempo tanto las estrellas como los planetas se llamaban “estrellas.” Llamó aquellas lunas como las

denominamos hoy en día, “estrellas Medicianas” en honor a la adinerada familia Medici, que gobernaba en Florencia y que eran poderosos mecenas de Galileo. Si usted vivía en Italia en 1600 era importante tener a los Medici del lado suyo. Al observar el movimiento de estas “estrellas” alrededor de Júpiter llegó a la conclusión de que deberían estar girando alrededor del planeta, como la Luna giraba alrededor de la tierra. Esto parecería tener poca importancia para nosotros pero, para Galileo—y para muchos de los Padres de la Iglesia que estaban tratando de detener la reforma Protestante y la Ilustración con la Inquisición —su descubrimiento fue clave, pues demostró que el sistema Luna-Tierra no era único en la Creación perfecta de Dios.

Galileo publicó una descripción de sus observaciones en marzo de 1610 en un folleto denominado *Siderius Nuncius* (“El Mensajero Estelar”). El libro convirtió a Galileo en una absoluta sensación y en palabras del biógrafo James Restan, Jr.; “se convirtió en el libro más importante del siglo XVII.” (*Galileo: A Life*).

*Voces del Universo**El Mensajero Estelar, Galileo*

Todas las disputas que han atormentado a los filósofos de todas las épocas se resuelven inmediatamente por las...pruebas ante nuestros ojos, y así nos libramos de largas discusiones sobre este tema, pues la Galaxia no es sino una enorme masa de estrellas apiladas en conjuntos. Hacia donde sea que dirija uno el telescopio, de inmediato se encuentra con una multitud de ellas

Aunque Galileo estaba muy cercano a probar lo que Copérnico había escrito, todavía le faltaba información. Quería Galileo recoger suficientes pruebas para desbaucar la doctrina de la Iglesia y, sin embargo, tenerla de su lado si le era posible. De hecho, había hombres en la Iglesia que querían oírlo, lo que pudo verificar cuando visitó Roma para asistir a una audiencia con Pablo V y otros funcionarios en 1611 y constató que algunos de los directivos de la iglesia querían mirar por el telescopio que había llevado. Intrigados, todavía no estaban seguros de que la creencia de Galileo en Copérnico estuviese bien fundamentada.

¿Por qué arrestó el Vaticano a Galileo?

El año 1616 no fue bueno para la literatura; Cervantes y Shakespeare murieron ese año. Fue también el año en el que el tratado de Nicolás Copérnico sobre el sistema solar, *De Revolutionibus orbium coelestium* ("Sobre las Revoluciones de los

Cuerpos Celestes”), que había sido publicado más de setenta y cinco años antes, en 1543, fuera puesto en la lista de libros prohibidos de la Iglesia, el *Index librorum prohibitorum*. No necesita uno saber mucho latín para entender lo que significan estas palabras.

La Iglesia no estimaba mucho al astrónomo polaco Copérnico, quien aseguraba que la Tierra se movía alrededor del Sol y no al contrario. Esta noción contradecía dogmas de la Iglesia del momento. (El libro permaneció vetado hasta 1835, y la Iglesia continuó negando las teorías de Copérnico hasta el año 1922.)

En ese año de 1616, el astrónomo y matemático italiano de cincuenta y seis años fue amonestado por uno de los cardenales de la Iglesia Católica, Robert Bellarmine. Galileo recibió instrucciones de no continuar promoviendo o defendiendo las ideas de Copérnico. Estas advertencias pudieron haber estado acompañadas de una visita a las prisiones papales donde los prisioneros de la Inquisición eran tratados con las ingeniosas técnicas que habían sido inventadas por los padres de la Iglesia para garantizar una fe pura. Posiblemente Galileo pudo haber olido la piel tostada de Giordano Bruno.

Pero Galileo no dejaba de hablar de sus ideas y, en 1616 ya había sacado de casillas a algunos de los representantes del Vaticano. Mientras sus mejoras a los telescopios existentes tenían consecuencias prácticas para generales y almirantes, Galileo estaba más interesado en sus ideas sobre el cielo.

Todos los descubrimientos que hizo Galileo le confirmaron que Copérnico tenía razón. Posiblemente si se hubiese limitado a su

telescopio, Galileo no hubiera tenido problemas. Los profesores de la vieja escuela aristotélica tenían mucho peso ante la Iglesia y las ideas de Galileo les daban sobradas justificaciones para acusarlo. En una carta abierta, Galileo sostuvo que la Biblia no debía ser tomada literalmente y que no tenía ninguna autoridad en cuestiones científicas. Dijo que a la Iglesia le correspondía demostrar que Copérnico estaba errado. Fue llamado a Roma en 1616 por el jesuita Cardenal Robert Bellarmine, quien le hizo la consabida amonestación con nuevas admoniciones papales. Galileo pasó entonces varios años en relativo silencio, publicando en 1623 su obra *Il Saggiatore* ("El Ensayista").

En el año de 1632 no pudo quedarse más tiempo en silencio y publicó *Dialogo sopra i due massimi sistemi del mondo. Tolemaico e Copérnico* ("Diálogo Sobre los Dos Sistemas del Mundo: El Ptolemaico y el Copernicano"). A diferencia de la mayoría de los libros científicos del momento, estaba escrito en italiano y no en latín. Irónicamente, fue aprobado por los censores de la Iglesia Católica. Presentaba un diálogo ficticio entre los hombres de las teorías que se enfrentaban: Ptolomeo, para quien la Tierra era el centro del universo, y Copérnico, que sostenía que la Tierra se movía alrededor del Sol. Un tercer personaje era un hombre razonable que escuchaba los argumentos de estos dos. El antagonista de Copérnico era presentado como un hombre estúpido. Un enemigo de Galileo, un jesuita llamado Christopher Scheiner, convenció al Papa Urbano VIII de que este personaje, Simplicio, era el propio papa. Era una venganza. Scheiner y Galileo se disputaban

el título de descubridor de las manchas solares. Galileo decía que había sido él y Scheiner lo desmentía. (De hecho, ambos fueron derrotados por Thomas Harriot, un inglés que estaba realizando un mapa de la Luna, en total anonimato, y por el holandés Johannes Fabricius.) Aunque era un hombre mucho más científico que sus predecesores, el papa estaba furioso.

El ambiente del momento estaba en contra de Galileo. La expansión del protestantismo había obligado a la Iglesia Católica a defenderse demostrando la pureza de la doctrina católica. Desde su lecho de enfermo, Galileo, que tenía setenta años, fue citado por la Inquisición en 1633 bajo cargos de "sospecha de herejía." Le pidieron que dejara de divulgar las teorías de Copérnico, orden que obedeció, posiblemente razonando que los astrónomos muertos no cuentan historias. Su libro fue quemado y la sentencia contra Galileo fue leída públicamente en todas las universidades. La sentencia a prisión perpetua le fue conmutada por arresto domiciliario.

Cuenta la leyenda que cuando Galileo salió de la Inquisición después de retractarse de su visión de que el Sol era el centro alrededor del cual giraba la Tierra, exclamó en voz baja "*E pursori muove*" ("Sin embargo, se mueve.") Es improbable que lo haya dicho en una voz lo suficientemente alta como para que lo oyeran; en esa época quemaban a las personas por ofensas menores.

La Iglesia oficialmente negó la teoría de Copérnico hasta 1922. En 1984, una comisión papal reconoció que la Iglesia se había equivocado en relación a Galileo, pero no se retractó de su condena

hasta 1992, es decir, 350 años después de su muerte.

¿Tuvo el tratamiento de Galileo, por parte de la Iglesia, un efecto negativo sobre los otros científicos e intelectuales de la época? Pensemos en las palabras de Descartes, el famoso filósofo francés quien escribió lo siguiente en 1634:

“Sin duda, ustedes saben que Galileo fue recientemente censurado por los Inquisidores de la fe y sus ideas sobre el movimiento de la Tierra fueron condenadas como heréticas. Debo decirles que todas las cosas que expliqué en mi libro, entre ellas la doctrina sobre el movimiento de la Tierra, dependían tan estrechamente unas de otras que no es suficiente descubrir que una pueda ser falsa para concluir que todos los argumentos que expongo carecen de fundamento. Aunque pensé que estaban basados en pruebas ciertas y evidentes, no desearía por nada en el mundo ir en contra de la autoridad de la Iglesia... Quiero vivir en paz y continuar viviendo la vida que he empezado bajo el lema para vivir bien, es necesario pasar desapercibido.”

Mientras pagaba su sentencia, Galileo continuó su trabajo y produjo un libro final en 1638 antes de quedarse ciego, debido posiblemente al daño causado por mirar el Sol con el telescopio. Murió el 8 de enero de 1642 en Arcetri, Italia.

El día de Navidad de ese año nació un bebé en Woolsthorpe en la campiña del noroeste de Inglaterra. Se llamó Isaac Newton.

*Voces del Universo**Sir Isaac Newton (1642-1727)*

No sé lo que piense el mundo de mí; pero recuerdo haber sido un niño que jugaba en la playa recreándose al encontrar piedras más lisas o más bonitas que las comunes y corrientes. Mientras tanto, frente a mis ojos, se encontraba un gran océano de verdades sin descubrir.

¿Cayó realmente la manzana de Newton?

¿Cómo llamaría usted a un solterón, supuestamente virgen, que vivió con su compañero de universidad gran parte de su vida adulta? Podría llamarlo uno de los hombres más inteligentes que haya vivido: Isaac Newton, el de la manzana.

Es muy probable que las dos manzanas más famosas de la historia occidental nunca hayan existido. La primera, claro está fue, la de Eva en el bíblico Jardín del Edén. Una rápida lectura del Génesis nos deja en claro que la fruta prohibida de la Biblia no fue propiamente una apetitosa McIntosh ni una Red Delicious. (Un higo sería un candidato más apropiado para haber sido la fruta prohibida de Eva).

La segunda manzana famosa fue la que vio caer Sir Isaac Newton y que le inspiró para descubrir las leyes de la gravedad. La historia aparentemente la originó el escritor francés Voltaire, quien se fascinó con Newton durante una estadía en Inglaterra. La había oído de la sobrina de Newton. Pero se desconoce cómo la supo ella, y es muy posible que haya sido inventada. En su vejez, Newton repetía la

historia, pero ya se había convertido en el tipo cuento que repiten los viejos sobre su juventud, como las distancias que tenían que recorrer en la nieve para ir a la escuela.

Nació el día de Navidad de 1642 y fue un bebé prematuro. Isaac Newton fue un niño pequeño, enfermizo cuyo padre, un agricultor, había muerto antes de su nacimiento. Es una de esas preguntas hipotéticas de la historia: ¿Y si el padre de Newton no hubiese muerto? Uno de los más agudos pensadores de la historia habría seguido los pasos de su padre en la granja y es posible que no hubiera recibido educación alguna.

Cuando Newton tenía tres años, su madre se casó con Barnabas Smith, rector de North Witham, y se fue a vivir con él, dejando al pequeño Newton al cuidado de su abuela materna. Newton nunca le perdonó el abandono, y años más tarde escribió con rencor sobre este episodio. Siete años más tarde, el rector Smith murió y la madre de Newton volvió a su antiguo hogar con tres hijos más. A los doce años, Newton fue enviado al colegio de primaria de Grantham. El aprendizaje del latín—el lenguaje internacional de los intelectuales— le permitió leer todas las obras importantes sobre matemáticas. Demostró interés por inventar cosas y le atraían inmensamente los relojes de Sol.

Newton era en términos modernos la polilla de la escuela. Cuando había tormentas salía al jardín a saltar contra el viento para tratar de medir su fuerza. Como es de imaginar, sus compañeros no lo querían, y su madre terminó sacándolo de la escuela, pero sabiendo que a Newton no le atraía la vida de agricultor, su tío y el rector del

colegio la convencieron de que lo dejara prepararse para la universidad.

Nacido en la época del Protectorado, cuando la monarquía inglesa fue reemplazada por el protestantismo restrictivo de Cromwell — sin teatros, baile o diversión alguna — Newton creció durante la Restauración, época en que Carlos II recibió una monarquía transformada. Y, en el Trinity College de Cambridge, que fuera antes un foco de puritanismo, los monárquicos estaban en su apogeo. Al llegar allí en 1661, Newton era un “sizar” o estudiante pobre — la forma más baja de vida universitaria. Los estudiantes de esta categoría ocupaban cargos de sirvientes. Sólo comían las sobras en el comedor. A los dieciocho años, era cuatro años mayor que la mayoría de sus compañeros. Pero allí conoció a John Wickins, de quien se hizo muy amigo y con quien viviría durante los siguientes veinte años. Poco se sabe de la vida de este último pero, aparentemente, lo apoyaba en sus actividades y era un excelente copista.

Pese a que las obras de Aristóteles eran de estudio requerido, Newton conoció la obra de Kepler, Copérnico y Galileo. Le atraía mucho la astrología, y había comprado un libro sobre este tema en una feria en 1663. En 1665 recibió su título, pero Trinity fue clausurado durante un año debido a una epidemia de peste bubónica. La gran peste de Londres acabó con la vida de más de setenta y cinco mil víctimas—dieciséis por ciento de la población de Londres. Durante los “años de peste,” Newton regresó por un período de dos años a Woolsthorpe, lugar de su nacimiento en la

campiña inglesa.

Sin mayor trabajo que hacer, Newton reescribió las leyes de la ciencia. Prácticamente se inventó el cálculo. Experimentando con un prisma descubrió el espectro y la naturaleza de la luz. Y fue por esta época que cayó la manzana, lo que le hizo pensar a Newton por qué no se caía la Luna sobre la tierra. Su respuesta dio origen a la ley de la gravitación universal. Si la Luna se estuviera inmóvil como la manzana, se caería, atraída por la gravedad de la Tierra. Pero la velocidad de la Luna la mantiene en órbita alrededor de la Tierra. Newton inventó una forma para relacionar la masa con la velocidad y con la fuerza de la gravedad.

Pero todos estos conceptos los tuvo en su cabeza durante los siguientes veinte años. Sólo después de un encuentro con el astrónomo Edmond Halley (1656-1742) expresó Newton sus ideas. Cuenta la historia que el astrónomo Robert Hooke les contó a Halley y al famoso arquitecto Christopher Wren que había descubierto las leyes del movimiento de los planetas. Wren pensó que Hooke estaba errado y ofreció un premio a quien pudiera resolver el problema. Halley visitó a Newton y le preguntó cómo serían las órbitas planetarias si los planetas fuesen atraídos por el Sol. Newton respondió de inmediato, "Una elipse, ya lo he calculado."

Halley convenció a Newton de que publicara sus ideas y pidió ayuda financiera de la Real Sociedad. Al negarla esta entidad, Halley se encargó del proyecto y publicó el trabajo de Newton en 1687. Conocido como *Principia*, el título completo es *Principios Matemáticos de la Filosofía Natural*. En el tercer volumen Newton

acuñó el término "gravedad," del latín *gravitas*, que significa peso o pesadez, y describió los movimientos de los planetas alrededor del Sol. En los doscientos años que han pasado pocos cambios se le han hecho a su obra.

Si Halley no hubiera hecho nada más que contribuir con esta publicación, su lugar en la ciencia estaría garantizado, pero como astrónomo obtuvo un lugar inmortal al predecir en 1705 que un gran cometa regresaría en el año 1758. Halley murió en 1742 pero su cometa regresó tal como había predicho y se le conoce como el Cometa de Halley.

Las ideas de Newton eran tan revolucionarias y complejas que pocos lograban comprenderlas y no se enseñaron ampliamente sino hasta unos cincuenta años después.

En los años posteriores, el discreto Newton sufrió de ataques de nervios. Algunos historiadores creen que pudo haber ingerido mercurio durante los experimentos de ciencias y que esto influyó en su estado anímico. Cualquiera sea la causa, en sus últimos años se dedicó a lanzar fuertes ataques a sus críticos y rivales, particularmente a Robert Hooke. Newton y Hooke siempre habían tenido toda suerte de controversias de tipo académico y experimental. Cuando se publicó *Principia*, Hooke acusó a Newton de plagio. Hooke, quien era más conocido por sus trabajos en biología, pudo haber estado en la misma ruta de Newton con respecto a la física y la astronomía, pero nunca llegó a la misma estación. Newton no tenía un espíritu generoso. Después de que Hooke lo acusó, sacó de *Principia* las referencias alusivas al trabajo

de éste. Al morir Hooke, lo reemplazó en la Sociedad Real y mandó destruir su retrato. De igual manera, Newton tuvo desacuerdos con el matemático alemán Gottfried Wilhelm Leibniz y con el astrónomo real John Flamsteed, cuyos nombres fueron extraídos de las ediciones posteriores de *Principia*. Al final de su vida, se dedicó a trabajar en una cronología basada en la Biblia, pero que se remontaba a las mitologías griega y egipcia. Aunque en público era un anglicano devoto, sus cronologías parecen sugerir que consideraba al cristianismo como un vástago de cultos religiosos anteriores.

Hitos en la historia del universo

1644-1687

- 1644 El filósofo y matemático francés René Descartes incluye en su libro *Principia philosophiae* ("Principios de filosofía") su teoría acerca del origen y estado del sistema solar que él entiende en términos de un torbellino de materia.
- 1647 Johannes Hevelius publica *Selenographia*, donde elabora el primer mapa sobre el lado de la Luna que es observable desde la Tierra.
- 1650 El obispo irlandés James Ussher establece la fecha de la Creación en el año 4004 a.C. y la fecha del diluvio de Noé en 2349 a.C. a partir de las historias bíblicas. Sus fechas son aceptadas durante siglos y continúan siendo aceptadas por algunos cristianos.

- 1656 El matemático y astrónomo holandés Christiaan Huygens descubre que los “manubrios” que Galileo había observado sobre Saturno son realmente anillos. Descubre Titán, la luna más grande de Saturno.
- 1659 Huygens se convierte en la primera persona en observar los accidentes de la superficie de la Luna.
- 1660 Comienza la Restauración en el Reino de Inglaterra.
- 1663 Las obras de Descartes son incluidas en el *Index librorum prohibitorum* de la Iglesia Católica.
- 1664 El libro *Le Monde* (“El Mundo”) de René Descartes, publicado después de su muerte, reafirma las teorías de Copérnico. Descartes había abandonado este proyecto después de conocer los problemas de Galileo con la Iglesia.
Robert Hooke descubre el Gran Punto Rojo sobre Júpiter y su rotación.
- 1665 Giovanni Domenico Cassini (1625-1712) mide la velocidad de rotación de Júpiter.
- 1666 Cassini observa los casquetes de hielo polar en Marte.
- 1668 Newton inventa el telescopio de reflexión.
- 1671 Giovanni Domenico Cassini, quien llegara a París en 1669 y fuera director del Observatorio de París, descubre Iapetus, un satélite de Júpiter. Cassini calcula también la distancia de la Tierra a Marte y esto le permite establecer la distancia de todos los planetas desde el Sol. Sus cálculos son muy cercanos a los modernos.
- 1672 El médico francés N. Cassegrain inventa el telescopio de reflexión que lleva su nombre.
Cassini descubre Rhea, un satélite de Saturno.

- 1675 Cassini descubre que los anillos de Saturno no consisten en un disco plano que rodea al planeta; la ruptura que existe en los anillos todavía se conoce como la División Cassini. El Rey Carlos II de Inglaterra funda el Observatorio de Greenwich.
- 1679 Cassini publica *Cañe de la lune*, un mapa de la Luna. *Catalogus stellarum australium*, de Edmund Halley, ofrece la localización y descripciones de 341 estrellas del sur, es la primera vez que se catalogan las estrellas visibles al sur del Ecuador.
- 1682 Edmond Halley observa el "gran cometa" que recibirá su nombre después de que predice correctamente que éste regresará en 1758.
- 1684 Cassini descubre Dione y Thetys, satélites de Saturno.
- 1686 Newton presenta el manuscrito *De motu corporum* ("El Movimiento de los Cuerpos"), primer volumen de su *Principia*.
- 1687 Newton presenta *Philosophiae naturalis principia mathematica* ("Principios Matemáticos de la Filosofía Natural"), conocida como *Principia*, que establece sus tres Leyes del Movimiento y la Ley de Gravitación Universal.

Un hilo conductor que comenzó en la Grecia antigua hace unos 2,500 años con esos extraños nombres griegos—Tales, Hiparco, Aristarco—se extendió a través de los siglos hasta la Inglaterra del siglo XVII de Newton. Cada científico añadió su contribución a la complicada red tejida por los que le antecedieron. El propio Newton le escribió a su colega, el astrónomo Robert Hooke: "Si he visto más lejos, es porque me he parado sobre los hombros de gigantes." (Irónicamente, estos dos tuvieron una pelea en los últimos años de Newton y éste se dedicó a hacerle la vida imposible, impidiendo su

entrada a las sociedades científicas.)

Pero, usando los términos de la genealogía bíblica, podemos afirmar que Aristarco engendró a Ptolomeo, Ptolomeo engendró a Copérnico, Copérnico engendró a Brahe, Brahe engendró a Kepler, Kepler engendró a Galileo y Galileo engendró a Newton.

Más allá de la revolución científica que estos hombres generaron— los antiguos griegos y agitadores como Bruno y Galileo, y finalmente genios científicos como Newton, pueden llevarse el crédito de haber dado lugar a otras revoluciones. La razón, con su cualidad liberadora, sirvió para que la ciencia se zafara del yugo de la Iglesia. En cuestión de poco tiempo, la filosofía política siguió los mismos pasos. En cierto sentido, se podrían relacionar claramente las leyes naturales de Newton con los cambios en la filosofía democrática que estaba comenzando a moldear a la Inglaterra del momento. Las ideas de Newton, que ayudaron a liberarse de las ataduras de la superstición y de la ortodoxia religiosa, inspiraron a hombres de la Ilustración como el filósofo político John Locke (1632-1704), quien escribió en *Los Derechos Inalienables del Hombre*, "Un gobierno no es libre de hacer su voluntad. La ley de la Naturaleza, como la reveló Newton, se mantiene como una regla eterna para todos los hombres." Las ideas de Locke fueron un elemento clave en la formulación de la Declaración de Independencia de Thomas Jefferson.

Estos son los hilos de la historia, que entrelazan a científicos y filósofos—desde el mundo antiguo generador de ideas democráticas— a lo largo de siglos regidos por la superstición y la imposibilidad de

cuestionar a la autoridad, hasta la época en que los intelectuales que se atrevieron a cuestionarla cambiaron la visión del hombre sobre el universo y el mundo en que vivimos.

Parte II

Al otro lado del golfo

Denme el espléndido y silencioso sol con sus destellos deslumbrantes.

—Walt Whitman

Denme el Espléndido y Silencioso Sol, 1865

Mira la luna ascendiendo

Se eleva desde el Oriente,

la redonda y plateada Luna,

Hermosa sobre los techos de las casas,

luna lívida y fantasmal Inmensa y silenciosa luna.

—Walt Whitman *Canción del Universal, 1881*

El espacio—la frontera final... Estos son los viajes de la Enterprise. Su misión durante cinco años: explorar los nuevos y extraños mundos, buscar vida nueva y nuevas civilizaciones e ir audazmente a donde el hombre no ha incursionado antes.

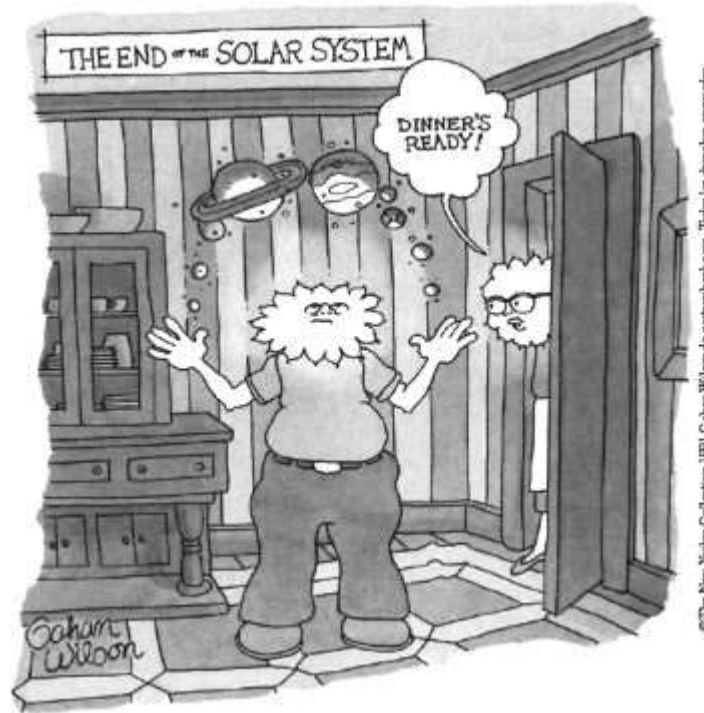
—Gene Roddenberry, *Star Trek, 1966-69*



- ¿Qué es el espacio?
- ¿Hay alguien encargado del espacio?
- ¿Cuándo y cómo se creó el sistema solar?
- ¿De qué tamaño es el sistema solar?
- ¿Qué es un planeta?
- ¿En qué se diferencia un planeta de una estrella?
- ¿De qué tamaño es el Sol?
- ¿Qué clase de estrella es el Sol?
- ¿Por qué hay manchas en el Sol?
- ¿Hace ruido el Sol?
- ¿Qué diferencia hay entre un eclipse solar y uno lunar? ¿Qué son las auroras boreales?
- ¿Siempre saldrá el Sol?
- ¿Por qué es tan difícil ver a Mercurio?
- ¿Por qué es tan caliente Venus?
- Si Venus es un planeta, ¿por qué se llama la "Estrella de la Noche"?
- ¿Qué es el tránsito de Venus?
- ¿Por qué hay vida en la Tierra?
- ¿La Tierra se tambalea?
- ¿Cuánto dura un mes lunar: 27 ó 29 días?

- ¿Qué pasa con el hombre en la Luna?
- ¿De dónde salió la Luna?
- ¿Es la "luna azul" realmente azul?
- ¿Quiénes eran los lunáticos?
- ¿Es la Luna el único satélite de la Tierra?
- ¿Es Marte realmente rojo?
- ¿Quién excavó los canales de Marte?
- Marte: ¿desierto o pantano?
- Marte: ¿Vivo o muerto?
- ¿Iremos a Marte algún día?
- ¿Exterminó un asteroide a los dinosaurios?
- ¿Qué es el Gran Punto Rojo de Júpiter?
- ¿Podría ser Júpiter una estrella incipiente en el centro de un sistema solar que fracasó?
- ¿Qué son los anillos de Saturno?
- ¿Por qué Urano no se llama Jorge?
- ¿Cómo encontraron a Neptuno sin ayuda de un telescopio?
- ¿Quién halló el Planeta X?
- ¿Iremos a Plutón algún día?
- "Estrellas fugaces" y cometas: ¿Cuál es la diferencia?
- ¿De dónde vienen los meteoros?
- ¿Qué es un cometa?
- ¿Quién era Halley?
- ¿Qué le pasó al Cometa Shoemaker-Levy 9?
- ¿Qué pasaría si un cometa chocara contra la Tierra?

- Si los meteoros provienen de los cometas, ¿de dónde vienen meteoritos?
- ¿Trae un meteorito póliza de seguro contra accidentes?
- ¿Existen otros planetas en el sistema solar?



El fin del sistema solar ¡La cena está lista!

En el Principio... había gas y polvo.

No suena muy impresionante, ¿verdad? Ciertamente no es el mejor comienzo para un libro inspirado por Dios.

Gas y polvo. A algunos de nosotros, estas palabras nos recuerdan una parada en la carretera para ir al baño y encontrarnos con una estación de gasolina destartalada y con un baño mugriento. ¡Eso sí que es un pensamiento cósmico!

Sin embargo, nos dicen los científicos, el gas y el polvo son los

ingredientes básicos que contribuyeron al comienzo del universo y al sistema solar en que vivimos.

Existen muchas formas de estudiar y comprender el universo. Este libro nos sitúa a nosotros—pequeño pero singular pedazo de roca que denominamos Tierra —en el centro de este circo cósmico. La historia comienza, claro está, hace 10 ó 20 mil millones de años con el Big Bang, el comienzo teórico de la materia, la energía, el espacio y el tiempo. Tras abrirse camino, llega finalmente a este punto insignificante que denominamos Tierra, una pequeña protuberancia en un sistema solar de una galaxia promedio.

Esta sección de *¿Qué Sé Yo del Universo?* comienza con una mirada a nuestro vecindario —o patio celestial —el sistema solar que gira alrededor de nuestra estrella, el Sol. El sistema solar en el que reside la Tierra consta del Sol —aunque con frecuencia se le describe como una estrella típica, es especial en muchos aspectos— y los nueve cuerpos que lo rodean (algunos dicen que son sólo ocho), sus lunas, asteroides y cometas. Todo esto suena como una cantidad de cosas, pero el Sol realmente contiene 99.86 por ciento de la totalidad de la masa del sistema solar. Si no se había sentido insignificante antes, váyase acostumbrando. Este libro le hará caer en cuenta del pequeñísimo punto que ocupamos en el espacio los habitantes de la Tierra.

Existimos en un pequeño rincón del universo —en un planeta pequeño que gira alrededor de nuestra estrella, junto a miles de millones de otras estrellas amontonadas en una galaxia que se mueve por el inmenso universo, que a su vez, está lleno de cientos

de miles de millones de otras galaxias—y todo esto moviéndose a través del espacio.

¿Qué es el espacio?

“El espacio,” como nos recordaba el Capitán Kirk de la serie original de *Star Trek*, al comienzo de cada episodio, es la “frontera final.”

Esto puede ser verdad pero, ¿qué es el espacio? Para ponerlo en términos sencillos y según el diccionario *American Heritage*, el espacio es “la expansión en la que el sistema solar, las estrellas y las galaxias existen: el universo.” En otra versión, el espacio es “la región de esta expansión que está más allá de la atmósfera de la Tierra.” La palabra “espacio” se deriva del vocablo latino *spatium*.

Para ponerlo en términos simples, espacio es todo lo que está “Allá Afuera.” Claro está, que nosotros, los habitantes de la Tierra, pensamos en el espacio como algo que está “allá afuera.” Pero en efecto, nuestro pedazo de roca llamado Tierra también está “perdido en ese espacio.” Viaja regularmente alrededor del Sol mientras nuestro sistema solar se está moviendo en la galaxia de la Vía Láctea, que, a su vez, está viajando por el universo que, a su vez, está expandiéndose en todas las direcciones y nadie sabe hasta dónde. Esta es una idea que le preocupa profundamente al alter ego de Woody Alien, un niño de 5 años, en la clásica película *Annie Hall*. Al ser llevado al doctor por su impaciente madre judía, el niño, preocupado—podría decirse neurótico—le dice al doctor que le han dicho que el universo se va a expandir hasta destruirse. El médico, riéndose, cigarrillo en mano y soplándole humo en la cara, le dice al

pequeño que esto no sucederá en miles de millones de años. El doctor puede tener razón, pero el tema no deja de ser complicado, ¿verdad

A medida que vamos pasando por la oscuridad infinita del universo—lo que los astrónomos, cosmólogos y físicos llaman “espacio tiempo”—todo lo que separa a la Tierra del espacio es una manta muy delgada llamada “atmósfera.” Tal vez “saco amniótico” sea un término más apropiado. En lugar de ser un fluido que sustenta la vida, la delicada membrana que rodea nuestro planeta está conformada por una variedad de gases que nos proporcionan el agua y el aire que hacen posible la vida, nos protegen de la radiación dañina y ayudan a mantener el clima del planeta y hacen posible la continuación de la vida.

A todos los Padres de los Niños que Hacen la Eterna Pregunta “¿Por qué es azul el cielo?,” he aquí la respuesta: *Esta atmósfera es la que hace que el cielo se vea azul.* Las partículas diminutas de materia y las moléculas de aire interceptan la luz blanca del Sol y actúan como un prisma separando las ondas de luz, cada una de las cuales tiene un color distinto para nuestros ojos. Las ondas luminosas más cortas (azules) son más visibles que las rojas, que son las más largas. Y por eso el cielo se ve azul, y por eso también vemos esos amaneceres rosados y esos atardeceres rojos. A esas horas del día, el ángulo de la luz del Sol cambia. La luz viaja más lejos a través del aire y las ondas azules se dispersan haciendo que se vean más las ondas rojizas.

Semejante a la frazadita de seguridad de Lino—de la caricatura

Carlitos—la atmósfera es una capa muy delgada de protección si se le compara con la inmensidad del sistema solar y de las galaxias. Al estudiar muestras de hielo y resina fosilizada de árboles —como el ámbar que inspiró la película *Jurassic Park*—los científicos han descubierto que la atmósfera ha permanecido igual durante los últimos cientos de millones de años, excepto unos cambios pequeños que explican la Edad de Hielo y las extinciones de los dinosaurios. Se compone de 78 por ciento de nitrógeno, 20 por ciento de oxígeno, un poco de argón y dióxido de carbono, indicios de hidrógeno, neón, helio, criptón, xenón, metano y ozono. La atmósfera es una mezcla sorprendente que ha permitido el desarrollo de la vida. Si no nos metiéramos con ella, permanecería igual por unos millones de años más. Es decir, si dejamos de entremeternos con la Madre Naturaleza. De acuerdo con un número de científicos cada vez mayor, todos los gases que se han emitido a partir de la incineración de combustibles fósiles y de la tala de árboles durante los últimos doscientos años— desde que la Revolución Industrial —han puesto en peligro ese balance. Hay verdadero temor por los estragos que se le están causando al manto suave que nos rodea, que permite que la vida continúe y que nos protege de la fría eternidad del universo. Esta atmósfera consta de cinco capas: la troposfera, la estratosfera, la mesosfera, la termosfera y la exosfera.

Partiendo de la superficie de la Tierra hacia afuera, la capa más cercana es en la que vivimos; es la única en la que pueden vivir los humanos sin protección alguna. Calentada por el sol, cuyo calor se

acumula en la tierra y en el agua, la troposfera llega hasta un promedio de 7.5 millas (11 kilómetros) por encima de la superficie de la Tierra. (La troposfera es ligeramente más ancha en la zona del Ecuador y más delgada en los Polos.) A medida que nos aproximamos a la troposfera, la temperatura cae a razón de 10 °F por cada 3000 pies (900 metros). A medida que uno sube a esta parte baja de la atmósfera, el nivel de oxígeno disminuye y hay un marcado aumento en la radiación ultravioleta (UV). Es por esto que los alpinistas necesitan un tanque de oxígeno y protector solar cuando suben a elevaciones considerables.

La segunda capa de la atmósfera se llama estratosfera y comienza a una altura de 6 millas (10 kilómetros) en las regiones polares y a 10 millas (16 kilómetros) en la zona cercana al ecuador. El aire es considerablemente más enrarecido y, a medida que vamos subiendo, se empieza a calentar debido a que la exposición al Sol aumenta. La estratosfera, libre de nubes y muy seca, llena de fuertes corrientes, es el lugar donde a los pilotos les gusta "planear" y donde recorren más distancia en menos tiempo. En la estratosfera se encuentra la conocida capa de *ozono*, una banda de gas que no es respirable, pero que es crucial para la vida en la Tierra. El ozono, una forma de oxígeno, provee la capa de protección contra la dañina luz ultravioleta (UV) del Sol, radiación que pondría en peligro la vida en la Tierra si llegara a ésta en grandes cantidades. La detección, hace unos diez años, de un hueco en la capa de ozono, prendió las alarmas sobre el incremento en la radiación del sol que penetra a la superficie de la tierra. Un resultado inmediato: el aumento de casos

de cáncer de piel.

La tercera capa, que comienza a una altura de 30 millas (48 kilómetros) y se extiende a unas cincuenta millas (80 kilómetros), se denomina mesosfera y llega hasta unas 55 millas (85 kilómetros) por encima de la superficie terrestre. Aunque esta capa de la atmósfera es demasiado enrarecida para respirar, constituye un elemento importante para la vida en la Tierra. La mesosfera actúa como un “escudo”

contra los desperdicios espaciales. El polvo de las colas de los cometas y de los meteoritos que llegan a la Tierra se quema en la mesosfera. Al ser calentadas por la fricción, estas fracciones de desecho espacial — casi unas 50,000 toneladas anuales—que viajan a velocidades de 44,000 millas (71,000 kilómetros) por segundo, se vuelven inofensivas al convertirse en cenizas. (Una pequeña fracción de éstas sí atraviesa la mesosfera y termina en *térra firma*. De esto hablaremos al final de esta sección.)

A una altura de 53 millas (85 kilómetros) sobre la superficie de la Tierra, comienza la termosfera y continúa por unas 300 millas (480 kilómetros) en el espacio. Al estar completamente expuesta a la radiación del Sol, la termosfera sólo tiene una pequeñísima fracción de los gases que están en la atmósfera. Aunque enrarecida, tiene suficiente aire —sobre todo oxígeno—para atrapar el calor del Sol. Las temperaturas en la termosfera suben de—135 °F. (-93 °C) a una altura de 55 millas (89 kilómetros) a más de 2700 °F (1500 °C) en la termo- pausa que es la capa superior de la termosfera.

Finalmente, llegamos a la última capa, la exosfera, que comienza en

la termopausa y finalmente se une con el viento solar. Está compuesta principalmente de helio e hidrógeno y se extiende unas 625 millas (1000 kilómetros) por encima de la superficie terrestre, disminuyendo gradualmente hasta la culminación de la atmósfera. La exosfera tiene tan poco aire que los satélites y los transbordadores espaciales que circulan la Tierra no encuentran resistencia alguna, y los átomos y moléculas del aire viajan tan rápidamente que superan la fuerza de la gravedad de la Tierra y se escapan al espacio. La mala noticia de esto es que la Tierra está perdiendo lentamente su atmósfera. La buena noticia es que este proceso durará miles de millones de años. ¡Bienvenidos al espacio!

¿Hay alguien encargado del espacio?

Hasta que no llegue la famosa federación de *Star Trek*, o hasta que el imperio de la *Guerra de las Galaxias* se apodere de él, el espacio lo compartimos todos. En 1967, se firmó el Tratado de la Naciones Unidas sobre el Espacio, que establece normas para la exploración pacífica y la explotación del espacio, la Luna y otros cuerpos celestes. Se basa en la noción humanista de que el espacio nos pertenece a todos y que todas las naciones tienen derecho a usarlo y a explorarlo. Ha sido ratificado por noventa y cuatro estados y firmado por un número adicional de veintisiete hasta el año de 1999.

La Tercera Conferencia de las Naciones Unidas sobre los Usos Pacíficos del Espacio (UNISPACE III) se llevó a cabo en Viena en julio de 1999. Al terminar la Guerra Fría y con el cambio de énfasis

de una posible guerra de misiles a la comercialización del espacio, el objetivo de UNISPACE era crear un documento para la exploración práctica y pacífica del mismo. La reunión de Viena de 1999 estableció diversas áreas de usos pacíficos del espacio durante el siglo XXI. Entre estos se encuentran la protección del entorno de la Tierra y de los recursos marítimos, el uso de aplicaciones espaciales para la seguridad, el desarrollo y el bienestar humanos, y el fomento de la educación y el entrenamiento y, finalmente, la concientización del público acerca de la importancia de las actividades espaciales.

El espacio, como tema internacional, es de suprema importancia debido al plan del Congreso de los Estados Unidos de establecer un programa de defensa basado en misiles. En medio de la Guerra Fría, cuando los planes militares norteamericanos y soviéticos se basaban en la disuasión nuclear, la única protección contra un ataque de misiles era el miedo a la "Destrucción Mutua Garantizada" en que ambas partes finalmente se dieron cuenta de que una guerra nuclear frontal significaba una proposición sin salida. Se firmaron numerosos tratados durante la década de los setenta y los ochenta y gradualmente se redujo la posibilidad de un enfrentamiento nuclear. Pero, en 1983, el Presidente Ronald Reagan creyó que había una mejor solución: un escudo protector en el espacio que pudiera destruir los misiles enemigos. A esta idea se la conoció como la Iniciativa de Defensa Estratégica, pero se le puso el burlón sobrenombre de "Guerra de las Galaxias," nombre que perduró. El Pentágono invirtió cuantiosas sumas de dinero en tecnologías no probadas y esto incitó a la Unión Soviética a no

quedarse atrás. Algunos historiadores insisten en que la costosa carrera armamentista aceleró la caída del corrupto e ineficiente modelo económico soviético, trayendo como consecuencia el fin del comunismo soviético y de la Guerra Fría. (No todo el mundo está de acuerdo con esta aseveración, incluyendo a Mijail Gorbachov, el arquitecto de la caída de la Unión Soviética. En el año 2001, Gorbachov afirmó que el armamentismo de Reagan no tuvo influencia alguna en la caída del régimen soviético. "La Unión Soviética fue víctima de batallas internas," le dijo Gorbachov a la revista *Newsweek*. "La gente no estaba contenta, no eran libres y esto no podía ignorarse. La carrera armamentista no fue un factor decisivo.")

Pero, a pesar de la disminución de las amenazas de la Unión Soviética, muchos estrategas militares ven una posible intimidación por parte de naciones delincuenciales o inclusive de terroristas que se han comprado armas de vieja tecnología soviética. Y la idea de la Iniciativa de Defensa Estratégica no ha sido abandonada. Se han invertido alrededor de mil millones de dólares en desarrollar tecnología para un sistema de defensa de misiles basado en el espacio y esto, aseguran los críticos, violaría algunos de los acuerdos firmados con anterioridad. Al comenzar su mandato en el año 2001, la administración Bush había señalado que el desarrollo de la protección contra los misiles sería una de sus prioridades militares. Sin embargo, el destino de esta tecnología, que divide a la comunidad científica, no se ha decidido. Tal como afirmaran los editores de la revista *Scientific American* en un editorial de junio de

2001:

Con respecto a la defensa estratégica de misiles, los investigadores han llegado a la conclusión de que no es un sistema confiable... Hasta que [los proponentes del sistema de defensa] no puedan proporcionar pruebas sólidas con respecto al funcionamiento del sistema en caso de ataque, cualquier discusión de comprometerse a construir uno—y mucho menos de hacer un cronograma —sería prematura. Una cosa es que una compañía de software cree una expectativa con respecto a un producto y deje de desarrollarlo, y otra, un fracaso con armas nucleares.

El desarrollo de esta investigación, tecnológicamente poco viable, posiblemente será muy costoso. Y el costo para los Estados Unidos dada su relación con otros países es, a su vez, cuestionado por los escépticos que sienten que los aliados de Estados Unidos estarán más expuestos a ataques por parte de aquéllos que quieran evitar la culminación de este sistema de defensa. Un tercer argumento en contra de su desarrollo: ningún sistema de defensa en la historia ha sido infalible. Desde la Gran Muralla de China hasta la Línea Maginot, la historia muestra que aparecerán nuevas armas destinadas a derrotar la más brillante de las defensas. Finalmente, hay muchos científicos que piensan que el espacio debe seguir siendo una "zona desmilitarizada" Aunque esto parezca quijotesco, dada la historia de la humanidad, eso es lo que pide el tratado de la Naciones Unidas.

Además del fin de la "carrera espacial" entre los Estados Unidos y la Unión Soviética, de la era de la Guerra Fría, la mayor diferencia

entre las preocupaciones del pasado y los tópicos del presente está en la participación de la empresa privada en las mesas de concertación espacial. Varios comerciantes se han dedicado a explorar y a explotar el espacio. Desde la manufactura en ingravidez hasta el turismo espacial, se abre ante nuestros ojos una nueva era de comercio. ¿Quién será el primer patrocinador de un viaje a Marte? El término “*espacio para anuncios*” adquirirá un nuevo significado.

¿Cuándo y cómo se creó el sistema solar?

“Noticia de última hora: Los científicos que observan el vacío han sido testigos de una fuerte explosión. En un término de pocos segundos, se creó todo en el universo.”

Habría sido muy fácil si CNN hubiese estado allí. Si hubiera habido cámaras de video en el momento que llamamos Big Bang, el instante teórico en el cual se crearon toda la energía y la materia. No más debates acerca de la Creación, el Génesis, Dios, ni ninguno de los cientos de explicaciones míticas, religiosas o filosóficas sobre los comienzos del universo. Pero, naturalmente, no hay tal reporte periodístico. La mejor explicación para la historia del sistema solar—y del universo —se ha tejido a partir de pruebas obtenidas durante los últimos treinta años.

El sistema solar en que se encuentra la Tierra parece haber comenzado como una gran nube de gas y de polvo que empezó a derrumbarse bajo su peso, por la fuerza de su propia gravedad, hace cerca de 4,600 millones de años. Al contraerse, la nube

empezó a girar y se aplanó en forma de disco. Posteriormente, el centro comenzó a calentarse a medida que las partículas de polvo y gas se estrellaban unas contra otras formando la estrella que denominamos Sol. El resto del material se convirtió en planetas, lunas, asteroides, cometas y otros materiales de desecho que forman parte del sistema solar.

En una época, el sistema solar parecía un lugar sencillo y sus miembros conformaban una jerarquía ordenada: una estrella central, nueve planetas en órbitas regulares, una docena o más de lunas muertas, un cometa ocasional y una colección de asteroides. Durante los últimos treinta años, esa visión se ha transformado. Las lunas pueden ser más grandes que los planetas, y hay trillones de cometas pasando muy rápidamente. Así que aquí lo tienen. Les presento a su sistema solar.

Sistema Solar: Estadísticas Vitales

Edad: 4,600 millones de años

Planetas conocidos: 9, pero el número es debatible

Planetas que sustentan vida: 1

Satélites: al menos 63, pero seguimos descubriendo otros nuevos constantemente

Planeta más grande: Júpiter (318 veces la masa de la tierra)

Planeta más pequeño: Plutón (0.2 del diámetro de la Tierra)

¿De qué tamaño es el sistema solar?

Una vez que empieza uno a medir distancias fuera de un área

relativamente pequeña alrededor del Sol, no tiene sentido usar medidas terrestres como las millas (o los kilómetros) porque los números se vuelven inmanejables. Por esta razón, los astrónomos miden las distancias dentro del sistema solar utilizando *unidades astronómicas* (UA). Una unidad astronómica es la distancia promedio entre el Sol y la Tierra, que es de unos 93 millones de millas (150 millones de kilómetros).

Entonces, para ponerlo en perspectiva: La distancia entre el Sol y el planeta Júpiter es de un promedio de 5 UA (465 millones de millas; 750 millones de kilómetros). Plutón, el planeta más distante, está a 39 UA del Sol, o 3,650 millones de millas (5,900 millones de kilómetros). Si consideramos que el sistema solar incluye todo lo que está dentro de la órbita de Plutón, esa área se expande geoméricamente a un número extremadamente grande.

Pero Plutón ni siquiera está al final del sistema solar. El objeto conocido más distante del sistema solar se llama 1996 TL66 y se encuentra a una distancia ochenta veces mayor que la que existe entre el Sol y la Tierra y dos veces mayor que la distancia que hay entre el Sol y Plutón.

¿Qué es un planeta?

Esta pregunta solía ser muy fácil de contestar: Cualquiera de los nueve cuerpos grandes que orbitan alrededor del Sol. O, en sentido más amplio, cualquier cuerpo celeste en órbita alrededor de una estrella. Pero aquí es donde se han complicado las cosas en los últimos años.

“Me llaman el andariego,” dice una vieja canción de *rock Ó roll*. “Doy vueltas y vueltas y más vueltas.” Eso es lo que hacen los planetas, giran alrededor del Sol en órbitas regulares que han sido observadas y registradas durante siglos. Así los denominaron los antiguos griegos. La palabra “planeta” viene del vocablo griego que significa “andariego,” porque los planetas parecían moverse alrededor de la luz aparentemente fija de las estrellas.

Para ponerlo en términos menos poéticos, un planeta es un gran cuerpo celeste, compuesto de roca, gas o metal, que está en una órbita alrededor de una estrella. No producen luz, pero sí reflejan la de su estrella materna —el Sol, en el caso de los planetas de nuestro sistema solar.

Los movimientos regulares de los planetas son de dos clases: *revolución* y *rotación*. Cada planeta circula o *revoluciona* alrededor del Sol. Cada una de estas revoluciones equivale a un año planetario —365 días en el caso de la Tierra. Cada planeta da vueltas constantemente como los trompos y a esto se le denomina *rotación*. Una rotación equivale a un día del planeta —lo que en el caso de la Tierra equivale a 24 horas.

Desde el descubrimiento de Plutón en 1930, los astrónomos han establecido que existen nueve planetas en el sistema solar. Los cuatro más cercanos son relativamente pequeños y rocosos y se denominan planetas interiores o “terrestres:”

- Mercurio
- Venus
- Tierra

- Marte

Los planetas exteriores —con la excepción de Plutón —se denominan “planetas jovianos” o “gigantes gaseosos.”

- Júpiter
- Saturno
- Urano
- Neptuno
- Plutón

Plutón es una excepción, pues tiene más en común con las lunas de los planetas externos y no es ni terrestre ni joviano. Algunos astrónomos se preguntan si se le debería llamar planeta. De hecho, si usted visita el planetario Rose Center for Earth and Space de Nueva York, uno de los más famosos del mundo, notará que el rango de Plutón es definitivamente ambiguo. El Planetario Rose Center sacó a Plutón de la categoría de los nueve y lo clasificó como uno de los trescientos o más cuerpos de hielo que circulan más allá de Neptuno en una región del sistema solar conocida como el Cinturón de Kuiper (pronunciar Ky-per). Aunque la mayoría de los astrónomos tradicionales no está de acuerdo con la decisión del planetario, este asunto nos lleva a algo importante, y es que los “datos” de la ciencia con frecuencia tienen que ser replanteados para responder a nuevos descubrimientos.

¿En qué se diferencia un planeta de una estrella?

He aquí una clave. "Titila, titila, estrellita." Las estrellas parecen titilar cuando las vemos desde la Tierra. Cuando la luz de una estrella distante pasa por las capas de la atmósfera, la diferencia de temperatura entre las capas de la atmósfera produce un brillo similar al de los resplandores que vemos en las carreteras durante el verano. A diferencia de las estrellas, los planetas no "titilan" en el cielo nocturno sino, más bien, tienen una luz muy firme y brillante. Pero, más allá de la apariencia, ¿en qué otras cosas difieren?

En términos sencillos, los planetas son cuerpos opacos que giran alrededor de las estrellas. No producen luz como las estrellas, pero reflejan la luz de una estrella cercana, en el caso de nuestro sistema solar, del Sol.

La mayoría de las luces que vemos en la noche, sean éstas brillantes o débiles, son bolas de gas y plasma situadas en el cielo a unas distancias extraordinarias de la Tierra. Nosotros tendemos a llamar "estrellas" a todos estos destellos de luz, pero algunos de éstos son planetas de nuestro sistema solar. Cinco de los planetas (Mercurio, Venus, Marte, Júpiter y Saturno) se conocen desde tiempos inmemoriales y revelaron su verdadera naturaleza al moverse lentamente, noche tras noche, en un escenario de estrellas fijas. Junto con el Sol, la Luna y la Tierra, estos cinco planetas han sido muy reconocidos en la historia y han sido parte de mitos y religiones desde los albores de la humanidad.

Los otros tres planetas no se reconocieron durante mucho tiempo, en parte por la falta de telescopios para detectarlos. Urano fue descubierto en 1781 (aunque extremadamente pálido, Urano puede

ser detectado bajo condiciones climáticas ideales). Neptuno fue descubierto en 1846 y, finalmente, en 1930 se reconoció la presencia de Plutón a partir del estudio de fotografías del cielo nocturno.

Hitos en la historia del universo

1703-1804

- 1703 Newton es elegido presidente de la Sociedad Real.
- 1735 Francesco Algarotti escribe una versión simplificada de la óptica de Newton titulada *Newtonianismo per le dame* ("Newtonianismo para las damas") y se convierte en una de las explicaciones más populares de la física de Newton.
- Charles Marie de la Condamine lleva una expedición a Perú para medir la curvatura de la Tierra en la zona ecuatorial y envía de vuelta muestras de caucho y curare.
- 1743 Benjamín Franklin funda en Filadelfia la Sociedad Americana de Filosofía, primera sociedad científica de los Estados Unidos, en la misma época que inventa la estufa que lleva su nombre.
- 1745 El Conde Georges-Louis Leclerc de Buffon propone que la Tierra se formó cuando un cometa colisionó con el Sol.
- 1746 La Universidad de Harvard establece el primer laboratorio de física experimental bajo la dirección de John Winthrop.
- 1749 Gabriel Emilie le Tonnelier de Breteuil, Marquesa de Châtelet completa la única traducción de los *Principia* de Newton que se haya hecho al idioma francés. Muere al dar a luz al final de ese año. Su amante, Voltaire, la ha estimulado, a hacer la traducción y escribe el prólogo para la primera edición de 1759.

- 1751 Diderot y Jean Le Rond D'Alembert publican el primero de los diecisiete volúmenes de la *Encyclopedia*, diccionario racional de ciencias y arte.
- 1752 En junio, Benjamín Franklin realiza su famoso experimento con una cometa que muestra que los rayos son una forma de electricidad. El siguiente año, Georges Wilhelm Richman muere al tratar de hacer un experimento similar. En 1760, Franklin comienza a poner pararrayos en Filadelfia. Gran Bretaña y las trece colonias adoptan el calendario gregoriano pasando directamente del 3 al 14 de septiembre.
- 1755 El filósofo alemán Immanuel Kant (1724-1804) en su obra *Allgemeine Naturgeschichte und theorie des bimmels* (Historia Natural y Teoría Generales de los Cielos) sugiere que las nebulosas que se ven en el cielo son grandes sistemas de estrellas, como la Vía Láctea, y que el sistema solar se originó de una nube de polvo.
- 1759 John Harrison completa el Número Cuatro, el cronómetro que posteriormente ganará el premio del British Board of Longitude para un método práctico de establecer la longitud en el mar. En 1765 se le adjudica medio premio, pero celosos competidores no permiten que le sea entregada la otra mitad hasta veinte años después.
- 1761 Se hace un gran esfuerzo en varios lugares del mundo por observar el Tránsito de Venus. Esta información se utilizará para calcular la distancia del Sol a la Tierra.
Observando el tránsito de Venus, el científico ruso Mijaíl Lomonósov descubre que Venus tiene atmósfera.
- 1768 Comienza la publicación de la *Enciclopedia Británica* en entregas semanales. La primera edición encuadernada de tres volúmenes aparece en el año 1771.

- 1769 El viaje del Capitán James Cook al Pacífico Sur demuestra que no hay otro continente en el sur, excepto Australia.
- 1779 El Conde de Buffon argumenta en *Epoques de la nature* ("Épocas de la Naturaleza") que han pasado 75,000 años desde la Creación. Esta es la primera especulación de que la Tierra es más vieja de lo que sugiere la Biblia, que es como de 6,000 años.
- 1781 El 13 de marzo de ese año, William Herschel (1732-1822) descubre el planeta Urano. Inicialmente cree que es un cometa.
- 1783 Tras una erupción volcánica en Islandia, que acaba con la quinta parte de la población, Benjamín Franklin cree que el gas y el polvo del volcán pueden bajar las temperaturas al bloquear la radiación del Sol.
- Los hermanos Montgolfier de Francia realizan el primer viaje en globo de aire caliente al viajar sobre París el 5 de junio de 1783.
- 1801 Giuseppe Piazzi descubre el primer asteroide, Ceres.
- 1802 Heinrich Wilhelm Olbers (1578-1840) descubre el segundo asteroide, Pallas.
- 1804 Karl Ludwig Harding descubre el tercer asteroide, Juno, y Olbers descubre el cuarto, Vesta.

*Voces del Universo:**La morsa y el carpintero, de Lewis Carroll**El Sol brillaba sobre el océano**Destellando todo su poder;**Haciendo que las ondas**fueran suaves y brillantes —**Y todo esto era extraño,**porque era la media noche.**La Luna brillaba con mal humor**Porque pensaba que el Sol**No tenía porque estar allí**Después de culminar el día—**“Es muy rudo de su parte, ” dijo ella,**“Venir a estropear la diversión. ”*

EL SOL

Si usted fuera al Sol

La luz del Sol penetra por la ventana, caliente, placentera. Desde los primeros albores de la humanidad, el papel del Sol como fuente de vida ha sido evidente. En casi todas las culturas, el Sol ha tenido un papel central en la mitología. Los egipcios desarrollaron uno de los más elaborados cultos al Sol hace cinco mil años, y consideraban que el Faraón era la encarnación del Rey Sol. Para los griegos, el Dios Sol, Apolo, cuya carroza dorada transportaba al Sol durante su travesía, era el Dios de la Luz y poseía dotes intelectuales y morales especiales. Una visión más pesimista de la mitología surgió entre los

aztecas de Mesoamérica que pensaban que eran el “Pueblo escogido por el Sol.” Para asegurarse de que el Sol saliera todos los días, el emperador azteca tenía un pacto mítico con los dioses del Sol, y esto requería grandes cantidades de “agua preciosa,” la sangre de las víctimas que sacrificaban. Uno de los dioses aztecas del Sol era Tezcatlipoca y, en la capital azteca, un joven viviría en medio de lujos durante un año, como la encarnación del rey, después de lo cual sería asesinado con un cuchillo de obsidiana y su corazón ofrecido a los dioses. La idea de la centralidad del Sol estaba todavía “viva” en tiempos más recientes. Recordemos que Luis XIV, rey de Francia de 1643 a 1715, se llamó a sí mismo el Rey Sol y se hacía pintar como el dios Apolo.

Aún hoy, cuando vamos a la playa a asolearnos nos llaman “adoradores del Sol.” Y es importante anotar que esa deliciosa luz que uno siente cuando se acuesta en la playa sobre una cobija, es luz que salió del Sol ocho minutos antes. Eso es lo que tarda la luz en hacer el recorrido de 93 millones de millas (149 millones de kilómetros) desde el Sol. Si fuera posible viajar al Sol en una nave espacial, a una velocidad de 25,000 millas (40,200 kilómetros) por hora, nos demoraríamos 154 días en hacer el mismo viaje que la luz hace en 8 minutos; ¡un jet viajando a una velocidad típica se demoraría diecisiete años!

Pero la energía solar que viajó tan rápidamente realmente salió del centro del Sol —su núcleo —hace millones de años. Eso es lo que se demora la energía que sale de la “caldera nuclear” situada en el corazón del Sol hasta llegar a la superficie.

En un segundo, el Sol irradia más energía de la que las personas han producido durante toda la vida en la Tierra. Sin embargo, la Tierra sólo recibe una fracción —dos milimillonésimas—de la energía total del Sol. El resto fluye hacia el espacio. La solución de los problemas energéticos de la tierra provendrá de encontrar la forma de capturar y almacenar esta casi ilimitada potencia.

El Sol: Estadísticas Vitales

Diámetro: cerca de 865,000 millas (1,392,000 kilómetros), aproximadamente 109 veces el de la Tierra.

Distancia desde la Tierra: más corta—cerca de 91,400,000 millas (147,100,000 kilómetros), más larga —cerca de 94,500,000 millas (152,000,000 kilómetros)

Promedio—cerca de 93 millones de millas (149 millones de kilómetros)

Edad: unos 4,600,000,000 de años

Período de rotación: cerca de 1 mes

Período de revolución en la Vía Láctea: cerca de 200 millones de años a una velocidad de 150 millas (250 kilómetros) por segundo demora el Sol en ir alrededor del centro de la galaxia.

Temperatura: superficie—unos 10,000 °F (5,500 °C); centro—unos 27,000,000 °F (15,000,000 °C)

Masa: 98.8% de la masa del sistema solar; cerca de 333,000 veces el tamaño de la Tierra.

Composición: hidrógeno, cerca de 75%; helio, casi 25%; por lo menos otros setenta elementos constituyen el 1 ó 2% restante.

¿De qué tamaño es el Sol?

El Sol es un poco más grande, más caliente, y más brillante que la mayoría de las demás estrellas. Y, claro, hace que la Tierra se vea enana. Cerca de 109 Tierras podrían acomodarse, una tras otra, a lo largo del diámetro del Sol (864,950 millas ó 1,392,000 kilómetros) y se necesitarían cerca de 333,000 Tierras para igualar la masa del Sol. La *masa*, para ponerlo en términos sencillos, es la cantidad de materia que algo contiene. Es similar al peso, excepto que la masa que flota en el espacio no pesa nada. Es por eso que los astronautas tienen que entrenarse para flotar cuando no pesan.

¡Más de un millón de Tierras cabrían dentro del Sol!

¿Qué clase de estrella es el Sol?

El Sol es como las demás estrellas que brillan en el cielo nocturno, pero lo sentimos más caliente y lo vemos más grande por lo cerca que está de la Tierra en comparación con la siguiente estrella más cercana. Para ser más exactos, está 250,000 veces más cerca. Genera luz y calor porque cada segundo cinco millones de toneladas de materia se convierten en energía a partir de las reacciones nucleares que ocurren en el interior del Sol. Es como si millones de bombas de hidrógeno explotaran al mismo tiempo. El Sol produce esta energía a razón de 92 mil millones de bombas nucleares de un millón de toneladas explotando cada segundo.

En tiempos antiguos se pensaba que el Sol era una bola de fuego. La ciencia ha evolucionado con respecto a este concepto y sigue

haciéndolo. En los últimos años el Sol y otras grandes estrellas se denominaban bolas gigantes de gas, pero ahora, los astrónomos dicen que éstas están constituidas en su mayoría de *plasma*, una cuarta forma de la materia, que se produce cuando las partículas atómicas eléctricamente cargadas (*iones*) se calientan mucho. En la Tierra, el plasma creado artificialmente es visible cuando la electricidad convierte el gas, dentro de un tubo de neón, en luz, o cuando un soldador usa electricidad para generar las altas temperaturas que son necesarias para las soldaduras. Este plasma no tiene nada que ver con el plasma sanguíneo que es el fluido transparente de la sangre.

La energía del Sol se genera en el núcleo a partir de las reacciones de fusión nuclear que convierten el hidrógeno, el elemento más abundante del universo, en helio. Cada vez que esto sucede, una diminuta cantidad de materia se convierte en energía. Por cada onza de materia que se destruye, se genera una potencia equivalente a la necesaria para encender una bombilla de 100 vatios durante unos 750,000 años.

Pero esa energía aún no es luz visible. Está presente en forma de energía invisible para el ojo humano. Gradualmente, los rayos gamma llegan a la superficie del Sol y posteriormente se convierten en luz visible. La energía pasa primero por la *zona de convección* donde enormes corrientes de gas llevan mucha de la energía hacia arriba. El principio que rige este fenómeno es familiar para nosotros: El aire caliente sube y el aire frío baja —lo que permite que los globos de aire caliente se eleven.

La energía llega luego a la siguiente capa del Sol, la superficie visible denominada fotosfera ("esfera de luz"). Es en esta capa en donde aparecen las *manchas del Sol* o manchas oscuras visibles. Estas son oscuras debido a que son relativamente más frías que las del resto de la superficie solar.

La radiación del Sol viaja en una gran variedad de otras ondas y, cada longitud de onda lleva una cantidad diferente de energía. Aun cuando las ondas de luz son las únicas que vemos, los rayos infrarrojos se sienten como calor y los rayos ultravioleta pueden broncear—y hasta quemar—la piel. Algunas ondas de radio llegan a la Tierra y hacen posible escuchar el radio. Y ya sabemos de sobra qué hacer con las ondas de microondas: ¡preparar palomitas de maíz rápidamente! Las formas más altas de radiación no pasan por la atmósfera de la Tierra pero se estudian constantemente por medio de telescopios y otros aparatos especiales a bordo de los satélites.

Radiación solar, o Las Ondas del Sol (desde el espectro más alto hasta el más bajo)

Rayos gamma

Rayos-X

Ultravioleta

Visibles

Infrarrojos

Microondas

Ondas de radio

Cada una de éstas tiene una diferente frecuencia —es decir, el número de ondas que pasa por un punto dado en un tiempo dado. Esta frecuencia se caracteriza por el número de veces por segundo que vibra la carga eléctrica en la onda y se mide en hertz (ciclos por segundo) en honor al físico alemán Heinrich Rudolph Hertz (1857-1894).

Por encima de la fotosfera está la *cromosfera*, que puede ser vista, durante un eclipse, como un anillo dorado alrededor del Sol. Esta capa presenta *llamas solares*—que son chorros calientes y brillantes de gas. Por encima de esto está la atmósfera del Sol o *corona*, anillo de gas caliente que rodea al Sol. Las partículas cargadas que hierven en la corona fluyen hacia afuera y forman *el viento solar*, un gas electrificado, plasma, que se esparce por el sistema solar a una velocidad de cerca de un millón de millas (1.6 millones de kilómetros) por hora. La actividad del Sol, incluyendo las manchas solares, las llamas y las prominencias, los aumentos y disminuciones durante el ciclo solar (que tiene sus puntos máximos cada once años más o menos) parecen estar conectados con el campo magnético solar.

¿Por qué hay manchas en el Sol?

Cuando los astrónomos chinos vieron marcas oscuras en el Sol, en un verano hace 2,800 años, no pudieron explicarlo. El gran astrónomo italiano Galileo dijo haber visto estas huellas oscuras en 1610, aunque esto le generó conflicto con quienes decían haberlas visto primero. Galileo sí las estudió lo suficiente como para deducir

que el Sol rotaba. Han sido objeto de escrutinio durante siglos y, en alguna época, se llegó a pensar que eran como tornados en la superficie solar.

Lo que Galileo y los astrónomos chinos vieron eran manchas. Estos gigantescos puntos oscuros que se observan en la superficie solar pueden ser más grandes que la Tierra misma. La mancha solar más grande que se haya visto fue reportada en abril de 1947 y tenía un superficie 35 veces mayor que la de la Tierra. Galileo no pudo explicarlas, pero llegó a la brillante conclusión de que si se movían en la superficie solar era porque el sol rotaba. En la actualidad sabemos que se trata de “puntos fríos” en los que la temperatura es unos 3,500 °F más fría que el área circundante. Estas manchas usualmente ocurren en grupos (hasta cien a la vez) y perduran desde medio día hasta varias semanas. Pese a su variación de tamaño y duración, y a su oscura apariencia, éstas ocurren en zonas activas del sol en donde la agitada actividad magnética penetra la fotosfera, capa más caliente de gas.

Las manchas solares pueden ser de gran significado para la Tierra. Se ha determinado que la Tierra se enfría cuando hay pocas manchas solares. Durante un período de setenta años —desde 1645 hasta 1715 —cuando había pocas manchas solares, el globo terrestre se enfrió. Esta época fue parte de un ciclo de enfriamiento más largo que duró desde 1400 hasta 1850 y que se ha llamado “Pequeña Edad de Hielo.” Algunos científicos sostienen que los glaciares han aumentado y disminuido de acuerdo con la actividad de las manchas solares.

¿Hace ruido el Sol?

Tiempo antes de que la obra *El Fantasma de la Ópera*, de Sir Andrew Lloyd Weber, hubiese convertido “La Música de la Noche” en una frase familiar, existía otra idea llamada “Música de las Esferas.” Se tenía la noción de que las estrellas y los planetas producían sonido a medida que se movían por el espacio—idea que se remonta a la antigua Grecia o antes. Pitágoras (Véase la Parte I) enseñaba que las esferas, o planetas, hacían ruidos armoniosos al circular en el firmamento. Platón sostenía que había una sirena, sentada en cada planeta, cantando una dulce canción que armonizaba con las canciones de los otros planetas. Chaucer, Milton y Shakespeare creían en esta teoría y lo expresaron en su poesía. El análisis científico más puro con relación a este concepto fue el de Kepler, quien expresó sus ideas sobre la música celestial en el libro *Harmonice mundi* (“La Armonía del Mundo”) (1619). Kepler, el primer hombre en entender el movimiento de los planetas, quiso descifrar las notas que producían los planetas al aumentar o disminuir su velocidad en las órbitas. Escribió al respecto, “Los movimientos celestiales no son más que una música continua de varias voces que puede ser comprendida por el intelecto pero no por el oído.” En el libro en que estableció la Tercera Ley dijo que la velocidad de cada planeta correspondía a ciertas notas de la escala musical y escribió en el pentagrama las notas que creía eran generadas por los planetas individuales durante su movimiento alrededor del Sol. Escribió, inspirado, que “Con esta sinfonía de

voces el hombre puede tocar la eternidad del tiempo en menos de una hora y puede paladear las delicias de Dios, el artista supremo. Pero, ¿existe tal música? No en la forma en que Pitágoras creía o como Kepler la describió. Desde comienzos de la década de los sesenta, los astrónomos han sabido que la superficie del Sol tiene pulsaciones rítmicas. Estas oscilaciones solares son causadas por ondas de sonido de baja frecuencia que quedan atrapadas dentro del Sol y que retumban como las vibraciones de una campana. Así como los geólogos pueden usar las ondas sísmicas para explorar el interior de la Tierra, los astrónomos usan las oscilaciones solares para estudiar la estructura del Sol.

Desde 1966 hemos podido oír, más de cerca, el "latido" del corazón del Sol gracias al Observatorio Solar y Helioscópico (OSH), que es una especie de estetoscopio. Producto de un trabajo conjunto entre la NASA y la Agencia Espacial Europea (AEE), el OSH es un satélite de 1.85 toneladas construido por la AEE y lanzado al espacio en un cohete de la NASA el 2 de diciembre de 1995. Fue instalado en abril de 1996, para un período de dos años. Revolotea a una distancia de aproximadamente 1 millón de millas (1.5 millones de kilómetros) de la Tierra.

En sus primeros cinco años, el OSH ha tenido un rendimiento científico excelente y ha revelado:

El sorprendente latido del corazón: Las corrientes de gas situadas por debajo de la superficie visible, aumentan y disminuyen la velocidad cada dieciséis meses—un pulso totalmente sorprendente.

Rayos solares mucho más brillantes: El OSH ha visto cómo el Sol ha

aumentado su luminosidad en un 1%, como se esperaba, y ha aumentado el número de manchas solares entre 1996 y 2000. Al estudiar las variaciones en detalle, los científicos estiman que los rayos ultravioleta de alta energía del Sol se han vuelto 3% más fuertes en los últimos trescientos años.

Ahí vienen las erupciones: La mayoría de las explosiones de gas del Sol llamadas expulsiones coronarias masivas nunca llegan a la Tierra. El OSH puede identificar de manera confiable cuáles vienen en nuestra dirección al relacionar los halos de expansión alrededor del Sol con los choques observados en la atmósfera de la cara de la Tierra observada.

Miles de explosiones diarias: La sucesión de pequeñas explosiones observadas por el OSH explica por qué la atmósfera del Sol es mucho más caliente que su superficie visible. Estas explosiones son el resultado del continuo reajuste de los campos magnéticos.

Las fuentes del viento solar: El OSH detecta el gas que sale de las esquinas de un panal magnético de burbujas, especialmente en las regiones polares, produce un rápido viento solar. En la zona ecuatorial del Sol se ve escapar un viento lento de las esquinas de estructuras cuneiformes llamadas cascos.

Aceleración del viento solar: Los átomos cargados que alimentan el viento ganan velocidad rápidamente, evidentemente potenciados por poderosas ondas magnéticas en la atmósfera externa del Sol.

Elementos en el viento solar: El OSH detectó fósforo, cloro, potasio, titanio, cromo y níquel por primera vez, y otros isótopos no conocidos de seis elementos más comunes.

Terremotos solares gigantescos: Después de una llamarada solar, el OSH detecta ondas que se aceleran rápidamente a través de la superficie visible del Sol, como las que deja una piedra al caer sobre una laguna.

Enormes tornados solares: El OSH descubrió la presencia de tornados del ancho de África, de los que salían espirales de gas caliente en las regiones polares del Sol. La velocidad de los vientos típicos de 31,068 millas (50,000 kilómetros) puede aumentar hasta diez veces más en las ráfagas.

¿Que diferencia hay entre un eclipse solar y uno lunar?

La palabra *eclipse* literalmente significa bloqueo completo o parcial de un cuerpo celeste por otro. (Los astrónomos usan la palabra *ocultación* para señalar esta acción de encubrimiento.) Aunque otros cuerpos del sistema solar pueden eclipsarse mutuamente, desde la perspectiva de la Tierra, los eclipses ocurren cuando el Sol, la Luna y la Tierra están en línea recta. Un *eclipse solar* ocurre cuando la Luna pasa entre el Sol y la Tierra y bloquea temporalmente la luz del Sol, oscureciendo total o parcialmente el Sol. Un *eclipse total* ocurre cuando la Luna pasa entre la Tierra y el Sol bloqueando completamente el disco solar, convirtiendo el día en noche. En un *eclipse parcial*, la Luna cubre sólo parte del Sol. Un *eclipse lunar* ocurre cuando la Tierra pasa entre el Sol y la Luna, proyectando una sombra por la cual pasa la Luna.

Durante un eclipse de Sol, la sombra de la Luna se mueve por la superficie de la Tierra de oeste a este, a una velocidad de 2000

millas (3200 kilómetros) por hora. Aunque el Sol es cuatrocientas veces más grande que la Luna, la Luna está, coincidentalmente, cuatrocientas veces más cerca de la Tierra. Es por esto que el Sol y la Luna parecen de igual tamaño—haciendo posible un eclipse de Sol.

La Luna oscura aparece en el borde occidental del Sol y se mueve a través de éste. En el momento de un eclipse total aparece un halo brillante alrededor del Sol oscuro. Este halo es la corona o atmósfera externa del Sol. Después de unos minutos, la Luna se mueve hacia el oriente. Aunque un eclipse promedio dura más o menos dos minutos, el período de oscuridad total puede durar hasta siete minutos.

La imagen de la Luna oscureciendo completamente el Sol es un espectáculo que ha inspirado mitos y leyendas a lo largo de la historia. La superstición relacionada con los eclipses se remonta a los comienzos de la observación celestial. Los antiguos chinos creían que los eclipses solares ocurrían cuando un dragón en el cielo quería devorarse al Sol. Durante estos eclipses, toda la población salía de sus hogares a hacer ruido para espantar la "bestia." Como estos sucesos eran de tanta importancia para los chinos, comenzaron a elaborar gráficas de eclipses, y con el tiempo, descubrieron patrones que utilizaban para predecirlos. Era una tarea que tomaban muy seriamente.

Cuenta la historia china que dos astrónomos de la corte se equivocaron en la predicción de un eclipse en el año 2136 a.C. y fueron ejecutados por el error.

La idea china de salvar al Sol haciendo ruido se practicaba también en Europa. De Italia a Escandinavia, la gente estaba convencida de que el Sol, o se iba a morir, o iba a ser víctima de un cruel hechizo. A este ruido lo denominaron *pandemónium* ("demonios por doquier").

En el Nuevo Testamento los evangelios narran un largo e inesperado eclipse que coincidió con la crucifixión de Cristo. Durante la Edad Media, en Europa se conocían las causas naturales de los eclipses. Sin embargo, los eclipses se asociaban con el advenimiento de desastres. Cuentan que Cristóbal Colón se quedó varado en Jamaica en 1504. Colón llevaba un libro que incluía un cronograma de los eclipses y, basándose en él, intimidó a los nativos y los convenció de que le dieran comida ya que él era capaz de oscurecer el día. El eclipse Lunar ocurrió el 29 de febrero de 1504, de acuerdo con el cronograma, y los nativos, asustados, complacieron a Colón. Las supersticiones alrededor de los eclipses continuaron hasta el siglo XX. Por ejemplo, en América del Sur, se le echó la culpa de una epidemia de influenza en 1918 a un eclipse solar.

Los eclipses solares totales sólo pueden verse en ciertas partes del mundo. El más reciente ocurrió el 11 de agosto de 1999 y fue visible en el Atlántico Norte, Europa Central y Asia Central. El 21 de junio de 2001 un eclipse de casi cinco minutos fue observado desde el océano Atlántico Sur hasta Australia y el sur de África.

Eclipses Solares Totales: Recientes y Futuros

4 de diciembre de 2002

Sur de África y de Australia

23 de noviembre de 2003	Antártida
8 de abril de 2005	Pacífico del Sur
29 de marzo de 2006	África, Turquía, Azerbaijan, Kazakhstan, Rusia
1 de agosto de 2008	Groenlandia, Siberia y China
22 de julio de 2009	India, China y Océano Pacífico
11 de julio de 2010	Pacífico del Sur
13 de noviembre de 2012	Australia y Océano Pacífico

¿Qué son las auroras boreales?

“No hay pluma ni lápiz que pueda describir sus veleidosos matices, su resplandor, su grandeza,” escribió el explorador polar William H. Hooper. Con estas palabras describía una de las imágenes más espectaculares de la naturaleza. A veces la aurora parece como unos resplandores de colores suaves en el cielo. Otras veces, semeja cortinas de luz moviéndose con la brisa. Pueden ser de una gama de colores y a lo largo de la historia han inspirado a muchos poetas. Para los inuits de Alaska y del Canadá, la *aurora borealis*, o aurora boreal, representaba el nivel más alto de los cielos donde bailaban los muertos. En Escocia se le ha llamado “bailarines celestiales” ó “ejércitos peleando en los cielos” y “charcas de sangre en el firmamento.” Los romanos las llamaron “lluvia sangrienta” y los chinos “dragón de llamas.” Han sido observadas y admiradas durante siglos. En el año 37 d.C., el emperador romano Tiberio envió soldados a apagar lo que se pensaba era un incendio en el puerto de Ostia y se encontró con el resplandor de la aurora boreal. En 1591 un espectáculo de luces sobre Nürenberg, Alemania,

ocasionó un pánico masivo porque la gente pensó que el cielo estaba en llamas. Durante la Segunda Guerra Mundial fueron enviados a contienda unos aviones de guerra con el objetivo de interceptar enemigos fantasmas que resultaron ser luces de la aurora boreal.

Existen dos diferentes conjuntos de *aurorae* (plural de aurora): la *aurora borealis*, o aurora boreal, vista en el Polo Norte, y la *aurora australis*, o aurora austral, que aparece cerca del Polo Sur. Sólo recientemente se ha entendido que esta maravilla de la naturaleza es generada por la interacción entre partículas cargadas que fluyen del Sol con el viento solar y el campo magnético que rodea la Tierra. Este campo magnético desvía la mayoría de las partículas dañinas, pero las fuerzas electromagnéticas atraen estas partículas hacia la atmósfera de la Tierra en las regiones polares, donde chocan con átomos y moléculas de gas produciendo los maravillosos espectáculos de luces.

Las *aurorae* aparecen en diferentes colores porque cada gas de la atmósfera brilla con un matiz distinto cuando las partículas solares chocan contra él. El color varía también dependiendo de las cargas eléctricas y de la concentración del gas. El color más común de la aurora, un verde brillante, aparece cuando el oxígeno se estrella con el gas a bajas alturas. La aurora roja que se observa a veces ocurre cuando las partículas chocan con el oxígeno a grandes altitudes. Los átomos de nitrógeno emiten luz verde o púrpura cuando reciben el impacto de la luz ultravioleta contenida en la luz del Sol.

¿Por qué molestamos con este espectáculo de luces? Las

auroras son indicadores clave de interacciones solares y terrestres, llamadas clima espacial, que son generadas por el viento solar. Aunque se le llama “viento,” no tiene nada que ver con los flujos de aire de la Tierra. Estos flujos son de plasma—partículas cargadas y magnetismo — que sale continuamente del Sol. Cuando surgen perturbaciones solares como las llamaradas, el viento solar aumenta y se convierte en ventarrón. Este tipo de “caos” de alta energía produce hermosas auroras, pero puede también causar estragos en la Tierra como alteraciones en las comunicaciones de radio, sistemas de radar, líneas de transmisión de electricidad, cables de teléfono y satélites, de los cuales depende, más y más, la humanidad. Se considera que una hermosa subtormenta auroral dejó sin luz a Quebec durante nueve horas.

¿Siempre saldrá el Sol?

Sí, Annie. “El Sol saldrá mañana.” Y muchas otras mañanas. Pero no saldrá para siempre.

Todas las estrellas tienen un ciclo de vida, y el Sol, que nació hace casi 5 mil millones de años, está cercano a la edad madura, o el equivalente a tener “treinta y tantos” años. En algún momento, a medida que se aproxime al final de su vida, el Sol comenzará a hincharse hasta llegar a cien veces el tamaño de su diámetro llegando hasta la órbita de Marte. Cuando las estrellas están en esta fase se les conoce como *gigantes rojos*. A medida que sus capas externas comiencen a disiparse en el espacio, el Sol se encogerá hasta su núcleo y se convertirá en una *enana blanca* del tamaño de

la Tierra. (Los términos “gigantes rojos” y “enana blanca” se comentarán en la Parte III.)

¿Qué sucederá con los planetas entonces? A medida que el Sol se expanda hasta adquirir el tamaño de un gigante rojo, comenzará a perder masa y su fuerza gravitacional que atrae a los planetas disminuirá y éstos comenzarán a vagar por el espacio. (Recordemos que la palabra griega para planeta quiere decir “vagabundo” o “errante.”) Sólo Mercurio, el planeta más cercano al Sol, se recalentará. La Tierra se escapará de la fuerza gravitacional del Sol junto con los otros planetas. Pero esto ocurrirá cuando todo en la Tierra esté bien calcinado. Pero no hay que preocuparse de este escenario. Después de todo, al Sol le faltan otros seis billones de años de vida plena antes de que comience a decaer.

MERCURIO

Si usted fuera a Mercurio

Pequeño, desolado, oscuro y gris. No, no es la descripción de un estudio en Manhattan. Mercurio, el planeta más cercano al Sol, es el segundo planeta más pequeño; solamente Plutón es de menor tamaño. Debido a que recorre la órbita del Sol tan rápidamente—en sólo ochenta y ocho días—Mercurio recibió su nombre en honor al mensajero de los dioses y dios del comercio de los romanos. (En la mitología griega lo llamaron Hermes.) Pese a que su órbita es rápida, su rotación no lo es. Mercurio se demora cerca de cincuenta y nueve días terrestres en completar una rotación.

Tostado por la radiación solar y sin atmósfera, la superficie de Mercurio puede llegar a temperaturas de 800 °F durante el día y bajar a -290 °F durante la noche, condiciones que no han permitido su exploración. Pero en la década de los setenta, la nave espacial *Mariner*

10 llegó cerca a Mercurio y envió fotografías de un planeta rocoso similar en muchos sentidos a la Luna de nuestra Tierra. Está lleno de cráteres, y su tamaño es como el de la Luna, 1.5 veces mayor. Carece de atmósfera y su superficie ha permanecido igual durante miles de millones de años. Lo que más llama la atención en su superficie son unas crestas escarpada que serpentean, a veces durante más de cien millas, y que pueden llegar a los 10,000 pies de altura. Estas montañas pueden haber surgido cuando el planeta se "encogió," posiblemente al enfriarse el núcleo del planeta. Lo más conocido sobre Mercurio es el Cráter Caloris, un cráter del tamaño de Texas que parece haber sido el resultado de una colisión contra una enorme roca. En Mercurio hay cráteres de todos los tamaños generados a partir de choques con materiales de desecho espacial hace unos cuatro mil millones de años. Estos impactos dejaron marcas blancuzcas alrededor de los cráteres que han recibido nombres de reconocidos artistas, escritores y compositores: Beethoven, Rafael, Shelley, Keats, Vivaldi, etc.

Mercurio: Estadísticas Vitales

Diámetro: 3,031 millas (4,880 kilómetros)

Distancia promedio al Sol: 36 millones de millas (58 millones de kilómetros)

Distancia a la Tierra: más corta —57,000,000 millas (91,700,000 kilómetros) más larga —136,000,000 millas (218,900,000 kilómetros)

Duración del año: 87.97 días terrestres

Período de rotación: 58.65 días terrestres

Temperatura de la superficie: 801 °F a—279 °F (427 °C a—127 °C)

Atmósfera: oxígeno, sodio, hidrógeno y helio

Composición probable: núcleo grande de hierro y materiales de silicato en la capa

Satélites conocidos: ninguno

¿Por qué es tan difícil ver a Mercurio?

Mercurio es visible únicamente una hora antes del amanecer y una hora después del atardecer. Por su cercanía al Sol, se produce un resplandor que hace difícil su observación y nunca puede ser visto en un cielo oscuro.

*Voces del Universo**Canto de los indígenas norteamericanos en honor a
Venus*

La estrella de la mañana parece un hombre completamente cubierto de pintura roja. Ese es el color de la vida. Lleva una capa y unas polainas. Sobre su cabeza luce una pluma suave de águila pintada de rojo. Esta pluma representa la suave y liviana nube que flota en las alturas... La estrella de la mañana nos alienta y nos renueva... El día viene tras ella.

VENUS

Si usted fuera a Venus

De todos los cuerpos celestes, con excepción del Sol y la Luna, Venus es el que más mitos ha inspirado. El segundo planeta con relación al Sol, lleva el nombre de la diosa romana del amor y la sensualidad. A casi todo sus accidentes se le han dado nombres de mujer. Sus dos masas principales o continentes, Terra Ishtar y Terra Afrodita, han sido llamados en honor de las diosas babilonias y griegas del amor.

Pero, para otros, Venus representó un planeta maligno. En México, en la antigüedad, la gente cerraba las puertas y las ventanas antes del amanecer para protegerse del planeta que, según su creencia, transmitía enfermedades peligrosas. (*Venéreo* proviene de la misma palabra latina que Venus.) Para los mayas y los aztecas, Venus era un símbolo de muerte y renacimiento.

Su órbita lo acerca a una distancia de 26 millones de millas (41

millones de kilómetros) de la Tierra, de manera que es el planeta más cercano a nosotros. Los dos planetas se formaron al mismo tiempo, del mismo material, y alguna vez tuvieron atmósferas similares. Tienen el mismo tamaño y masa, características que han hecho pensar que pudo haber vida en este planeta gemelo de la Tierra. Sin embargo, las investigaciones de las últimas décadas nos han dado una idea bastante clara de Venus (la nave espacial *Magdian* logró hacer un mapa del 99% de su superficie), y hoy sabemos que Venus es árido, carece de vida y no tiene agua. Cualquier cantidad de agua que haya podido tener, se evaporó debido al intenso calor. Las altísimas temperaturas, la presión agobiante y la sofocadora atmósfera de Venus no permitirían vida similar a la del planeta Tierra.

Si uno pudiera ir, se encontraría con un paisaje lleno de enormes volcanes rodeados de planicies de lava atravesadas por extensísimos canales de lava. Existen unos cráteres de buen tamaño pues sólo los meteoritos más grandes han podido penetrar la atmósfera de Venus.

Venus: Estadísticas Vitales

Diámetro: 7,521 millas (12,104 kilómetros)

Distancia promedio al Sol: 67,230,000 millas (108,200,000 kilómetros)

Distancia a la Tierra: más corta—25,700,000 millas (41,400,000 kilómetros) más larga— 160,000,000 millas (257,000,000 kilómetros)

Duración del año: 225 días terrestres

Período de rotación: 243 días terrestres

Temperatura: 864 °F (462 °C)

Atmósfera: dióxido de carbono, nitrógeno, vapor de agua, argón, monóxido de carbono, neón, dióxido de azufre

Composición: la superficie consiste más que todo de silicatos y puede tener mineral de hierro o níquel similar al de la Tierra

Satélites: ninguno conocido

Dado que Venus se demora 243 días en rotar sobre su eje, y veinticinco días en ir alrededor del Sol, es el único planeta que se demora más en girar sobre su propio eje que en rotar. Es decir, en Venus un día es más largo que un año.

En relación con los demás planetas del sistema solar, Venus gira sobre su eje de para atrás. Debido a que gira hacia el oeste, el Sol sale por el oeste y se pone en el oriente. No se conoce la razón de este movimiento retrógrado. La teoría más aceptada es que cuando se estaban formando los planetas, un inmenso cuerpo celeste pudo haberse estrellado contra este planeta ocasionándole un cambio en

su rotación.

¿Por qué es tan caliente Venus?

Los científicos piensan que la atmósfera original de Venus y de la Tierra se formó a partir de los gases que emanaban de los volcanes cuando estos planetas se estaban formando y había una intensa actividad volcánica. Pero, como Venus queda tan cerca del Sol, "el efecto invernadero," el proceso en el que el calor es atrapado dentro de la atmósfera, ocasionó un aumento en la temperatura y la consecuente evaporación del agua de la superficie. Al llegar el agua a la atmósfera, la intensa radiación ultravioleta del Sol separó las moléculas de agua en hidrógeno y oxígeno. El hidrógeno se escapó al espacio y el oxígeno se combinó con otros elementos químicos en la atmósfera. La Tierra, por el contrario, se enfrió, se formaron los océanos y se desarrolló la vida. Mientras en la Tierra se generó vida, Venus, a pesar de tener conexiones con la diosa de la fertilidad y del amor, permaneció sin vida.

Si Venus es un planeta, ¿por qué se llama la "Estrella de la Noche"? Este es uno de esos casos en los que el habla popular tiene precedencia sobre la exactitud científica. Después de la Luna, Venus es el cuerpo celeste más brillante de la noche, y los antiguos creían que era una estrella brillante. Venus se ve luminosa por su proximidad con la Tierra y porque su superficie nebulosa refleja el 75 por ciento de la luz que recibe. A veces se le llama "Estrella de la Mañana" porque es visible al amanecer y al atardecer.

¿Qué es el tránsito de Venus?

Si usted contesta "Una novela erótica escrita por Anaís Nin," posiblemente no tiene su mente puesta en las estrellas. (El erótico libro de Nin se llama. El *Delta de Venus*).

A veces, tanto Mercurio como Venus, se ven como puntos que pasan frente al Sol. Ese fenómeno se denomina tránsito. Kepler fue el primero en intuir que tales tránsitos debían existir y cuándo debían ocurrir. Con los cálculos de Kepler en mano, Pierre Gassendi (1592-1655) pudo observar el tránsito de Mercurio en 1631, un año después de la muerte de Kepler. Jeremiah Horrocks mejoró los cálculos de Kepler y fue el primero en observar un tránsito de Venus el 24 de noviembre de 1637. Horrocks pensó que si el tránsito de Venus podía verse simultáneamente desde varios lugares de la Tierra, entonces, era posible utilizar esa información para calcular la distancia a Venus y la distancia de la Tierra al Sol.

En 1761, un grupo de astrónomos viajó a la India, Santa Helena y otros lugares de observación. La guerra y las condiciones climáticas no permitieron hacer las observaciones necesarias, pero se hicieron algunos descubrimientos importantes, entre ellos el de la atmósfera de Venus.

El tránsito más famoso ocurrió ocho años después, cuando el explorador inglés James Cook utilizó la primera parte de su viaje de exploración para observar este tránsito desde Tahití. Partió de Inglaterra en el *Endeavour* el 26 de agosto de 1768, hizo observaciones en Tahití y volvió a Inglaterra el 17 de julio de 1771. Este viaje de Cook no fue el único realizado para estudiar el tránsito

de 1769. Los rusos viajaron a Siberia para observar el gran suceso y también otros exploradores partieron a distintos puntos de la Tierra. A mediados del siglo XIX, Johan Franz Encke (1791-1865) usó este tránsito para calcular la distancia de la tierra al Sol: 153,000,000 de kilómetros (95,300,000 millas), el cálculo más preciso hasta ese momento.

*Voces del Universo:**Génesis 1:1-10*

En el principio creó Dios los cielos y la tierra.

Y la tierra estaba desordenada y vacía; y las tinieblas estaban sobre la haz del abismo. Y el espíritu de Dios se movía sobre la haz de las aguas.

Y dijo Dios: Sea la luz: y fue la luz

Y vio Dios que la luz era buena: y apartó Dios la luz de las tinieblas.

Y llamó Dios a la luz día y a las tinieblas llamó noche: y fue la tarde y la mañana un día.

Y dijo Dios: Haya expansión en medio de las aguas, y separe las aguas de las aguas.

Y hizo Dios la expansión y apartó las aguas que estaban debajo de la expansión, de las aguas que estaban sobre la expansión: y fue así

Y llamó Dios a la expansión cielos: y fue la tarde y la mañana el día segundo.

Y dijo Dios: Júntense las aguas que están debajo de los cielos en un lugar y descúbrase la seca; y fue así.

Y llamó Dios a la seca Tierra; y ala reunión de las aguas llamó mares: y vio Dios que era bueno.

TIERRA

Tierra: Estadísticas Vitales

Diámetro (zona ecuatorial): 7,926.71 millas (12,756.32 kilómetros)

Circunferencia ecuatorial (distancia alrededor de la Tierra en la zona ecuatorial): 24,901.55 millas (40,075.16 kilómetros)

Distancia promedio desde el Sol: 93 millones de millas (150 millones de kilómetros)

Duración del año: 365 días, 6 horas, 9 minutos, 9.54 segundos

Duración del día: 23 horas, 56 minutos, 4.09 segundos

Temperatura promedio en la superficie: 57 °F (14 °C)

Composición: hierro, níquel, silicona, aluminio

Atmósfera: nitrógeno, oxígeno, argón, con pequeñas cantidades de otros gases

Satélites: 1 (¡y muchos artificiales!) Luna

¿Por qué hay vida en la Tierra?

¿Se acuerdan de Ricitos de Oro y del potaje del Osito Pequeño en el cuento de Los Tres Osos? No muy caliente. No muy frío. Perfecto. La Tierra es, esencialmente, el potaje del Oso Pequeño del sistema solar—y, hasta donde sabemos, de todo el universo. Está lo suficientemente cerca al Sol como para calentarse, y lo suficientemente lejos como para no recalentarse.

La Tierra se originó del magma derretido hace 4,500 millones de años, pero posteriormente se enfrió y se solidificó. En ese proceso se formaron fisuras en la corteza caliente y la lava y los gases que

quedaron atrapados subieron a la superficie, formando la atmósfera primitiva de la Tierra. El vapor de agua se condensó, subió, se enfrió y cayó en forma de lluvia. La historia del Génesis, en la cual la Tierra siguió a los mares, es una buena versión poética de este proceso. Excepto que debió haber llovido muchísimo. A medida que pasó el tiempo, la corteza se saturó, la lluvia se depositó en los valles y se crearon los primeros océanos. Pruebas recientes sugieren que la temperatura de la Tierra se pudo haber enfriado lo suficientemente como para retener los océanos hace 4,400 millones de años. Investigaciones de un gramo de zirconio muestran que 100 millones de años después de que la Tierra se formó a partir de los pedazos que sobraron de la formación del Sol, las temperaturas del joven planeta habían descendido a un valor cercano o por debajo del punto de ebullición del agua. Este dato es significativo, porque el agua líquida es una precondición para la vida.

La luz del Sol comenzó a caer sobre el agua y la tierra. Y esto fue conveniente. Muy conveniente. El sol, el agua y la electricidad —en forma de rayos— fueron algunos de los ingredientes de la sopa que dio origen a la vida después de mil millones de años. Basados en análisis de microfósiles, los científicos consideran que hace 3,500 millones de años, las bacterias primitivas y más tarde, las algas verde azules, organismos con características de plantas, empezaron a poblar los océanos. Durante millones de años, algunos de éstos evolucionaron hasta convertirse en plantas que podían utilizar la luz del Sol para producir su alimento —por medio de un proceso denominado *fotosíntesis*. Las plantas absorbían el dióxido de

carbono y lo convertían en azúcar. Los productos de desecho eran el agua y el oxígeno. Eran tan eficientes las plantas para realizar este proceso, que terminaron cambiando la atmósfera de la Tierra. El oxígeno se acumuló y es parte del aire que hoy respiramos.

¿Cómo pudieron esas moléculas que flotan en el aire —nitrógeno, oxígeno, dióxido de carbono, amoníaco y metano —convertirse en bacterias, plantas y, finalmente, en usted y yo? Sólo hay teorías, pero algo así debió haber sucedido. La atmósfera turbulenta de la Tierra recién formada, los violentos estruendos del movimiento de volcanes y terremotos y el bombardeo continuo desde el espacio, dieron lugar a un gigantesco Cuisinart de la vida. En otras palabras, Mr. Bond, la

Tierra original se sacudió pero no se revolvió. Una nueva e importante área de investigación retorna a los océanos del Génesis en busca de respuestas. Bajo de la superficie del mar hay unas chimeneas volcánicas que “escupen” calor y una extraña mezcla de químicos. ¿Será que estas chimeneas fueron la fuente de vida?

A medida que pasaron millones y millones de años, las plantas acuáticas subieron a la superficie seca. Lo mismo hicieron los organismos parecidos a los peces que habían comenzado a evolucionar en los mares hace 350 millones de años. Regresemos por un instante a hace 225 millones de años; algunos de esos seres parecidos a los peces se adaptaron a sus alrededores y se convirtieron en reptiles—los más grandes entre ellos serían los dinosaurios. Luego, algo extraño sucedió hace unos 65 millones de años y la mayoría de ellos desapareció en una de las mayores

extinciones de la historia de la Tierra. ¿Fue algo que comieron? ¿No hacían suficiente ejercicio? ¿Ingerían mucho colesterol? ¿O fue un asteroide?

Los pequeños organismos que sobrevivieron la extinción posteriormente crecieron en la edad de los mamíferos, la edad en que vivimos todavía los humanos. Pero los humanos somos unos recién llegados; nuestros antecesores sólo han estado en esta Tierra durante unos pocos millones de años. Aunque tenemos un récord de fósiles que prueba la presencia del "bípedo peludo," no fue hasta hace solamente unos cincuenta mil años—un pestañazo cósmico — cuando empezaron a aparecer los seres humanos. Y, una de las primeras cosas que hicieron fue grabar imágenes sobre piedras. En algunas de ellas percibimos dibujos de estrellas, pista que nos indica que desde los albores de la humanidad hubo fascinación por los cielos.

Entonces, ¿somos únicos en el planeta y en el sistema solar? Hasta el momento parece que sí. No hemos encontrado nada en el universo parecido a esta "tercera roca desde el Sol" y a sus condiciones ideales para albergar la vida—tal y como la conocemos. Pero, a los arqueólogos les gusta decir que la "ausencia de pruebas no es prueba de ausencia." O sólo porque no hemos encontrado otra posible Tierra todavía—ya que, literalmente, sólo estamos comenzado a hurgar la superficie del resto del universo —no quiere decir que no haya más Tierras por allá.

*Voces del Universo**Charles Robert Darwin (1809-1882)*

¡Podemos afirmar que cualquier parte del mundo es habitable! Ya sean lagos de salmuera o fuentes de agua mineral calientes bajo las montañas volcánicas—las amplias y profundas aguas del océano—las regiones más altas de la atmósfera—e inclusive las nieves perpetuas—todas albergan las cosas orgánicas.

¿La Tierra se tambalea?

¿Se siente un poco mareado? ¿Como si la habitación le estuviera dando vueltas? Si su respuesta es afirmativa, no le eche la culpa a la Tierra. Sí, ella no gira perfectamente, sino que se tambalea un poco, como cuando un trompo está comenzando a disminuir su velocidad. La Tierra tiene un leve tambaleo en los polos denominado *precesión de los equinoccios*. Esto explica por qué Polaris, la Estrella del Norte que siempre se observa sobre el Polo Norte, no es la misma que vieron los egipcios en el año 3000 a.C. y que llamaban Thubán. Pero no hay que preocuparse —esto toma mucho tiempo, algo así como 27,000 años. En el futuro, la Estrella del Norte, Polaris, no será la misma estrella. Será reemplazada por otra estrella llamada Vega. Pero no vaya a cambiar sus mapas estelares todavía, esto no sucederá sino en unos 12,000 años.

*Voces del Universo:**Neil Armstrong 20 de julio de 1969**Al llegar a la Luna: "Houston, ésta es la 'Base Tranquility'. El Eagle ha aterrizado"**Al pisar la Luna por vez primera: "Este es un paso pequeño para un hombre, pero un salto gigantesco para la humanidad."*

LA LUNA

Si usted fuera a la Luna

La Luna, la compañera más cercana de la Tierra, viaja con ella en el espacio alrededor del Sol, en lo que constituye la escena más común del firmamento nocturno. La Luna, un desierto gris, está salpicada de cráteres ocasionados por colisiones con meteoritos. A diferencia de otros planetas del sistema solar, aquí sí podríamos decir, "¿Qué pasaría si uno la visitara?" La Luna es el único lugar que ha sido visitado por el hombre. Han pasado treinta años desde que enviamos astronautas a la Luna, pero un reciente descubrimiento de agua ha estimulado de nuevo el interés por volver.

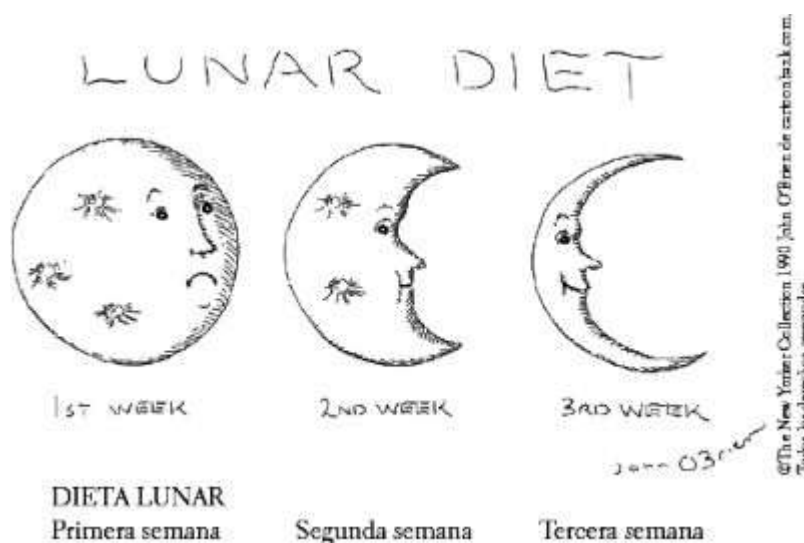
Las principales características de la Luna:

Cráteres: La superficie de la Luna está llena de cráteres de impacto, posiblemente formados hace muchos años por meteoritos que chocaron contra la Luna. Algunos son enormes, como el Copérnico (57 millas ó 91 kilómetros) o Tycho (57 millas u 87 kilómetros de ancho). Los cráteres de los polos nunca reciben la luz del Sol y en 1998 se encontraron rastros de agua congelada. Aunque la mayoría

de éstos se formó hace miles de millones de años, hay pruebas de uno que se haya formado hace relativamente poco.

En 1178, un grupo de monjes ingleses estaba observando la Luna. De acuerdo con un texto de esa época, "súbitamente, el cuerno de arriba se dividió en dos. De la mitad de esta abertura emergió una antorcha encendida... cuyas llamas se expandían a una distancia considerable, expulsando fuego, carbones calientes y chispas." Es muy posible que hayan visto un meteorito golpeando la superficie lunar. Llamado hoy en honor de Giordano Bruno, el cráter es relativamente pequeño —alrededor de 13.5 millas de diámetro—y posiblemente fue causado por un meteorito pequeño.

Maria (o mares, plural del latín *mare*, océano): Las áreas más oscuras de la superficie lunar. Son depresiones creadas por el impacto de meteoritos gigantes que se llenaron de lava oscura que fluyó por los suelos de estos valles esparciéndose por toda la superficie.



Regiones montañosas: Las áreas brillantes de la Luna son serranías escarpadas cuyas rocas claras reflejan la luz del Sol. Esto contrasta con las rocas oscuras de los mares de lava que absorben la luz.

Rayos: Algunos cráteres están rodeados de líneas brillantes que irradian en forma circular y que se forman a partir de los desechos polvorientos que salen del cráter en el momento del impacto. Estos raros están formados por rocas trituradas.

Polvo lunar: La Luna está cubierta de un polvo muy fino llamado *regolito*. Formado de roca pulverizada por los innumerables impactos de meteoritos. Algunos de estos pedazos de piedra tienen forma de lágrima, lo que hace pensar que son rocas que se han derretido y se han estrellado contra la superficie lunar.

Todos los derechos reservados.

¿Cuánto dura un mes lunar: 27 días o 29 días?

Los libros de astronomía y los calendarios lunares algunas veces mencionan dos diferentes cifras con relación al mes lunar. Esta confusión viene del hecho de que los científicos miden las revoluciones de la Luna alrededor de la Tierra de dos maneras diferentes: *meses sinódicos* y *meses siderales*. La mayoría de las personas piensa en las fases de la Luna en términos del mes sinódico que equivale a 29.5 días. Este es el tiempo que transcurre entre una Luna nueva y la siguiente. Es el tiempo que tarda la Luna en girar alrededor de la Tierra en relación con el Sol. Si la Luna comenzara su órbita en un punto exactamente en medio del Sol y la Tierra, volvería al mismo lugar en 29.5 días.

Por otro lado, el mes sideral —de 27.33 días —es el tiempo que demora la Luna en girar alrededor de la Tierra en relación con las estrellas. Si uno marcara el comienzo de las revoluciones de la Luna con una estrella específica, volvería a la misma posición 27.33 días después.

Un mes sinódico es más largo que el sideral porque la Tierra viaja alrededor del Sol mientras la Luna viaja alrededor de la Tierra. Después de que la Luna ha hecho una revolución alrededor de la Tierra, ésta ha dado un treceavo de revolución alrededor del Sol. Esto significa que la Luna tiene que viajar una distancia mayor para estar en la misma posición en relación con el Sol.

A medida que la Luna da vueltas alrededor de la Tierra, pasa por fases de luz solar reflejada. Cuando la Luna está entre el Sol y la Tierra no podemos verla, porque la luz del Sol le está dando sobre su lado lejano. Esa es la luna nueva. A medida que se va moviendo alrededor de la Tierra, la luz del Sol comienza a iluminar la parte de la Luna que empieza a ser visible en la Tierra. Cuando la Luna está en ángulo recto con la Tierra, (el primer cuarto) vemos sólo media luna. Cuando la Tierra está entre el Sol y la Luna, la cara de la Luna se ilumina totalmente con la luz del Sol y vemos una luna llena. Luego se mueve hasta colocarse en ángulo recto al otro lado, a medida que comienza a menguar o a desaparecer. En el último cuarto, vemos media luna, luego una luna menguante hasta que la Luna completa el recorrido: de vuelta a la posición de luna nueva. Estas fases ocurren habitualmente, dado que la Tierra y la Luna no están alineadas en una línea recta perfecta. Cuando ocurre esta

alineación, la Tierra bloquea la luz del Sol y no permite que le llegue a la Luna. El resultado es un eclipse lunar total.

Voces del Universo:

Enouma Elish, Épica babilónica de la Creación, aprox.

1700 a.C

En un comienzo, los dioses Anou, Enlil y Ea dividieron todo entre los dos dioses que cuidaban el cielo y la Tierra... Sin y Shamash recibieron partes iguales, el día y la noche.

¿Qué pasa con el hombre en la Luna?

Aparte del Sol, la Luna ha sido el cuerpo celeste que más ha inspirado al ser humano. Su cercanía, su regularidad y su belleza han sido objeto de mitos, religiones, poesía y arte. Igualmente ha dado pie a algunas estupideces como la idea de un "Hombre en la Luna" y el de que esté hecha de queso verde.

Los primeros en escribir sobre la Luna fueron los babilonios, cuyas historias sobre la Creación, conocidas como *Enouma Elish*, y compuestas hace cuatro mil años, decían que el Sol y la Luna habían nacido al mismo tiempo. Algunas civilizaciones de Mesoamérica tenían las mismas creencias. Para los babilonios, la Luna, al pasar por sus fases normales—aparición, crecimiento y desaparición—era el símbolo perfecto de la vida. El ciclo de la Luna, tan similar a los ciclos de fertilidad femenina, se asoció con los ritos de fertilidad.

Debido a que la Luna y la Tierra están unidas en una danza eterna

en la que la rotación de la Luna es similar a la de la Tierra, siempre vemos el mismo lado de la Luna. A lo largo de la historia, la gente le ha visto una cara humana a la Luna, un "hombre en la Luna." Algunos hasta vieron sus 'rasgos' en los *mana*. El *Mare Nubium* era la boca. Y los ojos estaban formados por el *Mare Serenitatis* y por el *Mare Imbrium*. Un concepto popular era que el hombre en la Luna era realmente una persona que había sido llevada allí como castigo y a quien habían dejado 'clavada' para dar ejemplo de justicia.

¿De dónde salió la Luna?

No lo sabemos, pero tenemos dos teorías. Una de estas teorías sostiene que la Tierra capturó en su órbita a un pequeño planeta, debido a la fuerza gravitacional, durante el primer período de la formación del sistema solar. Sin embargo, la mayoría de los científicos cree en lo que llamamos *teoría del impacto gigante*. Basados en el estudio de las rocas recogidas durante la misión Apollo Moon, los investigadores creen que la Luna fue parte de la Tierra, pues parecen tener la misma edad. Es posible que durante la formación de la joven Tierra, ésta haya sido bombardeada durante 500 mil millones de años por lluvias de meteoritos—pedazos que sobraron de la formación del sistema solar. Hace unos 4,450 millones de años, un objeto del tamaño de Marte posiblemente pudo haber golpeado a la Tierra haciendo que se desprendieran fragmentos en forma de roca vaporizada caliente. Estos fragmentos, lanzados hacia el espacio, se combinaron posteriormente para formar la Luna.

¿Es la "luna azul" realmente azul?

"Luna Azul/Me viste solitario."

Rogers y Hart ciertamente estaban pensando en términos poéticos cuando escribieron esta famosa canción. Una luna azul no tiene nada que ver con el color. Pero más sorprendente aún es el hecho de que la explicación más frecuente de este término es muy inexacta. Durante mucho tiempo, la gente pensó que "una luna azul" ocurría cuando había dos lunas llenas durante el mismo mes. Sin embargo, en 1999 la revista *Sky Ó Telescope* reportó que este concepto errado se debía a un error aparecido en un artículo publicado por la revista en 1946. La definición exacta, de acuerdo con un viejo ejemplar del *Farmers Almanac*, es que cuando una de las cuatro estaciones contiene cuatro lunas llenas, a la tercera se le denomina *luna azul*.

El ciclo de la Luna no es exactamente igual todos los meses, varía de 29.2 días a 29.9 días con un promedio de 29.53 días. Entonces, la expresión "una vez en cada luna azul," que implica que algo sucede muy raramente, es inexacta. Las lunas azules son muy predecibles y generalmente ocurren cada tres años. El año 1999 fue una excepción, puesto que hubo dos lunas azules en el mismo año y con tres meses de diferencia: dos lunas azules en enero, no hubo luna llena en febrero y hubo dos lunas llenas en marzo. Una secuencia de esta naturaleza no había ocurrido en más de ochenta años. No habrá dos lunas azules en el mismo año hasta el año 2018.

En cuanto al color, hay situaciones en las que se ve un tinte azulado. Pero esa coloración se debe a condiciones atmosféricas inusuales, como la cantidad de polvo en el ambiente después de una erupción volcánica o de incendios forestales. Las partículas de hollín que se depositan en la atmósfera de la Tierra absorben selectivamente partes del espectro de la luz roja ocasionando el cambio en el color. En 1950, se vio una hermosa luna azul alrededor del globo terrestre, posiblemente como resultado de incendios forestales en el Canadá.

Entonces, si la Luna azul no es realmente azul, ¿por qué la llamamos así? Un proverbio de 1528 explica:

*Si ellos dicen que la luna es azul
Debemos creer que dicen la verdad.*

El contexto del proverbio quería decir: "no des valor a lo absurdo." Era ridículo pensar que la Luna fuese azul, puesto que nunca lo había sido. Con el paso del tiempo, el significado de "luna azul" evolucionó de algo que nunca ocurría a ser un suceso muy raro.

¿Cuántas lunas azules tendremos en el futuro? Incluimos algunas recientes:

<u>Año</u>	<u>Fecha</u>
2001	30 de noviembre
2004	31 de julio
2007	30 de junio
2009	31 de diciembre

2012	31 de agosto
2015	31 de julio
2018	31 de enero
2018	31 de marzo
2020	31 de octubre
2023	31 de agosto
2026	31 de mayo
2028	31 de diciembre

Fuente: Sten Odenwald, The Astronomy Cafe.

Voces del Universo:

William Shakespeare:

Sueño de una noche de verano

El lunático, el amante y el poeta son todo imaginación.

¿Quiénes eran los lunáticos?

En 1764 se fundó la Sociedad Lunar en Birmingham, Inglaterra. Aunque no tiene nada que ver con el estudio de la Luna, esta sociedad ocupa un lugar en la historia de la ciencia y de la revolución industrial de Inglaterra. Entre sus miembros estaban James Watt, el inventor de la máquina de vapor; Joseph Priestley, uno de los grandes químicos de la época; Josiah Wedgwood, el ceramista que dio fama a los conocidos platos y que logró grandes avances en aplicaciones científicas de la cerámica; William Withering, quien descubrió el uso de la planta *digitalis* para el tratamiento de enfermedades coronarias; William Murdoch, quien

desarrolló el gas a partir de carbón, y Benjamín Franklin, miembro correspondiente.

Era como una versión de Mensa del siglo XVIII, una sociedad de genios que se reunía para discutir avances científicos e intercambiar información. El nombre de la sociedad se derivó de que se reunían los lunes cercanos a la luna llena, para que la luz los guiara por la noche de regreso a casa. Pero la gente los llamaba *lunáticos*. La palabra *lunático*, que literalmente quiere decir persona afectada por la Luna, se utilizó en Inglaterra hacia 1920, pero se remonta a la época de los romanos, cuando se creía que la Luna podía tener influencia sobre la mente.

Existen leyendas que hablan del aumento de casos en las salas de urgencia y mitos sobre personas que se convertían en lobos, pero no hay prueba alguna que corrobore que la luna llena pueda tener algún efecto sobre la mente.

¿Es la Luna el único satélite de la Tierra?

La Luna es, por definición, un satélite. Cualquier cuerpo que gire alrededor de un planeta es un satélite, y hay muchas lunas orbitando otros de los planetas del sistema solar. Cuando se hizo el último conteo había más de sesenta, y el número sigue aumentando a medida que avanza la tecnología. Los telescopios orbitales como el Hubble son también satélites pero, por supuesto, contruidos por el hombre. De hecho, cada vez que lanzamos un objeto que se quede en la órbita se le considera un satélite.

El hombre ha puesto en órbita numerosos satélites desde los

albores de la era espacial. El Comando del Espacio de los Estados Unidos reportó que en septiembre de 2000 había 2,698 satélites artificiales orbitando la Tierra. Sólo un tercio de ellos funciona todavía, los otros están "muertos," pues han agotado todo el combustible. Tal como dice el dicho, "Lo que sube baja." Y las órbitas de estos "muertos" en algún momento comienzan a deteriorarse. Atraídos por la gravedad de la Tierra, caen hacia ella y se queman al reentrar a la atmósfera. Usualmente sucede esto. Dos satélites, una estación soviética y el Skylab estadounidense, cayeron a la Tierra, pero no se desintegraron. El ruso cayó en una sección remota de Australia y el estadounidense cayó sobre los Andes. En abril de 2001 los soviéticos bajaron la estación espacial Mir después de 15 años en el espacio y la dejaron estrellarse en el océano Pacífico.

La Luna: Estadísticas Vitales

Diámetro: unas 2,160 millas (3,476 kilómetros)

Circunferencia: unas 6,790 millas (10,927 kilómetros)

Distancia de la Tierra: más corta —221,456 millas (356,399 kilómetros) más larga — 252,711 millas (406,699 kilómetros) promedio —238,857 millas (384,403 kilómetros)

Edad: unos 4,600 millones de años

Período de la revolución alrededor de la Tierra: 27 días, 7 horas y 43 minutos

Velocidad promedio alrededor de la Tierra: 2,300 millas (3,700 kilómetros) por hora

Duración del día y de la noche: unos 15 días terrestres cada uno

Temperatura en la zona ecuatorial: cuando el Sol está directamente sobre los mana 270 °F (127 °C); noche lunar en los mana -280 °F (-173 °C)

Atmósfera: poca o ninguna

Voces del Universo:

H. G. Wells, La Guerra de los Mundos, 1897

Nadie se hubiera imaginado que en los últimos años del siglo XIX este mundo estuviera vigilado tan cuidadosamente por inteligencias superiores a la del hombre pero tan mortales como él. Mientras los hombres se ocupaban de sus numerosos quehaceres, eran escrutinados y estudiados tan detalladamente como lo hace un investigador frente al microscopio al observar las criaturas que se multiplican en una gota de agua. Con gran complacencia, los hombres se ocupaban de sus pequeños asuntos, serenos en su posición de poder y control sobre la materia... A nadie se le ocurrió que los viejos mundos del espacio pudieran ocasionar peligro alguno, y la idea de que existiera vida en ellos era improbable. .. Si acaso, los hombres pensaron que pudiera haber otros hombres en Marte, tal vez inferiores y listos para recibir una misión. Pero al otro lado del golfo, mentes que son para nosotros como las nuestras son para las bestias que mueren, intelectos enormes, fríos e insensibles, nos miraban con envidia y lenta y fríamente diseñaban planes contra nosotros.

El Día de Halloween de 1938, buena parte del este de los Estados Unidos entró en pánico debido a la versión radial de *La Guerra de los Mundos* producida y dirigida por Orson Wells y divulgada ampliamente por la radio. Millones y millones de estadounidenses, aterrados ya por la perspectiva de una guerra en Europa, llegaron a

pensar que los marcianos estaban atacando.

MARTE

Si usted fuera a Marte

Es el cuarto planeta a partir del Sol y uno de los vecinos más cercanos de la Tierra. Marte es un planeta pequeño, rocoso y uno de los que más ha despertado la imaginación humana. Los escritores de ciencia ficción como H.G. Wells y la gente de Hollywood siempre han considerado a Marte un terreno fértil para historias de terror. La imagen amenazante de Marte, cuyo nombre heredó del dios romano de la guerra, es atribuida al color de su cielo. Es rojo, así que la conexión con la sangre y la destrucción comenzó en la mente humana desde la antigüedad. Es más frío que la Tierra y un poco más grande que la mitad de ésta, pero en otros aspectos es bastante similar a nuestro planeta. Está inclinado sobre su eje, como la Tierra, tiene días y estaciones, un atmósfera enrarecida y—según investigaciones recientes— tiene grandes reservas de agua en forma de hielo subterráneo. Marte tiene un verano relativamente caliente, las temperaturas en el hemisferio sur pueden llegar a 68 °F, pero, a su vez, un invierno frío en el que las temperaturas caen a -284 °F. Hace miles de millones de años, Marte estaba lleno de volcanes— lo mismo que la Tierra—y posiblemente tenía agua en su superficie, que se depositaba después de inundaciones, cavando canales en su recorrido. Después de la Luna, Marte ha sido el otro planeta que más se ha explorado. Pero no ha sido fácil. Con frecuencia pensamos en Marte como un objeto estacionario en el espacio, pero

recordemos que está moviéndose todo el tiempo—como la Tierra. Lanzar naves espaciales a 200 millones de millas de distancia no es lo mismo que lanzar manzanas a una canasta. La historia de la exploración de Marte lo comprueba. Desde 1960 se habían enviado dieciocho sondas a Marte —cuatro estadounidenses y catorce rusas—sin que ninguna llegara a él. Cinco de las sondas soviéticas enviadas en la década de los sesenta ni siquiera salieron de la órbita de la Tierra. El *Mariner 3* de los Estados Unidos fue enviado, inútilmente, a una órbita alrededor del Sol. Durante la década de los 70, cinco sondas soviéticas fallaron por una variedad de razones. La Unión Soviética envió dos naves a Marte en 1989. Estados Unidos envió la sonda *Mars Observer* en septiembre de 1992. El 21 de agosto de 1993, tres días antes de que la sonda entrara a la órbita alrededor de Marte, los encargados de la misión perdieron contacto con el aparato.

Pero, si al comienzo no tiene éxito... El 4 de diciembre de 1996, los Estados Unidos lanzaron la sonda *Pathfinder*, que aterrizó en Marte el 4 de julio de 1997 en lo que fue una de las más espectaculares misiones espaciales desde la época del programa Apollo Moon. El clímax ocurrió dos días después, el 6 de julio, cuando luego de una corta demora, un vehículo de seis ruedas llamado *Sojourner* descendió de una rampa del *Pathfinder* y pisó el suelo marciano. El *Sojourner* era un robot de control remoto que parecía construido por un niño genio a partir de un juego Erector. Pero el mundo entero comenzó a ver imágenes del anciano planeta rojo diez minutos después de ser enviadas a la Tierra. Lo que millones de personas

vieron fue un maravilloso paisaje seco, escarpado y desértico, similar al del suroeste estadounidense. La diferencia es que no había restaurantes de comida rápida con burritos o con recuerdos baratos como esas camisetas que dicen, "Mi robot fue a Marte y lo único que me trajo fue esta camiseta fea"

La búsqueda de agua—y vida—en el planeta Marte ha sido lo que ha motivado el programa espacial estadounidense. Pero el éxito del Pathfinder/Soujourner fue seguido de varios desastres, pues los últimos dos intentos de la NASA por explorar Marte terminaron con la pérdida de ambas naves antes de llegar a su destino.



NASA-UNIDAD DE EXPLORACIÓN DE MARTE Esto lo explica todo

En lo que constituyó una de las situaciones más vergonzosas para la NASA, el *Mars Climate Orbiter* se salió de su ruta en 1999. Aparentemente, un controlador se equivocó al convertir del sistema

linear al métrico. Sí, señores, sí hay una diferencia entre pulgadas y centímetros. O, como dice el carpintero, "Mida dos veces, corte una vez." Luego, a fines del 99, mientras millones de personas esperaban que el *Mars Polar Lander* aterrizara y pudiera ser seguido en Internet, el gran momento se esfumó. Nunca llegaron las señales. Y no sabemos qué sucedió, si se estrelló o si falló el equipo de comunicaciones.

Es un misterio que tendrá que esperar hasta que volvamos a Marte. Para la NASA, empresa espacial que alguna vez fue un orgullo nacional, estos fiascos han sido una catástrofe científica y de relaciones públicas.

Los principales accidentes de Marte son:

Polo Norte: Compuesto de dióxido de carbono ("hielo seco") y agua helada. La capa de hielo del sur se desaparece casi totalmente durante el verano.

Monte Olimpo: El volcán más grande del sistema solar. Casi extinto, se eleva 17 millas por encima de las planicies y tiene 375 millas de superficie.

Cañón del Valle Marineris: Un cañón gigante situado que atraviesa una de las caras de Marte, tiene 3,125 millas de largo; es tan grande que las Montañas Rocosas cabrían ampliamente dentro de él.

Planicie Argyre: Uno de los numerosos valles creados hace miles de millones de años por el impacto de asteroides. El cráter Galle tiene unas 125 millas de largo.

Marte tiene dos pequeñas lunas—Phobos y Deimos—que recorren el planeta en ocho horas y en treinta horas respectivamente. En la

mitología griega, Phobos y Deimos eran los hijos de Ares (Marte) y Afrodita (Venus) y se encargaban de cuidar a su padre. Phobos era el dios del pánico en el campo de batalla y su hermano Deimos era el dios del miedo.

¿Es Marte realmente rojo?

Dos tercios de la superficie de Marte presentan un color entre anaranjado y rojo. Son regiones secas, desérticas, cubiertas de polvo, arena y rocas. El material de la superficie parece contener un mineral color ladrillo, denominado *Himonite*, que también encontramos en los desiertos de la Tierra. Hay vientos continuos de 125 millas por hora que levantan torbellinos de polvo rojizo —lo que le ha dado a Marte el nombre de “el Planeta Rojo.” El color no es rojo intenso como el de la sangre, sino rojo oxidado, derivado de la alta proporción de hierro que tienen las rocas—el doble de lo que hay en la Tierra.

¿Quién excavó los canales de Marte?

El mito más grande acerca de Marte tiene que ver con los “canales.” La idea de que hay canales reales construidos por los marcianos ha permanecido en la imaginación humana durante muchos años, pero en realidad, esta idea fue el resultado de un error en una traducción de hace muchos años. Mientras observaba Marte en 1877, el astrónomo italiano Giovanni Schiaparelli (1835-1910) vio por su telescopio lo que él describió como *canali*. En una versión posterior de su trabajo, se tradujo la palabra como *canal* estableciendo la

noción de que eran acueductos artificiales construidos por marcianos avanzados. Lo que hay, en verdad, son características naturales del terreno como cráteres y cañones.

Pero Percival Lowell, un miembro de una acaudalada y distinguida familia de Massachusetts seguía intrigado con esta idea. Con los dineros de la familia estableció en Flagstaff, Arizona, un observatorio para estudiar a Marte. En 1906 se publicó *Mars and Its Canals*. Al notar Lowell que los conductos parecían cambiar con las estaciones, creyó que los marcianos eran capaces de transportar agua desde las cumbres heladas.

Los conductos de Lowell o los *canali* de Schiaparelli son realmente una ilusión óptica.

Marte: ¿Desierto o pantano?

No hay canales. Pero eso no quiere decir que no haya agua. Recientemente se ha investigado y especulado acerca del agua de Marte más que sobre cualquier otra cuestión de astronomía. A finales del año 2000, la NASA anunció que las fotografías tomadas por el *Mars Global Surveyor* presentaban una buena evidencia de la existencia de agua. Las capas de sedimento dentro de los valles son posiblemente el resultado de grandes lagos presentes en los antiguos cráteres de Marte. En el polo Norte marciano hay agua en el hielo; en el polo Sur hay dióxido de carbono congelado (hielo seco).

Si esto es cierto, impone la pregunta: ¿De dónde salió el agua? Una teoría es que estaba debajo de la superficie, en el interior caliente del planeta, y que de allí brotó. Algunos estudios de rocas

marcianas —meteoritos que han caído en la Tierra y cuyo origen parece ser marciano —concluyeron que el magma (la roca que se forma al enfriarse la lava de las erupciones volcánicas) era seca. Sin embargo, un estudio reciente reportado en la revista *Nature* en el año 2000 concluye que el magma pudo haber tenido agua. Esta conclusión se obtuvo de los estudios de un meteorito de 175 millones de años denominado Shergotty.

La teoría se basa en lo que sabemos acerca de los volcanes. En un volcán—y Marte tiene varios, entre ellos el más grande del sistema solar—la lava caliente derretida proviene de muy adentro. Al subir, se encuentra con rocas más frías, que contienen hidrógeno; el magma derrite estas rocas dejando salir el hidrógeno para formar agua.

Marte: ¿Vivo o muerto?

En 1984, los científicos descubrieron un meteorito del tamaño de una papa, un pedazo de basalto llamado ALH84001, hallado en el hielo de las Alien Hills de la Antártida (de ahí la designación ALH). Los estudios de carbono 14 han demostrado que esta roca tiene 4,500 millones de años. Posiblemente se desprendió de la superficie de Marte al ser golpeado por un asteroide o cometa, y los trozos de roca que resultaron de este golpe se esparcieron por el espacio. Después de flotar por miles de años, la roca fue atraída por la gravedad de la Tierra y terminó en la Antártida hace entre 11,000 y 13,000 años. Los científicos arguyen que esta roca se originó en Marte porque su composición química es similar a la del suelo traído por las sondas espaciales que aterrizaron en Marte en 1976.

Después de estar guardada en un laboratorio por más de una década, la roca ocupó las primeras páginas de los periódicos. En una conferencia de prensa, el 6 de agosto de 1996, un equipo de la NASA dirigido por David S. McKay reportó haber encontrado en la roca rastros de fósiles microscópicos similares a nuestras antiguas bacterias-sugiriendo que había vida en Marte hace más de 3,600 millones de años.



©2000 Willy/San Jose Mercury News

LAS FOTOS DE LA NASA SUGIEREN LA PRESENCIA DE AGUA EN MARTE

Pero no estamos hablando de Marvin el Marciano, invasores de Marte u hombrecitos verdes con escopetas de rayos. Por medio de de barrido, los científicos vieron lo que parecían ser cuerpos elongados en la superficie de la roca. Fue un descubrimiento sorprendente, pues se asemejaban mucho a las nanobacterias, los

organismos más pequeños de la Tierra. Estos corpúsculos en forma de tubos y de esferas con medidas entre 20 y 100 nanómetros se parecen a los fósiles de bacterias de la Tierra, pero son mucho más pequeñas. Un nanómetro es la millonésima parte de una milésima de un metro. La mayoría de los corpúsculos tienen entonces, el 0.001 del grosor de un cabello humano. A comienzos de 2001 se encontró una prueba adicional: Unos cristales organizados en línea que sólo podían haber sido formados por seres vivos. Hay científicos que tienen otras teorías. Sugieren que la vida en Marte o en otras partes del universo pudo haber sido anterior a la de la Tierra y que las simientes de la vida en la Tierra llegaron en un meteorito, una teoría bastante controversial conocida como *panspermia*. Este concepto tiene enormes implicaciones y cuenta con muchos escépticos. Es bastante improbable que un ser vivo haya sobrevivido el viaje espacial y las radiaciones y el calor extremo al entrar en la Tierra.

Cuando se anunciaron los primeros descubrimientos sobre esta roca en 1996, los periódicos rápidamente publicaron la historia y escribieron grandes titulares acerca de la vida en Marte. La NASA anunció que daría muestras del meteorito a otros científicos del mundo para que ayudaran a probar o a refutar esta teoría. Los científicos planean seguir adelante con estos experimentos porque las pruebas que tienen no permiten todavía llegar a conclusiones. Los escépticos consideran que las formas de la roca son poco confiables y circunstanciales. Pero, el pedazo de basalto encontrado en la Antártida ha dado suficientes pruebas potenciales para revivir

la intrigante posibilidad de que hubiese habido vida en Marte. Muchos científicos creen, sin embargo, que no habrá respuesta definitiva hasta que las sondas o el hombre puedan llegar hasta Marte.

¿Iremos a Marte algún día?

La posibilidad de la existencia de agua y fósiles de vida pasada hacen de este planeta un excelente lugar para explorar. Pero, dejando de lado la ciencia ficción, es una tarea de enorme complejidad, costo y peligro.

Teóricamente, una manera de explorarlo es por medio de un proceso llamado *terraforming* que consistiría en tratar de transformar el entorno marciano para que se pareciera al de la Tierra. Existen grupos de serios proponentes de la investigación de Marte, como la Sociedad de Marte, organización de cuatro mil personas, que busca colonizar a Marte, planeando crear un “efecto de invernadero” — elevando la temperatura del planeta y derritiendo los polos. Este ambicioso proyecto implicaría crear las condiciones que doscientos años de incineración de combustibles sólidos han producido en la Tierra —una nube gaseosa sobre el planeta que atrape el calor del Sol y eleve la temperatura. Irónicamente, este es el proceso que la mayoría de los científicos cree que debe revertirse en la Tierra para prevenir desastres ecológicos, ya que las altas temperaturas y el derretimiento de los polos están ocasionando un aumento en el nivel de los océanos en el globo. El *terraforming* de Marte es un proyecto que presenta muchas dificultades—casi imposibilidades—

técnicas y no se toma muy en serio.

El primer problema que habría que solucionar es cómo llevar los astronautas hasta Marte —un viaje demasiado largo. El recorrido de 470 millones de millas que tuvo que hacer el *Mars Polar Lander* para llegar a Marte es 2000 veces más largo que la distancia entre la Tierra y la Luna. Con la tecnología actual, y encontrando un momento propicio que reduzca la distancia entre la Tierra y Marte, el viaje duraría cerca de seis meses. Pero, además de la distancia, existen otros peligros imponderables tales como los niveles de radiación, los meteoritos y los posibles daños a las naves imposibles de solucionar para los astronautas. Debido a las fallas de los viajes anteriores, la posibilidad de un viaje tripulado a Marte ni siquiera se planea todavía. En abril de 2001, la nave espacial *Odyssey* emprendió un recorrido de 286 millones de millas hacia Marte, el primer intento por llegar al planeta rojo después de los humillantes desastres de 1999. Después de un viaje de seis meses, el *Odyssey* pasará dos años y medio realizando una exploración geológica en busca de agua en la superficie o debajo de ella — agua que daría algún indicio de vida. Están planeadas seis misiones robóticas a Marte para la próxima década. Una misión planeada para el 2008 está diseñada para aterrizar en Marte y regresar a la Tierra con muestras de rocas y suelo marciano.

Marte: Estadísticas Vitales

Diámetro: 4,223 millas (6,796 kilómetros)

Distancia promedio al Sol: 141,600,000 millas (227,900,000 kilómetros)

Distancia de la Tierra: más corta —34,600,000 millas (55,700,000 kilómetros)

más larga —248,000,000 millas (399,000,000 kilómetros)

Duración del año: 687 días terrestres

Período de rotación: 24 horas, 37 minutos

Temperatura: -225 °F a 63 °F (-143 °C a 17 °C)

Atmósfera: dióxido de carbono, nitrógeno, argón, oxígeno, monóxido de carbono, neón, criptón, xenón, vapor de agua

Composición: silicio, hierro

Número de satélites conocidos: 2: Phobos y Deimos

Tiene alrededor de 2,500 millones de años —más o menos la mitad de la edad del sistema solar. Las dos lunas pudieron haberse formado tras una colisión después del nacimiento del sistema solar. Posiblemente son asteroides pequeños atraídos por la fuerza gravitacional de Marte.

¿Exterminó un asteroide a los dinosaurios?

Nuestra próxima parada es de otra naturaleza, porque no se trata de un planeta. Entre las órbitas de Marte y Júpiter hay una enorme banda en el espacio conocida como el Cinturón de Asteroides. El sistema solar contiene millones de rocas—realmente son planetas

pequeños puesto que están en órbita alrededor del Sol—llamados asteroides que en griego quiere decir “como las estrellas.” Pero no tienen nada que ver con las estrellas. Son residuos espaciales y pedazos de roca que van desde el tamaño de una piedrecilla, hasta enormes rocas como Ceres, que tiene un diámetro de 584 millas (940 kilómetros). Compuestos de roca y de hierro, se cree que son los desechos de la Creación, fragmentos que sobraron tras la formación del sistema solar. El noventa por ciento de los asteroides está en el Cinturón de Asteroides y se han calculado las órbitas de unos siete mil de ellos. El otro diez por ciento se encuentra en otras partes del sistema solar.

Como los planetas, los asteroides rotan mientras van en la órbita del Sol y demoran entre tres y seis años en completar una órbita. Algunos asteroides están en órbitas por fuera del Cinturón, como sucede con el grupo de asteroides que sigue a Júpiter (véase más abajo). Algunos se desvían y cruzan las trayectorias de los planetas interiores. Otro grupo denominado Asteroides Cercanos a la Tierra está en la órbita en la zona interior del sistema solar y ocasionalmente cruzan las órbitas de Marte y de la Tierra. Es por eso que son tan intrigantes—y tan peligrosos para nosotros.

Cerca a la costa de Yucatán, México, bajo el mar, hay un cráter denominado Chicxulub. Tiene un diámetro de 190 millas (300 kilómetros) y muchos científicos creen que fue el resultado del impacto de un objeto de 10 millas de ancho que chocó contra la Tierra hace 65 millones de años. La explosión debió haber generado *tsunamis* de 300 pies de alto, ocasionado incendios que quemaron

continentes enteros y generó nubes espesas de polvo y humo. Al bloquear la luz solar por meses e inclusive años, esta nube debió haber producido un efecto llamado "invierno nuclear" que debió acabar con toda la vegetación y cortó la cadena alimentaria. Esta gigantesca colisión posiblemente acabó con todos los dinosaurios.

Los dinosaurios son las víctimas más famosas de un asteroide, pero algunos descubrimientos recientes sugieren que no fueron las únicas. Ha habido por lo menos cinco extinciones masivas en la historia de la Tierra, y la de los dinosaurios es la más famosa y la más reciente. Basados en estudios de fósiles de todo el mundo, se especula que hace 250 millones de años—antes de que existieran los dinosaurios—habían perecido más de tres cuartos de todas las especies. La desaparición de estos organismos parece haber sido una de las razones por las cuales los dinosaurios, que evolucionaron de los lagartos, lograron dominar el planeta.

La teoría de la colisión cósmica es aceptada, pero no de manera unánime, por los científicos. Algunos no creen posible que este desastre hubiese eliminado a todos los dinosaurios. Pero queda la duda de qué fue lo que chocó con la Tierra. Hay toda clase de debates sobre si fue un asteroide, un pedazo de hielo o un cometa. Las pruebas recientes sugieren que un asteroide fue el culpable. Frank Kyte, un geoquímico de UCLA, reportó haber encontrado un pedazo de roca en sedimento oceánico proveniente del océano Pacífico. Este sedimento contenía altos niveles de iridio —un mineral típico de la capa de la tierra correspondiente al final del período cretáceo, hace 65 millones de años, la época en que

desaparecieron los dinosaurios. Dentro de esta roca había un pedazo más pequeño cuya textura y composición química indican que es un fragmento de un asteroide y no de un cometa.

Pero hay una pregunta todavía mejor. ¿Podría pasar otra vez? En Hollywood creen que sí, como lo sugieren dos películas recientes de ciencia ficción. En la popular película *Armageddon*, un grupo de astronautas es enviado al espacio en una misión —posiblemente suicida— para desviar un asteroide que se aproxima. Y, en *Impacto Profundo*, se describe el resultado de la extinción: unos *tsunamis* enormes inundan las áreas costeras de Washington D.C. y Nueva York; unas rocas gigantes se estrellan contra la Tierra con la fuerza de una bomba nuclear y el cielo se ennegrece con humo y cenizas tapando completamente el Sol.

Entonces, ¿qué posibilidad existe de que la Tierra sea golpeada otra vez? Y, si ese es el caso, ¿qué podremos hacer? Podrían surgir algunas respuestas de un gran proyecto de la NASA instaurado en 1996 y que empezó a dar frutos en el año 2000. Se diseñó una nave espacial denominada NEAR-Shoemaker para el estudio de los asteroides. Sus siglas provienen de una frase en inglés que significa “encuentro cercano entre la Tierra y los asteroides” y se le añadió el nombre de Gene Shoemaker, geólogo que impulsó el estudio de los asteroides y quien falleció en un accidente automovilístico en 1997. El aparato es del tamaño de un carro, nueve pies de largo, y posee cuatro paneles solares que proporcionan energía.



"All I'm saying is now is the time to develop the technology to deflect an asteroid."

"Lo único que digo es que este es el momento de desarrollar la tecnología para desviar los asteroides"

La nave NEAR condujo el primer estudio cercano y a largo plazo de un asteroide llamado Eros, uno de los asteroides más grandes cercanos a la Tierra. "Cercano a la Tierra" es un término relativo, pues Eros está a más de 196 millones de millas (316 millones de kilómetros) de la Tierra. En un golpe publicitario la NASA anunció el contacto de NEAR con Eros—así llamado en honor al Dios del Amor— el día de San Valentín del año 2000.

Eros fue escogido como el destino del amor celeste por su tamaño. Parece una papa de Idaho en el espacio: tiene 21 millas (33 kilómetros) de largo y 8 millas (13 kilómetros) de ancho, y más o menos este grosor. (La mayoría de los asteroides cercanos a la

Tierra tienen un poco más de media milla (800 metros) de ancho. Eros es uno de esos asteroides que está a una distancia de 121 millones de millas (195 millones de kilómetros) de la Tierra. Esto puede sonar como un espacio inmenso pero, en términos celestes no lo es. Después de unos pocos meses en órbita alrededor de Eros, la nave NEAR proporcionó pruebas detalladas acerca de las características del asteroide y de su composición geológica, datos que ayudarán a explicar el origen de los asteroides. En febrero del año 2001, un año después de su encuentro con Eros, la nave NEAR descendió y aterrizó sobre Eros. Durante dos semanas, la NEAR envió información muy valiosa acerca de la composición de la roca. A fines de febrero de 2001, la NASA anunció que rompería todos sus lazos con NEAR, que era una de las primeras y más exitosas naves de nueva generación de la NASA, y parte del programa Discovery cuyo objetivo era ser "más baratos, rápidos y mejores" que los anteriores.

Eros no representaba ninguna amenaza para la Tierra, sin embargo, uno de los objetivos clave de la nave NEAR-Shoemaker era investigar más acerca de la posibilidad de un impacto con un asteroide y cómo detectar otros asteroides que pudieran chocar con nuestro planeta.

Y, en caso de detectarlos, ¿qué podríamos hacer? Existen básicamente dos teorías sobre cómo salvar a la tierra del impacto de un asteroide. Ambas son costosas y difíciles de implementar, en términos técnicos, pues requieren el uso de cohetes para destruir o alterar el asteroide. La primera consiste en utilizar nuestro arsenal

nuclear para destruir el asteroide. El problema es que esto generaría una enorme cantidad de residuos radioactivos que podrían caer sobre nuestras cabezas. Lo ideal sería desviar el asteroide utilizando un proyectil para alterar su curso y alejarlo de la Tierra, o inclusive lanzar un cohete impulsor para convertir el asteroide en una nave que pueda ser controlada. Uno de los objetivos de la nave NEAR es determinar en dónde está el centro de Eros, puesto que cualquier empuje tendría que estar dirigido al centro del asteroide. La determinación de su composición y densidad es también un objetivo clave para saber cuán frágil es y evitar romperlo en multitud de pedazos pequeños y peligrosos que puedan posteriormente llegar a la Tierra.

Pero no estamos hablando de ciencia ficción. Como se evidencia con el cráter de Yucatán y el de Barringer en Arizona, la Tierra ha sido impactada en varias oportunidades a lo largo de los años. En marzo de 1989, un asteroide pasó a una distancia de 414,000 millas (690,000 kilómetros) de la Tierra. Casi no se vio porque la intensidad de la luminosidad de la Luna lo opacó. En otra oportunidad, dos astrónomos del Jet Propulsion Laboratory calcularon las órbitas de asteroides conocidos y concluyeron que cerca de cien asteroides podrían aproximarse a 24 millones de millas (40 millones de kilómetros) de la Tierra. Cada año los astrónomos descubren nuevos asteroides cercanos a ésta; en 1994, hubo un encuentro cercano, pues el asteroide 1994 XLI se aproximó a unas 65,000 millas (cerca de 100,000 kilómetros) de la Tierra — cuatro veces más cerca que la Luna.

Un problema que tenemos es que con frecuencia no podemos ver los asteroides sino "hasta el último momento" por lo pequeños que son. Pero, aun los pequeños pueden causar gigantescos estragos en nuestro planeta. Un asteroide de 82 yardas (75 metros) de ancho podría destruir grandes áreas metropolitanas. Uno de 383 yardas (350 metros) de ancho podría destruir un área del tamaño de un estado pequeño y produciría tsunamis catastróficos si cayera en el océano. Un asteroide de 4 millas (7 kilómetros) significaría una extinción masiva global y cambios climáticos a largo plazo.

La buena noticia es que después de haber ignorado el problema durante tanto tiempo, numerosos laboratorios observan las trayectorias de los asteroides con técnicas cada vez mejores. Al realizar un conteo en el 2001 de los asteroides de al menos un kilómetro de diámetro, y cercanos a la Tierra, se concluyó que hay la mitad de lo que antes se había calculado, es decir, entre quinientos y mil. Sin embargo, la amenaza, aunque pequeña, es real. Un comunicado expedido en el 2001 por la Unión Astronómica Internacional señaló: "Dado que se ha detectado y seguido una pequeña fracción de los OCT (Objetos Cercanos a la Tierra), el peligro de un posible impacto es bastante real. La historia nos recuerda que los impactos catastróficos son raros, sólo ocurren en intervalos de miles o inclusive millones de años... Los astrónomos deben prestar particular atención a cada descubrimiento nuevo, como en efecto lo están haciendo."

JÚPITER

Si usted fuera a Júpiter

Es el quinto planeta a partir del Sol. Recibió ese nombre en honor al rey de los dioses romanos, nombre apropiado para el planeta más grande del sistema solar. Su masa equivale a la del 70 por ciento de los demás planetas combinados—es 318 veces más grande que la Tierra. Más de 1,300 Tierras cabrían dentro de él. Tiene una capa de nubes heladas en su superficie—fundamentalmente hidrógeno líquido caliente, probablemente con un núcleo rocoso más grande que la Tierra. Júpiter tiene un complejo sistema climático que produce grandes bandas de nubes que circulan sobre su superficie y se caracteriza por el Gran Punto Rojo, una enorme nube de gases que es el elemento más destacado del planeta. Al igual que sus vecinos del sistema solar exterior, Júpiter posee tres anillos alrededor de la zona ecuatorial. Son mucho más pálidos que los de Saturno (véase más abajo) y parecen estar conformados de partículas de polvo muy finas. Después de la Luna y de Venus, Júpiter es el objeto más brillante del cielo nocturno. En este momento solamente Marte se ve a veces más brillante, cuando se encuentra en el punto más cercano a la Tierra.

¿Qué es el Gran Punto Rojo de Júpiter?

Aunque suena como una pesadilla de la adolescencia, el Gran Punto Rojo es bastante más impresionante que un grano bien horrible en la punta de la nariz.

Es la característica más sobresaliente de la superficie de Júpiter, un remolino de gas, parecido a un huracán, identificado por primera

vez en 1665 por el astrónomo franco-italiano Giovanni Cassini. El borde del torbellino circula a una velocidad de unas 225 millas (360 kilómetros) por hora y los científicos no están seguros de qué es lo que alimenta esta gran tormenta. El punto rojo permanece a la misma distancia del ecuador, pero se mueve lentamente hacia el este y el oeste. Pero no estamos hablando de cualquier tormenta — el diámetro de este gran punto rojo es, en su punto más ancho, ¡tres veces más grande que el diámetro de la Tierra! Aunque normalmente es rojo, el color del punto cambia de color ladrillo a color café y a veces a gris y blanco. La coloración puede deberse a pequeñas cantidades de azufre y de fósforo en los cristales de amoníaco o a una fosfina química que se vuelve roja en la presencia de la luz solar.



"The temperature on Jupiter today is minus two hundred degrees, with the atmosphere unusually heavy in ammonia and methane."

©The New Yorker Collection 1990 Bernard Schoenbaum de cartoonbank.com.
Todos los derechos reservados.

"Hoy la temperatura en Júpiter es de menos doscientos grados, con la atmósfera inusualmente cargada de amoníaco y metano."

¿Podría ser Júpiter una estrella incipiente en el centro de un sistema solar que fracasó?

Dado que Júpiter es tan grande y tiene tantos satélites a su alrededor, muchos científicos creen que puede ser una estrella que nunca se graduó. Júpiter irradia más energía que la que recibe del Sol—casi el doble. Pero, a diferencia de la ermita nuclear de las estrellas, Júpiter irradia calor porque se está encogiéndose lentamente bajo la presión de su propia gravedad. Esto hace que el gigante gaseoso se comprima y se caliente. Los científicos se preguntan si Júpiter pudo haber sido todavía más caliente en épocas remotas. La mayoría considera que para generar la presión necesaria para desencadenar las reacciones nucleares que hace que las estrellas brillen, Júpiter tendría que tener entre ochenta y cien veces el tamaño que tiene hoy.

Además de su gran tamaño, otra razón para hacer esta especulación es que Júpiter tiene dieciséis satélites conocidos. Los cuatro más grandes en orden de distancia a Júpiter son: Io, Europa, Ganímedes y Calisto. Estas cuatro lunas se denominan satélites de Galileo porque él las descubrió en 1610 utilizando uno de los primeros telescopios, en lo que constituyó uno de los descubrimientos más importantes de la historia de la astronomía. Para Galileo, estos satélites que rotaban alrededor de un planeta “madre” eran una prueba más para corroborar la idea de Copérnico de que no todas las estrellas estaban fijas rotando alrededor de una Tierra estacionaria.

- lo tiene numerosos volcanes activos que producen gases azufrados. La superficie amarillo-naranja de lo posiblemente contiene grandes cantidades de azufre sólido depositado tras erupciones.
- Europa es uno de los satélites más pequeños, tiene un diámetro de 1,950 millas (3,138 kilómetros) y su superficie es helada, plana y con fisuras.
- Ganímedes es el más grande de los satélites de Galileo; es más grande que el planeta Mercurio, tiene un diámetro de 3,273 millas (5,268 kilómetros). Descubierta en 1610 por Galileo, fue Simón Marius, un astrónomo alemán, quien le puso el nombre. En la mitología griega, Ganímedes era un hermoso niño, el hijo más joven del Rey Tros de Troya. Zeus (el equivalente griego de Júpiter) lo vio pastoreando el rebaño, se enamoró del muchacho y lo raptó. Fue llevado por un águila al Monte Olimpo (hogar de los dioses) donde era copera de ellos.
- Calisto tiene un diámetro de 2,986 millas (4,806 kilómetros) es un poco más pequeño que Mercurio. Ganímedes y Calisto parecen estar constituidos por hielo y residuos rocosos y ambos satélites tienen numerosos cráteres. Calisto tiene un lugar doble en el espacio. En la mitología, ella era una ninfa muy admirada por Zeus. En un arranque de celos, la esposa de Zeus, Hera, convirtió a Calisto en una osa. Zeus luego la colocó en el cielo en forma de constelación: *Ursa Major* u Osa Mayor.

Los otros doce satélites de Júpiter son mucho más pequeños que las lunas de Galileo. Amalthea e Himalia son las más grandes. Amalthea tiene forma de papa, con una longitud de 168 millas (270 kilómetros). Himalia tiene 116 millas (186 kilómetros) de diámetro. Los satélites más pequeños fueron descubiertos entre 1892 y 1974 por los astrónomos usando telescopios desde la Tierra y, en 1979, por científicos que analizaban las fotos tomadas por la nave espacial *Voyager*.

Júpiter: Estadísticas Vitales

Diámetro: 88,846 millas (142,984 kilómetros)

Distancia promedio al Sol: 483,600,000 millas (778,400,000 kilómetros)

Distancia a la tierra: más corta —390,700,000 millas (628,760,000 kilómetros) más larga —600,000,000 millas (970,000,000 kilómetros)

Duración del año: 12 años terrestres

Período de rotación: 9 horas, 55 minutos Temperatura promedio: -250 °F (-157 C)

Atmósfera: hidrógeno, helio, metano, amoníaco, monóxido de carbono, acetileno, fosfina, vapor de agua

Composición: hidrógeno, helio, metano

Satélites conocidos: 16

*Voces del Universo:**John Keats (1795-1821) de "Hyperion" (Poemas 1820)**Sumido en la tristeza sombría de un valle Alejado del
saludable aliento matutino,**Lejos del mediodía fogoso y de la estrella de la noche,
Reposaba el viejo Saturno, quieto como una piedra.*

SATURNO

Si usted fuera a Saturno

Es el sexto planeta a partir Sol y el segundo planeta más grande del sistema solar. Únicamente lo supera Júpiter. Toma su nombre del dios de la agricultura. Saturno es muy famoso por sus brillantes anillos que lo hacen uno de los objetos más preciosos del sistema solar.

Saturno, el planeta más lejano de la Tierra para los astrónomos antiguos, puede ser visto sin necesidad de telescopio. La mayoría de los científicos considera que es una enorme bola de gas que no tiene superficie sólida, pero que puede tener un núcleo sólido y caliente constituido por hierro y residuos rocosos. Alrededor de este núcleo central hay una capa probablemente formada por amoníaco, metano y agua. Por encima de ella hay una región con hidrógeno y helio de una textura semejante a la melaza. El hidrógeno y el helio se vuelven gaseosos cerca de la superficie del planeta y se unen con la atmósfera de Júpiter que consiste, posiblemente, de nubes de amoníaco congelado. Los científicos dudan de que pueda existir algún tipo de vida allí.

Voces del Universo

Galileo le escribe en código a Johannes Kepler, 1610

SMAISMRMILMEPOETALEUMIBVNENUGTTAVIRAS

¿No puede descifrarlo? No se sienta mal. Tampoco pudo hacerlo Kepler, uno de los grandes genios de la historia de la ciencia. Es un anagrama que mezcla las letras del enunciado en latín, "Altissimum Planetam Tergetinum" (He observado el planeta más lejano como una estrella triple). Cuando vio por primera vez a Saturno, Galileo pensó que tenía "asas." Luego creyó que no era una sola estrella (o planeta) sino tres juntas. Seguro de que Galileo había hecho un gran descubrimiento, Kepler se sintió mal de no haber podido resolver el acertijo. Cuando Kepler le contó de la adivinanza al emperador austríaco Rodolfo II, se le pidió a Galileo una explicación y éste afirmó: "Saturno no es una sola estrella sino tres juntas que se tocan." Trabajando con un telescopio de poca magnificación, Galileo no pudo confirmar su teoría y luego tuvo dudas acerca de lo que había observado.

¿Qué son los anillos de Saturno?

Galileo no pudo ver los anillos con claridad utilizando su pequeño telescopio. En 1656, usando uno más potente, Christiaan Huygens, astrónomo holandés, describió un anillo delgado y plano alrededor de Saturno. Pensaba que el anillo era una lámina de material sólido. Sin embargo, en 1675, el astrónomo franco-italiano Gian Domenico

Cassini anunció que había descubierto dos anillos separados constituidos por multitud de satélites. Al igual que otros astrónomos, Cassini fue contratado inicialmente para trabajar en el observatorio de un acaudalado noble haciendo predicciones astrológicas. Para asegurarse de que sus presagios fueran exactos, le dotaron el laboratorio con los mejores instrumentos de la época. Lo que no sabía el noble jefe era que Cassini estaba empeñado en probar que la astrología era una tontería. En 1669, Cassini fue invitado a París por uno de los ministros de Luis XIV para trabajar en el nuevo Observatorio Real. Aceptó el trabajo, optó por usar la versión francesa de su nombre,

Jean-Dominique, y dirigió el nuevo observatorio con el apoyo del monarca, mejor conocido como el Rey Sol. Por esta razón, Luis XIV fomentó el estudio de la astronomía y las ciencias. Puso particular interés en que el Observatorio Real fuera tan extravagante y lujoso como el Palacio de Versalles. Fue en este observatorio donde Cassini descubrió los anillos de Saturno.

Con el progreso en los telescopios, sabemos hoy que Saturno tiene siete anillos delgados y planos que rodean el planeta en la zona ecuatorial, pero no lo tocan. Están formados por miles de anillos delgaditos constituidos por miles de millones de pedacitos de hielo que giran alrededor del planeta. Estos pedazos pueden ser del tamaño de un grano de polvo o trozos de hielo de hasta 10 pies (tres metros) de diámetro.

Los anillos de Saturno son muy anchos. El más externo, por ejemplo, puede medir casi 180,000 millas (300,000 kilómetros) de

ancho. Sin embargo, son tan delgados que no pueden verse cuando están en línea directa con la Tierra. Varían en grosor de 660 a 9,800 pies (200 a 3,000 metros) y están separados por espacios vacíos de hasta 2,000 millas (3,200 kilómetros) de ancho.

Júpiter, Neptuno y Uranio son los otros planetas que sabemos que tienen anillos, aunque nunca tan brillantes como los de Saturno.

Saturno: Estadísticas Vitales

Diámetro: 74,898 millas (120,536 kilómetros)

Distancia a la Tierra: más corta: 762,700,000 millas (1,277,400,000 kilómetros)

más larga: 1,030,000,000 millas (1,658,000,000 kilómetros)

Duración del año: unos 29.5 años terrestres Período de rotación: 10 horas, 39 minutos Temperatura: -288 °F (-178 °C)

Atmósfera: hidrógeno, helio, metano, amoníaco, fosfina

Composición: Se cree que tiene un núcleo constituido por roca y hierro, rodeado de hielo y cubierto por una capa espesa de nitrógeno líquido.

Satélites conocidos: 22. Hasta hace poco se conocían 18 lunas de Saturno. Pero en octubre de 2000, los astrónomos anunciaron el descubrimiento de 4 nuevas lunas. Lo poco que se sabe de ellas es que son pequeñas y que están a 9 millones de millas (15 millones de kilómetros) de la superficie del planeta.

*Voces del Universo**Henry David Thoreau 1817-1862 de Journal, 1841**Un sonido tenue me levanta en la noche y siento que la vida es inexplicablemente serena y grandiosa. Puede ser en Urano o en el postigo de la ventana*

URANO

Si usted fuera a Urano

Urano es el séptimo planeta a partir del Sol. Urano es una bola gigante de líquido y gas. Su diámetro es más de cuatro veces mayor que el de la Tierra, y lo que podemos ver de la superficie son unas nubes verde-azules formadas por pequeños cristales de metano provenientes de la atmósfera del planeta. Por debajo de las nubes visibles es probable que haya capas de nubes más gruesas constituidas por agua líquida y por cristales de amoníaco. Aún más abajo —a 4,700 millas (7,500 kilómetros) por debajo de las nubes visibles—pudiera haber un océano de agua líquida con amoníaco disuelto. Es posible que en el centro del planeta haya un núcleo rocoso del tamaño de la Tierra. Dadas estas condiciones, es muy poco probable que haya vida en Urano.

Urano tiene una forma de rotación única en el sistema solar. Rota en un eje horizontal, cual anhelada rueda de parque de diversiones. Algunas imágenes captadas por el *Voyager 2* y procesadas por computadoras de alto contraste, muestran bandas muy tenues en las nubes paralelas al ecuador. Estas están constituidas por diferentes concentraciones de smog generado por la descomposición

del gas metano. Además, se ven unos puntos en la superficie del planeta que se presume sean torbellinos de gases similares a un huracán.

¿Por qué Urano no se llama Jorge?

Urano, el séptimo planeta a partir del Sol no fue descubierto hasta 1781 por Wilhelm Herschel, un organista y profesor de piano alemán que aprendió música como miembro de una banda militar en la Guerra Franco-Indígena. Cuando descubrió que el oboe no era una buena arma de defensa, el joven Herschel cambió su nombre por el de William y partió hacia Inglaterra. Más tarde, mientras se dedicaba a tocar el órgano en una iglesia y a acompañar a su hermana Caroline, que era cantante, en la ciudad balneario de Bath, Herschel contrajo la “fiebre astronómica.” Herschel, astrónomo aficionado, cayó en cuenta de que podía fabricar sus propios telescopios y lo hizo con la finura y precisión de los instrumentos musicales. Se volvió tan bueno para esto, que él y su hermana Caroline—cuya contribución a la astronomía fue mucho más que traerle emparedados mientras trabajaba—se dedicaron a hacer telescopios toda la vida. Después de muchos años de aguantar noches y mañanas heladas con una capa sobre la cabeza que le ayudaba a bloquear la luz innecesaria, Herschel vio el fruto de su trabajo el 13 de marzo de 1781. Visualizó un punto verde pálido que consideró era un planeta. Así como Galileo había nombrado las estrellas en honor a sus patrocinadores, los Medici, Herschel decidió llamar el planeta “Georgium Sidus” (“Estrella de Jorge”) en honor al rey Jorge III de Inglaterra —otro alemán

desplazado como Herschel. No sabemos si Jorge III, que estaba pasando en ese momento por una crisis nerviosa, pensó que darle su nombre a un planeta era suficiente consuelo por la pérdida reciente de otra propiedad de bienes raíces—las trece colonias de Norteamérica. Lo que sí sabemos es que nombró a Herschel astrónomo real y le asignó un salario anual. Herschel y su hermana, quien también recibía un salario, lograron vivir de la astronomía y abandonar sus lecciones de música y el canto.

Pero los astrónomos europeos no aceptaron que se nombrara un planeta en honor al rey inglés y optaron por Urano, el primer dios del cielo y padre de Saturno en la mitología griega. ¿Por qué nos demoramos tanto en descubrir a Urano? Porque está muy, muy lejos. Casi a dos mil millones de millas del Sol, es decir, al doble de la distancia de Saturno, el sexto planeta. Con este descubrimiento, Herschel duplicó el área del sistema solar conocido.

Urano tiene veintiún satélites conocidos, uno menos que Saturno con las veintidós que tiene tras los recientes descubrimientos. Los astrónomos descubrieron los cinco satélites más grandes entre 1787 y 1948. Las fotografías del *Voyager II* tomadas en 1986, revelan diez más. Por medio de un telescopio terrestre se descubrieron dos más en 1977 y, recientemente, se descubrieron cuatro más.

Los cinco que podemos ver desde la Tierra tienen los nombres de personajes de Shakespeare, al igual que las descubiertas recientemente, como Puck, una pequeña luna.

- Miranda: el más pequeño de los cinco satélites tiene algunas características distintas a las de otras formaciones del

sistema solar. Tiene tres regiones "ovoides" cuya longitud es de 120 a 190 millas (200 a 300 kilómetros). Las áreas externas de cada ovoide semejan una pista de carros con cañones y montes paralelos a los bordes. En el centro, estas estructuras se cruzan de manera desordenada.

- Ariel
- Umbiel
- Titania: el más grande, tiene un diámetro de 981 millas (1,578 kilómetros)
- Oberón

Urano: Estadísticas Vitales

Diámetro: 31,763 millas (51,138 kilómetros)

Distancia promedio al Sol: 1,800 millones de millas (2,900 millones de kilómetros)

Distancia a la Tierra: más corta—1,607,000,000 millas (2,587,000,000 kilómetros) más larga —1,961,000,000 millas (3,156,000,000 kilómetros)

Duración del año: 30.685 días terrestres

Período de rotación: 17 horas, 8 minutos

Temperatura: -357 °F (-216 °C)

Atmósfera: hidrógeno, helio y metano

Composición: compuesto en su mayoría de hidrógeno, helio y metano, pero pudiera contener también elementos más pesados

Satélites conocidos: 21

NEPTUNO

Si usted fuera a Neptuno

El remoto Neptuno, en algunos momentos el más lejano de los planetas, situado a más de treinta veces la distancia de la Tierra al Sol, no se conoció hasta hace unos ciento cincuenta años. Su año es tan largo que no ha completado una órbita completa desde que se descubrió en 1846. No sabíamos nada de Neptuno, nombre del rey romano del mar, hasta que el *Voyager 2* pasó cerca de él en 1989. Aunque el *Voyager* mostró que comparte algunas características con Júpiter, Saturno y Urano, Neptuno no ha revelado su gran secreto: cuál es la fuente del calor que brota del núcleo y produce las violentas tormentas de su atmósfera.

Es uno de los dos planetas que no puede ser visto sin un telescopio. Es generalmente el octavo planeta, pero cada 248 años Neptuno y Plutón intercambian sus posiciones, por así decirlo. Plutón se mueve dentro de la órbita de Neptuno durante veinte años y en ese período está más cerca al Sol que Neptuno. Plutón cruzó la órbita de Neptuno el 23 de enero de 1979 y permaneció allí hasta marzo de 1999.

Los científicos creen que Neptuno está formado fundamentalmente por hidrógeno, helio, agua y silicatos. Los silicatos son minerales que están presentes en concentraciones altas en la corteza terrestre, aunque Neptuno no tiene una superficie sólida como la de la Tierra. El interior del planeta comienza con una región de gases fuertemente comprimidos. Más al interior, estos gases se mezclan

para formar una capa líquida que rodea el núcleo del planeta, compuesto de roca y hielo. La inclinación del eje de Neptuno hace que el Sol caliente el norte y el sur del planeta de manera alternada, lo cual produce estaciones y cambios de temperatura.

En 1989, la nave espacial *Voyager 2* descubrió que Neptuno tiene un área oscura en donde hay remolinos de gases que semejan un huracán, y comprobó que Neptuno tiene los vientos más rápidos del sistema solar. Se cree que alcanzan velocidades de 1,500 millas (2,500 kilómetros) por hora. En comparación, el viento más rápido registrado en Estados Unidos fue en Mt. Washington, New Hampshire, y el viento más rápido de un huracán terrestre es de 155 millas (cerca de 250 kilómetros) por hora. Esta área conocida como el Gran Punto Oscuro es similar al Gran Punto Rojo de Júpiter. Pero en 1994 el telescopio Hubble descubrió que este Punto Oscuro había desaparecido.

¿Cómo encontraron a Neptuno sin ayuda de un telescopio?

Neptuno fue el primer planeta que se descubrió a partir de las matemáticas y no de la observación. Después del descubrimiento de Urano, los astrónomos notaron que este planeta, que pensaban que era el más distante, no siempre se comportaba como debería. Especularon que la fuerza gravitacional de algún planeta debería estar influyendo en el comportamiento de Urano.

En 1843, John C. Adams, un estudiante universitario inglés, se propuso hallar este planeta desconocido. Predijo que el planeta debería estar mil millones de millas (1,600 millones de kilómetros)

más lejos del Sol que Urano. Completó este extraordinario y preciso trabajo en septiembre de 1845. Adams se lo envió a Sir George B. Airy, el astrónomo real de Inglaterra, pero los miembros de esta sociedad no le pusieron mayor atención.

Al mismo tiempo, un joven matemático francés a quien Adams no conocía, J.J. Leverrier, comenzó a trabajar en este acertijo astronómico. A mediados de 1846, Leverrier también predijo la posición de Neptuno. Envío sus predicciones, que eran similares a las de Adams, al Observatorio Urania de Berlín, donde Johann G. Galle, director del observatorio, había empezado a hacer mapas de las estrellas fijas del área donde se suponía que estaba el planeta. El 23 de septiembre de 1846, Galle y su asistente Heinrich L. D'Arrest encontraron a Neptuno muy cerca del lugar donde había predicho Leverrier. Tanto Leverrier como Adams reciben el crédito de haber descubierto a Neptuno.

Neptuno: Estadísticas Vitales

Diámetro: 30,800 millas (49,500 kilómetros)

*Distancia promedio al Sol: 2,798,800,000 millas
(4,504,300,000 kilómetros)*

*Distancia a la tierra: más corta—2,680,000,000 millas
(4,313,000,000 kilómetros)*

más larga—2,910,000,000 millas (4,683,000,000 kilómetros)

Duración del año: unos 165 años terrestres

Período de rotación: 16 horas, 7 minutos

Temperatura: -353 °F (-214 °C)

Atmósfera: hidrógeno, helio, metano y acetileno

*Composición: hidrógeno, helio, metano; una capa de hielo en el
polo Norte*

*Satélites conocidos: 8; Una de estas lunas, Tritón, es el cuerpo
celeste más frío que se haya explorado en el sistema solar.*

Tiene una temperatura en la superficie de -235 °C

PLUTÓN

Si usted fuera a Plutón

Es el Rodney Dangerfield de los planetas, nadie lo respeta. Algunas personas ni siquiera lo consideran un planeta. Pequeño y lejano, nos demoraríamos 9,500 años en llegar si manejáramos a 55 millas (95 kilómetros) por hora. Es el más pequeño de los planetas conocidos; tiene sólo un quinto del diámetro de la Tierra y es más pequeño que los siete satélites (lunas) más grandes del sistema solar, entre ellos nuestra Luna. De hecho, Plutón es tan pequeño

que se creía que podía haber sido una luna que se había salido de la órbita de Neptuno. Aunque algunos astrónomos se preguntan si se le debe considerar planeta, la mayoría de las agencias astronómicas todavía lo consideran uno de los nueve del sistema solar.

El otro problema de Plutón es que es el planeta más lejano excepto por esos momentos en que se mete a la órbita de Neptuno y se acerca más al Sol que Neptuno y se convierte en el octavo planeta a partir del Sol. Pero las órbitas no se cruzan y, en consecuencia, nunca se estrellarán uno contra otro.

En 1996, el Telescopio Hubble tomó las primeras imágenes detalladas de Plutón. Muestran doce áreas oscuras o brillantes. Las regiones brillantes entre las que se encuentran las zonas polares, posiblemente contienen nitrógeno líquido. Las áreas oscuras pueden contener escarcha de metano descompuesto químicamente por la luz ultravioleta del Sol.

Plutón gira alrededor del Sol una vez cada 248 años a una distancia de 4,600 millones de millas (7,600 millones de kilómetros). Pese a la falta de datos, los astrónomos han establecido que Plutón es un mundo rocoso, con hielo y que, a veces, hasta tiene atmósfera.

Plutón está treinta y nueve veces más lejos del Sol que la Tierra. Y eso significa que los astrónomos no saben mucho de su tamaño o condiciones de la superficie. Se calcula que Plutón tiene un diámetro de 1,430 millas (2,300 kilómetros), menos de un quinto del de la Tierra. Su superficie es uno de los lugares más fríos de todo el sistema solar. Plutón, aparentemente cubierto de gas metano congelado y con una atmósfera enrarecida compuesta

fundamentalmente de metano, no debe permitir el desarrollo de ningún tipo de vida.

En 1978, los astrónomos de Flagstaff, Arizona, detectaron un satélite de Plutón que denominaron Carente, en honor al remero griego que llevaba almas a través del río Estigia hasta el Flades, el mundo de los muertos donde gobierna Plutón. Carente tiene un diámetro de 740 millas (1,190 kilómetros). Esta luna es tan similar en tamaño a su planeta que algunos astrónomos creen que son los únicos “planetas dobles” del sistema solar.

(Para añadir otro elemento de confusión: en 1977 se descubrió otro objeto, más allá de Saturno, que denominaron Quirón —un planeta menor—y se llegó a pensar que fuera un décimo planeta. Llamado así en honor de un mítico centauro griego, Quirón, parece ser un ‘sobrante’ de la creación del sistema solar que no fue capturado como luna de otro planeta más grande.)

¿Quién halló el Planeta X?

Parece como un título para una mala película de ciencia ficción. *¡La Búsqueda del Planeta X!* “Muy pronto en un teatro cercano.” Pero de hecho fue la búsqueda de un verdadero Planeta X la que culminó con el descubrimiento de Plutón, el último planeta encontrado en el sistema solar en 1930. La posible existencia de Plutón fue sugerida en el siglo XIX como explicación de los leves bamboleos de la órbita de Urano. En 1905, Percival Lowell, el astrónomo estadounidense que investigó los canales de Marte (véase más arriba), halló que la fuerza de gravedad de algún planeta desconocido parecía afectar las

órbitas de Neptuno y Urano. En 1915, predijo la localización de un nuevo planeta y comenzó a buscarlo desde su observatorio en Flagstaff, Arizona. Utilizó un telescopio para fotografiar un área del cielo donde pensaba que estaba el planeta. Murió en 1916 sin haberlo encontrado. Pero este juego de “encontrar el objeto que falta en el espacio” finalmente tuvo éxito en febrero de 1930. La incansable tarea de investigar multitudes de fotos de la noche continuó hasta 1929 cuando Clyde W. Tombaugh, un asistente del laboratorio de Lowell, usó las predicciones hechas por Lowell y de otros astrónomos y fotografió el cielo con un telescopio gran angular más poderoso. En 1930, al observar las fotografías de una misma área en diferentes momentos, Tombaugh pudo distinguir la imagen de Plutón como si éste le hubiese “guiñado el ojo.” Tombaugh no solamente encontró a Plutón —el planeta que buscaba —sino que descubrió un cometa, seis cúmulos de estrellas, un super conjunto de galaxias y más de 750 asteroides. El nombre Plutón —el dios griego de la riqueza y del infierno o Hades en la mitología griega — fue sugerido por una niña de once años que pensó que el planeta debía ser medio triste. A su vez, se le rindió homenaje a Percival Lowell, pues las iniciales de su nombre son las dos primeras letras de Plutón.

¿Iremos a Plutón algún día?

A comienzos de 2001, la NASA anunció que estaba buscando propuestas para desarrollar la primera misión a Plutón. Aun cuando la propuesta Pluto Kuiper Express había sido escogida, el trabajo

que en ese momento se llevaba a cabo en el Laboratorio Jet Propulsión de Pasadena, California, fue cancelado cuando la NASA determinó que los costos de desarrollo y producción eran extremadamente altos y en la nueva era de ajuste fiscal no podía justificarlos. Esta agencia estaba pasando por un mal momento debido al fracaso de las dos sondas para la investigación en Marte y otro desastre anterior en un viaje a Marte.

El reto es duro—llegar al planeta más distante del sistema solar antes del 2015 —¡y hacerlo por menos de 500 millones de dólares! La NASA abrió una licitación esperando obtener buenas propuestas en una época en que el lema no era “Alcanzar las estrellas” sino “Más rápido, mejor y más barato ”

La misión planeada es explorar Plutón y a su luna Caronte para después explorar los pequeños objetos de hielo que se encuentran en el Cinturón de Kuiper, esa gigantesca región del sistema solar (véase más abajo) que está más allá de Plutón. Con la ayuda de una sonda impulsada por energía nuclear que se podría lanzar en el 2004, el aparato podría cruzar el espacio profundo durante muchos años llegando a su destino alrededor del año 2012.

Plutón: Estadísticas Vitales

Diámetro: 1,430 millas (2,300 kilómetros)

Distancia al Sol: 3,666,200,000 millas (5,900,100,000 kilómetros)

Distancia a la tierra: más corta—2,670,000,000 millas (4,290,000,000 kilómetros)

más larga—4,670,000,000 millas (7,520,000,000 kilómetros)

Duración del año: unos 248 años terrestres

Período de rotación: unos 6 días terrestres

Temperatura: aproximadamente -387 °F a -369 °F (-233 °C a -223 °C)

Atmósfera: posiblemente nitrógeno, metano y monóxido de carbono

Composición: roca, hielo, metano congelado.

Satélites conocidos: 1

Voces del Universo

Robert Burns (1759-1796), de La Visión (1786)

Por la fantasía del rayo de la estrella seducido,

Por la pasión impulsado;

Pero la luz que lo desvió Era una luz del cielo.

“Estrellas fugaces” y cometas: ¿Cuál es la diferencia?

Sólo por el hecho de que hayamos visto nueve planetas no crea usted que ya acabamos con el sistema solar. Espere un poco, éste se agranda. A esta altura de la lectura tal vez tenga una imagen

clara de lo grande que *realmente* es el sistema solar. Cerca de los límites del sistema solar, aparecen cuerpos celestes más pequeños, residuos de material flotante, polvo, rocas y hielo, que quizás sean sobrantes de la creación del sistema solar. Esos residuos nunca lograron adherirse a otros trozos de roca como lo hicieron muchos residuos de material para formar los planetas nacientes que surgieron hace más de cuatro mil millones de años. Pero a pesar de su menor tamaño, estos cuerpos que pueblan los límites del sistema solar pueden tener un efecto sorprendente sobre la vida de la Tierra. A lo largo de la historia, estos objetos del firmamento han maravillado y asustado a todos aquellos que se preguntaban qué peligros escondían los destellos y resplandores de luces en el firmamento. Ocasionalmente, esas luces llegaban a la atmósfera de la Tierra o inclusive caían sobre ella, a veces con consecuencias desastrosas, como en el caso de los asteroides de que hablamos con anterioridad.

Sin embargo, a pesar de que las estrellas fugaces y los cometas han estimulado la imaginación humana durante siglos, estos dos conceptos se han malinterpretado y confundido. Entonces, les presento una guía sencilla para entender lo que son esas luces que espero nunca vayan a terminar en su habitación o en su carro.

Una "estrella fugaz" no es en absoluto una estrella, sino el nombre común que se le da a un *meteoro*. Un meteoro no es más que un grano de polvo que entra en contacto con la atmósfera de la Tierra. Un observador casual lo ve como un reflejo de luz en el cielo y puede creer que son estrellas que caen del cielo o que atraviesan el cielo

nocturno. Los meteoros más brillantes se denominan “bolas de fuego.”

Un meteoro aparece cuando una partícula tan pequeña como un grano de polvo o una pizca de material metálico o de piedra—denominado meteorito—entra a la atmósfera de la Tierra desde el espacio a velocidades de hasta 45 millas (70 kilómetros) por segundo y se quema debido a la fricción con la atmósfera a una altura de unas 6 millas (10 kilómetros). Como la fricción calienta el meteoroides, éste brilla y produce una cola resplandeciente de gases y partículas derretidas. La mayoría de los meteoroides que producen estrellas fugaces son más pequeños que granos de arena los cuales resplandecen durante un minuto y luego se desintegran; otros pueden llegar a tener el tamaño de una piedrecilla. Se vuelven visibles a una altura de entre 40 y 75 millas (65 a 120 kilómetros) por encima de la Tierra, y se desintegran a una altura de entre 30 y 60 millas (50 a 95 kilómetros).

La Tierra recibe un promedio de 16,000 toneladas de material meteórico cada año y millones de meteoros entran a la atmósfera diariamente.

¿De dónde vienen los meteoroides?

La zona del sistema solar donde está la Tierra está llena de residuos interplanetarios—polvo espacial—que reciben el nombre de *meteoros esporádicos*, la “estrella fugaz” ocasional y los ‘chorros’ de meteoritos que producen *lluvias de meteoros*. En una noche clara podemos ver varios meteoros esporádicos cada hora. Pero, varias

veces al año, la Tierra colisiona con cantidades columnas de polvo que se desprenden de los *cometas* (véase más abajo). Estas tormentas de polvo en el espacio dan lugar a lluvias de meteoros que parecen irradiar desde un área específica del cielo —área de donde recibe el nombre la lluvia de meteoros. La lluvia de meteoros Perseidas por ejemplo, que produce alrededor del 12 de agosto de cada año entre sesenta y cien meteoros por hora, parece originarse en Perseo, la constelación así llamada en honor del héroe griego que le cortó la cabeza llena de serpientes a Medusa. La lluvia meteórica más brillante que se haya registrado ocurrió en 1833, cuando se observó una majestuosa lluvia en Norteamérica el 12 de noviembre. Miles de meteoros atravesaron el cielo cada hora y todos parecían originarse en la constelación de Leo. Los científicos cayeron en cuenta después que la lluvia meteórica ocurría cada treinta años y que venía ocurriendo desde 902 d.C.

Estas lluvias regulares aparecen sin falla en ciertas fechas del año en que la Tierra pasa por una nube de residuos que se han dispersado en la órbita de la cola del cometa—probablemente en los últimos siglos. En otras palabras, los meteoros son producto de los cometas. La persona que hizo esta conexión fue el astrónomo italiano Giovanni Schiaparelli que descubrió los *canali* de Marte. En 1866, Schiaparelli hizo la conexión entre la aparición de los meteoros de Perseidas y un cometa denominado Swift Turtle que había sido identificado cuatro años antes.

Voces del Universo

*Un comunicado de prensa de National Geographic de 1951:
Los cometas son lo más cercano a no ser nada y aún ser algo.*

¿Qué es un cometa?

¿Alguna vez le lanzó una bola de nieve sucia a un amigo cuando era niño? De esas bolas hechas con nieve que se había calentado y derretido un poco y que quedaban llenas de piedrecitas y de mugre. Comparándola con una bola de nieve fresca y pura, esas bolas sucias no tenían belleza alguna. Pero, al tirarlas, se esparcían por todos lados la mugre y las piedrecillas. Esta es una buena imagen terrestre de lo que es un cometa.

Es un cuerpo que gira alrededor del Sol compuesto en su mayoría de hielo mezclado con polvo —aunque considerablemente más grande que las bolas de nieve que tiraba cuando era niño. En lugar de ser un puñado de hielo, un cometa es una bola de nieve con un núcleo central que tiene varias millas de diámetro. En realidad piense en un “témpano de hielo” más grande que el que lanzó a Leonardo di Caprio al fondo del *Titanic*. Está hecho de varios tipos de hielo y de fragmentos y polvo de roca que se adhieren al hielo. Un ochenta por ciento del hielo es agua helada, un quince por ciento es monóxido de carbono congelado, y un cinco por ciento lo constituyen otros gases congelados.

Cuando el cometa se aproxima al Sol, la superficie comienza a vaporizarse. Los gases resultantes y las partículas que se habían adherido al hielo comienzan a volar creando una atmósfera nublada

denominada *coma*. Los comas de algunos cometas alcanzan diámetros de cerca de un millón de millas (1.6 millones de kilómetros). El polvo y el gas también se esparcen para formar una o más colas, y las colas de algunos cometas se extienden a distancias de cien millones de millas (160 millones de kilómetros) siendo esta la razón por la cual son tan visibles y majestuosos en el cielo nocturno.

Las partículas de polvo que salen del núcleo del cometa forman una estela porque la luz del Sol las empuja. Al mismo tiempo, el viento solar—las partículas eléctricamente cargadas del Sol, o plasma — interactúan con los gases del cometa. El viento solar empuja los gases formando una estela o cola. Es su cola, que se extiende desde la brillante luz del núcleo, la que le da su nombre. La palabra griega *kometes* quiere decir de “pelo largo,” y la cola de los cometas debió haberles hecho pensar a los observadores antiguos en los rizos de cabello que adornan la cabeza de una mujer. Debido a estos efectos, las estelas de los cometas siempre apuntan en dirección contraria al Sol. Cuando vuelven al sistema solar interno, los cometas pierden parte del hielo y el polvo y finalmente se quedan sin hielo. O se desintegran en nubes de polvo o se convierten en objetos similares a asteroides. Algunas de estas partículas entran a la atmósfera de la Tierra y brillan como meteoros o estrellas fugaces.

Los astrónomos creen que los cometas se formaron al mismo tiempo que los planetas—hace unos 4,600 millones de años. Los planetas se formaron a partir de una colección de gas, hielo, rocas y polvo, y la mayor parte del hielo y del polvo se incorporó a los planetas más

grandes como Júpiter, Saturno, Urano y Neptuno. Los residuos de hielo y polvo se convirtieron en cometas.

Los astrónomos clasifican los cometas como de período largo y corto, dependiendo de cuánto se demoran en dar vueltas alrededor del Sol. Los cometas de período corto demoran menos de doscientos años en realizar el viaje; los cometas de período largo demoran doscientos años o más. Miles de millones de ellos pueden residir en un halo conocido como la "Nube Oort" (llamada así en honor al astrónomo holandés Jan Hendrik Oort, quien sugirió su existencia en 1950), que está localizada más allá de la órbita de Plutón en los límites externos del sistema solar. De forma más o menos esférica, la Nube Oort es un depósito de residuos oscuros y congelados. Ocasionalmente, parte de estos residuos se desprenden de la nube y terminan en órbitas más cercanas a la Tierra. Los cometas de período largo llegan de la Nube Oort. Algunos de éstos pasan una vez por el Sol y luego desaparecen. Otros regresan al sistema solar, una y otra vez, y sus estelas resplandecen en el cielo nocturno. La mayoría de los cometas le dan una vuelta al Sol y regresan al espacio distante y no se les vuelve a ver durante millones y millones de años.

Pero a los *cometas periódicos* se les alteran las órbitas debido a las fuerzas gravitacionales de los planetas, de tal manera que reaparecen cada doscientos años o menos. Los cometas periódicos parecen provenir del Cinturón de Kuiper, una zona que está un poco más allá de los planetas Neptuno y Plutón, usualmente el planeta más lejano del sistema solar. Aunque la idea de este

cinturón fue originalmente propuesta a mediados del siglo XX por Gerard Peter Kuiper, un astrónomo holandés, las pruebas de su existencia sólo fueron descubiertas recientemente por los astrónomos David Jewitt de MIT y Jane Luu de Harvard, quienes encontraron el primer Objeto del Cinturón de Kuiper en 1992. Los objetos de este Cinturón no se detectaron inicialmente porque a distancias promedio de 3,000 millones de millas (5,000 millones de kilómetros) del Sol, los objetos son muy difíciles de percibir. Se cree que el cinturón es tan antiguo como el sistema solar (4,500 millones de años) y que se formó a partir de los mismos materiales básicos que éste—rocas, agua, hielo y gases congelados denominados *planetesimales*—que no se unieron para formar un planeta y se alejaron del sistema solar interno atraídos por los planetas gigantes. El Cinturón de Kuiper está a distancias extraordinarias del Sol: se cree que su borde interno está a 2,800 millones de millas (4,800 millones de kilómetros) y el externo está entre 4,400 millones y 93,000 millones de millas (aproximadamente entre 7,000 y 155,000 millones de kilómetros).

De los ochocientos o más cometas cuyas órbitas han sido calculadas, cerca de 160 vuelven al sistema solar interno una y otra vez. El que tiene el período más corto se llama "Cometa Encke" y gira alrededor del Sol cada 3.3 años. Uno de los más brillantes y activos de los cometas periódicos, el Hale Bopp, se acercó a la Tierra en marzo de 1997. Los primeros en detectarlo, en 1955, fueron Alan Hale y Thomas Bopp, dos astrónomos que observaban el cielo desde diferentes puntos del suroeste estadounidense. La estela del Hale

Bopp, de gas y polvo, lo hacía tan luminoso que fue descubierto estando a más de 600 millones de millas del Sol, dos años antes de que fuera visible desde la Tierra. El cometa Hale Bopp se acercó a una distancia de la Tierra de 122 millones de millas (197 millones de kilómetros) en marzo de 1997—su primera visita al vecindario de la Tierra desde 2213 a.C. No es que se haya acercado mucho para un cometa, pero se le vio muy bien por su inusual núcleo gigantesco que esparció una extraordinaria cantidad de polvo y gas. Su núcleo era aproximadamente de 18 a 25 millas (30 a 40 kilómetros) de diámetro.

La conexión entre los suicidios que ocurrieron en el culto Heavens Cate y el Hale Bopp nos ofrecen un triste recordatorio de la función que han tenido los planetas en la historia humana y en la superstición. Aunque majestuosos y de gran belleza, los cometas producen temor. Una superstición antigua narra que los cometas aparecen cuando el diablo enciende su pipa y arroja el fósforo todavía encendido. Pero desde el tiempo de Aristóteles la mayoría de las personas aceptaba la noción griega de que los cometas eran exhalaciones de la Tierra—emisiones de volcanes u otros orificios de la Tierra que lanzaban objetos a grandes distancias. Aristóteles consideraba que los cielos eran incambiables y por tanto los cometas esporádicos no debían provenir del cielo. Fue en el año 1577 cuando Tycho Brahe, astrónomo danés, refutó la teoría de Aristóteles. Brahe logró calcular las distancias entre los cometas y las estrellas, y fue el primero en descubrir que los cometas se movían más allá de la Luna en lugar de permanecer en la atmósfera

de la Tierra como había sugerido Aristóteles.

Con frecuencia, los cometas eran considerados como portadores de malas noticias, especialmente la muerte de un gobernante, y desafortunadamente existen ejemplos históricos que parecían confirmarlo. El rey inca Atahualpa, encarcelado por el conquistador Francisco Pizarra en 1533, se enteró de que se había visto un cometa en el cielo. Sabiendo que la muerte de su propio padre había ocurrido tras la aparición de un cometa, se angustió mucho. Al poco tiempo, el presagio se convirtió en realidad. Pizarra mandó estrangular al rey inca. Una de las primeras referencias sobre cometas registradas en la historia fue en China, hace unos tres mil quinientos años. Una sola frase en el documento chino establece que "Cuando Chieh ejecutó a sus fieles consejeros apareció un planeta." En la *Historia Natural*, el escritor Plinio el Viejo (23-79 d.C.) expresa que los cometas son estrellas que siembran el miedo. Cuando se detectó un cometa en la época de la muerte de Julio César, se pensó que era el mismo Julio en forma divina subiendo a los cielos. Así mismo, la ascensión al trono de Nerón fue marcada por la presencia de un cometa. En ese caso, al menos en Roma, el terror fue real —aunque el cometa no tuviera nada que ver.

Otro rey cuya suerte fue presagiada por un cometa fue la de Harold de Inglaterra. Su caída ocurrió en el famoso año 1066, y sabemos que el cometa estaba presente por esos días, porque quedó registrado en el tapiz que ilustra la Batalla de Hastings, en virtud de la cual Guillermo el Conquistador se convirtió en rey de Inglaterra. Tenemos inclusive el nombre del cometa que trajo malas noticias

para Harold, pero buenas para Guillermo. Hoy lo llamamos el Cometa Halley.

¿Quién era Halley?

Si usted ha oído de algún cometa, con seguridad es éste, especialmente si creció en la década de los cincuenta o de los sesenta oyendo la banda de Bill Halley y los Cometas y su canción "Rock Around the Clock." Este brillante cometa, que hace su aparición cerca a la Tierra cada setenta años, fue bautizado así en honor del astrónomo inglés Edmond Halley, quien a su vez era muy brillante. Halley identificó el cometa que más tarde se asociaría con su nombre en el año 1705, cuando publicó *A Synopsis of the Astronomy of Comets* y predijo correctamente su regreso en el año 1758.

Halley nació en Londres en el año 1656, hijo de un exitoso fabricante de jabón. Asistió a la Universidad de Oxford desde 1673, una época revolucionaria para la ciencia y la religión. Aun cuando las ideas de Copérnico, Kepler y Galileo eran enseñadas en los países protestantes más que en los católicos, el funcionamiento del universo no dejaba de ser un misterio. Halley se interesó mucho por la astronomía y se convirtió en observador del Observatorio de Greenwich, donde su mentor fue el astrónomo real John Flamsteed, que había comenzado a compilar un catálogo de las estrellas del hemisferio Norte en el año 1675. A Halley le dieron la tarea de navegar a Santa Helena, isla en el Atlántico Sur donde después sería exilado Napoleón, para comenzar un estudio similar sobre las

estrellas del hemisferio Sur. La importancia de tener mapas de estrellas confiables era un asunto clave para los ingleses, quienes se estaban convirtiendo por ese entonces en una potencia marítima. Halley realizó después los primeros mapas magnéticos de los océanos Atlántico y Pacífico, otra gran ayuda para los navegantes del siglo XVIII.

Por razones de celos, o por otra causa desconocida, Halley y Flamsteed tuvieron una fuerte rivalidad. Flamsteed objetaba fuertemente que Halley atacara la exactitud de la Biblia con respecto a la Creación como se narra en el Génesis. Pese a que Inglaterra era protestante, la validez literal de la Biblia era reconocida. Flamsteed no permitió que Halley fuera nombrado profesor en Oxford, pero este último se desquitó al ser nombrado astrónomo real en 1720, tras la muerte de Flamsteed. La viuda de éste se vengó sacando todo el equipo de astronomía del laboratorio aduciendo que era de su fallecido marido.

Si Halley no hubiese hecho nada más, se le recordaría por haber catalogado las estrellas y por la ayuda que le prestó a su colega Isaac Newton (véase la Parte I). Después de instar a Newton a que publicara sus teorías en *Principia*, Halley se convirtió en su mecenas y se encargó de publicar sus teorías después de que la Real Sociedad se negara tras haber perdido dinero con la publicación de la *History of Fisbes*. Halley no sólo pagó, sino que se convirtió en el mejor comercializador del libro, enviando copias del libro a los grandes pensadores de Europa e inclusive entregando al rey una versión simplificada, una especie de "Newton para Tontos."

Antes de Halley, la mayoría de las personas creía que los cometas aparecían al azar y que viajaban en el espacio sin destino fijo. Pero Halley se dio cuenta de que la trayectoria de los cometas detectados en 1531 y en 1607 era la misma del cometa de 1682. Sus observaciones indicaban que se trataba de la trayectoria de un sólo cometa que viajaba en una órbita fija alrededor del Sol, y predijo que reaparecería en el año 1758 y a intervalos regulares posteriormente. Halley murió en 1742 sin alcanzar a ver su profecía, pero el cometa si reapareció en 1758 y fue nombrado en su honor.

Lo que Halley nunca supo fue que las primeras observaciones de ese cometa fueron hechas por astrónomos chinos en el año 240 a.C. En el año 66 d.C., el mismo cometa fue observado y se le asoció con la toma de Jerusalén por los romanos. En el año 451 apareció cuando Atila el Huno era derrotado por los romanos y los bárbaros. La peste de 684 d.C. fue atribuida al cometa y éste también fue visible durante la batalla de Hastings en 1066, cuando Guillermo de Normandía conquistó Inglaterra. En 1222 se observó en el momento de la muerte de uno de los reyes de Francia.

Solamente podemos ver el cometa Halley en su órbita cuando se aproxima al Sol. El 16 de octubre de 1982, los astrónomos del Observatorio Palomar en California fotografiaron el cometa cuando estaba a mil millones de millas (1,600 millones de kilómetros) del Sol. El cometa se acercó al Sol el 9 de febrero de 1986. En marzo de ese año, algunas naves espaciales no tripuladas se acercaron al cometa y recogieron información sobre su composición y el tamaño de su núcleo. La Tierra pasa por la órbita del cometa cada mayo y

cada octubre, y el polvo que deja detrás entra a la atmósfera y se quema produciendo lluvias de meteoros —llamadas Oriónides— durante estos meses.

¿Dejó de verlo en 1986? Pues tendrá que esperar hasta el año 2062 para volver a tener esa oportunidad.

Voces del Universo:

Shakespeare, de Julio César (1599)

Quando muere un mendigo no aparecen cometas. La muerte de los príncipes inflama los propios cielos.

Cometas Famosos

Nombre	Primera Observación	Período en la Órbita Solar (en Años)
Swift Tuttle	69 a.C	130
Temple Tuttle	1366	33
Cometa de Tycho Brahe	1577	desconocido
Cometa de Biela	1772	6.6
Cometa de Encke	1786	3.3
Flaugergues	1811	3,100
Gran Cometa	1843	513
Gran Septiembre	1882	759
Ikeya-Seki	1965	880
Bennett	1969	1,678
Kohoutek	1973	desconocido
Cometa West	1975	500,000

Shoemaker-Levy	1993	Antes de chocar contra Júpiter en julio de 1944, este cometa estaba en una órbita de 2 años alrededor de Júpiter
Hale-Bopp	1995	2,380
Hyakutake	1996	63,400

¿Que le pasó al Cometa Shoemaker-Levy 9?

Si hubiera estado mirando el cielo nocturno con un telescopio el 16 de julio de 1994 y si hubiera volteado a mirar a Júpiter, habría sido testigo de una escena majestuosa. Protagonizando un espectáculo de pirotecnia pocas veces visto en el cielo, un cometa se estrelló contra el planeta Júpiter. Había sido descubierto en marzo de 1993 por los astrónomos Carolyn Shoemaker, Eugene Shoemaker y David Levy, el noveno cometa periódico descubierto por este trío y llamado Shoemaker-Levy 9. Un cometa inestable, posiblemente alguna vez dio vueltas alrededor del Sol, como lo hacen la mayoría de los cometas, pero fue atraído por la gravedad de Júpiter a una de sus órbitas. Cuando se descubrió el planeta, se había roto en veintiún pedazos, probablemente al pasar cerca de Júpiter.

Los fragmentos cayeron mientras Júpiter le “daba la espalda” a la Tierra. Pero la rotación del planeta dejó ver los lugares del impacto al cabo de media hora. Los impactos causaron explosiones enormes debidas, posiblemente, a la compresión, calentamiento y rápida expansión de los gases atmosféricos, dispersando residuos por todas partes—algunos de diámetro más grande que la Tierra.

*Voces del Universo**Testimonio de un testigo con relación a una misteriosa
"explosión" en Siberia el 30 de junio de 1908*

Me encontraba sentado en el pórtico de la estación de Vanovara a la hora del desayuno y miraba hacia el norte. Acababa de elevar el hacha para colocarle un suncho a un barril cuando súbitamente... el cielo se partió en dos y sobre el bosque todo el cielo del norte parecía de fuego. En ese momento sentí como si mi camisa se hubiera encendido. .. Quería quitármela y lanzarla lejos de mí, pero en ese instante sentí un estruendo en el cielo y se escuchó un choque terrible. Me lanzó al suelo... Y quedé inconsciente durante unos momentos. El golpe fue seguido de un ruido como de piedras que caían del cielo o de armas que se disparaban. La Tierra tembló y estando en el suelo me cubrí porque temía que me cayeran piedras en la cabeza. En ese mismo instante, el cielo se abrió y un viento caliente como de cañón pasó cual ráfaga desde el norte hacia las chozas.

Dejó su marca en el suelo...

¿Qué pasaría si un cometa chocara contra la Tierra?

Los científicos que vieron el impacto del Shoemaker-Levy 9, la pregunta de qué pasaría si sucediera algo así pasa de la teoría a la realidad. Si un cometa parecido al Shoemaker-Levy 9 colisionara con la Tierra, sería catastrófico. Las explosiones serían terribles.

Producirían una neblina que enfriaría la atmósfera y oscurecería el planeta. Si la neblina durara mucho, la vida vegetal en la Tierra moriría, así como las personas y los animales que dependen de las plantas. Esta es la teoría que explica la extinción de los dinosaurios comentada con anterioridad.

Tenemos una idea de lo que pasaría si un asteroide chocara contra la Tierra. Muchos creen que esto ya ha sucedido, aunque puede haber sido un golpe tangencial y no un impacto directo. En 1908 algo extraño sucedió alrededor del río Tunguska en Siberia. Aunque esta región era poco poblada, se oyó una enorme explosión y, poco después, se descubrió un bosque de 20 millas (32 kilómetros) totalmente derribado y chamuscado. Está claro que nada cayó sobre Tunguska, puesto que no se abrió cráter alguno. Pese a que numerosos episodios de los *Archivos X* se centran en el misterio de Tunguska, no hay prueba tampoco de un aterrizaje de extraterrestres. La mayor parte de los científicos cree que un cometa—o posiblemente un asteroide—se acercó a la Tierra o pasó rasando sobre la atmósfera, saltando cual piedra sobre el agua, pero ocasionando un enorme daño. La verdad es, a veces, más extraña que la ficción.

CRÁTERES DE MAYOR TAMAÑO: Numerosos objetos, desde meteoritos hasta asteroides y posiblemente cometas, han cruzado la atmósfera de la Tierra durante sus 4,500 millones de años de existencia. Pero son pocos los cráteres de impactos visibles que han quedado, y algunos están bajo los océanos. Otros han sido borrados por la erosión del viento y de la lluvia. Pero hay un buen número de

pruebas de algunos impactos. A continuación presentamos los de mayor tamaño en orden de magnitud:

<u>Lugar</u>	<u>Diámetro</u>	<u>Antigüedad</u>
Vredefort, Sudáfrica	187 millas	12,000 millones de años
Sudbury, Ontario	156 millas	1,850 millones de años
Chicxulub, México	125 millas	165,000 millones de años
Manicouagan, Quebec	62 millas	35 millones de años
Acraman, Australia	56 millas	570 millones de años
Puchezh-Katunki, Rusia	50 millas	220 millones de años
Kara, norte de Rusia	40 millas	73 millones de años
Beaverhead, Montana	37 millas	600 millones de años

Si los meteoros provienen de los cometas, ¿de dónde vienen los meteoritos?

Generados por los cometas, los meteoros son de gran belleza y básicamente inofensivos. La mayoría de los meteoroides son sólo granos de polvo que provienen de la cola de los cometas. Pero sus primos, los meteoritos, son otro cuento. Cuando un poco de residuo espacial es un poco más grande y logra atravesar la atmósfera, se gradúa al rango de meteorito. No son entonces un espectáculo atractivo, sino que se convierten en un peligro potencial. De mayor tamaño y más rocosos que sus polvorientos primos, los meteoritos provienen de los asteroides. Algunos de los meteoritos son tan antiguos como el sistema solar. Otros pueden haberse originado en la Luna o en Marte (como la roca de Alien Hills encontrada en Antártida) de donde se desprenden después de una explosión

provocada por el impacto de un asteroide. Estos residuos líticos (rocosos) cruzan la trayectoria de la Tierra produciendo espectaculares bolas de fuego cuando penetran a la atmósfera. Numerosos meteoritos caen al océano—tres cuartos de la Tierra está cubierta de agua y, naturalmente, la ley de la probabilidad se aplica —otros caen en lugares inhabitados, pero algunos caen sobre la Tierra y muchos han sido hallados en Antártida, donde se encuentran conservados en hielo.

Todos los días entran a la atmósfera de la Tierra cientos de toneladas de meteoroides. Pero sólo los más grandes entran a la superficie para convertirse en meteoritos. Para poder llegar a la Tierra, deben tener el tamaño apropiado para viajar por la atmósfera. Los pequeños se queman y se desintegran y los grandes pueden explotar antes de llegar a la superficie de la Tierra. En general, los meteoritos que logran aterrizar pesan como mínimo cuatro onzas, usualmente pesan una libra o más. El más grande que se haya detectado pesaba sesenta toneladas y cayó en Hoba, en una finca cerca de Grootfontein, en Namibia. Sin embargo, algunos cuerpos de mayor tamaño, como los asteroides y los cometas, pueden golpear la Tierra, convirtiéndose oficialmente en meteoritos. Cuando los asteroides y los cometas colisionan con los planetas, no sólo crean un desastre, sino que producen cráteres o valles que pueden medir hasta diez millas (16 kilómetros) de diámetro. En la Tierra se han encontrado más de 120 cráteres. Uno de los más famosos es el Meteoro o Cráter Barringer de Arizona que mide cerca de 4,180 pies (1,275 metros) y 570 pies (175 metros) de

profundidad. Se formó hace cincuenta mil años al golpear la Tierra un meteorito de hierro que pesaba 330,000 toneladas (300,000 toneladas métricas). La mayoría de los cráteres o valles más grandes que este cráter se han erosionado o han sido cubiertos por rocas y residuos a medida que la superficie de la Tierra ha ido cambiando.

CRÁTERES DE METEORITOS FAMOSOS:

- Aouelloul, Mauritania: Tiene un ancho de un cuarto de milla; se cree que este cráter, localizado en África del Norte, tiene más de tres millones de años.
- Brent, Ontario, Canadá: Tiene 2.5 millas de ancho; se calcula que este cráter canadiense se formó hace 450 millones de años.
- Lago Clearwater, Quebec, Canadá: Es el cráter más grande de Norteamérica, tiene 14 millas de ancho, y se formó hace 290 millones de años.
- Kara, Rusia: Está situado en una zona remota del noroeste de Rusia, tiene un cráter de 31 millas de ancho y se calcula que tiene 57 millones de años.
- Cráter del Meteorito, Arizona: Es el cráter más conocido de Estados Unidos, tiene solamente tres cuartos de milla de ancho y es uno de los más recientes, tal vez sólo tenga unos 50,000 años.
- Popigay, Rusia: Con 62 millas, es el cráter más grande que se conozca, y tiene 39 millones de años.
- Taban Khara Obo, Mongolia: Tiene menos de una milla y se

calcula que tiene 30 millones de años.

¿Trae un meteorito póliza de seguro contra accidentes?

El 25 de julio de 2000 la agencia de noticias Associated Press reportó, "Cuatro años después de que una roca golpeará el vidrio de su automóvil estacionado, un hombre se enteró de que la roca provino del espacio y que ésta es más antigua que la Tierra. El dueño del carro, Rick Wirth, un soldador de Wisconsin, supo el lunes, por conducto de un profesor de Geología de la Universidad de Minnesota, que se trataba de un meteorito formado hace 4,560 millones de años. Colisionó con el carro del Sr. Wirth, estacionado frente a su casa, el 21 de octubre de 1996".

Dado que a la atmósfera entra una cantidad tan grande de residuos espaciales, cerca de 100 toneladas de meteoritos impactan la Tierra cada año—¿por qué no escuchamos más sobre el tema? Los meteoritos pequeños pierden gran parte de su velocidad al pasar por la atmósfera. Aun así, aterrizan con la velocidad de una piedra que cae de un edificio alto. Los meteoritos más grandes, que pesan unas pocas libras, caen a velocidades mayores y probablemente matarían instantáneamente a quien golpearan.

Pero el riesgo es bajo. Primero, un bajo porcentaje de la Tierra está poblado y, segundo, como la Tierra está compuesta en su mayoría de agua, la probabilidad de que un meteorito caiga en medio del océano es alta. Además, tenemos muchos sitios despoblados como los desiertos, la Antártida y las cumbres de las montañas. Por eso nunca hemos oído de muertes ocasionadas por meteoritos, aunque

algunos registros chinos antiguos sí mencionan muertes causadas por piedras que caían de los cielos. Además del meteoro de Wisconsin, recientemente ha habido unos “encuentros cercanos” como los llaman las empresas aéreas, o “golpes cercanos” como los llaman los realistas. En 1992, una mujer de Peekskill, Nueva York, sufrió una “colisión cósmica” al caer una roca espacial de veintisiete libras sobre su Chevy Malibu. Los registros astronómicos no indican si la compañía de seguros pagó los daños, dejando sin respuesta la pregunta de si las aseguradoras cubren las colisiones con meteoritos.

Además de las colisiones con automóviles, los meteoritos también han golpeado a las personas. En 1992, un niño que estaba jugando fútbol en Uganda fue golpeado en el brazo por un meteorito. Aunque quedó estupefacto, salió ileso del incidente. De acuerdo con la revista *Sky ó Telescope*, el único accidente personal registrado ocurrió cuando Mrs. Hewlett Hodges, de Alabama, fue golpeada en la cadera el 30 de noviembre de 1953, afortunadamente sin mayores consecuencias.

Y, en diciembre de 1997, una explosión en Irlanda del Norte que había sido atribuida a terroristas políticos, resultó ser el resultado de un meteorito que dejó un hueco de 1.2 metros (4 pies) de diámetro.

Es sorprendente que haya tan pocas historias dada la cantidad de residuos espaciales que llegan continuamente a la Tierra. Se estima que en un día cualquiera, la Tierra es bombardeada por diecinueve mil meteoritos que pesan más de 3.5 onzas; sin embargo, menos de

diez son reportados anualmente. De hecho, la única muerte conocida en el siglo XX debida a un meteorito fue la de un perro, en Nakhla, Egipto, en 1911, causada por una lluvia de cuarenta y ocho piedras espaciales provenientes posiblemente de Marte.

Hablando del Medio Oriente, parece apropiado mencionar el meteorito más respetado de la Tierra. Se trata de la Piedra Negra que está en el Templo de Caaba, en la ciudad sagrada de Mecca. El templo, que es el santuario más sagrado del Islam, es un pequeño edificio en forma de cubo con techo plano cerca del centro de la Gran Mezquita de la Mecca. Los Musulmanes en todas partes voltean sus rostros hacia Caaba cuando rezan. La famosa Piedra Negra enmarcada por una banda de plata está situada en la esquina sur oriental de Caaba. De acuerdo con la tradición musulmana, la Caaba fue construida por Abraham e Ismael (también conocido como Ibrahim o Isma'il) y la Piedra Negra fue entregada a Abraham por el arcángel Gabriel. Los musulmanes, hoy en día, besan la piedra tal como lo hacía el profeta Mahoma. Debido al significado religioso, la piedra nunca ha sido sometida a ninguna investigación científica. Su significado puede rastrearse a los tiempos preislámicos en los que las "piedras negras"—posiblemente meteoritos—eran adoradas como símbolos de la diosa de la Luna, Hubal. En el año 930, los miembros de una secta iraquí tomaron la Piedra Negra y la rompieron en multitud de pedazos. Estos fueron pegados y sujetos por medio de la banda de plata. Son estos pedazos pegados los que veneran los musulmanes.

Los meteoritos mas pesados encontrados en la tierra

Nombre/Lugar	Peso	Año de Descubrimiento
Hoba West, Namibia	60 toneladas	1920
Ahnighito, Groenlandia	30 toneladas	desconocido
Bacuberito, México	27 toneladas	1863
Mbosi, Tanzania	26 toneladas	1930
Agpanlik, Groenlandia	20 toneladas	desconocido
Armanty, Mongolia	20 toneladas	1935
Chupaderos, México	14 toneladas	conocido por siglos
Willamette, Oregon	14 toneladas	1902
Campo del Cielo, Argentina	13 toneladas	desconocido
Mundrabilla, Australia Occidental	12 toneladas	desconocido

¿Existen otros planetas en el sistema solar?

Hasta finales del siglo XVIII, solamente sabíamos de la existencia de media docena de planetas en nuestro sistema solar. Desde esa época, se han encontrado otros tres y, dado que nos falta tanto por explorar, hay posibilidades de encontrar al menos un planeta más. Los astrónomos piensan que si existe tal planeta, su órbita debe estar muy lejos, más lejos que Plutón. Y, al igual que Plutón, posiblemente será pequeño, porque un planeta grande habría ejercido un impacto medible sobre la órbita de Plutón, lo cual no se ha observado.

Básicamente, quiere decir que es difícil que un planeta juegue "a las escondidas," especialmente ahora que contamos con sofisticados

telescopios. Lo único que podría indicar que exista algo grande es que los astrónomos sugieren que la forma del Cinturón de Kuiper puede estar afectada por la fuerza gravitacional de un planeta desconocido. Los datos no apoyan la existencia de otro Planeta X—el número romano para “10” y el símbolo más utilizado para denotar un factor desconocido. Pero el universo es sorprendente y tendremos que esperar para saber.

La próxima década de exploración espacial aclarará este misterio. Desafortunadamente, el mejor candidato para resolverlo, el Pluto-Kuiper Express, una misión de la NASA que se había planeado para el año 2001, fue cancelada. Esta misión estaba plagada de sobrecostos y fue una de las primeras víctimas en medio de los ajustes presupuestarios bajo el gobierno de George W. Bush. Pero otros telescopios espaciales y sondas pueden darnos luces. El Telescopio Espacial Hubble ya ha fotografiado un planeta cercano a un par de estrellas que están a una distancia de 450 años luz y, ciertamente, podrá visualizar uno en nuestro sistema solar. El Telescopio Especial Próxima Generación (TEPG); que se pondrá en órbita más allá de la Luna, será aún más potente.

Hitos en la astronomía

1820-1884

1821 La Iglesia Católica retira la prohibición de enseñar del Sistema Copernicano.

- 1822 La Iglesia Católica retira de su lista de libros prohibidos, *Index*, el "Diálogo Sobre los dos Sistemas Fundamentales del Mundo," de Galileo, 190 años después de su publicación.
- 1835 El cometa Halley vuelve a verse, según lo predicho.
- 1829 Se inaugura el Observatorio de Harvard en los Estados Unidos; en 1847, un refractor de 38 cm es instalado allí, el más grande del mundo hasta ese momento.
- aprox. 1840 William Draper es el primero en tomar daguerrotipos de la Luna
- 1844 Samuel B. Morse usa su telégrafo para enviar un mensaje de Washington a Baltimore: "¿Qué nos ha forjado Dios?"
- 1845 Hippolyte Fizeau y Léon Foucault toman buenos daguerrotipos de las manchas del Sol.
Miguel Faraday relaciona el magnetismo con la luz después de hallar que un campo magnético afecta la polarización de la luz en los cristales. Propone que la luz podría estar constituida por ondas de electromagnetismo.
El 23 de septiembre de 1846, Jonatan Galle descubre el planeta Neptuno utilizando las predicciones realizadas por Urbain J.J. Leverrier y John C. Adams.
William Lasell descubre Tritón, el satélite más grande de Neptuno.
- 1847 John Herschel culmina el estudio del cielo del Sur, comenzado por Edmond Halley, y lo reporta en *Resultados de las Observaciones en el Cabo de la Buena Esperanza*.
Maria Mitchell descubre un cometa el 1 de octubre.

- 1848 George Phillips Bond descubre a Hyperion, la octava luna de Saturno.
Joseph Henry proyecta la imagen del Sol en una pantalla y establece que las manchas oscuras son más frías que la superficie a su alrededor.
- 1849 Hippolyte Fizeau calcula la velocidad de la luz en el aire al medir el tiempo que demora un rayo de luz en pasar por los dientes de un embrague en movimiento; la luz es reflejada en un espejo y detenida en el siguiente diente del embrague. El resultado, 196,000 millas por segundo (315,000 kilómetros por segundo), difiere en 5% del valor aceptado hoy en día.
- 1850 William Crach Bond toma el primer daguerrotipo nítido de la Luna.
- 1851 Léon Foucault utiliza un péndulo suspendido en una iglesia para demostrar la rotación de la Tierra.
- 1852 Henry Giffard construye y hace volar el primer dirigible impulsado por vapor.
- 1856 George Phillips Bond descubre que las fotografías de las estrellas revelan sus magnitudes.
- 1858 Se instala el primer cable telegráfico del Atlántico.
Se toma la primera fotografía aérea desde un globo que sobrevuela a París.

- 1859 Gustav Kirchhoff y Robert Bunsen introducen el espectroscopio para el análisis químico de metales puestos sobre una llama; lo utilizan también para estudiar la estructura química del Sol.
27 de Octubre: Kichhoff y Bunsen anuncian las primeras mediciones de las frecuencias de las líneas espectrales, una nueva forma para identificar elementos a partir de la luz que absorben o emiten.
- 1862 Léon Foucault mide la distancia de Tierra al Sol; en 1864, los astrónomos se ponen de acuerdo en que esta distancia equivale a 91 millones de millas (147 millones de kilómetros); la medida promedio aceptada en la actualidad es 92.96 millones de millas (149.6 millones de kilómetros).
- 1863 Sir William Huggins usa el espectro de las estrellas para demostrar que los elementos de las estrellas son iguales a los de la Tierra, negando la idea griega de que las estrellas están compuestas de elementos distintos a los de la Tierra.
- 1865 La novela de Julio Verne *De la Tierra a la Luna* describe la historia de tres científicos y un periodista que son enviados a la Luna desde un enorme cañón situado en el Cabo Cañaveral, en la Florida.
- 1873 James Clerk Maxwell escribe *Electricidad y Magnetismo*, en el cual explica las leyes básicas del electromagnetismo y predice, con gran detalle, fenómenos como las ondas de radio y la presión causada por los rayos de luz.
- 1877 Se funda el 9 de julio la Bell Telephone Company.

- 1880 La primera planta de generación de electricidad de Thomas Edison se inaugura en Londres; dos años más tarde abre la estación de Pearl Street, trayendo así la luz eléctrica a los Estados Unidos.
- 1883 El Puente de Brooklyn con su innovador método de hilado de cable es inaugurado el 24 de mayo.
- 1884 Se conectan Boston y Nueva York por medio de cables telefónicos.
- 1887 Se termina e instala el primer telescopio del mundo situado sobre la cima de una montaña en monte Hamilton, cerca de San Francisco.
William Abney desarrolla métodos para detectar la radiación infrarroja por medio de fotografías y las utiliza para observar el espectro del Sol.
- 1888 Johann L .E. Dreyer publica *Nuevo Catálogo General de Nebulosas y Cúmulos de Estrellas*; la designación "NGC" para un objeto astronómico se refiere al *Nuevo Catálogo General* de Dreyer, en el cual describe 7,840 nebulosas y cúmulos de estrellas. En la actualidad se sigue utilizando.
- 1891 Maximilian Wolf descubre el primer asteroide basándose en fotografías. Descubre cerca de quinientos asteroides más—un tercio de los que se conocen —utilizando el método fotográfico.
- 1892 Edward Emerson Barnard descubre una quinta luna en Júpiter, el primer satélite de Júpiter hallado desde Galileo; Amalthea, como se le llamó, fue el último satélite planetario encontrado sin necesidad de usar sondas espaciales ni fotografías.

1894

Percival Lowell funda su laboratorio en Flagstaff, Arizona, y comienza a buscar un noveno hipotético planeta.

Guglielmo Marconi construye su primer equipo de radio; su aparato hace sonar una campana situada a una distancia de 10 metros (30 pies) de distancia.

Parte III

Donde ningún hombre ha incursionado antes

*Porque una estrella es diferente de otra en gloria. I
Corintios 15:41*

*Pero soy constante como la estrella polar, que por su
fijeza e inmovilidad no tiene semejanza con ninguna
otra del firmamento.*

Shakespeare, julio César

*Cuando escuché al astrónomo culto,
Cuando las pruebas y los números se encontraban
frente a mí, Cuando me presentaron diagramas y
mapas, para sumarlas, dividir las y medirlas,
Cuando sentado oí al astrónomo exponer sus
argumentos con gran aplausos en la sala de
conferencias,*

*Me acogió una sensación de aburrimiento, y enfermo
me levanté y solitario me deslicé en el místico aire
húmedo y de vez en cuando*

Miraba el silencio perfecto de las estrellas.

—Walt Whitman "Cuando oí al Astrónomo Culto"



¿Qué diferencia hay entre una constelación y una galaxia?

Si las estrellas son parte de las galaxias, ¿por qué nos preocupamos por esas viejas constelaciones?

¿Estamos en la Edad de Acuario?

Si la Vía Láctea no es una de las constelaciones, entonces, ¿qué es?

Y si estamos dentro de ella, ¿por qué podemos verla en el cielo?

¿Son parecidas todas las galaxias?

¿Qué galaxias están más cerca de la Vía Láctea?

¿Cuándo una galaxia no es una galaxia?

Las galaxias parecen hélices, discos y balones de fútbol aplanados, ¿por qué los objetos espaciales no se parecen a las bananas o a los cubos de azúcar?

¿Qué son las estrellas y por qué titilan?

¿Cómo se forman las estrellas y por qué brillan?

¿Qué es el polvo estelar?

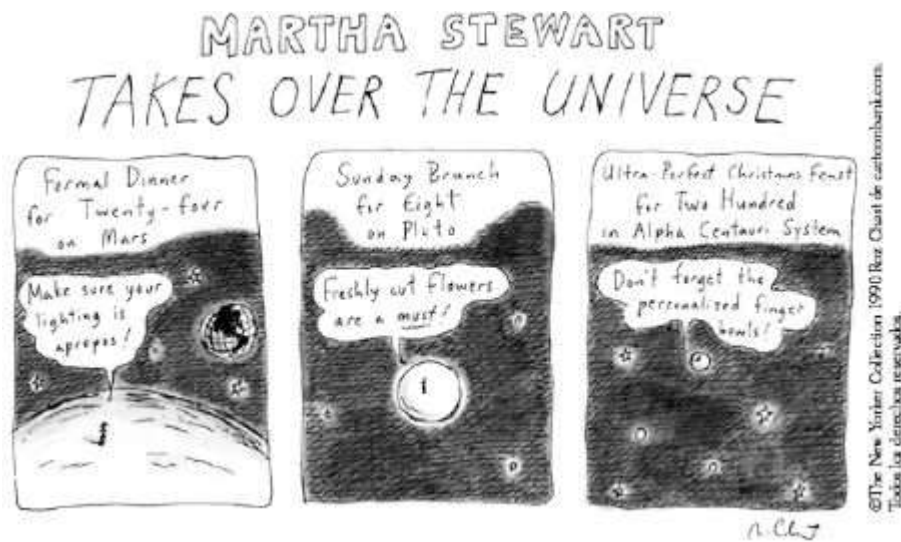
Los gigantes rojos, las enanas blancas y los agujeros negros.

¿Cómo cambian y mueren las estrellas?

¿Alguien ha encontrado un agujero negro?

¿Quién les pone nombre a las estrellas?

¿Existen otros sistemas solares en el espacio?



MARTHA STEWART SE ADUEÑA DEL UNIVERSO. 1: Cena formal para veinticuatro en Marte. ¡Asegúrese de que la luz sea apropiada! 2: Brunch del domingo para ocho personas en Plutón ¡Las flores frescas son obligatorias! 3: Cena Navideña ultra perfecta para doscientas personas en el Sistema Alfa Centauro. ¡No olvide los platos personalizados para limpiarse los dedos!

El hombre siempre ha soñado con volar, con escapar de la Tierra, con llegar a las estrellas y a los cielos. En la mayoría de las mitologías o religiones, a los dioses no les gusta que los hombres se entrometan en su territorio. Por ejemplo, miremos los problemas de la Torre de Babel. El esfuerzo del hombre por construir una pirámide altísima que lo llevara al cielo hizo que Dios se enfureciera y acabara con esa ambición confundiendo los lenguajes de los hombres. Los griegos tienen de ejemplo a Prometeo, que cometió el error de darle el fuego divino a la humanidad. A los dioses no les gustó que lo hiciera. Y está el caso de Dédalo, el brillante ingeniero y

arquitecto del mito griego que construyó alas con cera y plumas. Aunque le advirtió a su hijo Ícaro que no volara muy alto, pues corría el riesgo de que el Sol derritiera la cera, el muchacho no oyó a su padre y terminó cayendo al océano. Otra advertencia sobre el deseo de alcanzar los cielos.

Existen historias no documentadas sobre un científico chino llamado Wan Hu quien en 1500 trató de volar en una silla valiéndose de cohetes. Explotó junto con la silla, convirtiéndose en el primer piloto de prueba que murió en el intento. Por esa misma época, Leonardo da Vinci empezaba a dibujar ideas fabulosas sobre helicópteros, máquinas con alas y paracaídas. Ninguna de estas ideas pasó de su cuaderno a la etapa experimental, pero el mensaje, en palabras de una canción clásica del grupo *Animáis* era el mismo: "Tenemos que irnos de aquí."

Finalmente, hace unos cien años, lo logramos. Primero utilizando globos y luego con los aviones, a comienzos del siglo XX. En un sorprendente avance en el desarrollo de la humanidad, pasamos de aviones improvisados, de madera y lino, a la Luna, en un período de setenta años—la vida de un ser humano. Pero, en las dos últimas décadas, hemos empezado a ir a "donde el hombre no ha incursionado antes," tal como lo señala aquel visionario de ciencia ficción,

Gene Roddenberry, antes de comenzar cada episodio de *Star Trek*. Las sondas no tripuladas como el *Voyager I*, que se convirtió en 1998 en el objeto fabricado por el hombre más lejano de la Tierra, nos están llevando a los sitios recónditos del sistema solar. El

Telescopio Espacial Hubble, aquel problemático aparato que fue lanzado en 1990 y que tuvo que ser arreglado en el 93 y luego en el 99, nos ha permitido ver el universo de una manera diferente. Se han descubierto nuevos planetas, estrellas distantes y han surgido nuevas teorías. Con la Estación Espacial Internacional y con el futuro reemplazo del Telescopio Espacial Hubble, en el 2009, se expandirá nuestra visión del universo y tendremos descubrimientos inimaginables. Y cada descubrimiento de algo más lejano permitirá ver todavía más atrás en el pasado. La luz proveniente de las estrellas es antigua. Cuando miramos hacia el espacio, realmente estamos devolviéndonos hacia el pasado y acercándonos más y más al comienzo de todo esto.

Al ir más allá de nuestro sistema solar, este viaje nos llevará a ver el resto de lo que hay allá afuera. Nos embarcaremos en un viaje "interestelar," viajaremos entre las estrellas y luego entre las galaxias, empezando por la Vía Láctea, galaxia en la que residimos. Las medidas del sistema solar deben haberlo dejado perplejo tanto a usted como su calculadora. Pero al salir del entorno amigable de nuestro sistema solar, los números son todavía más asombrosos. El Sol es sólo una entre una multitud de estrellas, y ahora empezamos a contemplar los miles y miles de millones de estrellas, galaxias y cúmulos de galaxias que ocupan los interminables alcances del universo.

¿Qué diferencia hay entre una constelación y una galaxia?

Con buena imaginación, en una noche clara y lejos de las luces de una ciudad grande, usted podrá identificar algunos de los antiguos

dibujos de estrellas en el cielo, especialmente si sabe lo que está buscando. Pero lo que los antiguos desconocían era que esas estrellas que parecían estar agrupadas, estaban muy separadas unas de otras y que constituían una insignificante fracción del verdadero número de estrellas que realmente hay el universo. Aunque algunos de los astrónomos griegos creían que había muchas más estrellas, su noción sobre un *infinito* número de estrellas fue descartada por considerarse improbable. Cuando Giordano Bruno sugirió que el universo era infinito, se le calificó de hereje. Fue Galileo, con ayuda de su telescopio, el que empezó a comprender que existía un inconmensurable número de estrellas. Las estrellas de las constelaciones eran literalmente una gota de agua en el mar—unos granos de arena en la playa estelar.

La constatación científica de que existían congregaciones de millones o miles de millones —hasta decenas de billones—de estrellas, dispersas por el universo, agrupadas en galaxias, es reciente. Una *galaxia* es un sistema de estrellas, polvo y gas unidos por la gravedad. La mayoría de la materia del universo está concentrada en estos gigantescos cuerpos. La mayoría de las galaxias se hayan en agrupaciones que tienen desde unos pocos hasta miles de miembros. La galaxia en que habitamos, la Vía Láctea, es una entre miles de millones, y nuestro sistema solar está situado en la mitad de esta galaxia, cerca del borde. La palabra *galaxia* se deriva de un vocablo griego que significa “círculo de leche” y había sido usada desde el siglo XVIII como sinónimo de Vía Láctea. Cualquier astrónomo que se refería en aquel entonces a

“galaxia” estaba hablando específicamente de la Vía Láctea.

Edwin Hubble (1889-1953), uno de los personajes más importantes de la astronomía, en cuyo honor se bautizó el telescopio orbitante, descubrió en 1924 que nuestra Vía Láctea no era la única galaxia. Hubble creció en Chicago y estudió en la Universidad de Oxford, en Inglaterra, con una beca Rhodes. Regresó a los Estados Unidos con un título en derecho, pero se interesó tanto en la astronomía que, en 1914, se unió al Observatorio Yerkes de la Universidad de Chicago para realizar estudios de doctorado en astronomía. Fue voluntario durante la Primera Guerra Mundial, prestó servicios en Europa y posteriormente ocupó un cargo en el Laboratorio Mount Wilson de Pasadena, California. Con excepción de un período durante la Segunda Guerra Mundial en que trabajó en el centro de armamentos Aberdeen Proving Grounds, Hubble permaneció en Mount Wilson durante el resto de su vida profesional, desde 1919 hasta 1953.

En Mount Wilson, tras estudiar durante años muchas fotografías tomadas con telescopio, Hubble fue el primero en demostrar que el universo contenía sistemas de estrellas diferentes a las de nuestra galaxia. Sin embargo, Hubble no fue el originador de esta idea, pues otros astrónomos la veían debatiendo durante algún tiempo. Apoyándose en el trabajo de Harlow Shapley, que había sido el primero en determinar que el lugar del Sol en la Vía Láctea no era propiamente en el centro como se había creído, Hubble se dio cuenta de que algunas estrellas eran del mismo tipo que las estrellas de la Vía Láctea, pero estaban fuera de los confines de

nuestra galaxia y, por tanto, pertenecían a una galaxia diferente. A estas galaxias separadas las denominó “islas de universos”. Hubble calculó las distancias hasta nueve galaxias diferentes— un número que ha crecido en la astronomía actual a más de *cient mil millones* de galaxias, cada una con unos *cient mil millones de estrellas*.

Cinco años después de investigar las galaxias, Hubble se asoció con un peculiar personaje, Milton Humason, y juntos descubrirían algo sorprendente. Humason no había concluido su educación secundaria y trabajaba llevando suministros al Observatorio Palomar, donde llegó a realizar trabajos de limpieza. Posteriormente, se convirtió en observador de medio tiempo, y muy pronto se destacó por su habilidad para fotografiar el universo a través del telescopio. La extraña pareja formada por un ganador de la beca Rhodes y un asistente de limpieza descubrió que las galaxias se movían y que, cuanto más lejanas estaban, más rápido se alejaban de nosotros. El universo, según Hubble, no era estático ni fijo como habían pensado los astrónomos durante generaciones, sino que en realidad estaba en expansión —las distancias entre las galaxias eran cada día más grandes. Esta idea es clave en la fundamentación de la teoría del “Big Bang,” la explicación más aceptada para explicar el origen del universo (véase Parte V).

Si las estrellas son parte de las galaxias, ¿por qué nos preocupamos por esas viejas constelaciones?

En la astronomía moderna, “constelación” es una región específica del cielo, que con frecuencia enmarca la antigua “figura” que imaginaron por primera vez nuestros antepasados hace miles de

años, pero también al área circundante. Las constelaciones son las regiones designadas en la *esfera celeste* —una cuadrícula imaginaria del cielo que rodea a la Tierra. Si usted pudiera imaginarse la Tierra encerrada dentro de una gran burbuja, esa esfera gigantesca sería la esfera celeste. La astronomía moderna ha dividido esta bola imaginaria que está alrededor de la Tierra en ochenta y ocho áreas con el objetivo de poder identificar y nombrar objetos celestes. Al hacer un mapa del cielo, los astrónomos han situado las constelaciones, tal como se hace con los continentes y los países, en un mapa. Cada región celestial pertenece a una constelación particular. Entonces, aunque los astrónomos no usan estas figuras para adivinar el futuro, como lo hacían los astrónomos-adivinos de la antigüedad, sí se tiene un punto de referencia útil y uniforme para dividir el cielo en regiones medibles. Las constelaciones antiguas eran simplemente conjuntos arbitrarios de estrellas en los que los hombres primitivos visualizaban dioses, bestias sagradas y héroes mitológicos. A las cuarenta y ocho constelaciones que se conocían en la época de Ptolomeo se las llama “constelaciones antiguas.” Con el paso de los años se han agregado las constelaciones del hemisferio sur que empezaron a diagramarse entre 1600 y 1754. Las constelaciones modernas a veces eran denominadas en honor a amigos, mecenas o inventos recientes como el telescopio y el microscopio.

Algunas de estas constelaciones contienen figuras identificables más pequeñas denominadas asterismos. Probablemente, la más famosa de todas es el Gran Cucharón, un asterismo contenido

dentro de la Osa Mayor, y el Pequeño Cucharón, un asterismo dentro de la constelación Osa Menor.

El concepto de constelación, considerado alguna vez de gran influencia sobre los asuntos de los hombres, es en la actualidad una herramienta útil para indicar en qué dirección del cielo se encuentra un determinado objeto espacial.

Como el ojo humano no logra distinguir profundidades y distancias en el espacio, las estrellas que vemos en el cielo siempre parecen estar a distancias similares y en el mismo plano. Pero la mayoría de estas estrellas están lejos unas de otras, y las que logramos ver con nuestros ojos están separadas por cientos o inclusive miles de años luz. Todo es cuestión de perspectiva. Es como si miráramos un mapa de los Estados Unidos y asumiéramos que la Ciudad de Nueva York y Denver son del mismo tamaño y están a la misma altura porque son dos puntos en una hoja de papel. Las estrellas que vemos en un plano del firmamento están a diferentes distancias y hay mucha variación en sus distancias a la Tierra. Por ejemplo, las estrellas que conforman el asterismo del Gran Cucharón parecen estar agrupadas a la misma distancia. De hecho, la mayoría de las estrellas del Gran Cucharón están a cincuenta y cien años luz de la Tierra. La estrella Dubhe, que en árabe quiere decir "oso," y la estrella que está en el "pico" del Gran Cucharón, están a más de cien años luz de la Tierra. "Alkaid," la primera estrella que está en el mango del Gran Cucharón, está a más de doscientos años luz.

Hasta 1930, estas constelaciones tenían bordes y nombres arbitrarios. Pero, un grupo de astrónomos, la Unión Internacional

Astronómica (www.aaau.org), que se fundó en 1919, se encargó de establecer designaciones y nombres específicos para estas ochenta y ocho constelaciones reconocidas.

¿Estamos en la Edad de Acuario?

La década de los sesenta, inmortalizada en la obra musical *Hair*, recibió el nombre de la Era de Acuario, el comienzo de una época de armonía universal, paz y júbilo. Bueno, al cabo no resultó tan maravillosa.

¿Será ésta la Era de Acuario? No. Esta es otra de las confusiones entre la astronomía y la astrología. Una determinada *edad*, concepto heredado de las creencias astrológicas, es identificada por el nombre de la constelación, es decir, el área del cielo en donde aparece el Sol el primer día de primavera (el equinoccio vernal).

Pero vamos a lo esencial. Para alguien que esté en la Tierra, el Sol parece moverse en el cielo del oriente al occidente. También aparece alto o bajo en el firmamento dependiendo de la estación (y de la localización en la Tierra). En general, el Sol en verano está más alto en el cielo y en invierno está más bajo. ¿Cómo se explica esto? En síntesis: "La Tierra está inclinada sobre su eje," ¿Correcto? Pero usted si comprende *bien* que la Tierra se mueve alrededor del Sol. (Sí lo entiende, ¿no es cierto?) Los primeros astrónomos, que también se interesaban por la astrología, hicieron un mapa de la aparente trayectoria del Sol por el cielo en relación con la posición de las otras estrellas y denominaron este camino imaginario el *eclíptico*. ¿Estamos de acuerdo? Este eclíptico se dividía en los doce

signos del tradicional zodiaco. La constelación o signo del zodiaco en que aparecía el Sol durante el equinoccio vernal determinaba la "era" astrológica.

Durante un largo período, la localización del Sol en el equinoccio vernal pasa de signo en signo como resultado de la *precesión* —e 1 bamboleo del eje de la Tierra. En este momento, el equinoccio vernal tiene lugar en Aries. Por esta razón, para ser precisos, estamos en la "Era de Aries."

"Acuario" puede haber sonado bien en términos líricos, pero la verdad es que el Sol no estará en Acuario durante el equinoccio vernal hasta dentro de unos seiscientos años. Tal vez por eso no tuvimos toda esa paz y armonía de que hablamos antes.

LAS CONSTELACIONES

Como hemos visto, a las doce constelaciones originales de la astrología se han añadido otras. La astronomía moderna divide el cielo en ochenta y ocho áreas con el fin de nombrar e identificar objetos celestes. La lista se divide a su vez en constelaciones del norte y del sur.

LAS CINCUENTA Y CUATRO CONSTELACIONES DEL NORTE:

Estas constelaciones son visibles desde el hemisferio norte, aunque algunas de ellas pueden verse hasta 30 grados al sur del ecuador. Los antiguos griegos habían identificado cuarenta y ocho constelaciones; en la siguiente lista las constelaciones modernas están identificadas por un asterisco.

Andrómeda La Princesa o Dama Encadenada. Aduciendo ser más hermosa que las ninfas del mar, Andrómeda enfureció a Poseidón. El dios del mar envió a Ceto, un monstruo marino, a arrasar el país de Andrómeda. Para evitar el desastre, se les pidió a los padres de ésta que la sacrificaran. La encadenaron a una roca y la abandonaron para que Ceto la devorara, pero fue rescatada por el valeroso Perseo.

Acuario El Portador de Agua. Acuario, una de las constelaciones más antiguas, representa un niño regando agua de una urna. En el mito de Sumeria (antigua Babilonia), formaba parte de la antigua historia del diluvio universal que fue adaptada luego por los hebreos en el relato bíblico.

Alquila El Águila. Otra constelación antigua, Aquila fue identificada como un pájaro alrededor del año 1200 a.C.

Aries El Carnero. Consta solamente de tres estrellas pequeñas. Aries es otra de las constelaciones más antiguas.

Auriga El Cochero. En la mitología griega se le considera el inventor de la carroza.

Boötes El Pastor. Tiene la forma de una cometa, y en la leyenda es el que conduce a "los perros de caza" (ver más abajo).

*Camelopardalis La Girafa. Esta constelación moderna fue identificada en 1624. Su nombre en latín se debe al hecho de que en la antigüedad se pensaba que la girafa tenía cabeza de camello y manchas de leopardo.

Cáncer El Cangrejo.

*Canes Venatici Los Perros de Caza. Concebida en 1687,

representa dos perros de caza persiguiendo unos "Osos" (véase más abajo).

Canis Major El Can Mayor. Originalmente este nombre se refería a Sirio, la estrella más brillante del cielo nocturno; ahora incluye una constelación completa.

Canis Minor El Can Menor. Es una de las constelaciones más pequeñas, sólo tiene tres estrellas.

Capricornio La Cabra o la Cabra Marina. Puede haber sido la primera constelación reconocida en los tiempos prehistóricos. Unas tabletas de arcilla de Babilonia, de alrededor de 300 a.C., muestran el grupo de estrellas, y de antiguos griegos la asociaban con Amaltea, la cabra que amamantó al pequeño Zeus.

Casiopea La Reina. En esta luminosa configuración los griegos veían una mujer sentada que pensaban que era la reina y madre de la princesa Andrómeda.

Cefeo El Rey. Los griegos identificaron al viejo Cefeo como el rey sentado, esposo de Casiopea y padre de Andrómeda.

Ceto El Monstruo Marino o Ballena. Fue una de las primeras constelaciones que se identificaron. Los babilonios la asociaban con el mítico dragón Tiamat, mientras que los griegos vieron en ella al monstruo marino que amenazó a Andrómeda y que luego fue asesinado por Perseo.

*Coma Berenices La Cabellera de Berenice. Como semeja el cabello trenzado de una mujer, se le llamó así en honor de la reina Berenice II, esposa del rey egipcio Ptolomeo III (aprox. 247-221 a.C.). A diferencia de las figuras míticas, Berenice era una persona real y

había prometido cortarse el cabello si su esposo volvía sano y salvo tras una peligrosa expedición militar. Al regresar éste, se cortó el cabello y lo colocó en el templo de Afrodita, la diosa de la belleza, de donde desapareció. El astrónomo de la corte explicó que la diosa había colocado la cabellera trenzada en el cielo para que todos pudieran verla.

Corona Borealis La Corona del Norte. Un conjunto de estrellas en forma de U que representa una corona y que los griegos asociaban con la corona de Ariadne, hija del rey de Creta. Pero, para la tribu shawnee de Norteamérica, ésta representaba un círculo de mujeres bailando.

Corvus El Cuervo. Este pájaro legendario fue enviado a recoger una copa de agua para Apolo, pero fue muy lento y se le condenó a mirar la Copa (véase más abajo) y nunca beber de ella.

Cráter La Copa. Representa la copa de la leyenda utilizada para atormentar al Cuervo. Se pensaba también que esta agrupación era la copa del néctar bebido por los dioses del Olimpo.

Cignus El Cisne. Conocida también como la Cruz del Norte, esta gran constelación es brillante, tiene forma de cruz, y parece un pájaro con las alas extendidas.

Delphinus El Delfín. Un grupo que muestra un animal que siempre ha sido reconocido en la mitología como amigo y salvador de hombres y dioses.

Draco El Dragón. Con un patrón sinuoso, este grupo de estrellas ha representado a los dragones mitológicos de muchas culturas. Una de las estrellas del grupo, Thuban, fue considerada la Estrella del

Norte hace cuatro mil años, cuando los egipcios orientaron las pirámides hacia ella. Debido al bamboleo de los polos de la Tierra (*precesión*), Polaris es ahora la Estrella del Norte.

Equuleus El Caballo Pequeño o Potro. Es un conjunto que semeja una cabeza de caballo, pero es diferente de Pegaso, el caballo con alas (véase más abajo).

Eridanus El Río Celestial. La segunda constelación más grande después de la Hydra (véase más abajo), los egipcios vieron en ella al río Nilo y los babilonios al río Éufrates.

*Fornax El Horno. Creación de un astrónomo del siglo XVIII, consta solamente de tres estrellas muy tenues.

Gemini Los Gemelos. Son Cástor y Pólux, hijos de Leda y Zeus y hermanos de Helena de Troya.

Hércules El Hombre Fuerte. Llamado así en honor del legendario héroe griego, este conjunto de estrellas fue asociado con Gilgamesh, héroe de la épica sumeria. Parece estar arrodillado con el mazo o garrote levantado y apoyando un pie sobre la cabeza de Draco, el Dragón.

Hydra La Serpiente Marina. Los griegos vieron en este grupo de estrellas al monstruo de seis cabezas que Hércules mató.

*Lacerta El Lagarto. Constelación moderna definida por el astrónomo alemán Johannes Hevelius alrededor de 1687, cuando la describió como un lagarto o una salamandra.

Leo El León. Los antiguos griegos y sumerios reconocieron en ella a un león, los chinos a un caballo y los incas a un puma. La cabeza de Leo está formada por un asterismo denominado La Hoz.

*Leo Menor El León Pequeño. Es una constelación moderna, fue definida en 1687 a partir de unas pocas estrellas tenues.

Lepus La Liebre o el Conejo. Desde los tiempos antiguos, este grupo fue asociado con la Luna, conexión fundamentada en la fertilidad de los conejos y en la asociación del ciclo lunar con los ciclos de fertilidad femeninos.

Libra La Balanza o Escala. Un antiguo miembro del zodíaco, este grupo fue en algún momento llamado "la Garra" y se le consideró parte de Escorpión, la constelación adyacente. Sin embargo, durante los tiempos de los romanos, el Sol aparecía en Libra alrededor del equinoccio otoñal, en el cual el día y la noche son iguales, y por esto se le ha asociado con la balanza desde entonces.

*Lynx El Lince. Un grupo de estrellas definido en 1687 por Johannes Hevelius, quien dijo que para lograr ver unas estrellas tan pálidas era necesario tener "ojos de lince."

Lyra La Lira. En la mitología griega representaba el instrumento que Orfeo tocaba para convencer a Hades, dios de los infiernos, de que liberara a su esposa Eurydice.

*Monoceros El Unicornio. Una agrupación reciente, llamada así en 1625 y basada en el mítico unicornio de los asirios e influenciada por visiones de rinocerontes.

Ophiuchus El Portador de Serpientes. Una de las constelaciones más conocidas, muestra a un hombre enrollado por serpientes (véase más abajo). Se le identifica con el legendario dios de la medicina, Esculapio, el médico intachable de la *Ilíada* de Homero.

Orión El Cazador. Posiblemente una de las constelaciones más

reconocidas por ser fácil de identificar y porque está formada por estrellas muy brillantes. En la leyenda griega, Orion, el cazador pretencioso, que se jactaba de su atractivo físico, quedó ciego luego de violar a una princesa. Orion recobró su vista un tiempo después, pero fue asesinado y puesto en el cielo cuando trató de seducir a Artemis, la cruel diosa de la caza.

Pegaso El Caballo Alado. El caballo alado nació en la mitología griega cuando Perseo mató a la Medusa Gorgona y su sangre se mezcló con la espuma del océano.

Perseo El Héroe. Uno de los grandes héroes de la mitología griega, mató a Medusa y luego rescató a Andrómeda de las garras de Ceto, el monstruo marino. Las lluvias luminosas de meteoros *Perseidas* (véase la Parte II) visibles a mediados de agosto, parecen originarse en esta constelación.

Piscis Los Peces. Desde tiempos remotos, estas estrellas se asemejaban a un par de peces.

Piscis austrinus El Pez de Sur. Otra constelación antigua, se le representaba como un pez tomando agua vertida por Acuario, la constelación situada directamente al norte.

Sagitta La Flecha. Se creía que la alineación de las estrellas representaba distintas flechas, entre ellas la que Apolo había utilizado para matar a los ciclopes de la mitología griega, y la flecha de Cupido.

Sagittarius El Arquero. Este grupo fue identificado por los sumerios como el dios de la guerra y posteriormente considerado por los griegos como un sátiro o un centauro —mitad hombre y mitad

caballo. Es difícil ver al arquero y, en cambio, es fácil identificar en esta agrupación el asterismo conocido como la Tetera.

Escorpión El Escorpión. Este grupo fue llamado así por el escorpión que picó y mató a Orion.

*Scutum El Escudo o Escudo de Sobieski. Una agrupación reciente que fue llamada así en honor del rey polaco del siglo XVII Juan III Sobieski y que parece representar su escudo de armas.

Serpens La serpiente. Es la única constelación que se aprecia en dos partes. Su cabeza y su cola están en lados distintos del portador de serpientes.

*Sextans El Sextante es una agrupación reciente llamada así por Johannes Hevelius en honor del sextante, herramienta que se utilizó para hacer los primeros mapas precisos de las estrellas.

Taurus El Toro. Una de las constelaciones más viejas, representaba la fuerza y la fertilidad para numerosas culturas antiguas.

Triangulum El Triángulo. Los egipcios vieron en esta pálida agrupación la representación del Delta del Nilo, y los griegos y romanos identificaron la isla triangular de Sicilia.

Ursa Major La Osa Mayor. Después de Orion, es la constelación más conocida. Los antiguos griegos y las tribus indígenas de Norteamérica veían un oso grande que incluía las estrellas luminosas del Gran Cucharón.

Ursa Minor La Osa Menor. Es a su vez una constelación y un asterismo. Forma parte de ella la Estrella del Norte, Polaris. La Osa Menor fue reconocida inicialmente por Tales de Mileto en el año 600 a.C.

Virgo La Virgen o Joven Soltera. La segunda constelación más grande y una de las más reconocidas desde la antigüedad, se le ha asociado con bellezas legendarias de la mitología, como Ishtar de Babilonia, Isis de Egipto y Atenea de Grecia.

*Vulpécula La Zorra. Fue llamada así por Johannes Hevelius en 1690. Originalmente se representaba como un ganso pero en la actualidad los diagramas de estrellas muestran únicamente una zorra.

LAS CONSTELACIONES DEL SUR

Antlia La Bomba de Aire. Al igual que sucede con varias constelaciones recientes, este grupo de estrellas no tiene la forma de su nombre, pero fue llamado así en honor de la bomba de aire comprimido, aparato clave en la Revolución Industrial.

Apus Ave del Paraíso. Se le llamó así en honor de los espectaculares pájaros originarios de Nueva Guinea.

Ara El Altar. Fue nombrada así en honor del centauro Quirón, considerado como una de las criaturas más sabias de la Tierra, y a quien se le atribuye haberle enseñado a los mortales cómo dibujar las líneas que conectan las estrellas de las constelaciones.

Caelum El Cincel. Una de las constelaciones más pálidas y más pequeñas, fue llamada así en honor al astrónomo francés Nicholas-Louis de Lacaille.

Carina La Quilla. Es una de las cuatro constelaciones que tienen el nombre de partes de un barco.

Centauro El Centauro. No debe confundirse con Sagitario, el otro

centauro del cielo, aunque se dice que ambos son el sabio Quirón.

Camaleón El Camaleón. Una agrupación muy pálida identificada por primera vez en 1603.

Circinus Los Compases de Dibujo. Agrupación casi desconocida dibujada en el siglo XVIII.

Columba La Paloma. Constelación registrada por primera vez en 1679.

Corona Australis La Cruz del Sur. Aunque queda en el sur, Ptolomeo la incluyó en su libro de las cuarenta y ocho constelaciones originales.

Crux La Cruz del Sur. Aunque es la constelación más pequeña, tiene una forma muy distintiva.

Dorado El Pez Dorado o Delfín. Johann Bayer la registró primero en el año en 1603. No es el pez dorado de multitud de hogares, sino un pez marino conocido en las islas de Hawaii como mahi- mahi.

Grus La Grulla. Grupo delineado en 1603.

Horologium El Reloj. Registrada en 1750, fue llamada así en honor al reloj de péndulo de Galileo.

Hydrus La Serpiente Acuática. Se elaboró su mapa en 1603; no debe confundirse con la otra Hydra que es más grande y más antigua.

Indus El Indio. Definida en 1603, se le conoce también como el Indio Americano, porque recibió ese nombre durante la época de la exploración de América.

Lupus El Lobo. A pesar de ser una de las constelaciones conocidas por los antiguos, es relativamente pequeña y no tiene estrellas

conocidas.

Mensa La Mesa o Meseta. Llamada así en honor de un observatorio cercano a Cape Town, Sudáfrica.

Microscopium El Microscopio. Llamado así en 1750 junto con el telescopio (véase más abajo).

Musca La Mosca. En 1603 se le denominaba la Abeja. Luego Edmond Halley la llamó la "Abeja Voladora" y, posteriormente, se le conoció como "La Mosca".

Norma El Nivel o la Regla. Otra de las constelaciones nombradas en 1750; se refiere a la herramienta de los carpinteros.

Octans El Octante. En 1750 fue llamada así porque representaba la herramienta usada por los astrónomos para medir el ángulo entre el horizonte y los objetos celestiales. Esta herramienta se convirtió luego en un sextante y ha sido utilizada por los marineros de todas las épocas. Ha perdido importancia a partir de la aparición de los instrumentos de posicionamiento satelital (GPS) que permiten mediciones muy precisas de la posición de los objetos.

Pavo El Pavo Real. Johann Bayer consideró en su atlas de 1603 que era el ave sagrada de Hera, esposa de Zeus.

Phoenix El Fénix. Otra constelación que apareció en el Atlas de Bayer de 1603; fue llamada así por el mítico pájaro que fue consumido por las llamas y que luego surgió de las cenizas como un ave nueva.

Pictor El Pintor. Un grupo poco conocido de estrellas descrito por el astrónomo francés Nicholas-Louis de Lacaille que lo denominó "El Caballete del Pintor."

Plippis La Popa. El nombre se refiere a la popa de un barco, y se le ha relacionado con la embarcación mitológica *Argos*, en la que el héroe griego Jasón navegó en busca del Vello de Oro.

Pyxis La brújula.

Retículo La Red.

Sculptor El Escultor. Este grupo ocupa un lugar, extenso pero insignificante, en el cielo. El astrónomo francés de Lacaille originalmente lo denominó "El Taller del Escultor."

Telescopium El Telescopio. De Lacaille formó esta constelación agrupando estrellas de constelaciones más grandes y las denominó "Tubus Astronomicus."

Triangulum Australe El Triángulo del Sur. Agrupación de estrellas pequeñas registrada en 1603 por Bayer.

Tucana El Tucán. Definida por Bayer en 1603, se refiere a los conocidos pájaros tropicales de pico grande.

Vela Las Velas. Localizada en el cielo del sur, es una de las cuatro constelaciones definidas por el astrónomo de Lacaille al dividir la constelación denominada *Argos*, que incluye a Puppis, Pyxis y Carina.

Volans El Pez Volador. Agrupación definida por Bayer y registrada en el catálogo de 1603.

*Voces del Universo:**Carl Sagan (1934-1996) Cosmos (1980)*

Una galaxia está compuesta de gas y de polvo y de estrellas—miles y miles de millones de estrellas. Cada estrella puede ser un sol para otros seres. Dentro de una galaxia existen estrellas y mundos y, posiblemente, proliferaciones de cosas vivas, de seres inteligentes y de civilizaciones espaciales. Pero, desde lejos, una galaxia me hace pensar más en una colección de hermosos objetos encontrados—tal vez conchas, o corales—productos del trabajo de la naturaleza durante eones de vida en el océano cósmico.

Si la Vía Láctea no es una de las constelaciones, entonces, ¿qué es?

Y si estamos dentro de ella, ¿por qué podemos verla en el cielo?

La Vía Láctea es una galaxia que incluye al Sol, a la Tierra, al resto de nuestro sistema solar y a todas las estrellas que podemos ver. Vista desde el globo terráqueo, la Vía Láctea parece una banda de luz que se extiende sobre el cielo nocturno. Observamos brechas oscuras formadas por nubes de polvo y gas que bloquean la luz de las estrellas que están detrás. Los griegos veían esta nube blancuzca como “leche derramada” y esta idea prevaleció en el mundo occidental. Pero otras personas percibieron esta nube blanca en otra forma. Los esquimales del Ártico pensaban que era el camino nevado del Gran Cuervo, el dios juguetón que podía viajar entre cielo, Tierra y el fondo del océano—los tres mundos que componen su universo. Los tártaros del Cáucaso en Rusia veían a

un ladrón cargando consigo atados de paja robada. En el mundo musulmán, los creyentes pensaban que la Vía Láctea era el camino que conducía a los peregrinos a la ciudad sagrada de la Mecca. Y para los chinos era el río celestial, un camino que unía al cielo con la Tierra. Este río culminaba en un abismo en el que las madres del Sol y la Luna bañaban a sus hijos cada día, antes de ocupar sus posiciones en el cielo.

Ahora sabemos que nuestro Sol es únicamente *una* de cerca de los doscientos mil millones de estrellas que conforman la Vía Láctea. Podemos ver alrededor de tres mil estrellas en una noche clara, pero las estrellas de la Vía Láctea suman cuarenta millones de veces esa cifra.

Claramente, la Vía Láctea es enorme, como lo son otras galaxias, y los astrónomos utilizan diferentes maneras de describir grandes distancias en el espacio, donde millas o kilómetros pierden todo significado. La medida más frecuente es el *año luz*, que combina distancia, espacio y tiempo. Un año luz (abreviado *al*) es la distancia que viaja la luz en un año. La luz viaja a una velocidad de *186,000 millas por segundo* (299,792 kilómetros por segundo). Esto equivale a 5.88 billones de millas (9.6 billones de kilómetros). Es decir, un seis seguido de doce ceros. Recuerde que la luz del Sol se demora sólo ocho minutos en cruzar 93 millones de millas para llegar a la Tierra. Para distancias más grandes, la astronomía emplea una medida de distancia, *parsec*, que es igual a 3.26 años luz, o un poco más de diecinueve billones de millas (30 billones de kilómetros). El punto clave está en entender que cuando estamos hablando en años

luz, debemos darnos cuenta de que la distancia es tiempo. Cuando decimos que “una estrella está a diez años luz de distancia” queremos decir que la luz que vemos salió de la estrella hace diez años. Por esa razón, cuando miramos al espacio vemos a través del tiempo. ¿Se está sintiendo más insignificante todavía? Espere un poco. Estamos empezando a comprender lo grande que es esta galaxia, la vía Láctea tiene entre 100,000 y 130,000 años luz de diámetro.

Si pudiéramos verla desde un sitio externo a nuestra galaxia, la vía Láctea se vería como un disco con una gran protuberancia en el centro de unos 15,000 años luz de diámetro. En la protuberancia central hay un enorme número de estrellas más viejas. La protuberancia y el disco están rodeados por una esfera de estrellas a las que se les conoce como el halo. El halo está compuesto por estrellas viejas, agrupadas en densas bolas circulares llamadas *racimos globulares*. Alrededor de la protuberancia rota un disco más o menos circular—la Vía Láctea tiene un grosor de 10,000 años luz en su parte central y se aplana hacia los lados, donde se reduce su grosor a 2,000 años luz. Estrellas, polvo y gases salen del centro de la galaxia como si fueran brazos espirales similares a las paletas de una hélice giratoria. Estos brazos están delineados por luminosas estrellas y nubes de polvo y gas que denominamos *nebulosas* y en las cuales nacen las estrellas nuevas.

Claro está que podemos ver la Vía Láctea desde la Tierra, aunque seamos parte de ella, debido a su gran tamaño. Irónicamente, no podemos estar seguros de la exactitud de algunos datos, porque

estamos metidos en su interior. Las nubes de polvo y gases no nos permiten ver muy profundo hacia el centro de la galaxia. Sin embargo, durante la última década, gracias a los descubrimientos hechos por el Telescopio Espacial Hubble y el explorador COBE—satélite de exploración cósmica lanzado en 1988—ha sido posible obtener valiosa información con respecto a la Vía Láctea.

Nuestro sistema solar está situado en las afueras de la galaxia, como a unos 25,000 años luz del centro. La distancia entre las estrellas de nuestra sección de la Vía Láctea tiene un promedio de 5 años luz, pero las estrellas en el centro galáctico están amontonadas más densamente, casi cien veces más. Todas las estrellas y cúmulos de estrellas presentes en la Vía Láctea dan vueltas en la misma dirección. Por esta razón, todo el sistema galáctico parece rotar alrededor de un eje o núcleo.

Los astrónomos que estudian las ondas de radio y los rayos infrarrojos—que pueden penetrar las nubes—han descubierto que esta región central emite grandes cantidades de energía. A su vez, estudios realizados con telescopios especiales han descubierto una poderosa fuerza gravitacional que parece provenir del núcleo de la galaxia. Los astrónomos ahora sugieren que el centro de la Vía Láctea es un gigantesco *agujero negro*, un objeto invisible cuya fuerza gravitacional es tan grande que ni la luz puede salir de allí (véase más abajo).

¿Son parecidas todas las galaxias?

Desde los descubrimientos de Hubble en 1924, ha habido

numerosos cambios en la comprensión de las galaxias, a medida que la tecnología nos han permitido ver y entender cada vez más la formación de las estrellas. El Telescopio Espacial Hubble identificó tres clases de galaxias: *espirales*, *elípticas* e *irregulares*.

- Una galaxia espiral, como La Vía Láctea, está conformada por un conjunto de estrellas dispuestas en forma de disco aplanado, con una protuberancia central llena de estrellas viejas rodeada de un disco de estrellas más jóvenes. Se ha demostrado que las estrellas nuevas se forman continuamente a partir de gas y polvo provenientes de los brazos espirales. La Vía Láctea es una galaxia espiral en la que el Sol está situado en unos de los brazos espirales. Existe otro tipo de galaxia espiral descrita como una *espiral con barras* que tiene una franja recta de estrellas en el centro. Es como una palanqueta de gimnasio con pesos circulares en los extremos, de dónde salen los brazos de la galaxia.
- Las galaxias elípticas tienen formas variadas, que van desde círculos perfectos hasta globos aplanados. Aunque algunas se parecen a los balones de fútbol norteamericano, otras son más redondas, y algunas parecen balones de fútbol aplanados. No podemos determinar la forma verdadera de una galaxia, porque la vemos desde un sólo ángulo.

Las galaxias elípticas están compuestas por estrellas viejas y tienen

poco gas; entre ellas están las galaxias más grandes que conocemos, que pueden tener hasta un billón de estrellas. Algunas galaxias elípticas pueden rotar, aunque más lentamente que las espirales. Las elípticas tienen mucho menos polvo y gas que las espirales, de manera que no hay formación de estrellas nuevas. Parece que algunas galaxias elípticas se forman a partir de uniones de galaxias espirales. Pero esta unión no es “amigable” y parece más una colisión cósmica entre generaciones anteriores de galaxias espirales.

- Una subclase de las galaxias elípticas se denomina *galaxias radiales* y se cree que son también producto de la colisión de otras galaxias. Aunque estas galaxias emiten ondas de radio—una de las formas de radiación electromagnética que producen las estrellas—las que se originan en las galaxias radiales son mucho más potentes que las de las galaxias típicas. Con frecuencia, las emisiones más fuertes provienen de dos nubes que pueden extenderse millones de años luz a ambos lados de la galaxia. Un candidato para ser la fuente de toda esta cantidad de energía, como es el caso del núcleo de la Vía Láctea y posiblemente el del centro de todas las galaxias, es un gran agujero negro.
- Las galaxias irregulares, como su nombre lo indica, no tienen patrones ni estructura típica. La Gran Nube de Magallanes y la Pequeña Nube de Magallanes, que son visibles en el hemisferio sur, son ejemplos de galaxias irregulares. Fueron llamadas así en honor de Fernando de Magallanes (aprox. 1480-1521), quien primero las describió durante su intento de navegar

alrededor del globo. Magallanes murió en las Filipinas, pero su grupo completó la primera vuelta al globo y trajo descripciones de estas "nubes," que durante siglos nadie identificó como galaxias.

¿Qué galaxias están más cerca de la Vía Láctea?

Sólo tres de los miles de millones de galaxias del universo son visibles al ojo humano. Estas tres galaxias se ven como pequeños y borrosos parches de luz. En el hemisferio norte, la Galaxia Andrómeda, que está a 2.9 millones de años luz, aparece como un manchón de leche en el cielo; recuerde que a esa distancia está la luz de Andrómeda que vemos tiene cerca de tres millones de años—luz que empezó a viajar antes de la existencia del hombre sobre la Tierra. Su presencia fue registrada en 964 d.C. por el astrónomo árabe As-Sufi, quien lo llamó "pequeña nube." Andrómeda es nuestra galaxia espiral completa más cercana, y aunque es similar en estructura y composición a la Vía Láctea, es mucho más grande. Su diámetro es de 150,000 años luz, y puede contener cuatrocientos mil millones de estrellas, dos veces más que la Vía Láctea. Durante siglos, los astrónomos consideraron a Andrómeda como una "nébula," una nube de polvo y gas dentro de la Vía Láctea. (La definición astronómica moderna de *nébula* es una nube de gas y polvo de la cual nacen las estrellas.) Edwin Hubble descubrió que Andrómeda tenía muchas estrellas, y esto lo llevó a concluir que Andrómeda era *otra* galaxia, y que estaba a una grandísima distancia.

En el hemisferio sur pueden verse dos galaxias, ambas irregulares. La Gran Nube de Magallanes se extiende sobre las constelaciones Dorado y Mensa. Situada a 169,000 años luz de la Tierra, tiene cerca de un tercio del diámetro de la Vía Láctea. La Pequeña Nube de Magallanes está en Tucana, situada a una distancia de 180,000 años luz, y tiene un quinto del diámetro de la Vía Láctea.

En épocas más recientes fue descubierta otra galaxia denominada la Enana Sagitario, situada a unos escasos 80,000 años luz de distancia. Esta "enana elíptica" es una de las dos galaxias en miniatura que están cercanas a nosotros, pero son relativamente pálidas debido a la luminosidad vecina y por estar escondidas detrás de nubes de gas y polvo. Algunos astrónomos creen que la Vía Láctea se estrellará contra la Enana Sagitario y que ésta será engullida por nuestra galaxia que es mayor. No hay que preocuparse todavía, esto no sucederá sino hasta dentro de cien millones de años.

En uno de los recientes descubrimientos del Telescopio Espacial Hubble, anunciado en enero de 2001, las dos galaxias se veían unidas por una banda de gas y polvo que salía de una galaxia y era absorbida por otra. Existe la posibilidad de que las dos galaxias algún día se unan —más o menos en unos 20 millones de años.

Aunque estas galaxias son visibles para nosotros, son parte de lo que los astrónomos llaman el "Grupo Local," un cúmulo de treinta o más galaxias, cada una con sus movimientos propios, pero que se desplazan al unísono. Las galaxias están distribuidas en forma desigual en el espacio. Mientras algunas están aisladas en el

espacio, más del sesenta por ciento de las que conocemos están agrupadas en conjuntos llamados *cúmulos*. Los cúmulos de galaxias van en tamaño desde unas pocas docenas hasta varios centenares de ellas. Este “Grupo Local,” que suena como a “transporte colectivo cósmico,” es otro conglomerado de números imponderables. La región ocupada por el Grupo Local tiene un ancho de tres millones de años luz. Además de Andrómeda y de las Nubes de Magallanes, este grupo incluye otro sistema espiral grande, la Galaxia Triangulum, una espiral más pequeña que la Vía Láctea que órbita la Galaxia Andrómeda.

Todo esto puede parecer muy impresionante, pero es pequeño comparado con el Cúmulo Virgo. Situado a 50 o 60 millones de años luz de la Vía Láctea, es un *supercúmulo* compuesto por más de *dos mil galaxias*. Es suficientemente grande como para atraer al Grupo Local hacía él a una velocidad de cerca de un millón de millas (alrededor de 1.7 millones de kilómetros) por hora.

Y cuando ya pensábamos que las cosas no podían ser más grandes, el universo nos vuelve a sorprender. En enero de 2001, los astrónomos del Centro de Vuelos Espaciales Goddard, de la NASA, anunciaron haber encontrado un supercúmulo de galaxias que contenía miles de millones de estrellas—posiblemente el objeto más grande conocido en el universo. Situado a 6,500 millones de años luz, la luz proveniente de estas galaxias, descubierta con un telescopio del Observatorio Interamericano Cerro Tololo, en la cordillera de los Andes chilenos, comenzó su viaje cuando el universo era mucho más joven —cuando tenía aproximadamente un

tercio de la edad actual.

¿Cuándo una galaxia no es una galaxia?

Hace un tiempo, en la edad media de los aparatos electrodomésticos—por allá por la década de los setenta —se empezó a promocionar un nuevo tipo de televisor llamado “Quasar.” El nombre sonaba moderno y revolucionario en ese entonces. Los inteligentes especialistas en mercadeo habían adoptado una nueva palabra de la astronomía: *quasar*, uno de los grandes misterios del universo, cuya naturaleza y existencia todavía se explora y se trata de comprender.

Parte del fabuloso descubrimiento del enorme supercúmulo que tenía al menos once galaxias consistió en descubrir que tenía dieciocho quásares. Descubiertos en 1963, con el uso de radiotelescopios, se cree que los quásares son las fuentes de energía de las galaxias distantes. El nombre es el resultado de un acrónimo en inglés (*quasistellar radio source*: fuente de señal de radio cuasiestelar) pero a los quásares se los describe ahora como “objetos cuasiestelares” (OQS). Aunque el nombre significa “como una estrella”—dado que los quásares parecían estrellas—son muy diferentes a ellas. Están extremadamente lejos y, sin embargo, son muy brillantes, pues emiten más energía que cien galaxias gigantes. Los quásares pueden brillar con la energía de un billón de soles y, de acuerdo con teorías recientes, se cree que son galaxias con núcleos muy activos y brillantes posiblemente alimentados por agujeros negros. Los más lejanos están a doce mil millones de años

luz de la Tierra. Estas misteriosas fuentes de energía están localizadas en el borde del universo visible —en el mismo comienzo del tiempo.

Las galaxias parecen hélices, discos y balones de fútbol aplanados, ¿por qué los objetos espaciales no se parecen a las bananas o a los cubos de azúcar?

La manzana de Newton cae al suelo. La Luna cae sobre la Tierra. La Tierra cae sobre el Sol. El Sol cae hacia el centro de la Vía Láctea, la Vía Láctea cae sobre Andrómeda. El Cúmulo Local cae sobre el Cúmulo Virgo.

Una sola regla explica el comportamiento de la manzana y del supercúmulo: la gravedad. El “superpegamento” del universo. La atracción gravitacional es una de las propiedades fundamentales de la materia, la fuerza de atracción que une todos los objetos debido a sus masas, es decir, a la cantidad de materia de que están hechos. La ciencia nos enseña que hay cuatro fuerzas fundamentales en el universo: las *fuerzas nucleares fuertes y débiles*, que operan dentro de los átomos; la *fuerza electromagnética*, que le proporciona estructura a la materia; y la *gravedad*. Pese a ser la más débil de todas, la gravedad es la fuerza que observamos más fácilmente. Hasta un niño puede entender el concepto básico de gravedad cuando se cae de un columpio en el parque. La gravedad atrae los objetos que están sobre o cerca de la Tierra hacia ésta, ya sea la Luna, un meteorito o una flecha lanzada al aire. La gravedad retiene los gases calientes del Sol. Sostiene a los planetas en sus órbitas alrededor del Sol y a todas las estrellas de la galaxia en sus órbitas

alrededor de su centro.

La Tierra es redonda debido a la gravedad. El Sol, la Luna, los otros planetas y las estrellas, son también redondos porque la atracción gravitacional de cada pedacito de materia sobre otros pedazos de materia hace que se forme una bola—que es la forma de materia que requiere la menor cantidad de energía para mantenerse unida.

La fuerza gravitacional fue un enigma durante mucho tiempo. Aristóteles decía que los objetos más pesados caían más rápido que los livianos, y su punto de vista fue aceptado durante siglos. Pero, a comienzos de 1600, Galileo introdujo un concepto diferente. Galileo sostenía que todos los objetos caían con la misma aceleración a menos que la resistencia del aire o alguna otra fuerza los demorara. Galileo estaba “llegando al meollo del asunto” pero realmente fue Sir Isaac Newton quien mostró la conexión entre la fuerza que atrae los objetos a la Tierra y la forma en que se mueven los planetas. Newton se dio cuenta de que la misma fuerza que hace que los objetos caigan al suelo es la que produce mareas en los océanos, mantiene a la Luna en su órbita y propulsa a los planetas en sus interminables viajes alrededor del Sol.

Newton basó su trabajo en el cuidadoso estudio de los movimientos planetarios realizado con anterioridad por Tycho Brahe y Johannes Kepler. A partir de leyes descubiertas por Kepler, Newton mostró cómo la atracción gravitacional del Sol disminuía con la distancia. Infirió que la gravedad de la Tierra se comportaba de la misma forma.

La teoría de la gravitación establece que la fuerza gravitacional entre

dos objetos es proporcional al tamaño de las masas. Es decir, cuanto más grande sea la masa, mayor será la fuerza entre los dos objetos. La teoría habla de la masa y no del peso porque el peso de un objeto en la Tierra es realmente la fuerza que ejerce la gravedad de la Tierra sobre ese objeto. En los diferentes planetas, el mismo objeto tiene diferente peso, pero la masa siempre es la misma. La segunda parte de la teoría establece que la fuerza gravitacional es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia entre los centros de gravedad de los dos objetos. Por ejemplo, si la distancia entre los dos objetos se dobla, la fuerza entre ellos sería un cuarto de la atracción original. En otras palabras, esta es la razón por la cual un cometa aumenta su velocidad a medida que se acerca al Sol y disminuye cuando se aleja de éste —la fuerza gravitacional del Sol sobre el cometa disminuye cuando se aparta.

En 1915, Albert Einstein puso en crisis esta noción al mostrar que la teoría de Newton no era válida en ciertos casos como, por ejemplo, cuando se trata de explicar la órbita de Mercurio alrededor del Sol. La verdad es que la diferencia es pequeña, y todavía podemos confiar en Newton para explicar el comportamiento del universo.

Hitos en el universo

1895-1929

- 1895 Konstantin E. Tsiolkovski, un científico ruso, publica su primer artículo científico sobre los vuelos espaciales; en Rusia se le considera el "Padre de los Vuelos Espaciales." En 1903 propuso que el oxígeno líquido podía ser usado como combustible para los vuelos espaciales.
- 1896 El Observatorio Lick de California publica el primer álbum fotográfico de la Luna. Samuel Pierpont Langley pone a prueba su máquina de vuelo a vapor en el Potomac; vuela 1.2 kilómetros antes de estrellarse.
- 1901 Annie Jump Cannon completa la Clasificación de las Estrellas de Harvard. Se producen la primera máquina de escribir eléctrica, la primera aspiradora, la primera hoja de afeitar; se realiza la primera transmisión telegráfica por radio.
- 1903 Wilbur y Orville Wright realizan con éxito el primer vuelo en avión en Kitty Hawk, Carolina del Norte.

- 1905 Percival Lowell predice la existencia de un noveno planeta que órbita a Neptuno. Albert Einstein entrega su primer ensayo sobre la teoría de la relatividad, "Electrodinámica de los Cuerpos en Movimiento." Su teoría establece que la velocidad de la luz es constante para todas las condiciones, y afirma que el tiempo transcurre a diferentes velocidades para los objetos que están en movimiento relativo constante. El 25 de septiembre, Einstein publica su segundo ensayo sobre la relatividad, "¿Depende la Inercia de un Cuerpo de su Contenido de Energía? Expone su famosa relación entre masa y energía $E = mc^2$. Se inventa el primer teléfono con disco para marcar; la primera fábrica de aviones se inaugura cerca de París.
- 1906 Tiene lugar una misteriosa explosión cerca a Tunguska, Siberia, que asola una enorme región y derriba millones de árboles; no se encuentra meteorito alguno en el área ni se determina la causa de la explosión.
- 1909 Louis Blériot completa el primer vuelo exitoso a través del Canal de la Mancha volando desde Calais hasta Dover en treinta y siete minutos.
- 1910 Eugene Ely se convierte en la primera persona en despegar en avión desde la cubierta de un barco.
- 1911 Un meteorito del tamaño de una pelota de básquetbol mata a un perro en Nakla, Egipto, convirtiéndose en el primer caso en que un meteorito mata a un animal: setenta y cinco años más tarde los científicos determinan que ese meteorito provenía de Marte.
- 1912 El *Titanic* se hunde en su viaje inaugural. Es abolida la antigua tradición de tener astrólogos en la corte de China.

- 1914 Comienza la Primera Guerra Mundial
Robert Goddard comienza a desarrollar cohetes experimentales.
- 1915 Albert Einstein concluye su teoría de la gravitación conocida también como teoría general de la relatividad.
El avión alemán Fokker se convierte en el primer avión equipado con ametralladoras que pueden ser disparadas entre las aspas en movimiento de la hélice.
- 1918 Concluye la Primera Guerra Mundial el 11 de noviembre.
- 1919 El Smithsonian Institute publica la obra de Robert Goddard *Método Para Llegar a Alturas Extremas*. Goddard sugiere enviar un vehículo pequeño a la Luna utilizando cohetes. Es ridiculizado en la prensa.
- 1921 Einstein gana el premio Nobel de Física por su descubrimiento del efecto fotoeléctrico.
La palabra "robot" es acuñada por el dramaturgo checo Karel Capek en su obra sobre los seres mecánicos, *RUR*.
- 1922 Aleksandr A. Friedmann predice que el universo está en expansión, basado en las teorías de Einstein.
- 1924 Edwin Hubble demuestra que las galaxias son sistemas independientes y no partes del sistema de la Vía Láctea.
El Cohete al Espacio Interplanetario, de Hermann Oberth, es el primer recuento verdaderamente científico de las técnicas de investigación espacial. Introduce el concepto de "velocidad de escape."
- 1926 Robert Goddard lanza el primer cohete impulsado con combustible líquido que llega a una altura de 56 metros (184 pies) de altura y alcanza una velocidad de 60 millas (97 kilómetros) por hora.

- 1927 George F. Lemaître, sacerdote belga, propone que el universo fue creado a partir de una explosión de una concentración de materia y energía que él denomina "huevo cósmico o "átomo primordial," primera versión de la teoría del "Big Bang" sobre el origen del universo.
- Charles Lindbergh realiza el primer vuelo directo sin acompañante a través del Atlántico en 33.5 horas.
- Se funda en Alemania la Sociedad Para Viajes Espaciales. Entre sus miembros está Wernher von Braun, quien desarrollará los primeros cohetes que viajarán al espacio.
- 1929 Edwin Hubble determina la distancia de la constelación Andrómeda desde nuestro sistema solar.
- Hubble determina que cuanto más lejos está una galaxia, mayor es su velocidad de recesión (alejamiento) de la Tierra. La Ley de Hubble confirma que el universo está en expansión.
- Robert Goddard lanza el primer cohete que lleva instrumentos; va equipado con un barómetro, un termómetro y una cámara pequeña.

¿Qué son las estrellas y por qué titilan?

Las galaxias están llenas de estrellas, muchas de ellas, más de las que uno pueda llegar a imaginarse jamás. ¿El número diez mil trillones de estrellas le dice algo? Según un cálculo, si dividiéramos en números iguales todas las estrellas que existen, cada persona del mundo tendría que contar más de medio billón de estrellas. Si esto se hiciera a razón de mil estrellas por segundo, durante las veinticuatro horas del día, tomaría unos cincuenta años contarlas todas.

He aquí algunos datos básicos sobre las estrellas:

- La mayoría de ellas son incomprensiblemente enormes, y las palabras alcanzan a describirlas. El Sol es una estrella mediana, pero su diámetro es más de cien veces más grande que el de la Tierra.
- Las estrellas más grandes tienen un diámetro que es mil veces mayor que el del Sol. Sin embargo, hay estrellas que son más pequeñas que la Tierra, como las estrellas neutrón, que tienen un diámetro de doce millas (20 kilómetros).
- Las estrellas están muy, muy lejos. Inclusive las estrellas más grandes se ven como puntos en el cielo por estar tan distantes de la Tierra. Aparte del Sol, la estrella más cercana, está a 25 millones de *millones de* millas (40 millones de millones de kilómetros) de distancia.
- Las estrellas parecen titilar cuando las vemos desde la Tierra porque su luz viaja a través de las capas de aire que rodean la Tierra. El Sol es una estrella y no titila. Las estrellas se verían iguales al Sol si estuvieran tan cerca como éste. Las estrellas brillan todo el tiempo, pero sólo podemos verlas cuando el cielo es oscuro y claro a la vez, es decir cuando el Sol nos permite verlas.
- Por la noche, las estrellas se mueven a través del cielo como lo hacen el Sol y la Luna, pero el movimiento que percibimos es causado por la rotación de la Tierra, no por el movimiento de las estrellas. Las estrellas se mueven, pero su movimiento no puede ser visto debido a su lejanía de la Tierra. Es similar a lo

que sucede cuando vemos que un jet parece moverse perezosamente en el cielo a pesar de que su velocidad pueda ser de mil millas por hora, mientras que uno que vuela más bajo parece moverse más rápidamente. Los astrónomos miden las posiciones cambiantes de las estrellas, llamadas *movimientos propios*, comparando fotografías tomadas en intervalos regulares.

- Son muy, pero muy, muy viejas. La mayoría de las estrellas comenzaron a brillar hace 10,000 millones de años, pero en todo momento se están formando nuevas estrellas dentro de las nubes de gas y polvo de la Vía Láctea y de otras galaxias.

¿Cómo se forman las estrellas y por qué brillan?

La vida de la mayoría de las estrellas dura miles de millones de años. Naturalmente, nadie ha observado todo el proceso de vida de una estrella específica, es decir, su formación, cambios y finalmente su muerte. Sin embargo, los astrónomos han observado estrellas en los diferentes procesos de su existencia y han desarrollado teorías acerca de formación estelar a partir de leyes físicas y químicas conocidas.

Pero volvamos a reflexionar sobre el viejo gas y el polvo. Una estrella comienza su vida como una nube de gases interestelares formada básicamente de hidrógeno mezclado con polvo. Esta nube sufre los efectos de la presión y comienza a derrumbarse a causa de las fuerzas gravitacionales. Estas nubes en formación se ven como

oscuras manchas redondas frente a las estrellas brillantes y distantes de la Vía Láctea. La nube puede contener los residuos de una estrella que ha explotado o puede provenir de una colección de gases que sale de la superficie de estrellas gigantes. Los astrónomos nunca han visto una estrella cobrar la vida, pero sí han observado nubes interestelares oscuras y circulares que podrían ser estrellas empezando a formarse.

Con el paso de millones y millones de años, la nube de gas y polvo se contrae a medida que la gravedad la cohesiona. A medida que el material se compacta en forma de masa redonda, la presión del gas aumenta y las partículas son absorbidas a velocidades cada vez más rápidas. Mientras esta estrella se contrae, el gas del centro de la masa redonda adquiere temperaturas muy altas y la nube se convierte en lo que denominamos una *protoestrella*.

Cuando la temperatura del centro llega a niveles extremos, comienza una reacción de *fusión* nuclear. Los átomos de hidrógeno del centro se convierten en átomos de helio y esta fusión genera cantidades considerables de energía nuclear. Como resultado de estas reacciones, se forma un núcleo de helio a partir de cuatro núcleos de hidrógeno. Esta reacción de fusión produce energía. Esta energía que es similar a la producida cuando explota una bomba de hidrógeno. La energía producida calienta el gas que rodea al centro y este gas caliente comienza a brillar.

¡Ha nacido una estrella!

¿Qué es el polvo estelar?

“De la tierra a la tierra, de las cenizas a las cenizas y del polvo al polvo” señalan las palabras de las ceremonias fúnebres del Libro de Oraciones. Qué poético y qué acertado. El espacio no es la frontera final, ¡sino una gran caneca de reciclaje!

Las estrellas nacen de los restos de las estrellas viejas. Algunas estrellas mueren en explosiones que generan una nube que contiene el helio y los elementos pesados que conformaban la estrella anterior. Con el tiempo, el material de esta nube se mezcla con gases interestelares y este gas enriquecido es el material del cual se formarán estrellas nuevas. Por ejemplo, el Sol—y la Tierra y los demás planetas del sistema solar—se formaron hace 4,600 millones de años a partir de material—polvo estelar—enriquecido por generaciones anteriores de estrellas. La mayoría del polvo de las estrellas proviene de generaciones anteriores de estrellas que completaron sus ciclos de vida y expulsaron su material al espacio interestelar. El oxígeno del aire, el hierro en la sangre y el calcio de los huesos, es decir, todos los átomos de nuestro cuerpo con excepción de los de hidrógeno, se formaron en el interior de estrellas que explotaron mucho antes de que se formara el sistema solar.

Los gigantes rojos, las enanas blancas y los agujeros negros.

¿Cómo cambian y mueren las estrellas?

Sucede algo parecido a lo que pasa en Hollywood. Después de que una estrella brilla por su actuación, empieza a cambiar lentamente, como le sucede al humilde y encantador actor joven cuyo ego se apodera de él cuando adquiere fama.

En el espacio, después de que una estrella comienza brillar, comienza a cambiar lentamente. La velocidad de los cambios de una estrella depende de la rapidez del proceso de producción de energía nuclear. La velocidad de este proceso, a su vez, depende de la masa de la estrella. A mayor masa, mayor luminosidad y temperatura—y mayor velocidad de cambio. ¡La analogía con los actores de Hollywood se mantiene!

Las estrellas que tienen una masa diez veces mayor a la masa del Sol se demoran unos pocos millones de años en cambiar. Las estrellas más pequeñas, que tienen una masa equivalente a un décimo de la masa del Sol tardan miles de millones de años en cambiar. Una estrella cambia cuando su fuente de hidrógeno disminuye y, cuando esto ocurre, el centro de la estrella se contrae y aumentan la temperatura y la presión dentro de este centro. Paralelamente, la temperatura de la parte externa empieza a disminuir. La estrella se expande considerablemente y se convierte en un *gigante rojo*.

Lo que ocurra después de la fase de gigante rojo depende de la masa de la estrella. Una estrella con una masa parecida a la del Sol libera al espacio sus capas exteriores, que se ven como gas brillante, y a las cuales se denomina *nebulosas planetarias*. El núcleo que queda después de expulsar esas capas se enfría y la estrella se convierte en *enana blanca*. Una estrella que tenga tres veces la masa del Sol se convierte en una *supergigante*. Dentro del núcleo de ésta se pueden formar algunos elementos tan pesados como el hierro, y éstos pueden explotar convirtiendo la estrella en una *supernova*. Si

después de la explosión de la supernova ésta tiene menos de tres veces la masa del Sol, se convierte en una *estrella de neutrones*. Si una estrella queda con más de tres veces la masa del Sol, se colapsa y se convierte entonces en un agujero negro.

Voces del Universo:

Dr. Michael García, Centro de Astrofísica Harvard-Smithsonian (Enero de 2001)

Al detectar tan poca energía en estos candidatos a agujeros negros tenemos nuevas pruebas de que hay acontecimientos en el horizonte de eventos. Es extraño pensar que hayamos descubierto algo—sin haber visto nada, pero eso es, en esencia, lo que hemos hecho.

¿Alguien ha encontrado un agujero negro?

Los agujeros negros han sido comparados con un gato negro en un sótano oscuro. Con un pájaro negro en el cielo nocturno, o con una aspiradora o el sifón de una bañera en el espacio capaces de “tragarse” todo a su alrededor. Han inspirado películas, mitos, y han producido a muchos dolores de cabeza —un objeto del espacio cuya gravedad es tan grande, que nada en teoría puede escapar de él, ni siquiera la luz. Un agujero negro, si hubiese sonido en el espacio, haría un estruendoso ruido de succión.

Hoy en día se considera que los agujeros negros son el último capítulo evolutivo de las grandes estrellas—las que tienen, al menos, de diez a quince veces la masa del Sol. Los astrónomos

creen que un agujero negro se forma cuando a una gran estrella se le agota su combustible nuclear y se destruye y comprime debido a su propia fuerza de gravedad. Mientras están quemando el combustible, las estrellas producen un empuje que contrarresta la acción de compresión de la gravedad. Pero una vez agotado el combustible, la estrella no puede soportar su propio peso y, en consecuencia, explota produciendo una supernova. La explosión expulsa las capas más externas, y el núcleo que queda comienza a comprimirse hasta un punto en que toda la masa de la materia está concentrada con una densidad infinita. La fuerza gravitacional es muy fuerte en los puntos cercanos al agujero negro porque la materia está concentrada en un único punto central. Los físicos llaman este punto una *singularidad*. Se cree que es mucho más pequeño que el núcleo de un átomo. Los rayos de luz emitidos por la estrella quedan atrapados en ella. Debido a que no puede salir luz alguna, se le denomina agujero negro.

Existen dos clases de agujeros negros, los que rotan y los que no lo hacen. Ambos tienen una superficie esférica llamada horizonte de eventos de la cual no puede salir absolutamente nada. El radio de este horizonte de eventos es utilizado por los astrónomos para especificar el tamaño del agujero negro. Una vez que un objeto pasa por este horizonte de eventos, desaparece de nuestro universo para siempre. O, como dice Porky: "Esto es todo, señores."

Debido a que los agujeros negros son invisibles, los astrónomos sólo tienen pruebas indirectas de su existencia. Nadie ha descubierto un agujero negro, pero pocos dudan que existan. La mayoría de los

astrónomos considera que la Vía Láctea, nuestra galaxia, contiene agujeros negros. Las pruebas provienen de observaciones de rayos X emitidos por un par de estrellas que se orbitan mutuamente y que se denominan *estrellas binarias*. En los últimos años, a partir de observaciones obtenidas por el Telescopio Espacial Hubble y el Observatorio de Rayos X Chandra, los astrónomos han obtenido pruebas de al menos siete agujeros negros en la Vía Láctea y en una galaxia cercana. Cada sistema es una fuente de intensos rayos X, lo cual llevaría a pensar que tiene una *estrella de neutrones* o una estrella muy pequeña que se ha comprimido hasta un estado superdenso o "agujero negro."

En 1994, los astrónomos utilizaron el Telescopio Espacial Hubble para buscar pruebas de la existencia de un agujero negro en el centro de la galaxia M87. Esta galaxia está en la constelación Virgo, a 50 millones de años luz de distancia de la Tierra.

Recientemente, los dos observatorios espaciales de la NASA, Hubble y Chandra, proporcionaron lo que podría ser la mejor prueba de la existencia de un horizonte de eventos, característica inequívoca de un agujero negro. Un horizonte de eventos es el límite alrededor del cual nada puede escapar. Los agujeros negros son los únicos objetos que pueden tener un horizonte de eventos. En el 2001, diferentes grupos de investigadores encontraron evidencia nueva de agujeros negros. Si un objeto fuera un agujero negro, se escaparía una pequeña cantidad de energía antes de llegar al horizonte de eventos. Según palabras de un miembro del grupo de Chandra: "Ver escapar esta pequeñísima cantidad de materia de la fuente de un

agujero negro es como sentarse en contra de la corriente y ver el agua desaparecer sobre el borde. La explicación más directa de nuestras observaciones es que estos objetos tienen horizonte de eventos y, por tanto, son agujeros negros."

Otro científico, Joseph Dolan, del Centro de Vuelos Espaciales Goddard de la NASA, pasó años buscando un horizonte de eventos, y anunció la existencia de uno a comienzos del 2001. Al examinar las pruebas proporcionadas por un objeto encontrado en la Vía Láctea denominado Cygnus XR-1, Dolan observó brotes de radiaciones ultravioleta brillantes que desaparecían. En la teoría del agujero negro, cuando una ampolla de gas caliente llega al horizonte de eventos—el punto teórico de no hay retorno—el inmenso tirón de la gravedad estira tanto las ondas de la luz que dejan de ser visibles. Las teorías, claro está, no pueden ser demostradas, sólo pueden ser refutadas. No importa cuántas veces el resultado de un experimento esté acorde con la teoría, no hay certeza de que un futuro experimento o prueba no la pueda refutar. Pero cada vez que los datos corroboran la teoría, ésta adquiere mayor validez. Las pruebas recientes refuerzan la teoría de los agujeros negros. Como indicara Dolan al anunciar su descubrimiento, "Si estuviésemos tratando de condenar en una corte a Cygnus XR-1 de ser un agujero negro, ganaríamos el caso civil por la preponderancia de las pruebas, pero no ganaríamos el caso criminal que demanda probar la culpabilidad más allá de una duda razonable."

GUÍA DE TÉRMINOS ESTELARES

Las estrellas pueden clasificarse en diferentes formas como, por ejemplo, según su brillo, color, tamaño y masa. Recuerde: La masa es la cantidad de materia que contienen, lo cual es diferente al tamaño o al peso. Un objeto muy grande puede estar compuesto de gas y entonces su masa será pequeña. Un objeto pequeño puede constar de material muy denso y por tanto tendrá una mayor masa. Entonces, una pelota de playa o un globo pueden ser muy grandes y tener menor masa que una canica o que una pelota de golf. (Recuerde también que la masa y el peso no son lo mismo; el peso de algo depende de su localización en el espacio; pero la masa permanece constante, no importa dónde se encuentre el objeto. Usted pesa más en la Tierra que en la Luna pero su masa no cambia.)

La siguiente lista de palabras y términos es un resumen de algunos de los conceptos fundamentales relacionados con las estrellas y con sus ciclos de vida.

Estrellas Binarias Son pares de estrellas que se mueven en órbitas alrededor de un centro de masa común. La mayoría de las estrellas son binarias e inclusive múltiples. Por ejemplo, el sistema de estrellas más cercano al Sol, el Alfa Centauro es una estrella binaria.

Existen diversas categorías de binarias:

- **Binarias Eclípticas**—estrellas dobles que consisten de pares de estrellas moviéndose una alrededor de la otra. Las estrellas orbitan de tal manera que periódicamente una bloquea la luz de la otra.

- Binarias Visuales —estrellas que al ser vistas a través de un telescopio parecen dos estrellas dando vueltas una alrededor de la otra. Una revolución de estas estrellas puede durar cien años.
- Binarias Espectroscópicas—estrellas que parecen estrellas individuales, aún a través del telescopio. Están tan unidas que no pueden verse de manera individual, y reciben el nombre del espectroscopio, aparato que esparce luz en un espectro, una banda de colores similar a la del arco iris. Algunas características del espectro identifican la luz como proveniente de una binaria. Las binarias espectroscópicas completan sus revoluciones alrededor de cada una en unos pocos días o pocos meses.

Enana Marrón: En esencia, es una estrella que no se graduó. Una enana marrón es un objeto espacial más pequeño que una estrella, pero más pesado que un planeta. Difíciles de detectar, las enanas marrón no tienen suficiente masa para dar origen a reacciones nucleares en sus centros. La primera fue captada en 1995 en la constelación Lepus. Tiene de veinte a cuarenta veces la masa de Júpiter, pero emite solamente uno por ciento de la radiación de la estrella más pequeña que se conoce.

Estrellas de secuencia principal: Son estrellas “ordinarias” como el Sol. Constituyen el noventa por ciento de las estrellas que pueden verse desde la Tierra. Entre ellas hay estrellas de numerosos colores y grados de brillantez. Las estrellas de secuencia principal tienen

diámetros medianos. Son mucho más pequeñas que las gigantes y las supergigantes, y a veces se las conoce como enanas de secuencia principal. Todas las estrellas de secuencia principal convierten el hidrógeno en helio a partir de fusión nuclear en su núcleo. Las estrellas de tamaño mediano conocidas como “estrellas enanas” son casi tan grandes como el Sol. Sus diámetros varían desde un décimo del diámetro del Sol hasta diez veces su tamaño.

Nebulosa: Una nube de gas y polvo en el espacio —usualmente brillante debido a que refleja, absorbe o irradia luz de las estrellas cercanas. Estas son consideradas las “fábricas” o lugares de generación de nuevas estrellas. Algunas nebulosas (*nebulosas planetarias* o *restos de supernovas*) son producto del gas expulsado por estrellas que agonizan. Las nebulosas se clasifican de acuerdo con su emisión, absorción o reflexión de luz.

- **Nebulosa de Emisión** —una nebulosa, como la de Orion, que brilla intensamente porque su gas recibe la energía de las estrellas que se han formado dentro de ella.
- **Nebulosa de Reflexión** —una nebulosa como la que rodea las estrellas de la agrupación de las Pléyades, en la cual la luz del Sol refleja los granos de polvo dentro de ella.
- **Nebulosa Oscura** —una nube densa compuesta de hidrógeno molecular que absorbe parcial o completamente la luz que tiene detrás, como es el caso de la nebulosa Cabeza de Caballo en Orion. La Nebulosa del Cangrejo, la más famosa de los residuos de las supernovas, que fue llamada así por su forma de cangrejo, es una nube de gas que está a 6,000 años luz de

la Tierra en la constelación Taurus. Son los restos de una estrella que, de acuerdo con los registros chinos, explotó el 4 de julio de 1054 y se vio como un punto brillante de luz—y que ahora se sabe que es una supernova. En su centro había un púlsar que resplandecía treinta veces por segundo.

Estrella de Neutrones: La próxima vez que usted quiera insultar a alguien por falta de inteligencia, le podría decir algo como “usted es tan denso como una estrella de neutrones.”

Las estrellas de neutrones son las más pequeñas. Son estrellas que se han comprimido hasta un estado “superdenso” en el cual los átomos se han integrado, sus electrones se han apretujado entre los protones convirtiéndoles en neutrones. (Para aquellos cuyos recuerdos de las clases de ciencias se limitan a los mecheros defectuosos y a la disección de ranas, los neutrones son uno de tres componentes de un átomo: los protones y neutrones están contenidos en el núcleo central rodeados por los electrones.) Se cree que estas pequeñas estrellas superdensas se forman cuando las grandes estrellas explotan como supernovas, proceso en el cual los protones y los electrones de los átomos de la estrella se integran debido a su gran fuerza gravitacional. Las estrellas neutrón se comportan como las estrellas normales, pero son tan compactas que un fragmento del tamaño de un cubo de azúcar pesaría tanto como toda la población del mundo. Tienen la misma masa del Sol, pero son tan compactas que sólo tienen doce millas (20 kilómetros) de diámetro.

Novas: Este término es algo, confuso especialmente si uno piensa que "nova" quiere decir "nuevo." Si usted es de los que cree que nos estamos refiriendo a un tipo de pescado que combina muy bien con *bagels*, pues tiene que actualizarse. Una nova es una estrella que se ilumina intensa y rápidamente, permanece brillante durante algunos días y luego se desdibuja gradualmente hasta tener su apariencia pálida. Se cree que las novas son el resultado de una explosión de materia que se acumula en la superficie de una enana blanca (véase más abajo) en un sistema binario.

Nebulosa Planetaria: A pesar de su nombre, no tiene nada que ver con los planetas. Es la envoltura gaseosa liberada por una estrella gigante roja, etapa cercana a la muerte de una estrella. Esta capa de gas se ilumina debido a los fotones ultravioleta que se escapan de la enana blanca caliente que queda. Se cree que este residuo de las estrellas agonizantes se convierte en material nuevo para la formación de estrellas nuevas como parte del reciclaje cósmico.

Púlsar: Se cree que son estrellas de neutrones giratorias que emiten pulsos regulares de energía. Fueron descubiertas en 1967.

Gigante Roja: Una estrella grande y brillante, que tiene de diez a cien veces la masa del Sol; tiene la superficie fría y se piensa que está cercana al final de su ciclo de vida. La temperatura relativamente baja de esta estrella le da su color rojizo. A medida que la estrella gasta su combustible, se expande, su superficie se enfría y libera su atmósfera exterior (que se convierte en una nebulosa planetaria). El diámetro de Aldebarán, por ejemplo, mide cerca de cuarenta y cinco veces más que el del Sol. Las estrellas

más grandes en su fase gigante se denominan *supergigantes*.

Supergigantes: Son las estrellas más grandes y más luminosas de las que conocemos. Son las estrellas agonizantes, cuyo diámetro es hasta mil veces mayor que el del Sol. Son estrellas de gran masa, que han gastado todo el combustible de hidrógeno y han comenzado a expandirse y a enfriarse. Son las estrellas más grandes, y entre ellas están Antares y a Betelgeuse. Antares tiene un diámetro 330 veces más grande que el del Sol. Betelgeuse se expande y se contrae. Su diámetro varía entre 375 y 595 veces el del Sol. Algunas supergigantes, como Betelgeuse, brillan con un color rojo, aunque otras supergigantes, como Deneb, brillan con luz azul, lo que indica que tienen temperaturas más altas.

Supernova: Es la explosión de una supergigante. Es la muerte explosiva de una estrella que adquiere la luminosidad temporal de 100 millones de soles o más. Una supernova puede brillar tan intensamente como una pequeña galaxia durante unos días o semanas. Los astrónomos piensan que esto puede ocurrir en una galaxia grande una vez cada cien años. La supernova más famosa ocurrió en la Vía Láctea en 1054 y produjo una enorme nube de gas en expansión denominada la Nebulosa del Cangrejo. La Nebulosa del Cangrejo tiene una estrella de neutrones en rotación —una estrella pulsar—en su centro.

Estrella Variable: Las propiedades de estas estrellas, como el brillo, varían dependiendo de sus pulsaciones.

Enana Blanca: Es una estrella pequeña, caliente y densa que se encuentra en el último estadio de la vida de una estrella como el

Sol. Ocurre después de que un gigante rojo libera sus capas externas en forma de nebulosa planetaria; esta es la última etapa de una estrella agonizante y da lugar a estrellas superdensas que tienen el tamaño de una planeta, pero son tan pesadas como las estrellas normales. Las enanas blancas constituyen el diez por ciento de las estrellas de la Vía Láctea. La mayoría son mucho más calientes que el Sol, pero no son tan luminosas, dado su tamaño.

La gravedad comprime los electrones y los protones de una enana blanca de forma increíble. Una cucharada del material de este tipo de estrella pesaría varias toneladas en la Tierra. Se cree que son los restos "encogidos" de estrellas que han agotado sus fuentes de energía y, en consecuencia, se enfrían y su luz se debilita. Los astrónomos sugieren que la gravedad contenida dentro de las enanas blancas las ha encogido a su pequeño tamaño. La enana blanca más pequeña, la estrella Van Maanen, tiene un diámetro de 5,200 millas (8,370 kilómetros) — menos que la distancia de occidente a oriente de Asia. Las enanas blancas son mucho más pequeñas que las estrellas de secuencia principal, pero sus temperaturas son mayores. Las enanas blancas no poseen una fuente de energía a partir de la fusión. En algún momento perderán su resplandor y quedarán hechas ascuas, como le sucederá a nuestro Sol en 5,000 ó 7,000 millones de años.

¿Quién les pone nombre a las estrellas?

Gracias a la película *Beetlejuice*, protagonizada por Michael Keaton, Betelgeuse es una de las pocas estrellas cuyo nombre es reconocido

por todo el mundo, además de la Estrella del Norte, cuyo verdadero nombre es Polaris. Es un nombre árabe que significa la "Axila del Gigante." Varios nombres de estrellas son árabes porque después de la caída de Roma y durante el período medieval en Europa, la mayoría de la astronomía científica era practicada por los árabes. Durante el Renacimiento, cuando el conocimiento griego fue introducido en Occidente, se conservaron muchos de los nombres árabes de las estrellas. Aún así, había demasiadas estrellas por nombrar, y por esto en 1603 el astrónomo alemán Johann Bayer instituyó una forma sistemática de identificar las estrellas en su libro *Uranometría*. Bayer asignó a cada estrella una letra griega minúscula seguida del nombre posesivo de la constelación en que ésta se encontraba. Desde entonces, a medida que nuestro conocimiento del universo ha crecido, también ha mejorado la clasificación de las estrellas. Annie Jump Cannon, una de las grandes "estrellas" de la astronomía y científica del Observatorio de Harvard, afirmó alguna vez, "Clasificar las estrellas es el problema más grande que se le ha presentado a la mente humana." Luego clasificó casi todas las 250,000 estrellas que se encuentran en el catálogo del Observatorio de la Universidad de Harvard.

En 1919 se fundó la Unión Astronómica Internacional (UAI) para promover y proteger la astronomía. Este grupo se encargó de coordinar y mantener en orden todos los sistemas de clasificación de las estrellas. En 1930, la UAI se convirtió en la autoridad reconocida con respecto a la identificación y clasificación de todos los objetos celestes, es decir, también todas las otras cosas que

encuentran los astrónomos además de las estrellas.

Sólo unas pocas estrellas tienen nombres. Los antiguos observadores del firmamento nombraron las estrellas más radiantes como Betelgeuse y Rigel en la constelación Orion. Pero los astrónomos y los observadores del cielo utilizan diferentes sistemas para reconocer las estrellas y demás objetos nocturnos. La mayoría de las estrellas en un atlas del cielo ha sido clasificada de acuerdo con la nomenclatura Bayer, en la cual una letra griega denota la luminosidad de la estrella en una constelación particular ("alpha" es la más radiante y "omega" es la menos brillante) y existe una abreviatura de tres letras para la constelación. En otras palabras, Sirio, la estrella más luminosa de todas, que forma parte de la constelación del Can Mayor, se conoce oficialmente como α Cma. Los astrónomos han encontrado constelaciones con más de veinticuatro estrellas (el número de letras griegas) y han utilizado números y letras del alfabeto romano. A medida que se perfeccionaron los telescopios, se desarrollaron nuevos sistemas para clasificar otros objetos, además de las estrellas, que se iban encontrando. Uno de los sistemas recientes de clasificación, el Catálogo Messier, fue compilado en el siglo XVIII por el astrónomo francés Charles Messier; las estrellas nombradas por Messier siempre comienzan con la letra M (Andrómeda, por ejemplo, es conocida como M31). En 1786, William Herschel publicó el *Catálogo de las Nebulosas*, que se convirtió en el Nuevo Catálogo General (NCG) desarrollado para organizar cientos de objetos recientemente descubiertos-agrupaciones de estrellas, nebulosas y galaxias. Su suplemento es

el Catálogo Indexado (IC). A pesar de que estos listados se encuentran en la mayoría de los libros sobre el firmamento, los nombres nuevos de las estrellas y otros objetos son propiedad de la UAI y no pueden —aparentemente—ser comprados.

Pero, cada año, especialmente alrededor del día de San Valentín, se oyen anuncios de empresas que venden la posibilidad de bautizar una estrella con el nombre de quien recibe este privilegio como regalo. Prometen registrar el nombre en algún libro y enviar una placa y un documento de certificación. Si usted ha comprado una de estas estrellas de regalo, puede ser que se la agradezcan muchísimo, pero no tiene validez en el mundo de la astronomía. Así que, si a usted lo convencieron de esto, cuídese de que quieran venderle el Puente de Brooklyn o una fabulosa propiedad en la Florida. La mejor forma de que le pongan el nombre de uno a algo es ... descubriéndolo—¡como en el caso de un nuevo cometa!

¿Existen otros sistemas solares en el espacio?

Ahora que tenemos un mayor dominio de la inmensidad del universo, viene la pregunta obvia. ¿Existen otros planetas? ¿Otras Tierras? ¿Es posible, como sugieren algunos científicos, que la Tierra sea un extraordinario accidente, una en muchos miles de millones de posibilidades? ¿O existirán otras Tierras en la inmensidad del universo?

Hasta comienzos de 1990 la respuesta era "tal vez." Pero a partir de 1995 hemos logrado reunir un impresionante conjunto de datos. Sí, existen otros planetas allá lejos. A comienzos de 2001 se habían

descubierto cuarenta planetas "extrasolares," aunque diferentes al concepto de planeta que tenemos y muy diferentes a la Tierra.

Pero este punto de vista también está cambiando. En el año 2000 se obtuvo evidencia de la posible existencia de otros nueve o diez planetas circulando alrededor de las estrellas. Como bien lo expresara Geoffrey Marcy, investigador de la Universidad de California en Berkeley, "Estamos en un momento en el que estamos encontrando planetas más rápidamente de lo que podemos investigarlos y escribir resultados."

Algunos descubrimientos recientes publicados en la revista *Nature* del 4 de enero de 2001 sugieren la posibilidad de que numerosas estrellas cercanas pueden tener los mismos componentes de los sistemas solares. Algunos investigadores han encontrado cantidades sorprendentes de gas hidrógeno, crítico para la formación de planetas gigantes como Júpiter, circulando alrededor de tres estrellas cercanas. El estudio reportado en *Nature* halló suficiente hidrógeno alrededor de una de las estrellas como para formar seis planetas similares a Júpiter. Unamos esto a la idea de que esos gigantes gaseosos son necesarios para la formación de planetas más pequeños como la Tierra, y tendremos las bases teóricas de los planetas y su papel en la formación de sistemas solares. De acuerdo con las teorías de formación de sistemas solares, los gigantes gaseosos son un requisito fundamental para el desarrollo de planetas más pequeños que puedan sustentar vida. Los gigantes gaseosos actúan como "aspiradoras" cuya gravedad limpia asteroides potencialmente peligrosos y cometas.

Las tres estrellas en ese estudio son *relativamente* jóvenes—tienen entre ocho y treinta millones de años—comparados con la edad de nuestro Sol de cinco mil millones de años. Cada estrella está a menos de 260 años luz de distancia.

Es claro que la búsqueda de otros planetas y el creciente número de ellos que estamos encontrando nos hace pensar en la pregunta que más atrae a la persona común y corriente que está menos interesada en cosmología y en el futuro del universo ¿Estamos solos?

Hitos en el universo

1930-1945

- 1930 Clyde Tombaugh descubre el planeta Plutón el 18 de febrero.
- 1934 El ingeniero Wernher von Braun desarrolla un cohete impulsado con combustible líquido que alcanza una altura de 1.5 millas (2.6 kilómetros).
- 1936 La Alemania de Hitler construye en Peenemünde una base secreta para la construcción de cohetes experimentales con combustible líquido.
- 1937 Japón invade China.
Se realizan los primeros ensayos con cohetes en la Estación Experimental de Peenemünde en el Báltico; uno de los directores del proyecto es Wernher von Braun.
Frank Whittel construye el primer avión de propulsión a chorro (jet).
El asteroide Hermes, de alrededor de una milla de ancho, se acerca a un millón de millas de la Tierra —la aproximación más cercana de un cuerpo espacial grande (con excepción de la Luna).

- 1938 Hans Bethe y Carl Friedrich von Weizsäcker, de manera independiente, proponen la teoría de la causa de la energía producida por las estrellas: la fusión nuclear del hidrógeno para producir helio. Este concepto básico es aceptado en la actualidad con algunos cambios pequeños.
- Otto Hahn logra dividir el átomo de uranio, abriendo la posibilidad de generar una reacción en cadena como las de las bombas atómicas; en marzo, Lise Meitner se escapa de Austria, controlada por los nazis, y se va a Suecia, llevándose el problema de la división del átomo; en enero de 1939 escribe un ensayo que dará pie a los trabajos por desarrollar una bomba atómica.
- 1939 J. Robert Oppenheimer que será el director del Proyecto Manhattan, calcula que si la masa de una estrella es 3.2 veces mayor que la masa del Sol, tendrá lugar un colapso de la estrella ocasionado por la falta de radiación interna y la masa de la estrella se concentrará en un punto creando lo que se conoce como un "agujero negro."
- La aerolínea PanAmerican introduce vuelos trasatlánticos comerciales regulares.
- 1941 El ataque japonés a Pearl Harbor, el 7 de diciembre, precipita la entrada de los Estados Unidos a la Segunda Guerra Mundial. Un día antes, el presidente Roosevelt había firmado la orden de desarrollar el proyecto de la bomba atómica que se lanzaría sobre Japón en 1945.

1944 Las fuerzas armadas alemanas comienzan a utilizar la bomba volante V-1, impulsada por un motor de propulsión a chorro, contra el Reino Unido; en septiembre entra en operación una bomba impulsada por un cohete de combustión líquida, la V-2.

La teoría del origen del sistema solar de Carl Friedrich von Weizsäcker es aceptada ampliamente; según ella, pequeños cuerpos denominados *planetesitísimales* se atraen mutuamente para formar los planetas.

1945 Alemania se rinde el 7 de mayo; Hiroshima es bombardeada el 6 de agosto con una bomba atómica de uranio. Una bomba de plutonio destruye a Nagasaki el 9 de agosto; Japón se rinde el 14 de agosto.

Se establece el Centro de Experimentación en Cohetería de White Sands, Nuevo México, Estados Unidos. Muchos antiguos científicos nazis, reclutados por el ejército norteamericano, trabajarán en él para impulsar el desarrollo espacial en los Estados Unidos.

Muere Robert Goddard.

Parte IV

El audaz asalto

Oscuridad, oscuridad, oscuridad. Todo penetra a las tinieblas. A los espacios interestelares vacíos, lo vacío a lo vacío.

T. S. ELLIOT, Cuatro Cuartetos, 1940

Soy un pasajero en la Nave Espacial Tierra.

R. Buckminster Fuller Manual de Operación para la Nave Espacial Tierra, 1969

La Verdad está allá afuera.

Los Archivos X



¿Cómo cambiaron la historia un satélite del tamaño de una pelota de básquetbol y una perra llamado Laika?

¿Fue Wernher von Braun un criminal de guerra?

¿Caminó realmente el hombre en la Luna?

¿Fue fiel a la realidad la película *A polo 13*?

¿Quiénes eran los "13 de Mercurio"?

¿Qué le pasó al trasbordador espacial *Challenger*?

Celulares y Speedos: NASA, ¿qué ha hecho por mí últimamente?

Regreso al futuro: El regreso de John Glenn al espacio, ¿fue bueno

para la ciencia o sólo una maniobra publicitaria?

Si uno rompe un espejo en el espacio, ¿quiere decir que va a tener siete años de mala suerte?

Espacio, inodoros y sexo: ¿Cómo funcionará la estación espacial?

¿Ha sido alguien secuestrado por extraterrestres?

¿Quién anda a la búsqueda de la vida?



LA NASA REDUCE LOS OBJETIVOS DE SUS MISIONES. Prepárese para la aventura...

En abril de 1997, *Celestis I*, un cohete de una nueva generación de naves espaciales comerciales, salió disparada al espacio con un contenido extraño. En lugar de llevar equipos de telecomunicaciones o instrumentos para medir el clima, este pequeño satélite llevaba los restos cremados de veinticuatro personas. Esta misión tenía como objetivo llevar a cabo el primer entierro de seres humanos en el espacio. Entre los restos que se enviaban estaban los de Gene

Roddenberry, creador de *Star Trek*, Gerard K. O'Neill, promotor de la colonización espacial, y el gurú psicodélico de la década de los sesenta, Timothy Leary. De las cenizas a las cenizas. Del polvo al polvo espacial

El universo, sabemos en la actualidad, se recicla constantemente. Toma los residuos de estrellas muertas y los convierte en galaxias, estrellas y planetas. Pero, ¿es eso todo? ¿Está el espacio destinado a convertirse en el vertedero final de la humanidad, en el lugar de descanso eterno de los restos humanos enviados al espacio para reducir la congestión en los cementerios? ¿Fue el “pequeño paso” de Neil Armstrong un salto realmente gigantesco para la humanidad — o para las funerarias?

Este capítulo se enfoca en una historia que comenzó cuando la primera persona miró a las estrellas y pensó en ir allá algún día. Desde el mítico Dédalo a Leonardo da Vinci y Kepler, hasta Julio Verne y H. G. Wells y los hermanos Wright, el ser humano ha tratado siempre de escapar los confines de la Tierra. Nos tomó cientos de años, pero finalmente salimos del planeta Tierra. Lo que sigue es una historia del interés por llegar a los cielos, un resumen de los programas espaciales del siglo XX que le han permitido a la humanidad finalmente escapar de los “tempestuosos límites de la Tierra” como lo expresara el poeta Gillespie Magee Jr.

La búsqueda del espacio, la “frontera alta,” ha sido generalmente aceptada y aplaudida por el terrestre común y corriente. Pero, esta es una historia llena de tramas como para una película sobre alguna conspiración internacional—ambiciones personales, intrigas

y espionaje entre naciones y decisiones morales cuestionables que nunca salieron a la luz del día mientras los medios de comunicación de Estados Unidos alababan los desarrollos técnicos.

A medida que el programa espacial empezó a crecer, se contestaron muchas preguntas. Pero nuestras misiones enviadas a otros mundos también crearon muchas dudas. Tal vez la pregunta más grande de todas, aquella que se ha vuelto más inquietante con los descubrimientos más recientes, es: ¿Estamos solos? Al lanzarnos a los inconmensurables límites del espacio, ¿encontraremos otras formas de vida?

*Voces del Universo**John Gillespie Macee Jr. Alto Vuelo, 1941*

*Me he escapado de los tempestuosos límites de la Tierra
Y con alas plateadas he danzado risueño en los cielos;
Me he elevado al Sol y me he unido al regocijo
De nubes resplandecientes—y he hecho cientos de cosas
Que jamás había soñado poder hacer—he dado vueltas,
He subido y me he mecido en medio del silencio
Iluminado por el Sol. Revoloteando,
He perseguido al estruendoso viento y he piloteado
Mi ansiosa nave a través de pasillos de aire, sin tocarlos.
Alto, muy alto, en el extenso, delirante y ardiente azul,
He sobrevolado con gracia las alturas acariciadas por el viento
Que ninguna alondra o águila ha alcanzado —
Y, caminando por la santidad del espacio resguardado,
con mi mente silenciosa y elevada
He extendido mi mano y he tocado el rostro de Dios.*

John Gillespie Magee Jr., hijo de misioneros estadounidenses radicados en China, estudiaba en Inglaterra cuando estalló la guerra. Se unió a la Real Fuerza Aérea Canadiense y escribió este poema en el reverso de una carta que envió a sus padres a los Estados Unidos. Murió en una colisión aérea cuatro días antes del ataque japonés a Pearl Harbor. Tenía diecinueve años. El poema se hizo famoso cuando el Presidente Reagan lo leyó durante las exequias de los astronautas que fallecieron en el accidente del

trasbordador *Challenger* (véase la página 262).

¿Cómo cambiaron la historia un satélite del tamaño de una pelota de basquetbol y una perra llamada Laika?

Hasta el 4 de octubre de 1957, seguía siendo un sueño. Ese día, la Unión Soviética lanzó el *Sputnik*, el primer satélite artificial en orbitar la Tierra. Desde el espacio, la nave envió una transmisión estable: *beep, beep, beep*, que fue escuchada por los radioyentes de todo el mundo. Los soviéticos habían sorprendido a los estadounidenses, y al mundo, al ser la primera nación en poner en órbita, con éxito, un satélite construido por el hombre. Constituía una propaganda estupenda para la Unión Soviética; su sistema, anunciaron con orgullo, había demostrado ser superior. De acuerdo con el reporte de la agencia *Tass*: "Los satélites artificiales pavimentarán el camino para los viajes interplanetarios y, aparentemente, nuestros contemporáneos serán testigos de la forma en que los libres y conscientes trabajadores de esta nueva sociedad socialista harán realidad uno de los sueños más valorados por el hombre." Un punto para la madre Patria.

El mundo occidental reaccionó con sorpresa, miedo y ansiedad al lanzamiento del *Sputnik* y, al menos en el mundo científico, con respeto. El primer ministro soviético, Nikita S. Krushchev, ordenó financiar generosamente nuevos proyectos espaciales que continuaron sorprendiendo y fascinando al mundo. En los Estados Unidos, los líderes prometieron hacer todo lo posible por no quedarse atrás. Había comenzado la 'carrera espacial.'

En palabras de Tom Wolfe, en su libro *The Right Stuff*, sobre la

conquista estadounidense del espacio:

“La ‘carrera espacial’ se convirtió en un presagio de todo el conflicto de la Guerra Fría entre las ‘superpotencias,’ la Unión Soviética y los Estados Unidos. Las encuestas demostraron que la gente consideraba el lanzamiento de cohetes de esa manera... como una competencia por el poder destructor... Pero en estos tiempos neosupersticiosos, esto significaba mucho más. Significaba la capacidad tecnológica e intelectual de dos naciones, y la fuerza y determinación del espíritu nacional. Esto llevó a John McCormack a expresar ante la Cámara de Representantes que los Estados Unidos estaban próximos a la ‘extinción nacional’ si no superaban a la Unión Soviética en su carrera espacial.

Un mes después del lanzamiento del *Sputnik*, los soviéticos se anotaron otro gol. Lanzaron al espacio un segundo satélite, el *Sputnik 2*, que llevaba una perra terrier mestiza llamada Laika (“ladrador”). En un compartimiento presurizado, con comida, dispensadores de agua y electrodos que monitoreaban los signos vitales, Laika demostró que los animales podían sobrevivir los efectos desconocidos de la micro-gravedad y de la radiación. Pero, en la carrera por ganarles a los norteamericanos, los soviéticos no se concentraron en perfeccionar la entrada y recuperación en la atmósfera terrestre. Laika murió a bordo del *Sputnik 2* tras una inyección de veneno, un sacrificio en el altar de la ciencia.

El éxito del lanzamiento doble sorprendió a Estados Unidos y condujo al país en una nueva dirección. El éxito de la Unión Soviética tuvo lugar en medio del auge de la paranoia de la Guerra

Fría, el "Gran Miedo" o el "Miedo Rojo," durante el cual cada movimiento del gobierno estadounidense estaba animado por su interés en la derrota del comunismo soviético. Era la época en que los políticos paranoicos o perniciosos, como el senador Joseph McCarthy, creían que el comunismo y los comunistas estaban en todas partes, desde Hollywood hasta el Departamento de Estado y el ejército. Los soviéticos tenían "la Bomba," una realidad que muchos norteamericanos atribuyeron a que los espías "Rojos" habían robado documentos secretos de Estados Unidos. Había muchos estadounidenses que creían que los soviéticos debían haber robado los diseños secretos de satélites y de cohetes. Ahora, los "Rojos" tenían cómo dejar caer armas atómicas sobre Estados Unidos. La gente de cierta edad no sabe lo que significó el "agáchese y cúbrase" para una generación de estudiantes que fue entrenada para esconderse tras los pupitres y bajar al sótano para pararse contra la pared en caso de un ataque de misiles.¹

Pero, al comienzo de la carrera, el corredor estadounidense tambaleó. Las cosas pasaron de temibles a desastrosas. El 6 de diciembre de 1957, unos meses después de los exitosos vuelos del *Sputnik* y Laika, la respuesta estadounidense al *Sputnik* estalló en la rampa de lanzamientos. El lanzamiento del cohete *Vanguard* fue observado por millones de personas durante el primer conteo televisado de la historia. La altura alcanzada por *Vanguard*: cuatro

¹ Lo que no conocíamos era lo inútiles que eran esas medidas. Si usted vivía cerca de Nueva York o en otras ciudades grandes, estaría en el blanco de un misil soviético, en cuyo caso "agachar" la cabeza detrás del escritorio y "cubrirse" la cabeza con las manos era una idea ridícula. Como mínimo, el escritorio habría sido desintegrado en segundos junto con usted y sus compañeros. O moriría a causa de la explosión, el calor o la radiación rápidamente.

pies.

Era claro que si los soviéticos estaban tan adelantados era porque había algo que no andaba bien en la educación, la moral y la determinación de los estadounidenses. Para responder a estos señalamientos, la nación se embarcó en una campaña masiva, que rayaba en la histeria, por modernizar y actualizar las escuelas que, según varios políticos, se habían vuelto blandas y poco exigentes. El interés por entregar fondos a los colegios tras el *Sputnik*, especialmente en las áreas de ciencias y matemáticas tenía como propósito cerrar la brecha con respecto a la educación soviética. La historiadora Kitty Fergusson, en su libro *Measuring The Universe* recuerda la ansiedad de aquellos días: "El pánico llegó a mi escuela de Texas que, evidentemente, no era tan buena para producir científicos como lo eran los colegios soviéticos. Se compraron mejores libros de física y de matemáticas y equipos de laboratorio, las profesoras comenzaron a entrenarse y a todos se les pidió que tomaran más clases en sus asignaturas. Las acciones de mi hermano menor, un genio para las computadoras y un físico subieron. Las mías, como estudiante de música clásica, bajaron. En la Universidad de Texas, mi futuro esposo fue calificado de antipatriótico por los profesores de matemáticas al no escoger la carrera de matemáticas."

Otro hecho clave fue la decisión que llevó en 1958 a la creación de una agencia espacial civil llamada la Administración Nacional de Aeronáutica y del Espacio (NASA). La NASA impulsó la carrera espacial agrupando varios laboratorios espaciales militares y a

varios investigadores en aeronáutica. Aunque era una organización civil, la NASA fue, desde un comienzo, manejada para satisfacer deseos y necesidades militares, y así permanecería. En consecuencia, tres cuartos de los satélites enviados por los Estados Unidos durante las décadas de la Guerra Fría fueron satélites del ejército.

La victoria del *Sputnik* soviético y el nacimiento de la NASA fueron la culminación de los sueños relacionados con la posibilidad de viajar al espacio. En el siglo XVII, el astrónomo alemán Johannes Kepler (véase la Parte I), quien había determinado las trayectorias de los planetas, se convirtió en el primer científico en describir viajes a otros mundos en su libro *Somnium*. En este libro, que era en parte un tratado científico, un hombre recibe lecciones sobre la Luna de un demonio conjurado por su madre. (Recuerde que la propia madre de Kepler fue acusada de brujería.) Este demonio viaja a la Luna durante los eclipses y describe la apariencia de la Luna y la de sus habitantes, a quienes atribuye rasgos de serpiente.

Durante los siglos XVIII y XIX, otros escritores serios empezaron a proponer ideas para viajar a otros mundos. Entre ellos se destaca el francés Julio Verne (1828-1905), un vendedor de acciones convertido en escritor y a quien se le conoce como "padre de la ciencia ficción." Su novela de 1865 *De la Tierra a la Luna* no sólo inspiró a toda una generación de interesados en cohetes, sino que presagió de manera sorprendente algunos sucesos, entre ellos, la localización del lugar de lanzamientos en la Florida, un cohete lanzado desde un gigantesco cañón y una "sumersión" en el océano

Pacífico. Entre los lectores de Julio Verne hubo varios científicos que comenzaron a tomar en serio esta ciencia ficción durante el siglo XX. En 1903, Konstantin E. Tsiolkovski, un profesor ruso de enseñanza secundaria, parcialmente sordo, completó el primer ensayo científico sobre el uso de cohetes en los viajes espaciales. A diferencia de los escritores de ciencia ficción del siglo XIX, el ensayo de Tsiolkovski se fundamentó en "ciencia dura" y demostró que los viajes al espacio eran una posibilidad real. Cuando Stalin subió al poder, puso al desconocido profesor a cargo de un nuevo programa que debía transformar la naturaleza con el objetivo de construir la utopía soviética. (Este esfuerzo implicó un extenso daño para el medio ambiente y un costo muy alto para el pueblo soviético.) Años más tarde, el pionero en cohetes, Robert H. Goddard, y el científico de Transilvania, Hermann Oberth, se interesaron en los viajes espaciales. Estos tres hombres, trabajando de manera independiente, se enfrentaron a los problemas técnicos de los cohetes y se les conoce como los padres de los vuelos espaciales.

El gran pionero de la cohetes estadounidense, Robert Goddard (1882-1945), nació en Worcester, Massachusetts, y se enamoró de los vuelos espaciales luego de leer en su niñez la *Guerra de los Mundos* en 1898, historia que fue señalizada en un periódico de Boston. En 1919, Goddard, entonces profesor de la Universidad de Clark de Massachusetts y un verdadero apóstol de los viajes espaciales, explicó cómo los cohetes podían usarse para explorar la atmósfera superior en un trabajo escrito para el Smithsonian Institute llamado "Método para Llegar a Alturas Extremas." En este

ensayo describía también cómo lanzar cohetes a la Luna. Las ideas de Goddard fueron ridiculizadas por la prensa popular. Ante esto, se retiró de la luz pública, pero encontró un gran seguidor en Charles Lindbergh, el gran héroe de la aviación estadounidense, quien consiguió financiación privada para Goddard. Con este apoyo, Goddard construyó y lanzó el primer cohete impulsado por combustible líquido en la finca de su tía Effie en Auburn, Massachusetts, en 1926. Hacia 1935, trabajando solo, Goddard empezó a construir y a lanzar cohetes de combustible líquido cerca de Roswell, Nuevo México.

Por esa misma época, Hermann Oberth escribió en 1923 *El Cohete hacia el Espacio Interplanetario*, en el cual analizaba los problemas técnicos de los viajes espaciales. Rápidamente se convirtió en un libro ampliamente leído en Europa, aunque Goddard sentía que le habían plagiado su trabajo. Pero Oberth había estado desarrollando sus ideas de manera independiente y una parte del libro describía una nave espacial, vuelos espaciales y una estación espacial primitiva. Su trabajo inspiró la creación de la Sociedad para los Viajes Espaciales, creada en Berlín en 1927. En 1929, Oberth trabajó como consejero técnico del afamado cineasta Fritz Langon en su película *Niña a la Luna*. Poco tiempo después conoció a un científico de cohetes, Wernher von Braun, con quien desarrollaría los cohetes para Alemania durante la Segunda Guerra Mundial.

Voces del Universo:

*Tom Lehrer, satirista político de la década de los
sesenta*

No diga que él es un hipócrita,

Diga mejor que es apolítico

"Si los cohetes se elevan, ¿qué importa dónde caen?"

Eso no me corresponde, " afirma Wernher von Braun.

Algunos critican a este renombrado científico,

Pero otros creen que le debemos gratitud,

Entre ellos, las viudas y los minusválidos de Londres

*Que reciben cuantiosas pensiones gracias a Wernher von
Braun.*

¿Fue Wernher von Braun un criminal de guerra?

A través de la historia, la tecnología ha sido aliada de las armas. En la antigua Grecia, Arquímedes supuestamente inventó un escudo reflector que podía ocasionar incendios en los barcos enemigos. Galileo diseñó un aparato para mejorar la exactitud de los cañones. Y los inventores chinos del siglo XII desarrollaron "flechas de fuego" que podían utilizar contra los enemigos. Aunque la mayoría de las personas tiene la imagen de que la investigación científica es realizada por individuos de bata blanca, honestos, inclinados sobre un microscopio tratando de hacer mejoras para la humanidad, la verdad es que la historia no cuadra del todo con esta descripción. El más grande de los proyectos científicos que se haya articulado fue el

“Proyecto Manhattan,” esfuerzo estadounidense durante la Segunda Guerra Mundial para construir y perfeccionar la bomba atómica—y particularmente lograrlo antes que los alemanes, japoneses, o soviéticos, en ese entonces aliados de guerra. Empleando millones de trabajadores por todo el país, para el Proyecto Manhattan se construyeron ciudades enteras, como Oak Ridge, en Tennessee, y Hanford, en el estado de Washington; igualmente, se transformó un colegio para varones situado en un sitio aislado de los Alamos, Nuevo México, lugar de nacimiento de la bomba atómica. A lo largo de la historia, y especialmente durante el siglo XX, los militares han estado—como dijo Willie Sutton, famoso ladrón de bancos—“donde está el dinero.” Los físicos desarrollaron bombas nucleares, los químicos, armas químicas, y los biólogos, armas biológicas. Y para muchos investigadores, que soñaban con llegar al cielo, el programa espacial no era muy distinto.

Es irónico pensar que fueran los alemanes los que empezaron a desarrollar la cohetería, porque el Tratado de Versalles, que le puso fin a la Primera Guerra Mundial, limitaba el tamaño del ejército alemán y el desarrollo de artillería. Debido a que los cohetes no eran considerados artillería, la investigación sobre naves espaciales fue patrocinada por los militares alemanes en los años que precedieron a la Segunda Guerra Mundial. Durante ésta, los expertos alemanes en cohetería desarrollaron los misiles guiados, series A-1 y V-2. Miles de estas “armas de venganza” fueron lanzadas en ciudades Europeas como París y Antwerp, pero especialmente en Londres, causando enorme destrucción y acabando con la vida de doce mil

personas, en su mayoría civiles. Los cohetes nazis fueron producto de un programa liderado por Wernher von Braun.

Hijo de un acaudalado aristócrata alemán que se convirtió como Ministro de Agricultura de la República de Weimer, Wernher von Braun (1912-1977) nació en lo que hoy es Polonia. Desde pequeño se interesó en la astronomía y estaba en la universidad cuando el ejército alemán ofreció subsidiar su educación y se convirtió en director técnico del programa alemán de cohetes en 1932. En 1933, el partido nazi tomó el control de Alemania. Teniendo en cuenta los éxitos anteriores de von Braun, el ejército alemán y la fuerza aérea, o Luftwaffe, se comprometieron a dar fondos para el desarrollo de naves espaciales y se construyó una base de Peenemünde, en un lugar recóndito del Mar Báltico. Habiendo recibido orden de hacerlo, se unió al partido nazi, y más tarde a las SS, la temida policía nazi, por órdenes de Heinrich Himmler. Se podría afirmar que no cumplir con las órdenes de Himmler era equivalente a suicidarse. De hecho, en 1944, von Braun y varios miembros de su grupo fueron arrestados por las SS y acusados de traición. Estuvieron detenidos dos semanas antes de ser liberados.

Después de la invasión alemana a Polonia en 1939, y el comienzo de la Segunda Guerra Mundial, von Braun se enfocó en el diseño del cohete A-2. La inteligencia británica supo de estos planes y en 1943 bombardeó a Peenemünde. El lugar de producción fue trasladado a Mittelwerk, también conocido como Dora. Bajo la dirección de Von Braun, la Alemania nazi transformó el cohete A-4 en lo que se conoció como el V-2 (Arma de Venganza 2) usada por primera vez en

Londres el 8 de septiembre de 1944. Fue construida con trabajo esclavo en Dora. Las condiciones aterradoras de este campo eran similares a las de los campos de concentración de Auschwitz y Treblinka. La mitad de los sesenta mil trabajadores rusos, polacos, franceses y judíos obligados a trabajar en la planta, murieron allí, ejecutados o a causa de enfermedades. Perecieron más personas allí que el número que murió a causa de los cohetes. Los cohetes nazis eran costosos y, a fin de cuentas, no ayudaron en nada a la guerra. Algunos historiadores militares y nazis, entre ellos Albert Speer, el "Arquitecto de Hitler," afirmaban después que los fondos empleados en la cohetería podrían haberse usado más efectivamente, particularmente para evitar el bombardeo de los aliados a Alemania, que cambió el rumbo de la Segunda Guerra.

Previendo una derrota al final de la guerra, en 1945, Wernher von Braun y otros ingenieros se dieron cuenta de que debían hacer una elección: luchar en las ruinas del Tercer Reich, donde los programas científicos eran impensables, o jugar a "lleguemos a un acuerdo" con los soviéticos y los estadounidenses. El 2 de mayo de 1945, el día después del suicidio de Hitler, Von Braun y otros se entregaron al ejército de Estados Unidos. Varios de estos científicos, ansiosos por continuar la investigación en cohetería, decidieron trabajar para el gobierno estadounidense en el desarrollo de misiles. Sin mayor debate y, según términos militares, "bajo el manto de la oscuridad," Von Braun y otros que habían desarrollado secretamente armas para Hitler entraron a los Estados Unidos en lo que se conoció como la "Operación Paperclip" El ejército estadounidense se había

apoderado de materiales para la construcción de V-2, los cuales fueron introducidos a los Estados Unidos. Dennis Piskiewicz condena a von Braun en su libro *El hombre que vendió la Luna*: “Con las piezas de los cohetes, los documentos y los científicos, el Ejército de los Estados Unidos empezó su propio programa de cohetería.”

Cientos de científicos alemanes, investigadores e ingenieros se fueron a trabajar en otros proyectos militares, como los aviones de propulsión a chorro y los torpederos avanzados. Traídos inicialmente a Norteamérica para ayudar contra los japoneses—lo que continuó hasta que las bombas atómicas fueron lanzadas sobre Nagasaki e Hiroshima en agosto de 1945 —muchos de ellos encontraron un hogar en los Estados Unidos y permanecieron allí hasta que comenzó una nueva guerra—la “Guerra Fría” contra la Unión Soviética, aliada de Estados Unidos contra Hitler. Había poco conflicto moral sobre el dilema de contratar al enemigo. Se trataba de ponerlos a trabajar para los Estados Unidos o de que trabajaran para los comunistas ateos de la Unión Soviética, quienes habían reclutado a varios científicos alemanes durante los últimos días de la guerra también. Estos antiguos diseñadores de cohetes fueron los mismos que sorprendieron al mundo con el *Sputnik* en 1957, más de una década después de la culminación de la guerra.

En *El Nuevo Océano*, una dramática, definitiva e interesante historia sobre los viajes espaciales, William E. Burrows resume el trato faustiano logrado por los científicos alemanes y, en consecuencia, por los directivos militares y políticos de Estados Unidos: Las

pruebas indican que la mayoría de los alemanes que desarrollaron cohetes, así como sus contrapartes soviéticas que se unieron al Partido Comunista, eran ideológicamente apáticos. Sus carnés del partido significaban una licencia para trabajar y una aceptación dentro de una sociedad bastante cerrada. Los carnés los situaban en un lugar seguro en un momento en el que estar fuera podía ser muy peligroso. Era *más fácil mirar a sus mesas de dibujos que dentro de sus almas*" (las cursivas son mías).

Durante el curso de los siguientes treinta años, Von Braun se convirtió en el niño lindo del programa espacial estadounidense. Resultó un excelente vendedor y promotor del programa, escribió artículos sobre el espacio para revistas como *Colliers*, tenía un espacio regular en el programa de Walt Disney para hablar sobre el espacio y se convirtió en asesor de *La Tierra del Mañana* (Tomorrowland) de Disneyland. Pero lo más significativo fue haber ayudado a desarrollar y construir el primer misil de largo alcance en 1953 y haber puesto el primer satélite de los Estados Unidos en el espacio en 1958. En 1960 se unió a la NASA y durante la siguiente década, trabajó diseñando y desarrollando el cohete *Saturno 5* que posteriormente llevaría a los astronautas a la Luna en el *Apolo*. En 1964, la película de Stanley Kubrick, *Dr. Strangelove*, se estrenó en los teatros protagonizada por un científico brillante pero inestable que se dirigía al presidente como "Mein Führer," una clara alusión a von Braun.

La vida de Wernher von Braun como nazi fue convenientemente maquillada a medida que crecieron sus contribuciones al programa

espacial. Llegó a ser idolatrado por los que apoyaban la carrera espacial tanto dentro como fuera del gobierno. Ni él ni muchos otros de los que llegaron a los Estados Unidos tuvieron que hablar públicamente sobre su pasado. Con una excepción. Aunque el gobierno de los Estados Unidos parecía no tener problemas para emplear a los antiguos diseñadores de cohetes nazis, más tarde los Estados Unidos no estuvieron dispuestos a apoyarlos. Arthur Rudolph, supervisor de las operaciones de Dora, estuvo entre los principales diseñadores del cohete *Saturno 5* que llevó a los astronautas a la Luna en el *Apolo*. En 1982 Rudolph fue identificado por la Oficina de Investigaciones Especiales (OSI) del Departamento de Justicia, formada a iniciativa de la congresista de Nueva York, Elizabeth Floltzman, para investigar a los criminales de guerra nazis que vivían en Estados Unidos. En lugar de defenderlo, el gobierno le propuso un trato: o se enfrentaba a un juicio, o perdería su pensión y tendría que renunciar a su ciudadanía. Para evitar un juicio, Rudolph accedió a dejar su hogar en San José y, en 1984, a la edad de setenta y cinco años, se exiló en Alemania, aunque trató de obtener la ciudadanía estadounidense nuevamente. Murió en 1995, habiendo pasado, en cincuenta años, de nazi héroe del espacio anónimo a criminal de guerra nazi.

“La OSI investigó a otros miembros del grupo de diseñadores de cohetes, pero no tomó ninguna acción en su contra. No investigó a Von Braun con el mismo vigor con que lo hizo con Rudolph o los otros,” según afirma el historiador Dennis Piskiewicz. Pero éste no deja duda alguna de la culpa de Von Braun: “Wernher von Braun se

unió voluntariamente a la causa nazi y fue su cómplice en esos crímenes con el objetivo de construir cohetes y seguir su propia carrera... Dada su incansable promoción se convirtió en el hombre que vendió la Luna. Sin embargo, por su complicidad con los nazis, vendió también su alma para alcanzar ese objetivo" (*Wernher von Braun, El Hombre que Vendió la Luna*).

Hitos en el universo

1946-1969

- 1946 Tiene lugar la primera reunión de la Naciones Unidas.
Se concluye la manufactura de la primera computadora electrónica, ENIAC.
- 1948 Se termina el Telescopio Hale en Palomar, California.
- 1949 Se inaugura un lugar de pruebas espaciales en Cabo Cañaveral, Florida.
Se crea el primer cohete con más de una sección cuando se le añade un pequeño cohete a la parte superior de un cohete alemán V-2 capturado después de la Segunda Guerra Mundial. Fue lanzado desde White Sands, Nuevo México, y alcanzó una altura de 240 millas (400 kilómetros).
- 1950 Las tropas de Corea del Norte invaden a Corea del Sur; las Naciones Unidas intervienen en la Guerra de Corea.
Jan Hendrik Oort propone que una gran nube de material que circula alrededor del Sol, más allá de la órbita de Plutón, es la causa de los cometas; los materiales de la Nube Oort, como se le conoce, se desagregan de vez en cuando y son atraídos hacia el Sol.
Comienza en los Estados Unidos la televisión comercial en colores.

- 1955 Muere Albert Einstein el 18 de abril en Princeton, New Jersey.
- 1957 *Sputnik*, el primer satélite artificial de la Tierra, es lanzado por la Unión Soviética el 4 de octubre.
- 1958 En enero, el primer satélite de los Estados Unidos, el *Explorer 1*, es lanzado por el grupo de Wernher von Braun, convirtiéndose en la primera órbita exitosa de la Tierra para los estadounidenses.
Eugene Parker demuestra que las partículas de "viento solar" lanzadas por el Sol causan que la estela o cola de los cometas apunten en dirección contraria al Sol.
La órbita del satélite *Vanguard* es utilizada por Aloysius O'Keefe para demostrar que la Tierra tiene la forma de una pera, con una protuberancia de 50 pies (15 metros) en el hemisferio sur.
- 1959 Una serie de satélites rusos enviados hacia la Luna tienen diferentes destinos. Uno se va a la órbita del Sol; otro se estrella contra la superficie de la Tierra y un tercero, *Luna 3*, llega a la Luna y envía fotografías de la parte posterior de ésta (octubre).
En abril, los Estados Unidos lanzan su primer satélite espía, el *Discover 2*
- 1960 Son lanzados el primer satélite para investigaciones climáticas y el primer satélite de navegación estadounidenses.
- 1961 El cosmonauta soviético Yuri Gagarin se convierte en el primer hombre en ir al espacio al orbitar la Tierra el 12 de abril a bordo de la nave espacial *Vostok 1*. Gagarin sale catapultado de la nave y aterriza por separado después de 1 hora y 48 minutos, procedimiento seguido por los siguientes

pilotos del *Vostok*.

El 5 de mayo, Alan B. Shepard, Jr. se convierte en el primer astronauta estadounidense en ir al espacio. La cápsula del Mercurio 3, la *Freedom 7*, completa un vuelo suborbital de 15 minutos.

El 21 de julio, Virgil I. Grissom realiza un vuelo suborbital en su cápsula *Liberty Bell 7*, convirtiéndose en el segundo estadounidense en ir al espacio.

El 6 de agosto, el cosmonauta soviético de 25 años Gherman Titov, la persona más joven en ir al espacio, le da diecisiete vueltas a la Tierra en 25 horas y 18 minutos, convirtiéndose en la primera persona en dormir en el espacio.

1962 El 20 de febrero, John Glenn se convierte en el primer estadounidense en darle vueltas a la Tierra en su cápsula *Friendship 7*.

M. Scott Carpenter completa el 24 de junio tres órbitas alrededor de la Tierra en su cápsula *Aurora 7*.

Telstar es lanzado el 10 de julio. Es el primer satélite activo de comunicaciones. Transmite las primeras imágenes trasatlánticas de televisión.

El bloqueo de los Estados Unidos a Cuba para prevenir el despliegue de los misiles soviéticos en la isla ocasiona la Crisis Cubana de los Misiles.

La sonda espacial *Mariner 2* de los Estados Unidos pasa a 22,000 millas 35,500 kilómetros de Venus (diciembre); es el primer objeto fabricado por el hombre que es enviado a otro planeta. El 3 de enero de 1963 se pierde el contacto con la sonda estando 54 millones de millas (87 millones de kilómetros) de la Tierra.

Walter M. Schirra realiza seis órbitas alrededor de la Tierra

en *Sigma 7* el 3 de octubre.

- 1963 El *Syncom 2* es lanzado el 14 de febrero, y se convierte en el primer satélite geosincrónico; su órbita concuerda con la de la rotación de la Tierra de manera que permanece directamente encima de un lugar sobre la superficie de la Tierra.
- L. Gordon Cooper completa veintidós órbitas a la Tierra en su vuelo de treinta y cuatro horas a bordo de *Faith 7* (15 de mayo).
- Dos naves espaciales soviéticas tripuladas son colocadas en órbita simultáneamente.
- La astronauta soviética Valentina Tereshkova se convierte en la primera mujer en viajar al espacio, logrando realizar, treinta y ocho órbitas en setenta y ocho horas (16 de junio).
- El 22 de noviembre es asesinado el presidente John F. Kennedy.
- 1964 La sonda espacial norteamericana *Ranger 7* toma las primeras fotos cercanas de la Luna. Envía 4,316 fotos de la Tierra.
- 1965 Arno Penzias y Robert W. Wilson accidentalmente encuentran restos de ondas de radio del Big Bang mientras tratan de afinar sus equipos de radio; su descubrimiento ayuda a validar la teoría del Big Bang, que es apoyada en la actualidad por la mayoría de los astrónomos.
- El cosmonauta soviético Aleksei A. Leonov realiza la primera caminata espacial, un paseo fuera de la nave con su escafandra de astronauta.
- Vigil I. (Gus) Grissom —el primer hombre en ir por segunda vez al espacio—y John W. Young constituyen la primera pareja de astronautas en darle tres vueltas a la Tierra, (23 de

marzo)

James A. Mc Divitt y Edward H. White orbitan seis veces alrededor de la Tierra en la nave espacial *Cemini 4*; White es el primer estadounidense en realizar una caminata espacial. El *Mariner 4* llega cerca de Marte pasando a 7,500 millas (12,000 kilómetros) del planeta y produciendo las primeras imágenes del mismo.

L. Gordon Cooper y Charles Conrad comienzan una misión el 21 de agosto: Su propósito es investigar la posibilidad de una futura misión lunar.

Frank Borman y James A. Lovell Jr. son enviados (4 de diciembre) al espacio en una misión de trece días durante la cual se realiza el primer encuentro espacial con Walter M. Schirra y Thomas Stanford quienes salen el 15 de diciembre.

1966 La sonda soviética *Luna 9* aterriza en el Océano de las Tormentas (3 de febrero.), ejecutando el primer "aterri-zaje suave" sobre la Luna.

La administración de Servicios de las Ciencias Ambientales de los Estados Unidos lanza el primer satélite climatológico con capacidad para observar todo el globo terrestre.

La sonda espacial soviética *Venera III* se convierte en el primer objeto manufacturado por el hombre en aterrizar en otro planeta al llegar a Venus el 1 de marzo.

La nave espacial soviética *Luna 10* órbita la Luna. *El Surveyor 1* aterriza en la Luna (1 de junio) y envía de vuelta fotografías de la superficie lunar.

1967 El 27 de enero los astronautas estadounidenses Virgil I. (Gus) Grissom, Edward H. White y Roger B. Chaffee pieren en un incendio durante ensayos terrestres de la nave *Apollo*. El cosmonauta soviético Vladimir M. Komarov muere el 24 de

abril cuando el paracaídas de la nave *Soyuz 1* se enreda y la nave se destruye.

El *Surveyor 3* recoge y analiza muestras del suelo lunar.

1968 El *Surveyor 7* se convierte en el primer vehículo en aterrizar en la Luna sin daño alguno (9 de enero). Envía 21,000 fotografías de la superficie lunar.

La nave espacial soviética *Zond 5* es el primer objeto hecho por el hombre en viajar alrededor de la Luna y en regresar a la Tierra.

El cosmonauta soviético Yuri Gagarin—el primer hombre en llegar al espacio—muere el 27 de marzo en accidente de un avión de prueba.

Walter M. Schirra, Donn F. Eisele y Walter Cunningham comienzan la primera misión Apolo de tres tripulantes. (11 de octubre).

El 21 de diciembre, Frank Borman, James A. Lovell Jr. y William Anders se convierten en la primera tripulación en darle vueltas a la Luna en el *Apolo 8*.

1969 Se realiza el enlace de dos naves tripuladas, la *Soyuz 4* y la *Soyuz 5*, con transferencia de tripulantes (14 de enero).

Una misión del *Apolo 9* enviada el 3 de marzo con los astronautas James A. McDivitt, David Scott y David Schweickert realiza pruebas para el aterrizaje lunar.

El 18 de mayo, la tripulación del *Apolo 10*, Tom Stafford, John Young y Eugene Cernan, vuelan su módulo lunar a una distancia de 9 millas (14.5 kilómetros) de la superficie lunar.

El *Apolo 11* aterriza en la Luna. El 20 de julio el astronauta Neil Armstrong se convierte en el primer ser humano en pisar el suelo de la Luna; su compañero Buzz Aldrin le acompaña mientras Martin Collins se queda orbitando en la nave.

Una segunda misión lunar, la del *Apolo 12*, es lanzada el 14 de noviembre. Pasa más de 15 horas explorando la superficie lunar.

Voces del Universo

Presidente John F. Kennedy Discurso ante la sesión conjunta del Congreso, 25 de mayo de 1961

Considero que esta nación debería concentrarse en enfrentar el gran reto de llevar un hombre a la Luna y devolverlo ileso a la Tierra antes de que culmine esta década.

Aunque que el programa Apolo y el aterrizaje sobre la superficie lunar en 1969 se convirtieron en las joyas de la corona del programa espacial estadounidense, éste no fue siempre popular. Una encuesta de Gallup tomada inmediatamente después del aterrizaje demostró que el 58% de los estadounidenses se oponía a la idea. Numerosos ciudadanos y políticos se oponían a los gastos de exploración espacial, debate que aún hoy continúa.

¿Caminó realmente el hombre en la Luna?

La pregunta no es tan sencilla como puede aparecer a primera vista. Hay mucha gente que todavía cree que el programa Apolo y los aterrizajes sobre la Luna de comienzos de la década de los setenta fueron "montados." El viejo rumor sobre una conspiración renació cuando la cadena Fox, que había presentado los *Archivos X* y la *Autopsia del Extraterrestre*, transmitió un programa llamado *Teoría Sobre una Conspiración: ¿Aterrizamos en la Luna?* En él se afirmaba

que dada la desafortunada carrera por competir con los soviéticos, se había escenificado todo el programa Lunar. Según el episodio de televisión, la prueba más contundente sobre esta afirmación era que no se veían estrellas en ninguna de las fotos en que aparecían los astronautas. Pero, ¿saben una cosa? Tampoco hay estrellas en las fotos tomadas en la Tierra a la luz del día. El Sol brilla mucho para permitir ver estrellas durante el día. Esto es cierto igualmente en la Luna, en donde el Sol y las cámaras impedían visualizar cualquier estrella.

¿Otra prueba? Las rocas de la Luna son piedras comunes y corrientes. Pues no, las rocas de la superficie lunar son únicas y carecen de algunas sustancias que hay en las rocas terrestres.

Entonces la respuesta fácil a todo esto es "Sí, los hombres sí caminaron sobre la superficie lunar. A menos que miles de personas y una docena de astronautas hayan conspirado para montar una mentira de proporciones cósmicas."

Cómo, por qué y si fue una buena idea o no, es otro problema.

El mundo cambió cuando la Unión Soviética lanzó el primer satélite artificial *Sputnik*. Durante los primeros años de la conquista del espacio por parte de los Estados Unidos y de la Unión Soviética, el éxito espacial se convirtió en una competencia por la supremacía en las ciencias, la ingeniería y la defensa nacional entre las dos naciones. Se podría decir que era similar a cuando dos vecinos tratan de competir para ver quién tiene las mejores luces de Navidad o cuando dos adolescentes tratan de conquistar a la misma jovencita. Claro está, que estas dos analogías no presentan el

peligro que sí pudo haber ocasionado esta carrera al mundo entero. Actuaban como adolescentes que hubieran podido acabar con la raza humana en un instante llamado MAD (Destrucción Mutuamente Asegurada.)

En la medida en que la intensa rivalidad de la Guerra Fría pasó de una década a la siguiente, trayendo consigo “guerras calientes” en todo el mundo, la competencia se manifestó en todos los aspectos geopolíticos, en la cultura internacional e inclusive en los Juegos Olímpicos, además de la “Carrera Espacial.” Se vio en situaciones como la Crisis de los Misiles en Cuba, que fue el tema de la película *Trece días*, o en la deserción de algunos integrantes del ballet Bolshoi. A lo largo de la década de los sesenta y los setenta, este enfrentamiento entre las superpotencias, que con frecuencia se centraba en la supremacía científica, condujo a ambas naciones a importantes logros y, a veces, a pronunciamientos inciertos. Cuando el presidente Kennedy pronunció su famoso discurso prometiendo un hombre en la Luna, hubo reacciones negativas, pues muchos consideraban que había necesidades más urgentes dentro del país que enviar un hombre a la Luna. Se oyeron expresiones de crítica por doquier, como la del artista Pablo Picasso, quien expresó, “No significa nada para mí,” hasta la del periodista Amitai Etzioni, quien demeritó el programa especial en su libro *The Moon-Doggle*.

El trabajo real de llegar allí había antecedido la elección de Kennedy en 1960. Parte de la misión estaba basada en la noción errada de muchos militares de que la Luna proporcionaría una base desde la cual se podrían lanzar cohetes dirigidos al enemigo soviético.

Aunque es evidente que esta idea carecía de sentido práctico, nos muestra el nivel de paranoia que subyacía en la política de defensa estadounidense hacia el final de la década de los cincuenta. Al final de esta década, tanto los Estados Unidos como la Unión Soviética comenzaron a lanzar sondas hacia la Luna. La primera sonda en llegar cerca de la Luna fue la *Luna 1* soviética, lanzada el 2 de enero de 1959, que se aproximó a 3,700 millas (6,000 kilómetros) de la Luna. Dos meses después, los Estados Unidos enviaron su sonda *Pioneer 4*, que también se acercó, pero no llegó. La sonda soviética *Luna 2*, lanzada el 12 de septiembre de 1959, fue la primera en tocar la Luna, y un mes después, la *Luna 3* le dio vueltas a la Luna y fotografió su cara oculta.

El 12 de abril de 1961, los soviéticos se le adelantaron a los estadounidenses al enviar al primer hombre al espacio; se trataba de un piloto de veintisiete años, Yuri Gagarin, quien alguna vez había considerado trabajar en la construcción de tractores en una acería. Viajando en la nave *Vostok 1*, Gagarin le dio una vuelta a la Tierra en 108 minutos y regresó ileso. Un piloto automático controlaba la nave espacial durante todo el viaje. Poco tiempo después, en agosto de ese año, el cosmonauta Gherman Titov, a bordo del *Vostok 2*, realizó un vuelo de veinticinco horas y le dio diecisiete vueltas a la Tierra.

En la carrera por no quedarse atrás, el programa estadounidense Mercurio envió a su primer tripulante en mayo 5 de 1961. Alan B. Shepard Jr. fue lanzado en una cápsula llamada *Freedom 7*, desde un cohete Redstone, y realizó un vuelo suborbital de quince

minutos que fue seguido por un segundo vuelo suborbital el 21 de julio de 1961, comandado por el astronauta Virgil I. Grissom. Esta misión casi termina de manera trágica—y todavía genera controversia. Luego de caer en el océano Atlántico, la compuerta lateral se abrió rápidamente y la cápsula se llenó de agua.

Grissom logró salvarse, pero quedó la duda de que él hubiera sido culpable del accidente al haber abierto la compuerta antes de tiempo. Tristemente Grissom se convirtió después en una de las primeras víctimas del programa espacial estadounidense, cuando él y otros dos compañeros del programa Mercurio, Roger Chaffe y Edward White, murieron en un incendio el 27 de enero de 1967 mientras preparaban el primer vuelo tripulado por estadounidenses a la Luna. Aparentemente, un corto circuito ocasionó un incendio en la cápsula, el cual se propagó vorazmente por el oxígeno puro que tenía la nave. Aunque inicialmente la NASA dijo a la prensa que los tres habían muerto instantáneamente, hoy se sabe que los restos de dos de los astronautas que trataban de abrir la compuerta fueron muy difíciles de separar. Pocos meses después de este incidente, los soviéticos sufrieron también una tragedia cuando la cápsula *Soyuz 1*, comandada por Vladimir Komarov—que debía reunirse con otra cápsula tripulada—tuvo problemas al enredarse el paracaídas, ocasionando la caída del Soyuz y la muerte de Komarov. El programa espacial tuvo un momento glorioso en su carrera con los soviéticos cuando el astronauta John Glenn se convirtió en el primer estadounidense en orbitar la Tierra el 20 de febrero de 1962. Glenn completó tres órbitas en menos de cinco horas. Posiblemente

el astronauta estadounidense más famoso, Glenn se convirtió en un verdadero héroe. Después de su carrera espacial fue senador del Estado de Ohio, candidato a la presidencia y, más tarde, en 1998, participó en una misión que generó escepticismo y, al mismo tiempo, admiración, pues regresó al espacio a la edad de setenta y siete años.

Hacia 1963, la Unión Soviética tuvo éxito con el *Luna 9*, en enero de 1966, después de una serie de fallas con naves de descenso duro. El programa US Surveyor realizó una serie de aterrizajes suaves a partir de 1966, y continuó con cinco sondas denominadas *Lunar Orbiters* que fotografiaron la superficie lunar.

Después de considerar varios proyectos para una misión lunar tripulada, la NASA decidió ejecutar el denominado Lunar-Orbit Rendezvous (Encuentro en la Órbita Lunar). Utilizarían una nave que constaba de tres partes—el módulo del comando (MC), el módulo de servicio (MS), y el módulo lunar (ML)—para llevar a tres astronautas a orbitar en torno a la Luna. Un astronauta permanecería en el módulo de comando en forma de cono, desde donde se dirigiría la misión. El módulo de servicio llevaba el combustible, el oxígeno, el agua y el sistema eléctrico y de propulsión de la nave. Estas dos unidades permanecerían unidas durante casi toda la misión como el módulo de control/servicio (MCS) que estaría en órbita alrededor de la Luna mientras que los otros dos astronautas descendían a la superficie lunar en el módulo lunar que constaba de dos partes, una de ascenso y otra de descenso. Ambas aterrizarían sobre la Luna, pero sólo la de ascenso

regresaría.

Un cohete *Saturno 5* lanzaría la nave hacia la Luna, desde donde entraría la órbita lunar. El módulo lunar se separaría y llevaría a los dos astronautas a la superficie. A finales de 1968, los Estados Unidos habían rediseñado el módulo de comando-servicio y estaban preparados para la misión, pero el módulo lunar no estaba listo. Sabiendo que los rusos estaban planeando una misión tripulada para acercarse a la Luna, la NASA decidió tomar la delantera y envió una nave tripulada a orbitar la Luna sin el módulo lunar. Tendría como objetivo probar la navegación y las comunicaciones en el entorno lunar.

El *Apolo 8*, con la primera expedición tripulada a la Luna, salió del Centro Espacial Kennedy en Cabo Cañaveral, Florida, el 21 de diciembre de 1968 con Frank Borman, James Lovell Jr. y William A. Anders a bordo, en un proyecto que un funcionario de la NASA denominó "la jugada más osada de toda la historia de la navegación espacial." Parte de la misión consistía en pasar veinte minutos en la parte lejana de la Luna, donde no era posible la transmisión de radio. Fueron los veinte minutos más largos de la exploración espacial, que terminaron al reestablecerse la comunicación por radio. Era la víspera de Navidad y los tres astronautas, en un desafío deliberado a los comunistas ateos, leyeron la narración de la Creación del libro del Génesis. Acelerando el motor para salir de la órbita lunar, Lovell afirmó, "Quiero informarles que sí existe Santa Claus, el despegue fue satisfactorio." Aterrizaron sobre el mar el 27 de diciembre de 1968.

El 16 de julio de 1969 salió el *Apolo 11* llevando a tres astronautas—Neil A. Armstrong, Edwin E. Aldrin Jr. y Michael Collins. Era la primera misión para llevar hombres a la Luna. Las dos primeras fases del cohete *Saturno 5* llevaron la nave a una altura de 115 millas (185 kilómetros) a una velocidad de 15,400 millas (24,800 kilómetros) por hora, un poco menos que la velocidad orbital. La tercera fase se encendió brevemente para acelerar el vehículo a la velocidad deseada. Después se apagó mientras el vehículo navegaba en la órbita. Luego los astronautas empezaron a hacer una extraordinaria serie de maniobras. Revisaron la nave y planificaron la trayectoria del vuelo a la Luna. Encendieron la tercera fase del cohete y aumentaron la velocidad a 24,300 millas (39,100 kilómetros de la Tierra) por hora—velocidad necesaria para salir de la gravedad de la Tierra. Camino a la Luna, la tripulación desprendió el módulo de comando- servicio de la nave *Saturno*, le dieron la vuelta a este módulo y lo fijaron al módulo lunar, que continuaba unido a *Saturno*. Luego se desconectaron de *Saturno*.

Durante tres días, el *Apolo 11* se dirigió hacia la Luna; a medida que se alejaba de la Tierra, la atracción de la gravedad se debilitó y la nave disminuyó su velocidad. Cuando estaba a 215,000 millas (346,000 kilómetros) de la Tierra su velocidad se había reducido a 2,000 millas (3,200 kilómetros) por hora. En ese momento volvió a actuar la gravedad y la nave aceleró otra vez, ahora atraída por la gravedad de la Luna. Estando ya en la órbita lunar, Aldrich y Armstrong separaron el módulo lunar denominado *Eagle* (Aguila), encendieron la fase de descenso y comenzaron a bajar. Collins

permaneció dentro del módulo de comando mientras sus dos compañeros cumplían una cita con la historia.

Pese a que la computadora del módulo de aterrizaje controlaba todas las maniobras, el piloto podía anular cualquier decisión que considerara necesaria y, para el aterrizaje final, Armstrong miró por la ventana y escogió un sitio apropiado. Cuando el módulo estuvo a 5 pies (1.5 metros) de la superficie, se apagó el motor y la nave tocó el Mar de la Tranquilidad de la Luna el 20 de julio de 1969. Momentos después, Armstrong envió por radio el famoso mensaje: "Houston, aquí Base de la Tranquilidad. El *Eagle* ha aterrizado."

Cuando se bajaron de la nave, una cámara de televisión instalada en el costado del módulo Lunar envió a la Tierra imágenes borrosas de los astronautas. Armstrong pisó la Luna y exclamó, "Es un paso pequeño para un hombre, pero un salto gigantesco para la humanidad." (De acuerdo con Armstrong, la mayoría de los televidentes no oyeron claramente el *un* antes de la palabra *hombre* por un problema de transmisión.) Más tarde, le dijo a Aldrin, quien estaba con él sobre la superficie lunar, "¿No es divertido?"

Habían pasado 2,974 días desde que el presidente Kennedy había prometido llegar a la Luna. Los dos astronautas colocaron una bandera de los Estados Unidos y dejaron una placa con la siguiente inscripción:

*AQUÍ HOMBRES DEL PLANETA TIERRA PISARON LA
SUPERFICIE LUNAR POR PRIMERA VEZ EN JULIO DE
1969 D.C. VINIMOS EN PAZ EN NOMBRE DE TODA LA*

HUMANIDAD

El segundo vuelo a la Luna fue tan exitoso como el primero, y el *Apolo 12* aterrizó con precisión el 19 de noviembre de 1969. Los astronautas Charles (Pete) Conrad Jr. y Alan L. Bean caminaron hacia una sonda espacial estacionada, el *Surveyor 3*, y tomaron muestras para investigación.

Voces del Universo:

Astronauta del Apolo 13, John L. Swigert Jr.

OK, Houston, se nos ha presentado un problema.

¿Fue fiel a la realidad la película *Apollo 13*?

El vuelo del *Apolo 13* tenía como objetivo aterrizar por tercera vez en la Luna, pero terminó en un desastre inmortalizado en la fidedigna película de Ron Howard, *Apolo 13*. El viaje de 1970 se convirtió en una misión de rescate desesperada para salvar la vida de tres astronautas-James A. Lovell Jr., Fred W. Haise y John L. Swigert Jr. Durante su aproximación a la Luna, uno de los dos tanques de oxígeno que proporcionaban tanto el oxígeno para respirar como el combustible para los sistemas eléctricos de los módulos de comando y de servicio explotó, dejando inutilizable el tanque restante. Momentos después, Swigert exclamó, "OK, Houston, se nos ha presentado un problema." (En la película se dijo, "Houston, tenemos un problema.")

Dándose cuenta de que los astronautas no tenían suficiente oxígeno

y energía para volver a la Tierra, los controladores de la Misión de Control en Houston rápidamente ordenaron a la tripulación encender el módulo lunar, que tenía su propia energía y fuente de oxígeno, pero que no estaba diseñado para tres astronautas. La tripulación apagó los módulos de comando y servicio tratando de ahorrar el suministro de energía hasta que ésta fuera absolutamente necesaria para el descenso a la tierra. Usando el mínimo de energía durante el viaje de regreso de tres días, los tres astronautas sobrevivieron.

Después de investigar el accidente, la NASA determinó que los cables que conectaban un termostato dentro del tanque no habían sido probados correctamente. Durante el vuelo ocurrió un corto circuito que causó fuego en el entorno del tanque, ocasionando una explosión. La NASA rediseñó los módulos de comando y de servicio.

Los astronautas del programa Apolo aterrizaron seis veces en la Luna entre 1969 y 1972. La última misión lunar, la *Apolo 17*, aterrizó en los montes Tauro el 11 de diciembre de 1972. Eugene A. Cernan y Harrison H. Schmitt, cuyo doctorado en Geología le convertía en el único científico en haber tripulado en la misión Apolo, se destacó en este viaje. Los dos establecieron un récord al manejar una distancia de veintiuna millas por la superficie lunar en unos de los carritos similares a los que se utilizan en las canchas de golf.

En la Unión Soviética, la posición oficial era que ellos nunca habían tenido un programa equivalente al del Apolo. Pero a finales de los ochenta, la Unión Soviética empezó a revelar información con

respecto a un ambicioso, pero fallido, programa lunar.

Las expediciones Apolo lograron el deseo del presidente Kennedy de demostrar la superioridad tecnológica de Estados Unidos; la carrera a la Luna culminó con un rotundo triunfo estadounidense. ¿Valió la pena? La NASA informó que el costo final del programa Apolo había sido \$25 mil millones, más otros 4,500 millones gastados en los programas anteriores: Mercurio, Gemini y otros programas tripulados. En retrospectiva, parece una ganga. Pero el programa espacial siempre ha tenido críticos. Algunos piensan que cualquier programa espacial significa un desperdicio del dinero de quienes pagan impuestos y de los que creen que la investigación espacial debería hacerse en una forma totalmente diferente, con más énfasis en exploraciones no tripuladas que reducen el riesgo a la vida humana. Quienes defienden los programas dicen que las misiones han proporcionado información que hubiera sido imposible conseguir mediante el uso exclusivo de sondas. Además, es importante tener en cuenta el "dividendo espacial" (véase más abajo). Apolo contribuyó al desarrollo de tecnologías que fueron después aplicadas a otras tareas más cotidianas: los avances en microelectrónica y equipos médicos, que han permitido salvar vidas en la Tierra, son algunos de los ejemplos de las ventajas derivadas del programa espacial.

Pero, finalmente, se trata más que todo del espíritu humano. ¿Valió la pena la expedición de Lewis y Clark? ¿Eran necesarios los viajes de Magallanes que terminaron costándole la vida? Son ejemplos de los adelantos que han requerido el coraje y la osadía que amplían la

experiencia humana. Es importante tener en cuenta el momento histórico del programa Apolo. La década de los sesenta fueron los peores y los mejores tiempos. El presidente que presentó el reto de ir a la Luna había muerto a manos de un asesino. En 1968, el reverendo Martin Luther King y Robert Kennedy, un hermano menor del presidente, también habían sido asesinados. El país estaba pasando por la pesadilla de la Guerra de Vietnam y había una inestabilidad social que erróneamente se conoce como "los sesenta." El problema racial dividía a los estadounidenses. El programa Apolo fue un suceso regenerativo para la nación. Aun los críticos del programa quedaron mudos ante el extraordinario espectáculo de la Tierra vista desde la Luna. El impacto práctico de las misiones Apolo—y del mismo programa espacial —puede debatirse y analizarse. Pero el espíritu humano, si la historia nos sirve de guía, exige que la humanidad continúe avanzando, rompiendo nuevas barreras. Y que lo haga, idealmente, basándose en las lecciones del pasado.

A fin de cuentas, es difícil refutar la afirmación del historiador de la era espacial William E. Burrows; él llamó a las misiones Apolo, "la más grande aventura humana, la *Odisea* del milenio."

¿Quiénes eran los "13 de Mercurio"?

Usted ha oído hablar de John Glenn, Neil Armstrong, Alan Shepard y los demás astronautas famosos. ¿Pero alguna vez ha oído hablar de Jerrie Cobb? Uno de los miembros más destacados en el programa de entrenamiento fue Jerrie Cobb. Pero fue eliminado por

la NASA, junto a otros doce candidatos, por no contar con un requisito básico. Eran mujeres.

Uno de los capítulos olvidados en la historia del espacio es la existencia de un grupo de mujeres aspirantes a astronauta. Fueron escogidas en 1959 y pasaron por el mismo proceso de selección que los hombres del *Mercurio 7*. Tenían excelente salud, títulos universitarios y eran pilotos con experiencia. Entre estas se encontraba Jerrie Cobb, que había empezado a volar a los doce años. Uno de los diez mejores pilotos del mundo, con cuatro premios por velocidad, distancia y altura, fue escogida para las pruebas de calificación. No solamente las pasó, sino que quedó clasificada entre el 2 por ciento más sobresaliente del programa de los astronautas. Las “palancas” políticas no sirvieron en el caso de las mujeres del *Mercurio 13*. Dentro de ese grupo se encontraba Jane Flart, la esposa del senador de Michigan, Philip A. Flart. Además de tener experiencia pilotando aviones, había sido la primera persona en obtener la licencia para volar helicópteros en su estado. Había dado a luz a ocho hijos y esto, decía ella, servía para enfatizar que cualquiera que hubiese pasado por varios partos tenía “lo que se necesita” para vencer el estrés del espacio, y que si los hombres tuvieran que dar a luz, probablemente habría un monumento en honor de los Héroes de la Sala de Maternidad. De hecho, había gente que pensaba que las mujeres hubieran sido mejores candidatos, especialmente para las primeras naves, por su menor tamaño y por la capacidad ascensional de los primeros cohetes.

Pero en 1960 la NASA acabó con las oportunidades para las mujeres. Se cambiaron las reglas al final para que las mujeres no se metieran en la carrera. Oficialmente, fueron eliminadas por no tener experiencia pilotando aviones de propulsión a chorro, que en esa época pertenecían al ejército, y las mujeres no tenían acceso a ellos. El sexismo en la NASA, característico de los años cincuenta, el temor al escándalo que se produciría si una mujer moría en un accidente y las objeciones de los astronautas hombres que no querían que compitieran con ellos por la gloria, son algunas de las razones que sustentaron la decisión. Las 13 del Mercury—K. Cagle, Jerrie Cobb, Jan Dietrich, Marión Dietrich, Wally Funk, Jane Flart, Jean Flixson, Gene Nora Jessen, Irene Leverton, Sara Ratley, B. Steadman, Jeri Truhill y Rhea Woltman—fueron eliminadas en 1960. Tres años después, Valentina Tereshkova, una trabajadora de textiles de veintiséis años, fue enviada al espacio, otro golpe certero para el programa espacial soviético. Pasarían otros veinte antes de que Sally K. Ride se convirtiera en la primera mujer estadounidense en viajar al espacio en 1983.

¿Qué le pasó al trasbordador espacial *Challenger*?

Si el programa Apolo representó la cúspide de los logros humanos y uno de los momentos más brillantes para la NASA, su punto más bajo ocurrió en la fría mañana del 28 de enero de 1986. Se trataba del décimo lanzamiento del trasbordador espacial *Challenger* y de la misión número veinticinco. El comandante de la misión era Francis R. (Dick) Scobee. Los otros cinco miembros de la tripulación eran

Gregory B. Jarvis, Ronald E. McNair, Ellison S. Onizuka, Judith A. Resnik y Michael J. Smith. Pero esta misión era distinta; en la tripulación estaba Christa McAuliffe, una profesora de secundaria de Concord, New Hampshire, madre de dos hijos y ganadora de un concurso para convertirse en el primer "pasajero" en viajar al espacio. La elección de McAuliffe era parte de las acertadas campañas de relaciones públicas de la NASA. Su conocimiento del clima, la ingeniería y la física deberían haber sido así de impecables. El programa de trasbordadores espaciales, después de haber reavivado entusiasmo de los estadounidenses por el espacio, se había vuelto monótono para la opinión pública. Enviar naves de ida y vuelta al espacio era tan predecible como volar en aviones comerciales. Y la NASA, como las aerolíneas, se atrasaba en sus cronogramas. En 1986 estaba muy retrasada y sobregirada en el presupuesto. Los halcones del presupuesto del Congreso empezaban a buscar culpables, y la NASA y el programa espacial se habían convertido en una burocracia relativamente ineficiente desde la década de los sesenta en que eran intocables. Como ya se había hecho habitual, esta misión del *Challenger* había sido pospuesta varias veces. Pese a las advertencias de los constructores del trasbordador, los ingenieros de la NASA desatendieron sus inquietudes y programaron el lanzamiento para las 11:38 a.m., con una temperatura de 36 °F en la Florida. Después de escasos setenta y tres segundos de vuelo, mientras la nación observaba a la primera astronauta del trasbordador típicamente estadounidense, el *Challenger* se desintegró y se convirtió en una bola de fuego a una

altura de 46,000 pies (14,020 metros). Dentro del grupo que observaba el lanzamiento se encontraban los padres y la hermana de McAuliffe. Las cámaras de televisión captaron el desgarrador instante en aquellos rostros que pasaron, en cuestión de segundos, de una enorme fascinación a la incredulidad al darse cuenta de que algo andaba terriblemente mal.

El desastre del *Challenger* se convirtió en el día más negro de una historia que se remonta a los años cincuenta y sesenta, cuando los diseñadores de aviones comenzaron a desarrollar el concepto de cohetes con alas que podían aterrizar en aeropuertos comunes y corrientes. La idea era simple: construir una nave espacial, reusable y más barata, que pudiera lanzarse como cohete y que aterrizara como avión. Diseñadas para ser lanzadas más de un centenar de veces, iban a ser las "camionetas" del espacio, es decir, vehículos confiables que conducirían al programa espacial a un segundo nivel de exploración y desarrollo con fines prácticos para la humanidad. La NASA empezó a desarrollar vehículos espaciales reusables al mismo tiempo que continuaba con el programa Apolo y, en 1972, Richard M. Nixon firmó la orden que oficialmente daba inicio al proyecto del trasbordador espacial.

Tal como fue diseñado, el trasbordador espacial constaba con tres componentes: un orbitador, un tanque externo y dos cohetes impulsores. La nariz del orbitador alado tenía la cabina presurizada, parecida a la cabina de un avión. Los pilotos podían mirar por las ventanas frontales y las laterales. El tanque externo, unido al fuselaje de la nave, contenía los combustibles líquidos utilizados por

los motores principales. Los dos cohetes impulsores de la nave — con combustible sólido —estaban unidos a los lados del tanque externo. Después del lanzamiento, estos impulsores se desprendían, caían sobre el océano y eran recuperados para ser reutilizados después.

En 1977, la NASA condujo vuelos de prueba del primer trasbordador espacial, el *Enterprise*, llamado así por la nave imaginaria de la serie *Star Trek*, complaciendo la petición de muchísimos “Trekkies,” los ávidos seguidores de la serie. La NASA no estaba contenta con nombrar una de sus naves en honor a un símbolo de la cultura popular, pero el público y los medios de comunicación lo adoptaron gustosamente. El orbitador fue montado sobre un *jumbo 747* modificado para su fase de ensayos.

La primera misión del trasbordador empezó el 12 de abril de 1981. Ese día fue lanzado el trasbordador *Columbia*, con los astronautas John W. Young y Robert L. Crippen al mando. La misión de cincuenta y cuatro minutos fue perfecta. Siete meses más tarde, el vehículo realizó un segundo vuelo, demostrando así que podían ser reutilizados. Aun cuando los primeros vuelos sólo llevaban dos pilotos, el tamaño de la tripulación fue aumentando primero a cuatro y luego a siete u ocho. Además de los dos pilotos, las tripulaciones empezaron a incluir “especialistas de la misión,” expertos en la investigación científica que debía llevarse a cabo y “especialistas de carga,” un término que supuestamente se aplicaba a los expertos en la operación de la nave, pero que con el tiempo empezó a incluir, por ejemplo, a un príncipe de Arabia Saudita o a

un senador estadounidense, pasajeros cuya presencia era más ceremonial que científica. Estos eran los “pasajeros ciudadanos,” un grupo que la NASA quería que en un futuro llevara artistas y periodistas. La profesora Christa McAuliffe fue uno de estos “pasajeros ciudadanos.” Se planeaba que ella diera lecciones desde el espacio en un esfuerzo de la NASA por crear una opinión pública favorable.

Tras el desastre, se pararon todas las misiones mientras se determinaba la causa del accidente. La comisión nombrada por el presidente Reagan constaba de catorce miembros liderados por el antiguo Secretario de Estado William P. Rogers, quien aclaró desde el comienzo que la NASA saldría sin mancha, al menos públicamente, e incluía a Neil Armstrong y a Sally Ride, la primera mujer en ir al espacio. En junio de 1986, la comisión determinó que la causa del accidente había sido un anillo de caucho en el impulsor derecho de combustible sólido.

¿Un anillo de caucho? Piense en el redondel de caucho que tienen las botellas de conservas Masón. Pues unas versiones más sofisticadas de estos anillos sellaban la unión entre los dos segmentos inferiores del impulsador. El momento más dramático de las audiencias fue cuando Richard P. Feynman, un veterano del proyecto Manhattan y uno de los físicos más prominentes del país, introdujo un pedazo de anillo de caucho en un vaso de agua helada y usó unas pinzas compradas en una ferretería para demostrar que el caucho frío era quebradizo y frágil. Las fallas en el diseño de la unión y el clima inusualmente frío ocasionaron el deterioro de los

anillos de caucho, un problema previsto en algún informe de uno de los contratistas del trasbordador.

Esta fue la causa física del desastre, pero en última instancia el problema se debió a la decisión de apresurar el lanzamiento para justificar el proyecto que estaba demorado y cuyos costos eran superiores a lo estipulado. El hecho de que la NASA hubiera querido mantener intacto el plan de clase de Christa McAuliffe también influyó en la decisión del lanzamiento, al igual que el itinerario del presidente Reagan. El debía pronunciar un discurso ante el Congreso y quería referirse al lanzamiento y a la profesora Christa. Los críticos consideran que hubo presión por parte de la Casa Blanca para que el viaje saliera según el cronograma

Como suelen decir muchas profesoras como Christa McAuliffe a sus alumnos de primaria, "De la carrera no queda sino el cansancio."

*Voces del Universo:**William E. Burrows, Este Nuevo Océano, 1998*

Perdimos a Challenger porque la NASA llegó a creer su propia propaganda. La agencia tenía el concepto de que la tecnología—la ingeniería en particular—siempre triunfaría sobre los desastres fortuitos si se seguían ciertas reglas. Los ingenieros convertidos en tecnócratas no podían aceptar la psicología de las máquinas sin abandonar el principio fundamental de su propia fe: las ecuaciones, la geometría y la repetición—las leyes de la física, los diseños precisos y los ensayos—debían superar al caos. No importaba que hubieran muerto astronautas y cosmonautas en máquinas cuidadosamente diseñadas y probadas. La ingeniería, siempre sólida, ofrecía un margen de seguridad, porque los ingenieros creían que los números proporcionaban la protección requerida. Esto los volvió arrogantes. (pág. 560)

Celulares y Speedos: NASA, ¿qué ha hecho por mí últimamente?

Desde camas para hospitales hasta equipos de esquí y piscinas, la tecnología de la Era Espacial ha contribuido a mejorar la vida sobre la Tierra, y éste ha sido el gran beneficio adicional del programa espacial. A través de las décadas, se han criticado los costos del programa, teniendo en cuenta las numerosas necesidades que hay en el planeta Tierra. Pero la verdad es que el programa ha sido una inversión muy positiva, y los dividendos han sido grandes para muchos sectores de la población. Inclusive en la época del Apolo, se

estimó que el costo del programa espacial para cada estadounidense era de 50 centavos de dólar. Al menos esto es lo que afirma la NASA. La agencia se ve a sí misma como una gran piedra arrojada a una piscina. Los dólares empleados en investigación, equipos y salarios relacionados con el programa espacial han tenido incidencia sobre varios aspectos de la economía. Según información de la NASA, por cada dólar utilizado para el programa se generaron siete dólares de negocios nuevos en la economía de Estados Unidos. Una misión del transbordador en la actualidad cuesta alrededor de \$500 millones. Obviamente, los satélites hacen más que mirar a las estrellas—proporcionan pronósticos climáticos más acertados que pueden salvar vidas y cosechas, ayudan a que sus celulares funcionen mejor y le transmiten los Juegos Olímpicos en vivo y en directo.

DIVIDENDOS TERRENALES DEL SISTEMA ESPACIAL:

La siguiente lista resalta los inventos y la tecnología derivados de la tecnología desarrollada por la NASA para el programa espacial.

- Los detectores de humo diseñados para el Skylab son usados en millones de hogares en el mundo entero.
- La cirugía de los ojos con láser se deriva de estudios atmosféricos satelitales.
- Los bloqueadores de radiación utilizados en los lentes de sol filtran ondas peligrosas y protegen los ojos.
- La terapia de bombeo usada para controlar las inyecciones de drogas para la diabetes se deriva de la tecnología satelital.
- Tempur, un material para colchones que ayuda a aliviar los

dolores de espalda, se deriva de tecnología desarrollada para disminuir las fuerzas de gravedad experimentadas en el momento del despegue.

- El aislamiento térmico usado en ropa, equipos de protección contra incendios, aparatos de supervivencia y protección contra químicos tóxicos.
- La estimulación neuromuscular eléctrica para ayudar a las víctimas de daños en la columna.
- El sistema de optometría facilita los exámenes ópticos—la detección temprana ayuda a prevenir la ceguera en los niños.
- Las mejoras en aparatos prostéticos logradas a partir de un diseño ideado para mantener los tanques de combustible extremadamente fríos.
- La tecnología de Imágenes de Resonancia Magnética (MRI) — desarrollada a partir de los aparatos de detección a distancia de los satélites.
- Las máquinas para ejercicios desarrolladas para los astronautas que pasan largos períodos en el espacio, donde la ingravidez y otras condiciones afectan muchos aspectos del cuerpo.
- La terapia luminosa que ayuda a quienes padecen del Desorden Afectivo Estacional —enfermedad causada por falta de luz—y desarrollada para ayudar a los astronautas a controlar el ciclo de sueño/vigilia.
- Los detectores de fuego que evidencian la presencia de llamas visibles e invisibles y que detectan a las personas

inconscientes en lugares llenos de humo.

- La tecnología de búsqueda y rescate—la aplicación del programa espacial que más vidas ha salvado—desarrollada a partir de programas satelitales para monitoreo ambiental y climático.
- Las imágenes satelitales que han sido utilizadas para detectar descubrimientos arqueológicos extensos como la localización de las antiguas civilizaciones en Costa Rica y en Ubar, la ciudad de cinco mil años de Mesopotamia, hoy Irak.
- Los mapas satelitales que proveen información vital sobre la disponibilidad de agua y alimentos.
- ¡Salvemos a los delfines! Un aparato desarrollado para la localización de las naves espaciales ahora se instala en las redes de pesca. El aparato emite un sonido de advertencia que es detectado por los delfines y que les ayuda a escapar.
- La ampliación de imágenes computarizadas para mejorar los “exámenes de barrido” del cerebro y permitir imágenes corporales tridimensionales.
- Los sistemas computarizados de calentamiento solar del agua, basados en sistemas de control de temperatura usados en el Skylab.
- La inspección geológica precisa para detectar recursos o establecer fugas en las tuberías.
- La elaboración de mapas infrarrojos para la planificación urbana.
- Las plantas de purificación de aguas fecales—jacintos

acuáticos ricos en proteínas cultivados para la depuración de aguas negras.

- Los filtros de agua electrolíticos diseñados para las naves espaciales son la base de los purificadores de agua domésticos.
- Los revestimientos para protección de superficies—uno fue utilizado para proteger la estatua de la Libertad.
- Los zapatos para correr adaptados de la tecnología de los trajes espaciales.
- La búsqueda de fórmulas para la reducción del consumo de combustibles originó los rebordes de silicona que se utilizan para los vestidos de baño de competencia. ¡Speedos!
- Los productos para evitar que se empañen las superficies, diseñados por un astronauta retirado, se están usando en variedad de productos como ventanas, cámaras fotográficas y cascos para pilotos y motociclistas.
- La carrera del espacio y el desarrollo de las computadoras han sido paralelos. La NASA ha estado involucrada en la creación de la supercomputadora más grande del mundo que comunicará a usuarios de la industria, el gobierno y la academia de todo el país.
- El diseño de asientos ergonómicos para los astronautas se está utilizando en sillas para los ancianos, asientos de soporte para los parapléjicos y asientos de escritorio que reducen los daños relacionados con el trabajo.
- Las aplicaciones de robótica pueden contribuir a ayudar a los parapléjicos y minusválidos en las tareas diarias.

- El desarrollo de *chips* de computadoras en un ambiente totalmente libre de impurezas.
- La mayor eficiencia en el diseño de productos, que permite crear productos que ahorran energía y son menos contaminantes.
- Los sistemas de limpieza a propulsión diseñados para limpiar la superficie de los cohetes impulsores reusables del transbordador reemplazan, los productos de limpieza químicos tóxicos.
- Los sistemas de control del tráfico que ayudarán a manejar la congestión vehicular y a elevar la seguridad en las carreteras.

Esta lista fue adaptada del libro *Inventions From Outer Space*, de David Baker. New York: Random House, 2000.

La siguiente fase en el desarrollo del espacio y sus consecuencias prácticas ocurrirá cuando el sector privado expanda su iniciativa a lo que se considera función exclusiva de la NASA y comience a sacar dividendos de la exploración espacial. Por ejemplo, a finales de 1999, dos empresas, Lockheed Martin Astronautics y SpaceDev anunciaron que trabajarían juntas para desarrollar y comercializar acceso espacial más económico para cargas pequeñas. De la misma manera en que Federal Express salió al mercado y transformó el correo de Estados Unidos, los inversionistas privados del espacio están buscando competir con la NASA para colocar en el espacio satélites comerciales.

En la edición de noviembre/diciembre de 1999 de *Ad Asirá*, revista

de la Sociedad Nacional del Espacio, una organización dedicada a la exploración espacial, los ejecutivos de SpaceDev ofrecieron la posibilidad de tomar pedidos para Marte, prometiendo llevar satélites pequeños a los alrededores de Marte por un valor fijo de \$ 24 millones. El costo de la NASA para tal misión es mucho más alto que el de SpaceDev. Durante una convención de la Sociedad de Marte, el presidente de SpaceDev, Jim Benson, afirmó: "Misiones a los planetas interiores como ésta pueden hacerse hoy por el costo de un jet privado."

La mayoría de estos planes estuvieron ligados al desarrollo de la industria de telecomunicaciones que se disparó junto con el mercado de acciones Nasdaq en la década de los noventa. Con "un teléfono celular en cada olla y dos antenas satelitales en cada jardín," el espacio estaba convirtiéndose no en la "nueva frontera," metafóricamente hablando, sino en una lotería. Pero, con el comienzo del tercer milenio, algunos de esos sueños se desmoronaron. Una compañía llamada Iridium, que había planeado enviar docenas de satélites al espacio, se arruinó. Tuvo que acogerse al Capítulo 11 al no poder conseguir suficientes suscriptores para un sistema telefónico satelital que costaba más de \$5,000 millones. Iridium iba a dejar caer a la Tierra los satélites que había enviado, pero el Pentágono accedió a gastar \$72 millones por el uso durante dos años del servicio satelital de Iridium, y Boeing aceptó operar el sistema satelital bajo contrato. Por el momento, el futuro del espacio como lugar de entretenimiento para el capital de los inversionistas había regresado a tierra.

La mayoría de los visionarios del espacio considera que el futuro de la exploración espacial podrá ser jalonado más por el comercio que como curiosidad científica o por necesidades militares. Edwin “Buzz” Aldrin, el segundo hombre en pisar la Luna, es uno de ellos. Arthur C. Clarke, el creador de *2001: Odisea Espacial* dice lo mismo. En el 2001 Aldrin fundó ShareSpace, una organización sin ánimo de lucro, cuya misión era abrir al público los viajes al espacio. En esa época, predijo que las aventuras de viajes espaciales serían una realidad en diez o doce años. Clarke, un proponente de la colonización espacial durante décadas, estaba de acuerdo con Aldrin, pero vio un lado más práctico en ese potencial espacial. De acuerdo con Clarke, la colonización de otros planetas proveerá la única posibilidad de supervivencia ante el hacinamiento y degradación inevitables en la Tierra, o en caso de alguna colisión catastrófica.

Durante la Guerra Fría, el espacio era un lugar exclusivo de los gobiernos—en realidad, de dos gobiernos. El final de la Guerra Fría, la caída de la Unión Soviética, y la Rusia post comunista—que recientemente, en vista de la necesidad económica, ha vendido gran parte de su anticuado equipo del espacio —han dejado abierta la oportunidad para que tomen la iniciativa otros intereses comerciales. Hoy en día, la empresa privada está invirtiendo más en el espacio que el gobierno. La Guerra Fría se acabó y la privatización del espacio ha comenzado. Hay arcos amarillos en Moscú y en Beijing. En poco tiempo los veremos instalados en el Mar de la Tranquilidad.

Regreso al futuro: el regreso de John Glenn al espacio, ¿fue bueno para la ciencia o sólo una maniobra publicitaria?

El trasbordador espacial reinició sus vuelos el 29 de septiembre de 1988 con el lanzamiento de la nave rediseñada, *Discovery*. Durante los siguientes años, se realizaron muchas misiones que habían sido pospuestas. Las sondas *Cableo*, *Magellan* y *Ulysses* fueron enviadas al espacio. Grandes satélites científicos como el Telescopio Espacial Hubble, el Observatorio Comptom de Rayos Gamma, satélite de investigación de la atmósfera superior, y el Observatorio Chandra de Rayos-X, fueron puestos en órbita. El Spacelab, un laboratorio que operaba dentro de la sección de carga del trasbordador, fue utilizado para estudiar astronomía y medicina espacial.

Y las naves espaciales de los Estados Unidos y de Rusia volvieron a comenzar operaciones conjuntas veinte años después de la misión Apolo-Soyuz. El 29 de Junio, después de tres años de negociaciones, planeación y prácticas, el trasbordador *Atlantis* llegó a la Estación Espacial Mir de los rusos. El *Atlantis* llevaba una tripulación rusa de reemplazo, y trajo de vuelta a la Tierra la que se encontraba en la estación. Entre los que regresaron se encontraba el astronauta, Norman Thagard había viajado a la estación *Mir* el 14 de marzo de 1995. Thagard había permanecido 115 días en el espacio, rompiendo el record anterior de 84 días. El 22 de marzo de 1995, tres cosmonautas que estaban en la estación *Mir* cuando Thagard llegó, volvieron a la Tierra; entre ellos se encontraban Valerie Polyakov quien estableció el record internacional al

permanecer durante 438 días en el espacio. El 15 de julio de 1996, la astronauta Shannon Lucid, rompió el record de Thagard al permanecer en la estación 116 días consecutivos y, el 7 de septiembre de 1996, Lucid rompió el record de las mujeres de 168 días consecutivos en el espacio, récord que había sido establecido por la cosmonauta Yelena Kondakova en 1995. El 26 de septiembre, Lucid volvió a la Tierra en el *Atlantis*, después de 188 días consecutivos en el espacio.

Pero pocos de estos logros obtuvieron el reconocimiento mundial que tuvo el lanzamiento del trasbordador *Discovery* lanzado en octubre de 1998, en el cual viajaba el senador John Glenn, el Niño Dorado de la Era Espacial. A la edad de setenta y siete años, se convertía en el hombre más viejo en ir al espacio. Según la NASA, querían investigar la relación entre el espacio y el proceso de envejecimiento. Los aspectos "científicos" del viaje de Glenn tomaron un giro distinto, antes de despegar, pues lo sacaron de uno de los experimentos en los que supuestamente debía participar. Hasta quienes apoyaban el viaje de Glenn fueron bastante cínicos con la justificación de la NASA. El periódico *The New York Times* escribió en su editorial, "La justificación dada para este viaje es una racionalización insignificante del sueño del Sr. Glenn, quien llevaba dos años cabildeando para este viaje... No hay ninguna necesidad de estudiar el efecto de la ingravidez en los procesos físicos de una persona de edad... Algunos críticos piensan que este vuelo es un pago del presidente Clinton por protegerlo de críticas lanzadas contra él. Pero la explicación más sencilla es que los

administradores de la NASA ven un gran valor en el Regreso de John Glenn" (*New York Times*, enero 17 de 1998.)

El periódico tenía razón. Si la "Geriatría Espacial" era lo que querían investigar, una cosa era cierta: la NASA sabía cómo ocupar la primera página de los periódicos. La misión de Glenn, que no tuvo inconvenientes, fue la más explotada por los medios de comunicación en muchos años.



Aunque el reportaje de la noticia tuvo su toque de burla, y los programas cómicos de la noche tuvieron material jugoso para trabajar, la NASA se regocijó con el regreso triunfal de Glenn. El administrador de la Agencia, Daniel Goldin, afirmó que la decisión sobre este tipo de misiones del trasbordador con personas de edad se tomaría en un año o dos. A comienzos del 2001, no se habían realizado tales misiones. Pero la memoria es de corto plazo. Aunque

la gente no haya olvidado el desastre del *Challenger*, la NASA ha redescubierto la magia de hacer las cosas bien otra vez.

Si uno rompe un espejo en el espacio, ¿quiere decir que va a tener siete años de mala suerte?

Pese a que la trágica memoria del *Challenger* se desvanecía, y seguía adelante el programa de la NASA, existía mucha presión política. Durante el mandato del presidente Reagan, la agencia tenía, más que nunca, que justificar los costos. Concebido en 1960, el Gran Telescopio Orbital, primer nombre que recibió, fue diseñado como el más grande, poderoso y complejo observatorio que se haya mandado al espacio. Pero, se le llamó Telescopio Espacial Hubble (TEH) en honor del astrónomo estadounidense que había determinado que el universo estaba en expansión.

Fue enviado en 1990 y rápidamente se convirtió en una vergüenza pública para la NASA, aunque no tanto como la del *Challenger*. Escogió la agencia un espejo que salía más económico para darse cuenta un mes más tarde que presentaba fallas. Las palabras "lo barato sale caro" se oían en los corredores de la NASA. Hubo críticas y burlas en el mundo entero. Según palabras de Jay Leño, el comediante de televisión, "Hubble funciona muy bien, pero el universo está borroso."

Era urgente corregir el espejo. En 1993, los astronautas del trasbordador *Endeavour* le pusieron al Hubble un par de anteojos nuevos. Durante una caminata espacial, los astronautas le quitaron una cámara dañada y le pusieron unos costosos lentes nuevos.

Pero si usted le pregunta a algún astrónomo o científico del espacio,

le dirá que valió la pena la tarea. Hubble comenzó a sorprender a los críticos más duros. Hubble le mostró al mundo entero galaxias en formación: 40 miles de millones de galaxias en los extremos del universo conocido. En diciembre de 1995, el telescopio Hubble fue enfocado hacia un área celeste “vacía” cerca de la Osa Mayor, conocida como Campo Profundo del Hubble. Con el tiempo, más de 1,500 galaxias, en su mayoría nuevas, fueron fotografiadas. En mayo de 1997, tres meses después de que los astronautas instalaron nuevos equipos, científicos de Estados Unidos reportaron que el Hubble había hecho descubrimientos extraordinarios—entre ellos, la prueba de la existencia de un agujero negro 300 veces más grande que el Sol localizado en la galaxia M87, en la constelación de Virgo.

El Hubble ha revolucionado la astronomía, pues ha permitido expandir la visión humana a galaxias distantes, pero tiene sus límites. En el año 2009, el sucesor del Hubble va a dar el paso siguiente. El Telescopio Espacial la Próxima Generación tendrá una superficie reflectiva diez veces más grande, pero menos pesada, que la del Hubble. Según los planes, el espejo se retractará como el pétalo de una flor durante el lanzamiento, pero se expandirá al llegar a su destino, en una órbita a un millón de millas de la Tierra, un lugar donde la gravedad de la Luna, el Sol y la Tierra se neutralizan, pero que está mucho más allá del alcance del trasbordador. Es decir, no habrá quien pueda ir a repararlo, y tendrá que funcionar bien desde un comienzo.

Espacio, inodoros y sexo: ¿Cómo funcionará la estación espacial?

En 1982, el presidente Ronald Reagan, tal vez evocando deliberadamente al presidente Kennedy casi veinticinco años después, públicamente expresó la necesidad de tener una "presencia más permanente en el espacio." Dos años después, Reagan autorizó la construcción de una estación espacial permanente en "la siguiente década" e invitó a otras naciones a unirse en el esfuerzo. En una era de déficits presupuestarios, la estación espacial se encontraba en la unidad de cuidados intensivos, siempre bajo el peligro de que el Congreso le desconectara su soporte vital y con los militares que no querían que se construyera. Típicamente, el programa era rescatado por aquellos legisladores en cuyos distritos había contratistas importantes para los componentes de la estación espacial. (En caso de se haya preguntado por qué queda en Tejas el Comando Espacial, la respuesta es que Lyndon B. Johnson fue un senador poderoso de ese estado antes de ser vicepresidente de Kennedy. Localizarlo en Houston fue el resultado de las hazañas presupuestales de Lyndon B. Johnson.)

A medida que los diseños para la nueva estación cambiaban, y el costo se elevaba, el Congreso estaba decepcionado con la NASA, que ya había perdido credibilidad después de la tragedia del Challenger. La fecha de terminación del proyecto se seguía dilatando. El presidente Bill Clinton ordenó redireccionar el programa, reducir los costos y el tiempo de construcción, y los Estados Unidos, Canadá, Japón, Rusia y la agencia Europea del Espacio se unieron para rediseñar la estación espacial. La Estación Espacial Internacional se

construiría a partir de módulos presurizados y paneles de energía solar enviados por separado desde los trasbordadores y contruidos en el espacio. Inclusive esa decisión fue controversial, porque era posible construir la estación espacial y lanzarla como una sola unidad.

Al comienzo de su operación en el 2001, la Estación Espacial Internacional se convirtió en el proyecto científico internacional más grande de la historia y en el cual participan 16 naciones: Estados Unidos, Alemania, Rusia, Canadá, Bélgica, Dinamarca, Francia, Italia, Holanda, Noruega, España, Suecia, Suiza, Gran Bretaña, Japón y Brasil. Cuando se termine, contará con seis laboratorios, tendrá vivienda hasta para 7 personas y la energía provendrá de un acre de paneles solares.

La estación parece la creación de un niño genio jugando con Legos. Empezó a construirse en noviembre de 1998, cuando el módulo ruso *Zarya* fue lanzado por un cohete—el primer intento por ensamblar la estación. El 4 de diciembre de 1998, el módulo conectar estadounidense *Unity* fue enviado en el trasbordador *Endeavour* y la tripulación unió a *Unity* con *Zarya*. En mayo de 1999, el *Discovery* llevó suministros en su primer desembarque en la Estación Espacial Internacional, ahora denominada "Alpha"—la primera. En noviembre de 2000, dos cosmonautas rusos, Yuri Gidzenko y Sergei Krikalev, y el astronauta estadounidense Bill Sheperd, se convirtieron en la primera tripulación a tiempo completo de Alpha. En febrero de 2001, el laboratorio *Destiny*, construido por los estadounidenses, fue enviado en trasbordador y

unido exitosamente a la estación espacial, expandiendo así sus áreas de trabajo, sus laboratorios y su capacidad de informática. La estación espacial requerirá superar el reto logístico más grande de la historia —llevar provisiones regularmente a la estación. De esta tarea se encargarán unos módulos fabricados por los italianos—que no dejarán de inspirar muchos chistes sobre si también entregarán pizzas. Estos módulos llevarán comida fresca, equipos, y experimentos de ciencias y luego traerán a la Tierra los desperdicios y los resultados de los experimentos.

La estación espacial ofrecerá comodidades excelentes. Las preguntas más frecuentemente formuladas se refieren al uso del excusado y otras funciones corporales. Incluso el presidente Harry Truman en el comienzo de la Era Espacial tuvo curiosidad. Cuando le mostraron la cápsula *Mercurio*, se dice que preguntó, ¿Cómo hacen para orinar estos tipos? Esa tecnología ha avanzado desde la época remota del *Mercury*, cuando los primeros astronautas usaban pañales especiales. Todavía usan ropa de máxima absorción (RMA) en las caminatas espaciales y durante los lanzamientos. Pero a los astronautas, como a los niños pequeños, antes de salir a pasear se les recuerda que no deben tomar muchos líquidos y que deben ir al baño. La nueva generación de excusados opera como aspiradoras gigantes, pues no utilizan agua sino que los residuos sólidos son aspirados dentro de un recipiente. Vienen con barras que ayudan a sostenerse para evitar que flote el usuario. El residuo líquido es coleccionado en un recipiente y la orina es guardada con fines de investigación al volver a la Tierra.

En cuanto al sexo en el espacio, a la NASA se le hace esta pregunta con frecuencia, debido a que cada vez hay más estadías mixtas y duran más tiempo, pero la agencia no tiene nada que decir al respecto.

Hitos en el universo:

1970-2001

- 1970 *Apolo 13*: Una tercera misión lunar, tripulada por James A. Lovell Jr., Fred W. Haise y John Swigert, casi termina en desastre; el aterrizaje lunar es abortado por fallas. El módulo de servicio explota cincuenta y cinco horas después de partir. La tripulación regresa usando el módulo lunar a manera de salvavidas.
- Japón y China lanzan sus primeros satélites.
- El primer "jumbo," el Boeing 747, comienza su servicio transatlántico
- 1971 Alan B. Shepard Jr. y Edgard Mitchell recogen 98 libras de rocas lunares durante la misión *Apolo 14*; el piloto Stuart A. Roosa se queda orbitando la Luna.
- Tres cosmonautas soviéticos estacionan la nave *Soyuz 10* en la Salyut 1, la primera estación espacial.
- Durante la misión *Apolo 15*, David R. Scott y James B. Irwin manejan un carrito, similar a los del golf, en la superficie de la Luna.
- La nave estadounidense *Mariner 9* entra por primera vez a la órbita de otro planeta, Marte, y envía 7,329 fotografías de su superficie.
- La sonda espacial soviética *Mars 3* aterriza en Marte y envía una señal borrosa de televisión antes de apagarse.

Los británicos envían su primer satélite.

Intel introduce el primer microprocesador ahora conocido como el "chip."

- 1972 La tripulación del *Apolo 16* aterriza en la Luna en abril y realiza tres caminatas. (Ken Mattingly, navegando en el orbitador lunar, realiza vuelo individual más largo en la historia de los Estados Unidos.

Es lanzada una sonda estadounidense *Pioneer 10*; en 1983 se convierte en el primer objeto construido por el hombre en salir del sistema solar.

El 7 de diciembre es lanzado el último viaje tripulado a la Luna; dos astronautas pasan cuarenta y cuatro horas en la superficie de la Luna.

- 1973 Es lanzada la primera de tres misiones Skylab de ese año; la tripulación se encargará de hacer experimentos científicos y médicos y de recoger información para viajes más extensos.

- 1974 Una sonda espacial soviética aterriza en Marte.

El *Mariner 10* se acerca por vez primera a Mercurio.

- 1975 Es lanzado el proyecto *Apolo-Soyuz*, primera cooperación espacial entre los Estados Unidos y la Unión Soviética. Una tripulación de tres hombres de Apolo se enlaza con una tripulación de dos soviéticos.

Se mercadea por primera vez la pantalla de cristal líquido utilizada en calculadoras y relojes digitales.

Se introduce la primera computadora personal, la Altair 8800.

- 1976 Las sondas estadounidenses *Voyager 1* y *Voyager 2* son lanzadas en misiones hacia Júpiter y otros planetas lejanos; *Voyager 1* pasó cerca de Saturno en 1980.

Apple introduce la primera computadora personal ya ensamblada; al año siguiente, Apple comercializa el primer

lector de discos para computadoras personales.

1979 Skylab, la estación estadounidense que había sido abandonada, cae a la atmósfera de la Tierra debido a un intenso viento solar causado por la actividad de las manchas solares. Tras un intenso despliegue de los medios de comunicación, cae desintegrado sobre Australia, pero no causa ningún estrago.

El *Pioneer 11* realiza la primera exploración de Saturno; en 1995 culminan sus transmisiones desde el sistema solar externo.

1980 El radiotelescopio VLA comienza a operar en Socorro, Nuevo México.

El *Voyager 1* y el *Voyager 2* se aproximan a Saturno, proporcionando valiosa información sobre el planeta, sus lunas y su sistema de anillos.

1981 Investigadores de la Universidad de Wisconsin descubren la estrella más grande conocida; la R136a es cien veces más brillante que el Sol y su masa es 2,500 veces mayor.

Primer viaje del trasbordador espacial. El 12 de Abril se realiza el primer vuelo del STS, el Sistema de Transporte Espacial *Columbia*. Con este viaje se comprueba que el concepto de nave reusable es válido. *Columbia* realiza una segunda misión, la primera reutilización de una nave espacial.

IBM introduce la primera computadora personal (PC) con el que se convertirá en el sistema operacional de disco estándar para la industria, el DOS.

1982 El *Columbia* realiza dos viajes de prueba adicionales y el 11 de noviembre es enviado en su primera misión operacional; pone en órbita dos satélites de comunicaciones.

Se introduce el reproductor de disco compacto. Compaq introduce el primer "clon" de una computadora personal IBM.

1983 El 18 de junio se lanza el segundo trasbordador espacial, el

Challenger. Entre su tripulación de cinco, viaja la primera mujer estadounidense astronauta, Sally K. Ride. En el tercer vuelo, en agosto, el *Challenger* lleva al primer astronauta afroamericano de Estados Unidos, Guión Bluford, al espacio.

Apple introduce el "ratón" y los menús desplegables para las computadoras. Al año siguiente introduce la Macintosh

- 1984 Durante la quinta misión del *Challenger*, dos astronautas utilizan Unidades de Maniobra Tripuladas (MMU: Manned Mission Units) para realizar las primeras caminatas espaciales sin ataduras.

La misión *Soyuz 10* se convierte en la misión tripulada más numerosa hasta ese momento; durante ésta, dos cosmonautas realizan un récord de seis caminatas espaciales.

- 1985 Comienza en la isla de Maui, Hawai, la construcción del Telescopio KECK, el más grande del mundo.

El senador Jake Garn viaja en el *Discovery* y se convierte en el primer senador en viajar al espacio.

A bordo del *Discovery* viaja Salman al-Saud, el primer árabe en ir al espacio.

El *Challenger* lleva la primera misión de ocho tripulantes.

Rodolfo Neri viaja en el *Atlantis*; es el primer mexicano en ir al espacio.

Bill Nelson viaja a bordo del *Columbia* y se convierte en el primer representante estadounidense en ir al espacio.

- 1986 El 28 de enero explota el trasbordador espacial *Challenger*, setenta y tres segundos después de partir. Mueren en el desastre seis astronautas—Dick Scobee, Mike Smith, Judith Resnik, Ronald McNair, Ellison Onizuka y Gregory Jarvis—y la profesora Christa McAuliffe. La sonda estadounidense *Voyager 2* se acerca a Urano.

La Estación Espacial *Mir* (Paz) es lanzada en febrero; se convierte en la primera estación permanentemente tripulada.

El *Giotto* encuentra por primera vez la coma de un cometa.

1987 Dos miembros de la tripulación del *Soyuz* completan un año en el espacio. Es un nuevo récord.

1988 El trasbordador rediseñado *Discovery* es lanzado por primera vez después del desastre del *Challenger*.

1989 Es lanzado en mayo el trasbordador espacial *Atlantis*. Es la primera vez que una nave tripulada envía una nave planetaria, el *Magellan*, a la órbita de Venus.

En octubre es lanzado el trasbordador *Atlantis*, que despliega una nave, *Cableo*, que irá a la órbita de Júpiter utilizando como impulso la gravedad de la Tierra.

1990 En abril, el trasbordador *Discovery* pone en órbita el Telescopio Espacial Hubble (TEH), que llega a una altura récord de 319 millas (820 kilómetros); poco después, el *Discovery* pone en órbita la nave *Ulysses* para investigar el espacio interestelar y el Sol.

1991 La sonda *Cableo* toma la fotografía más cercana que se haya tomado de un asteroide, Gaspra. Después, *Cableo* se convierte en la primera nave en entrar a la atmósfera de Júpiter y orbitar ese planeta. La comunicación con el *Cableo* se pierde en 1993, después de lanzar las sondas hacia la superficie de Júpiter.

1992 El trasbordador *Endeavour* recoge un satélite y lo vuelve a poner en órbita; tres miembros de la tripulación realizan una caminata espacial durante ocho horas y media y rompen el récord anterior.

Una misión de *Endeavour* en septiembre realiza dos cosas por primera vez: viajan la primera mujer afro-Americana, Mae Carol Jemison, y la primera pareja, Jan Davis y Mark Lee.

- 1993 En diciembre, el *Endeavour* repara el Telescopio Espacial Hubble. Se establece un nuevo récord de caminata espacial: 29 horas y 40 minutos.
- 1994 A bordo del *Discovery*, Sergei Krikalev se convierte en el primer ruso en viajar a bordo de una nave estadounidense.
- 1995 El *Discovery* llega a la estación *Mir*. Eileen Collins es la primera mujer en pilotear un trasbordador.
En marzo, se publica en Internet la información recogida por el *Endeavour*
En junio, el lanzamiento de *Atlantis* es el vuelo tripulado número cien de Estados Unidos. En noviembre, el *Atlantis* lleva un módulo para anclaje que deberá permanecer en la estación *Mir*.
- 1996 El *Atlantis* lleva a la astronauta Shannon Lucid a *Mir*; permanece durante 188 días, un récord para una mujer estadounidense.
El Observador Orbital de Marte empieza a darle vueltas a ese planeta en noviembre. Realiza una inspección de la superficie marciana durante dos años; observa el magnetismo en Marte y en junio de 2000 descubre rastros de agua líquida en el pasado geológico.
- 1997 En febrero una misión Soyuz lleva una tripulación nueva a la estación *Mir*, ya con problemas. La tripulación sobrevive un incendio y una colisión con una nave de abastecimientos.
En febrero, el *Discovery* regresa por segunda vez a reparar el Telescopio Espacial Hubble para aumentar su capacidad.
El *Atlantis* ancla en la *Mir* llevando una nueva computadora. Durante la estadía colisiona con una nave de carga, el peor accidente hasta el momento.
En julio, el *Pathfinder* (lanzado en diciembre de 1996) aterriza

en Marte; el robot *Soujourner* realiza mediciones del suelo marciano y envía miles de imágenes de su superficie. Deja de operar en septiembre.

En Octubre, el *Cassini* es enviado a Saturno. Se programa la llegada para el 2004.

1998 El *Endeavour* llega a la *Mir* llevando agua y carga.

John Glenn regresa al espacio. Enviado a bordo del *Discovery*, John Glenn se convierte en la persona más vieja en viajar al espacio.

Se lanza en diciembre el Observador Climático de Marte. Se pierden las comunicaciones con éste en septiembre de 1999.

1999 La tripulación del *Endeavour* comienza la construcción de la Estación Espacial Internacional. La tripulación une el módulo estadounidense *Unity* con el módulo de control ruso *Zarya* enviado con anterioridad.

En enero es enviado el *Mars Polar Lander*. Se pierden las comunicaciones con éste en diciembre de 1999.

En febrero es enviado el *Stardust* a encontrarse con el Cometa Wild-2 en el 2004; su objetivo es recoger muestras de polvo y devolverlas a la Tierra en el 2006.

En mayo, la tripulación del *Discovery* lleva dos toneladas de comida a la Estación Espacial Internacional (EEI).

En julio, Eileen Collins, a bordo del *Columbia*, se convierte en la primera mujer en comandar una misión. La tripulación despliega el Observatorio Chandra de Rayos-X para estudiar el universo distante

En diciembre, el *Discovery* realiza mejoras al Telescopio Espacial Hubble.

2000 El *Endeavour* usa un radar para elaborar el mapa topográfico de la Tierra más completo que se conozca.

En mayo, el *Atlantis* repara y lleva suministros a la Estación Espacial Internacional. Logra elevar su altura.

En septiembre, el *Atlantis* prepara la Estación Espacial Internacional para recibir su tripulación permanente.

En octubre, el *Discovery* instala estructuras permanentes para la Estación Espacial Internacional.

Dos cosmonautas rusos y un astronauta estadounidense se convierten en los primeros investigadores en trabajar de forma permanente en la Estación Espacial Internacional.

2001 En enero, la detección de emisiones de rayos X ofrece la mejor prueba hasta la fecha de la existencia de horizonte de eventos, confirmando la existencia de agujeros negros.

En febrero, los astronautas a bordo del trasbordador espacial *Atlantis* llevan y acoplan el Laboratorio *Destiny*, el elemento más importante de la Estación Espacial Internacional.

En febrero, después de permanecer en la órbita del asteroide Eros durante un año, la nave NEAR aterriza en Eros y continúa transmitiendo información.

La estación *Mir* cae al océano Pacífico después de permanecer quince años en el espacio.

En abril, Dennis Tito, empresario multimillonario de sesenta años, paga \$20 millones por convertirse en el primer turista espacial.

Voces del Universo:

Carl Sagan tomado de Cosmos (1980)

*Nuestro mundo está colmado de vida, ¿de dónde surgió?
¿Cómo se formaron las moléculas orgánicas en la ausencia de vida? Cómo aparecieron los primeros seres vivos?... ¿Existirá*

vida en los innumerables planetas que dan vueltas alrededor de otros soles? Si existe vida extraterrestre, ¿estará basada en las mismas moléculas orgánicas de la vida en la Tierra? ¿Se parecerán a nosotros los seres de otros mundos? ¿O serán extremadamente diferentes—otras adaptaciones a otros entornos? ¿Qué otras cosas son posibles? La naturaleza de la vida en la Tierra y la búsqueda de vida en otros lugares son dos lados de la misma pregunta—la necesidad de saber quiénes somos.

Hemos caminado sobre la Luna—a pesar de los pseudodocumentales que le hayan hecho creer lo contrario. Hemos llevado robots a la superficie de Marte y enviamos uno al planeta rojo como si fuera un carrito de control remoto. En la actualidad hay gente trabajando permanentemente en una estación espacial. Nuestras naves espaciales han salido del sistema solar llevando la tecnología de la Tierra a donde “ningún hombre ha incursionado” jamás. Una nueva generación de telescopios y observatorios ha podido observar los confines del universo y ha permitido descubrir planetas nuevos. Hemos empezado a entender el misterio de las estrellas. El sorprendente éxito en la exploración del firmamento — particularmente en los cincuenta años que han transcurrido desde que el hombre salió de los límites de la Tierra—continuará.

La idea de continuar con la exploración espacial puede parecerle emocionante a la persona común o puede hacerla bostezar o incluso enfurecerse por el supuesto desperdicio de dinero de los

contribuyentes. Pero hay una pregunta que llama la atención de todo el mundo, ya sea en la fila del supermercado o en la sala de cine, ¿Existe algo o alguien fuera de la Tierra?

Acepte por un momento que la respuesta es un rotundo "No." No hay marcianos, ni klingones, ni romulanes. No hay extraterrestres que Sigourney Weaver pueda perseguir. No hay ni wookies ni Jabba the Hut. Ni un Yoda ni un Ewok. ¿Puede imaginarse un universo sin otros seres vivos? A lo largo de la historia de la humanidad, siempre nos hemos imaginado que existen otras criaturas en algún lado. Allá afuera. En algún lugar. Para muchos, ha sido cuestión de fe: debe haber otras vidas, otras civilizaciones. En 1820, un matemático alemán quería deforestar un triángulo de bosque en Siberia para demostrarle a los extraterrestres que entendíamos la geometría. Otro astrónomo alguna vez sugirió encender gigantescos incendios en el Sahara a modo de saludo cósmico.

La creencia en la existencia de extraterrestres no es consecuencia de la exploración espacial del siglo XX. Fue popularizada a comienzos del siglo XIX por el astrónomo francés Camille Flammarion, uno de los primeros científicos que trató de explicar los conocimientos sobre ciencias para el lector promedio. Creía en ciertas formas de espiritualidad, como la reencarnación, y escribió un libro especulativo de "no ficción" denominado *Mundos Reales e Imaginarios*, en el cual describía la presencia de plantas y animales creados por la divinidad en otros mundos. En esa época escribía también otro francés más famoso, Julio Verne, cuya obra de ficción *De la Tierra a la Luna* (1865) basada en datos concretos de la

astronomía, influenciaría a la primera generación de diseñadores de cohetes como Goddard, Tsiolkovsky y Hermann Oberth. Pero posiblemente la obra más influyente sobre la existencia de extraterrestres fue la del escritor inglés H. G. Wells, *La Guerra de los Mundos*, que apareció como una serie en los Estados Unidos y en Europa en 1897, y fue publicada en forma de libro en 1898. Wells narraba la espeluznante invasión de Londres por los marcianos, que finalmente son vencidos por una terrible enfermedad terrestre. La historia estableció las bases para una gran cantidad de películas de segunda y obras de ciencia ficción sensacionalistas.

En el transcurso de los cien años transcurridos desde que Wells aterrorizó a los terrestres, ha habido dos corrientes de pensamiento. La primera se basa en la creencia en objetos extraños no identificados, secuestradores extraterrestres, visitantes foráneos y carrozas de los dioses, es decir, en una colección de conceptos pseudocientíficos que tienen en común la existencia de visitantes extranjeros maliciosos que circundan la Tierra. La película *E.T.* de Steven Spielberg mostró otro tipo de visitantes: unos benévolos y sofisticados seres a "quienes les gusta visitar la Tierra pero no vivir en ella." Curiosamente, a ambos grupos les gusta llegar de visita, tomarse una taza de café y salir rápidamente. Las visitas de extraterrestres han sido la inspiración de trabajos de ciencia ficción como *La Guerra de los Mundos* y *Los Archivos X*. Existe un grupo grande de individuos que cree firmemente en los extraterrestres, lo cual para algunos científicos es una forma de locura.

"No hay ninguna prueba científica para hacer tales aseveraciones."

La evidencia que existe es anecdótica, ("Vi luces extrañas anoche"), basadas en percepciones de fenómenos naturales (auroras, meteoros), o de invención humana (jets y globos meteorológicos) como el del infame documental *Autopsia del Extraterrestre*, presentado en televisión y que resultó ser una farsa completa. (Obviamente la audiencia fue extraordinaria.)

Todo, desde las primeras observaciones de platillos voladores, los misterios de Roswell, Nuevo México (hoy se sabe que se trató de un globo meteorológico) hasta la posibilidad de que el "Area 51" de la Fuerza Aérea sea un lugar de prueba para la futura generación de aviones militares, puede ser explicado. Pero esto no le quita popularidad a los mitos modernos de los cazadores de objetos volantes no identificables (OVNI). El hecho es que mucha gente cree en ello simplemente porque quiere creerlo. Para la mayoría de nosotros, los extraterrestres son más interesantes, atractivos y comprensibles que la física cuántica. La gente cree en lo que quiere creer, sea entretenido e interesante, como *Los Archivos X* o *Contacto* de Carl Sagan, o los titulares de los tabloides ("Los Extraterrestres se Comieron a mi Madre") que nos cautivan en la fila de salida del supermercado.

Voces del Universo:

"Entonces, ¿dónde están?" le preguntó el físico Enrico Fermi a sus colegas del Proyecto Manhattan, refiriéndose a los extraterrestres.

"Están entre nosotros," replicó Leo Szilárd, físico húngaro y uno de los padres de la energía atómica. "Pero dicen llamarse húngaros."

¿Ha sido alguien secuestrado por extraterrestres?

Un conocido, pero pésimo, chiste es aquel del comediante Henny Youngman en el que ruega "Por favor llévese a mi esposa." Pues bien, la versión moderna de este chiste muestra a un hombre diciéndole lo mismo a los tripulantes de una nave espacial. Así como Estados Unidos pasó por un período de fascinación con los objetos volantes no identificables en la década de los sesenta, en este momento la tendencia ha cambiado hacia los secuestros cometidos por extraterrestres. En los casos que han sido investigados no se han hallado pruebas (tal como testigos o pruebas físicas o médicas) y podrían explicarse de la manera siguiente: La gente ha comenzado a reportar estos encuentros porque están influenciados por lo que oyen o leen. Particularmente populares son los *Archivos X* y el libro de Whitley Streiber titulado *Comunión*, en el que el autor describe un secuestro típico. Streiber narra cómo fue llevado a bordo de una nave en la cual le sometieron a exámenes médicos y a todo tipo de experimentos. Las mujeres, supuestamente raptadas, describen haber sido impregnadas por extra-terrestres como parte de un plan

para colonizar la Tierra. El libro de Streiber ayudó a crear una fiebre por los extraterrestres en una sociedad que parece preferir aceptar las explicaciones sobre conspiraciones a los razonamientos científicos sobre los sucesos.



"Very nice, but I understood there where to be bizarre sexual experimente. " (*"Muy bonitas, pero tenia la idea de que iba a haber unos fantásticos experimentos sexuales."*)

Muchos de los que hacen estos reportes trabajan con hipnotistas que pueden haber influenciado o inclusive "dado forma" a estos cuentos de secuestros. Muchos de los "secuestrados" pueden haber soñado estas experiencias o, inclusive, haber tenido alucinaciones. Finalmente, muchos de estos cuentos son engaños o burlas, o el resultado de enfermedades mentales.

¿Quién anda a la búsqueda de vida?

En cuestión de vida extraterrestre, la ciencia está dividida en dos campos extremos—los creyentes y los cínicos—con un grupo grande en el medio que clama, “Demuéstrémelo.” El que los científicos no crean en los “secuestradores extranjeros” no quiere decir que no crean en la vida extraterrestre. No hay que olvidar que “la ausencia de pruebas no es prueba de ausencia.”

Por el contrario, ha habido numerosos esfuerzos por contestar la pregunta sobre otra vida “allá afuera.” La búsqueda científica sobre la vida en el universo ha tomado dos enfoques. La primera es usar sondas u otros métodos que no necesiten la presencia humana para recoger pruebas en Marte y en otros lugares del sistema solar, en aquellos sitios donde el ambiente pueda permitir formas de vida parecidas a las que conocemos. Por “vida,” los científicos entienden desde una bacteria para arriba —no Marvin el Marciano. Esta búsqueda supone esfuerzos por encontrar estrellas fuera del sistema solar con planetas que sustenten la vida—interés primordial de las futuras sondas no tripuladas.

Por otro lado, tenemos a aquellos dedicados científicos que están buscando “vida nueva” desde la Tierra a partir de una intensa investigación sobre el universo. Estos son los “buscadores de vida extra-terrestre” como el fallecido Carl Sagan y el astrónomo Frank Drake. Ellos han basado su fe en la vida extraterrestre en el factor de probabilidad que ha sido expresado en su modelo matemático conocido como la “Ecuación Drake.” Se trata de una ecuación diseñada por el astrónomo Frank Drake, quien la presentó a la edad

de treinta años (en 1961) y a partir de la cual calcula la posibilidad de encontrar seres vivos en la Vía Láctea que estén tratando de comunicarse con nosotros por medio de transmisiones de radio.

$$N = R^* \times f_P \times n_T \times f_V \times f_I \times f_C \times V$$

¡No se asuste! Parece más aterradora de lo que en realidad es. Para explicarla en términos más sencillos, la ecuación Drake calcula el número de civilizaciones avanzadas activas en la Vía Láctea que están en capacidad de transmitir ondas de radio.

R^* = la velocidad a la cual se crean estrellas que puedan permitir vida en la galaxia cada año. Sabemos que se forman estrellas nuevas todo el tiempo. La Vía Láctea tiene 4,000 millones de estrellas y 10,000 millones de años, entonces este número equivale a cuatro por año.

f_P = la fracción de estrellas que tienen planetas o, en otras palabras, otros sistemas solares. Se ha progresado en la identificación de estrellas que tienen al menos cincuenta planetas en su órbita.

n_T = el número de planetas como la Tierra, por sistema solar, capaces de incubar y sustentar la vida. En nuestro sistema solar este número es, como mínimo, uno, basado en la Tierra, con Marte como un posible segundo. En la actualidad no se conocen otros en ningún sistema solar.

f_V = la fracción de planetas como la Tierra donde se desarrollará la vida, una cifra bastante especulativa.

f_I = la fracción de planetas que desarrollarán vida inteligente, una

cifra bastante especulativa.

f_C = la fracción de planetas con vida inteligente que desarrollarán la tecnología para comunicarse, otra vez, una cifra bastante especulativa.

V = la vida (duración) de una civilización tecnológica. También una cifra especulativa, puesto que sólo tenemos un ejemplo con el cual trabajar, el nuestro, que, a su vez, ha demostrado la capacidad de autodestrucción.

La resolución de esta ecuación se puede convertir en un juego de salón puesto que uno puede introducir la cifra que desee. Incluso el mismo Drake ha admitido que nadie conoce los valores de muchos de los factores de la ecuación, aunque unos son más predecibles que otros. El fallecido astrónomo y divulgador de la ciencia Carl Sagan dedujo que N debería ser igual al menos a un millón de civilizaciones en la Vía Láctea solamente, una cifra muy optimista. Soluciones más conservadoras han reducido ese número a unas diez mil civilizaciones en la Vía Láctea. Claro está, si añadimos el resto del universo a la mezcla, el número aumenta de manera astronómica, para ponerlo en términos sencillos. Sin embargo, dado que la mayoría de los términos en la ecuación son cuestión de presunción —o de fe, dependiendo del punto de vista— la ecuación de Drake resulta interesante pero especulativa. Numerosos científicos la han comparado con la pregunta sobre cuántos ángeles pueden pararse en la cabeza de un alfiler.

Para continuar con el argumento, supongamos que el número de civilizaciones que hay “allá afuera” tratando de enviarnos un

mensaje es de 10,000. Y si existen, ¿cómo las encontramos? En 1960 Frank Drake propuso que la mejor forma de encontrar vida inteligente era escuchando el firmamento. Comenzó el Proyecto OZMA en honor a un personaje de la serie OZ de L. Frank Baum, que naturalmente incluía al *Mago de OZ*. Pero su idea no era cuento de niños. Drake empezó a tratar de detectar señales de radio del espacio utilizando un telescopio de ochenta y ocho pies de ancho en Creen Bank, West Virginia. Desde entonces, el trabajo se ha concentrado en lo que se conoce como SETI, sigla en inglés que significa Búsqueda de Inteligencia Extraterrestre. Usando radiotelescopios como el que aparece en la película *Contact* y basados en la novela de Carl Sagan del mismo nombre, varios investigadores trabajan en este tema en Arecibo, Puerto Rico. Hace varios años, la NASA consideró apropiado financiar el programa, pero el Congreso no estuvo de acuerdo. Actualmente, la financiación del proyecto es privada, contando con especial apoyo de dos ex alumnos de la Universidad de Berkeley quienes donaron \$50,000. Los astrónomos escuchan las señales del cosmos que puedan ser transmisiones de otros planetas. La búsqueda se ha extendido a mensajes encontrados en destellos de luz provenientes posiblemente de láseres.

La gran diferencia con SETI ahora es que cualquier persona puede unirse a la búsqueda y convertirse en la versión del personaje de Jodi Foster en la película *Contact*. Usted puede escuchar la búsqueda en el sitio en Internet de SETI. Además, existe un programa de computadora, creado en 1999, que puede usarse en el

hogar. Mediante "SETI@home," cualquiera puede analizar algunos de los miles de millones de datos que SETI ha acumulado, pero que no puede procesar. Al poner este caudal de información a disposición de miles de aficionados que trabajan desde las computadoras de sus casas —en el año 2000 más de un millón de internautas se habían inscrito para participar en SETI@home —el SETI ha creado una liga de miles de radio-astrónomos aficionados a la búsqueda de extraterrestres. Sin embargo, a pesar de la ayuda, no se ha encontrado nada nuevo hasta el momento.

Existe un grupo de serios y analíticos científicos que no cree en el concepto de SETI. A la cabeza de ellos está Donald C. Brownlee, el astrónomo que dirige la misión Stardust de la NASA, cuyo presupuesto es de \$166 millones, y Peter D. Ward, un geólogo que se especializa en extinciones masivas. En su libro de 1999 *Rare Earth: Why Complex Life is Rare in the Universe*, estos científicos claman por la presentación de pruebas en lo que se refiere a la vida extraterrestre. Dicen que a pesar de los números que los seguidores de Sagan puedan exhibir para llenar la ecuación de Drake, la pregunta, conocida como la "Paradoja de Fermi," persiste. Parafraseando al físico que ayudó a construir la bomba atómica, "¿Dónde están?"

Flay unas respuestas posibles. Sí hay vida en otra parte del universo, pero no la hemos encontrado todavía. O, no ha evolucionado en la misma forma que en la Tierra. En otras palabras, puede haber formas simples de vida como bacterias, amebas u hongos, que no han salido de su estado primitivo o cuya existencia

no hemos podido detectar. Teóricamente, hubo o pudo haber dinosaurios en otro planeta, como los hubo en la Tierra alguna vez, durante mucho más tiempo de lo que han estado en ella los seres humanos. Y, ellos también, pudieron haberse extinguido o no se desarrollaron lo suficientemente como para poder enviar señales de radio. Y, finalmente, puede ser que la Tierra sea la única que sustenta la Vida y, en ese caso, en lugar de ser un "Planeta Mediocre," la Tierra es un lugar privilegiado.

De acuerdo con Brownlee y Ward, algunos de los elementos clave que hacen que la Tierra sea como el Jardín del Edén son:

- La distancia correcta al Sol, que modera las temperaturas.
- La masa apropiada del Sol, que proporciona órbitas planetarias estables en las cuales los otros planetas del sistema solar no crean un caos orbital.
- La masa planetaria correcta, que permite que la Tierra contenga su atmósfera y sus océanos.
- Júpiter está localizado a la distancia correcta; el planeta grande actúa como un neutralizador: protege contra cometas y asteroides que pueden colisionar con la Tierra, con resultados cataclísmicos.
- Presencia de placas tectónicas que elevan la masa terrestre y contribuyen a aumentar la biodiversidad.
- Tiene la proporción correcta de océanos.
- Posee una Luna grande, a la distancia correcta, que estabiliza la inclinación de la Tierra.
- Ha habido pocos impactos catastróficos en la historia

terrestre. Al menos dos, y posiblemente cinco, de tales impactos parecen haber sido responsables de las extinciones masivas ocurridas; una de éstas tuvo lugar hace 250 millones de años y una segunda, hace 65 millones de años, que se cree fue responsable de la muerte de los dinosaurios.

- La cantidad perfecta de carbón; suficiente para sustentar la vida, pero no lo suficiente como para crear un efecto invernadero como ocurre en Venus.
- La evolución biológica—la trayectoria que originó la complejidad en las plantas y animales.
- La posición correcta del sistema solar en la galaxia—no en el centro, donde estaría sujeta a una radiación intensa (*Rare Earth*, páginas xxvii-xxviii).

Por éstas y por otras razones, Ward y Brownlee creen que la Tierra es única. Sin embargo, los dos científicos, que son profesores de la Universidad de Washington en Seattle, no consideran que sus conclusiones sean razón suficiente para cerrar el programa de SETI o que se concluya la búsqueda de vida en otros lugares del universo. Por el contrario, apoyan la investigación sobre la presencia de microbios y la búsqueda de civilizaciones extraterrestres. Afirman sentir “favoritismo por la Tierra” y creen que la vida en otras partes sería totalmente diferente.

Pero dejando de lado lo especulativo, ¿cuál es la mejor prueba de la presencia de vida en otras partes del universo? Primero, el descubrimiento de posibles planetas (tratado en la Parte III). Se han

encontrado estrellas como el Sol y grandes planetas como Júpiter. Hasta el momento no hay evidencia de planetas parecidos a la Tierra, lo cual puede deberse, en parte, a que no hemos podido ver de cerca los planetas lejanos.

Adicionalmente, tenemos la controversial roca marciana encontrada en la Antártida con vestigios de bacterias fosilizadas. Todavía hay mucho debate sobre eso. Existe también la posibilidad de que haya habido agua líquida en abundancia en Marte. La lógica nos dice que si Marte tuvo agua alguna vez, y la Tierra todavía la tiene, entonces otros planetas podrían tenerla, y éste es un factor clave para la génesis de vida. Para reforzar esta idea, en febrero de 2001, los astrónomos reportaron que los observatorios orbitales que investigan las estrellas nacientes y las que están a punto de morir han encontrado vapor de agua y vestigios de moléculas de carbón, las cuales pueden jugar una papel fundamental en la química orgánica,—es decir, los elementos básicos de la vida. Puesto que fueron descubiertos en el polvo y en el gas que rodea a las estrellas, se refuerza la teoría de que la “sopa cósmica” puede existir en otras partes del universo.

¿Cuáles son las ramificaciones de encontrar vida en otra parte o de no encontrarla? Encontrar vida en otra parte sería el descubrimiento del milenio, aún si se trata de bacterias u otros organismos primitivos. Tal descubrimiento cambiaría radicalmente la forma como nos vemos en el espacio. Después de todo, la vida comenzó hace unos pocos miles de millones de años en unos charcos de agua caliente en la Tierra con organismos unicelulares

que se convirtieron en plantas capaces de realizar la fotosíntesis que generó el oxígeno.

Pero tras este argumento científico hay un debate teológico. Si la Tierra es única, ¿no volvería a ocupar el pedestal que ocupó antes que Copérnico y Galileo la bajaran un poco de categoría? Hasta el Vaticano está de acuerdo con Copérnico y Galileo en que la Tierra no es el centro del Universo. Sin embargo, ¿qué significa que seamos los únicos en la inmensidad del cosmos? ¿La Tierra fue seleccionada naturalmente para ser la corona de la creación? ¿O hubo algún diseño en esa selección? Lo cual nos conduce a una pregunta más grande todavía. ¿Quién fue el Diseñador?

Parte V

Los secretos del viejo

El tercer ángel tocó su trompeta y cayó de los cielos una enorme estrella cual antorcha ardiente, y cayó sobre un tercio de los ríos y de los manantiales. Esa estrella se llama Amargura. Un tercio de las aguas se acibarraron y muchos perecieron al tomar el agua porque era amarga. El cuarto ángel tocó su trompeta y un tercio del Sol se oscureció, y un tercio de la Luna y un tercio de las estrellas, pues su luz se ensombreció; un tercio del día dejó de brillar al igual que la noche. Luego miré y oí un águila gritando en voz alta mientras volaba en el firmamento, "Infortunio, infortunio, infortunio a los habitantes de la Tierra."

La Revelación de San Juan el Profeta 8:10-13

La mecánica cuántica es digna de reconocimiento. Pero una voz interior me dice que no estamos todavía en el camino correcto. La teoría produce mucho, pero no nos acerca a los secretos del Viejo. Yo, al menos, estoy convencido de que Él no juega a los dados.

Albert Einstein, en una carta de 1926

Existe un pequeño agujero negro en el espacio A

*través del cual, dicen nuestros astrónomos,
Toda la maldita cosa, el universo,
Puede caer algún día. No hay más que hablar.
Howard Neme ROY, Cosmíc Cómics, 1975*



¿Cuándo ocurrió la Creación?

¿Cómo logró cambiar el mundo un trabajador de la Oficina de Patentes suiza?

¿Qué pasó con el cerebro de Einstein?

El Big Bang: ¿Fue tan grande e hizo tanto ruido?

“Se corre al rojo, al azul, un, dos, tres.” ¿Eso no es de un libro del Dr. Seuss?

¿Qué tienen que ver los excrementos de las palomas con el Big Bang?

¿Qué había antes del Big Bang?

¿Qué otra explicación tenemos para la creación del universo, además del Big Bang?

¿Qué son la teoría inflacionaria, la materia oscura y la quintaesencia?

Abierto, cerrado o plano: ¿Cómo terminará el universo?

¿Qué relación hay entre GUTs, TOEs, las cuerdas y el universo?



"Yes, a hole in space three hundred million light-years across does make me pause and feel tiny and insignificant, but a glance around at my peers usually restores my equanimity. " ("Si, un agujero en el espacio de trescientos millones de años luz de ancho me hace reflexionar y sentirme un poco pequeño e insignificante, pero una mirada a mis compañeros me devuelve la ecuanimidad.")

Una cosa es pensar en ir a la Luna y regresar. O aprender a usar el excusado cuando la gravedad es cero. O si debemos mandar gente al espacio. O si estamos solos en el universo. Esas son todas preguntas razonables y prácticas. Pero al pensar en el espacio surgen otro tipo de preguntas completamente distintas. Ahora

reflexionemos sobre las Grandes Preguntas, sobre los enigmas sublimes de la cosmología del siglo XX. Estas son las interrogantes que encontraremos en esta última parte, que mira al pasado tanto como es factible y hacia el futuro con toda la imaginación posible. El pensamiento sobre el espacio y sobre el universo sufrió una gran transformación durante el siglo XX. Para comenzar, esta historia regresa al comienzo del tiempo. Se trata de las Grandes Ideas. El Comienzo del Universo. Cómo empezó todo. La Cosmología. Luego viene una Pregunta Muy Grande. Es importante, pero tal vez menos importante que otras de las preguntas de este libro, porque no vamos a estar presentes para la "Respuesta Final." ¿Cómo terminará todo esto?

La interrogante sobre el destino del universo es una de esas Grandes Preguntas especulativas en la que confluyen ciencia y fe, conocimiento y creencia. Es un lugar donde no caben ni las reglas de cálculo ni las calculadoras. Es allí, en "la sanüdad inquebrantada del espacio," donde tendremos la respuesta ñnal. Los científicos y filósofos que se centran en las leyes de la naturaleza y que descartan la intervención de una mano divina—los herederos del viejo Tales de Mileto—¿la contestan correctamente? ¿O continuaremos buscando y extenderemos la mano hasta que el ser humano pueda algún día alcanzar las estrellas y tocar el "rostro de Dios"?

*Voces del Universo:**James Ussher: Los Anales del Mundo (1658)*

De acuerdo con nuestra cronología, [la creación del mundo] sucedió al entrar la noche anterior al veintitresavo día del mes de octubre del año 710 del calendario Juliano [4004 a.C.].

¿Cuándo ocurrió la Creación?

El obispo James Ussher de Armagh, Irlanda, tenía una teoría. Bueno, uno la podría llamar una idea o inclusive una inspiración. Pensaba que a partir de la lectura cuidadosa de la Santa Biblia, la infalible y— desde el punto de vista de Ussher, incuestionable — Palabra de Dios, uno podría reconstruir exactamente la cronología del mundo. Usando este método de calcular eras bíblicas según las citas de los libros de la Biblia comenzando por el Génesis, Ussher retrocedió en las Escrituras hasta que encontró la respuesta. De acuerdo con el obispo, Dios creó el mundo al comenzar la noche del día veintitrés de octubre de 4004 a.C

El buen obispo trabajaba hacia 1658, claro está, y antes de considerarlo ingenuo o cegado por su fe, piense en que tanto Johannes Kepler como Isaac Newton—las grandes mentes científicas de la Ilustración—estaban interesadas en calcular esta fecha. Ambos hombres llegaron a fechas cercanas a la de Ussher utilizando métodos diferentes. Sin embargo, los cálculos del obispo Ussher fueron aceptados por la mayoría del mundo occidental durante los dos siglos y medio siguientes—de hecho, eran impresos con frecuencia en los márgenes de la Biblia, confiriéndoles el

carácter de sagrada escritura. Después de dos siglos y medio de progreso científico, muchas personas descartan la cronología de Ussher y la consideran un error divertido; sin embargo, hay otros que la aceptan. No es que el obispo fuera tonto o ciego. Simplemente estaba trabajando con información incompleta y, a veces, errónea.

Luego vino la ciencia. Al final del siglo XIX, personas como Charles Darwin sugirieron una ruta muy distinta para explicar el desarrollo de la vida en la Tierra. Su teoría de la "selección natural" ha sido ampliamente apoyada durante el siglo pasado. Inclusive el Estado de Kansas, donde los fundamentalistas religiosos sacaron del programa de estudios la teoría de Darwin, volvió a incluirla en el año 2001. Junto con Darwin hubo una generación de geólogos y científicos que empezaron a entender que la Tierra era mucho más antigua de lo que la cronología del obispo Ussher podía justificar.

A fines del siglo XX, la cosmología del obispo había sido trastornada. La evolución, el cataclismo geológico, "la deriva continental"

(conocida ahora como "placas tectónicas globales") y el descubrimiento de la radiación, fueron pasos muy grandes para la definición de la historia y edad de la Tierra. Pero nos dejaron un misterio más grande: el nacimiento y edad del universo.

Entonces, en 1905, Albert Einstein, un joven matemático alemán relativamente (nótese el adverbio) desconocido, publicó su teoría de la relatividad en la que mostraba que las medidas de espacio y tiempo cambiaban de acuerdo con el movimiento del observador, y que la masa y la energía eran equivalentes. Dos años después, un

matemático ruso llamado Hermán Minkowski, que había sido profesor de Einstein, y quien lo había calificado de “perezoso,” formuló una visión del universo en la cual las tres dimensiones tradicionales del espacio se combinaban con otro elemento adicional: el tiempo. “Las nociones de espacio y tiempo que quiero presentarles provienen del campo de la física experimental y ahí radica su fuerza,” escribió Minkowski en un ensayo de 1908. “Son radicales. En consecuencia, el tiempo como tal y el espacio como tal están condenados a desaparecer y sólo un tipo de unión entre los dos los conservará como una realidad independiente.”

Einstein recogió esa pelota y salió corriendo con ella. En 1916, en su teoría general de la relatividad, describió la gravedad como una curvatura en la geometría del espacio-tiempo producida por masa y energía. Einstein escribió después otro ensayo “Consideraciones Cosmológicas de la Teoría General de la Relatividad,” que reflejaba los efectos de la materia y la energía en la geometría del universo. Su trabajo se convirtió en piedra angular de la cosmología moderna, particularmente cuando Sir Arthur Eddington, un astrónomo británico, pudo medir la inclinación de la luz durante un eclipse solar en 1919 y confirmar así las predicciones de Einstein. Por esa misma época, el astrónomo holandés Willem de Sitter (1872-1934) usó la teoría de la relatividad para describir un universo en expansión. Y, en 1922, un matemático y meteorólogo ruso, Aleksandr Friedmann, sugirió que el universo se estaba expandiendo a partir de un estado denso anterior. Poco tiempo después, en 1927, un sacerdote jesuíta belga que también era

matemático —¿o debemos decir que era un matemático belga que también era sacerdote jesuíta? —llamado Georges Lemaître, sugirió que el universo no sólo se estaba expandiendo, sino que retrocediendo en el tiempo —como había tratado de hacer el obispo Ussher—uno llegaría hasta “un día sin un ayer.”

La teoría de Lemaître sugería que todo había comenzado desde un punto en particular que él llamaba “átomo primordial” o “huevo cósmico,” cuando el espacio era infinitamente curvo y toda la materia y la energía habían explotado y se habían expandido. Él llamó esta erupción el “gran ruido.” La idea no fue tomada en serio por muchos científicos, algunos de los cuales descartaban la idea por provenir de un sacerdote —un jesuíta como los que habían juzgado a Galileo trescientos años antes. Además, las ideas de este sacerdote implicaban un momento preciso para la creación, y esto sonaba vagamente bíblico.

Muchas de estas ideas fueron pura teoría hasta el descubrimiento de Edwin Hubble en 1929 que demostró que las galaxias distantes se separaban entre sí. La única explicación posible era que el universo estuviera en expansión.

De acuerdo con la teoría del Big Bang, el universo comenzó hace diez o veinte mil millones de años. Algunos descubrimientos recientes lo han aproximado a 12,500 millones de años con un margen de error de dos o tres mil millones, lo cual nos sitúa en una cifra entre 10 y 15,500 millones de años.

Dar una cifra para la edad del universo entre 10 y 15,000 millones de años nos recuerda una famosa frase del senador Everett M. Dirk-

sen —hablando del presupuesto federal, no de cosmología: “Mil millones por aquí, mil millones por allá y muy pronto estaremos hablando de dinero en serio.”

Pues bien, mil millones de años por aquí, mil millones de años por allá, y muy pronto estaremos hablando de un universo bien viejo.

Voces del Universo:

Albert Einsein, a los dieciséis años

¿Cómo se vería el mundo si yo estuviese sentado sobre un rayo de luz, moviéndome a la velocidad de la luz?

¿Cómo logró cambiar el mundo un trabajador de la Oficina de Patentes suiza?

Las aplicaciones para unas patentes que este joven tenía que procesar al comienzo del siglo XX parecían divertidas, irónicas e innecesarias desde la perspectiva de comienzos del milenio: una era para una cerbatana y la otra para controlar corrientes eléctricas alternas. La última, dijo el trabajador, era “incorrecta, inexacta y confusa.” Estaba en lo correcto. Uno podría decir que cuando Albert Einstein hablaba todos le ponían atención. Excepto que en 1906 no mucha gente le ponía atención. Y si lo hubieran hecho, no hubieran entendido lo que estaba diciendo este trabajador.

Albert Einstein (1879-1955) es un icono universalmente reconocible de los tiempos modernos. Su nombre es sinónimo de genio, o de la falta de genialidad, como cuando decimos, “Usted no es ningún Einstein.” Su imagen fue utilizada por la empresa Apple para

ayudar a anunciar su campaña “Piense diferente” con la que lanzaron una nueva generación de computadoras Macintosh, y por Pepsi en otros comerciales. Ha inspirado películas mediocres—Walther Mathau lo protagonizó en una comedia romántica titulada *I.Q.*—y se han tejido toda clase de mitos y leyendas acerca de sus capacidades en la niñez, su hija ilegítima, su cerebro y sus andanzas.

Nacido el 14 de marzo de 1879 en Ulm, Alemania, Albert Einstein se demoró en hablar y no fue buen estudiante durante los primeros años de su vida. Parece que sufría de dislexia, pero esto nunca se ha confirmado; posiblemente lo que pasaba era que se aburría con lo que le enseñaban por estar más adelantado que sus compañeros. A los cinco años le regalaron un compás que le gustó mucho y un violín que le hizo interesarse en la música y en las matemáticas. Tenía dos tíos que le hicieron interesarse mucho por las matemáticas y la física. Es muy posible que no le gustara el régimen riguroso de los colegios alemanes de la época. A los quince años fue expulsado del colegio por indisciplinado, a lo cual comentó: “La humillación y la opresión mental de parte de profesores ignorantes y envidiosos puede causar desastres irreversibles con la mente de un joven y ejercer una influencia nefasta en su futuro.”

Sin duda, “pensaba diferente,” como aducía Apple, desde muy joven. Alguna vez afirmó en una entrevista, “A los doce años, al enfrentarme a las matemáticas, me emocionó ver que era posible encontrar la verdad a partir del razonamiento, sin la ayuda de experiencias externas... me convencí de que hasta la naturaleza

podía entenderse a partir de estructuras matemáticas relativamente sencillas." Pitágoras debe haber sonreído al escuchar estas palabras.

No logró entrar a la prestigiosa Academia Politécnica de Zurich por ser demasiado joven, pero fue aceptado allí en 1896, el mismo año en que renunció a la ciudadanía alemana porque no le gustaba el militarismo alemán. Mientras estaba en la academia conoció a Mileva, su futura esposa. Después del colegio buscó entrar al mundo académico sin mayor éxito y luego se dedicó a trabajar como profesor privado hasta que un amigo le ayudó a conseguir un puesto en la Oficina de Patentes Suiza en 1902.

En 1903, pocos meses después del nacimiento de su hija Lieserl, Einstein se casó con Mileva. La suerte de su hija, que sufría de fiebre escarlatina y quien parece haber sido entregada en adopción, es un verdadero misterio. Einstein temía que si sus superiores se enteraban de que había tenido una hija ilegítima no le darían el trabajo. Lieserl nunca vivió con sus padres, y Einstein jamás la vio ni se refirió a ella en una sola carta. Se perdió todo rastro de ella. (En su libro de 1999, *La hija de Einstein: En búsqueda de Éieserl* Michele Zacheim concluye que Lieserl, quien murió de fiebre escarlatina en 1903, pudo haber sido retrasada mental o haber padecido de síndrome de Down.)

Mientras trabajaba en la Oficina de Patentes Suiza, Einstein montaba en tranvía para ir a trabajar, examinaba aplicaciones para patentes y después de terminar su trabajo se iba al Café Bollwerk, donde se encontraba con algunos de sus estudiantes a quienes

daba clases para complementar su salario. En 1905, Einstein publicó una serie de ensayos que cambiaron la ciencia y las matemáticas tan profundamente como lo hiciera Newton con sus *Principia*. En el libro "Sobre la Electrodinámica de los Cuerpos en Movimiento" contestó la famosa pregunta que se había hecho a los dieciséis años acerca de lo que sería "ir montado sobre un rayo de luz." Esta teoría, llamada la "teoría especial" de la relatividad, mostraba esencialmente que las medidas de espacio y tiempo cambian de acuerdo con el movimiento del observador. En otras palabras, los pasajeros que viajan tranquilamente en un tren no pueden saber si se están moviendo a menos que miren por la ventana. Esta situación se torna diferente si el tren acelera. En ese caso, los pasajeros sentirán un empuje en la dirección opuesta a la del movimiento del tren. En un escrito relacionado, estableció la diferencia entre masa y energía —que en el texto original decía: "Si un cuerpo emite la energía L en forma de radiación, su masa decrece en L/V^2 ." En un manuscrito de 1912, de acuerdo con una colección de ensayos de Einstein titulada *The Expanded Quotable Einstein*, Einstein reescribió la ecuación de la manera conocida: $E=mc^2$. Al relacionar la masa, la energía y la velocidad de la luz, Einstein estableció los fundamentos de la bomba atómica. El tercero de los cinco ensayos que escribió durante ese año trataba sobre el efecto fotoeléctrico por el cual ganó el Premio Nobel dieciséis años después.

En 1906, Einstein recibió su doctorado de la Universidad de Zurich y una promoción en su trabajo. Ahora era "Experto Técnico de

Segunda Categoría," probablemente sería el experto técnico de segunda categoría más inteligente de la historia universal. Demoró tres años más en obtener un puesto de profesor, lo que le permitió abandonar definitivamente la Oficina de Patentes.

En 1916, en medio de la Primera Guerra Mundial, Einstein publicó "Los Orígenes de la Teoría General de la Relatividad," en donde describió la gravedad como una curvatura en la geometría del espacio-tiempo producida por la masa y la energía. La predicción de Einstein sobre la curvatura o desviación de la luz fue primero confirmada por el astrónomo inglés Arthur Eddington en 1919 durante un eclipse total del Sol. Trabajando desde Africa, Eddington pudo fotografiar las estrellas en el cielo oscurecido temporalmente. Los resultados de su expedición confirmaron la teoría de Einstein — los rayos de luz que provienen de las estrellas eran curvos, tal como Einstein lo había predicho. Mucho después, en 1976, las sondas espaciales *Viking*, que llegaron a Marte obtuvieron una confirmación más precisa de la teoría de la relatividad general. El Sol desvía y demora las ondas de radio, y esta demora fue medida enviando señales de radio entre Marte y la Tierra. Según la relatividad general, los grandes cuerpos que están en la órbita de otros cuerpos emiten ondas gravitacionales. Las observaciones posteriores desde el espacio han confirmado la validez de las teorías de Einstein.

Por esa época ya Einstein era famoso mundialmente. En 1920 afirmó, "En el momento, todos los meseros y los cocheros opinan sobre si la teoría de la relatividad es correcta." Sin embargo, todos los éxitos con la relatividad enmascaraban sus problemas

familiares. De su matrimonio con Mileva nacieron dos hijos más: Hans Albert (1904-1973) y Eduard (1910-1965), quien sufría de esquizofrenia y murió en un hospital psiquiátrico. Después de salir de Europa en 1933, Einstein dejó de comunicarse con su segundo hijo por razones que él mismo dijo no entender. Se divorció de Mileva en 1919 y poco tiempo después se casó con su prima Elsa Lowenthal, con quien había tenido una relación extramarital desde 1912. Según parece, primero quiso casarse con una de las dos hijas de Elsa, Use, y al negarse ella, se casó con su madre.

En 1933, después de que los nazis subieron al poder, Einstein salió de Alemania con rumbo a Estados Unidos, a donde llegó ese otoño, radicándose en Princeton, Nueva Jersey, donde habría de pasar el resto de su vida. En 1939, firmó una famosa carta dirigida al presidente Franklin D. Roosevelt advirtiéndole sobre las implicaciones militares de la energía atómica. Esa carta fue el "motor" del Proyecto Manhattan para la construcción de la bomba atómica.

El trabajo de Einstein contenía dos supuestos adicionales: el universo es *homogéneo* — lo que quiere decir que es igual en todas partes—e *isotrópico* — es decir, igual en todas las direcciones. Aplicado a la cosmología, el trabajo de Einstein predecía que el universo debe expandirse o contraerse, conclusión que no le gustaba mucho. Para ajustar esta aparente contradicción, Einstein introdujo una constante que denominó "constante cosmológica," término que permitiría que el universo fuera estático, idea que más tarde llamó "el desatino más grande de mi vida." De hecho, algunos

descubrimientos recientes sugieren que no estaba tan desatinado. Los análisis de las fotografías de la explosión de una estrella tomadas por el Telescopio Espacial Hubble confirman la suposición de Einstein: Todo el espacio está lleno de una forma invisible de energía que crea una repulsión mutua entre los objetos que normalmente se atraen por gravedad. La confirmación de la teoría de “la gravedad repulsiva” debería haber merecido otro Premio Nobel según opinión de numerosos científicos, (véase la pregunta sobre la “quintaesencia”).

Voces del Universo:

Albert Einstein refiriéndose a las armas atómicas

No sé cómo nos enfrentaremos en la Tercera Guerra Mundial, pero sí les puedo decir qué armas se utilizarán en la Cuarta— ¡piedras! (Tomado de una entrevista de 1949 en Liberal Judaism)

*Cometí un error en mi vida—cuando firmé la carta aquella dirigida al presidente Roosevelt apoyando la construcción de la bomba. Pero tal vez se me pueda perdonar, porque todos estábamos seguros de que los alemanes ya estaban trabajando en este problema y pensamos que iban a tener éxito e iban a usar la bomba atómica para convertirse en la raza superior (tomado de una conversación grabada en el diario de Linus Pauling, *The Expanded Quotable Einstein*, pag. 185).*

¿Qué pasó con el cerebro de Einstein?

Albert Einstein, "El Hombre del Siglo" según la revista *Time*, murió en el Hospital de Princeton el 18 de abril de 1955. Durante su vida, y desde su muerte, inspiró anécdotas, mitos y citas imaginarias que daban autoridad y peso a afirmaciones supuestamente hechas por él. Por ejemplo, no es cierto que Einstein haya dicho, "Usamos solamente el diez por ciento de nuestros cerebros." Ni tampoco dijo que "su sueño dorado era convertirse en geógrafo."

Hacia el final de la guerra, Einstein se unió a otros físicos en un movimiento contra el armamentismo. En 1947, Einstein, que se había convertido en un promotor del desarmamentismo mundial, le dijo a un reportero de la revista *Newsweek*: "Si hubiera sabido que los alemanes no iban a poder construir la bomba atómica, no habría levantado un dedo". Se convirtió en pacifista y clamó por un gobierno mundial que protegiera a la humanidad de la autodestrucción. Su muerte ocurrió después de escribir su última carta firmada urgiendo a las naciones a renunciar a las armas nucleares. En ella escribió: "Hay frente a nosotros, si así lo queremos, la posibilidad de progreso continuo hacia la felicidad, el conocimiento y la sabiduría. ¿Escogeremos, por el contrario, la muerte, porque no podemos resolver nuestras diferencias? Como seres humanos, hacemos un llamado a los seres humanos: acuérdense de su humanidad y olvídense del resto."

Tales sentimientos, en época de la Guerra Fría, produjeron sospecha, y el FBI, de J. Edgar Hoover lo consideró como un potencial subversivo en ese clima de desconfianza de los años

cincuenta. Se recopiló un archivo de 1,500 páginas sobre Einstein, a quien el gobierno no había dado permiso para trabajar en el Proyecto Manhattan durante la guerra.

Curiosamente, pocos aspectos de su vida y muerte han atraído tanta atención como su cerebro. Su cerebro y sus ojos fueron preservados por dos patólogos que realizaron una autopsia, posiblemente en contra de los deseos de Einstein. Temiendo manifestaciones exageradas, pidió que su cuerpo fuera cremado y las cenizas arrojadas en secreto sobre el río Delaware. Al enterarse de la extracción del cerebro, la familia aceptó que se usara con fines científicos, mas nunca comerciales. El Dr. Harvey guardó el cerebro de Einstein en un frasco en su casa de Kansas y envió secciones de éste a diversos investigadores durante años. El cerebro de Einstein era de tamaño y peso normal, y uno de los investigadores, Marian Diamond, de Berkeley, California, reportó que contenía un número mayor que el promedio de células gliales, que alimentan las neuronas de la parte izquierda del cerebro. Y en junio de 1999, la neurocientífica canadiense Sandra Witelson escribió que la parte del cerebro de Einstein que se relacionaba con el pensamiento matemático era más ancha de lo normal, y que la fisura o hendidura que tiene el cerebro a todo lo largo, no iba hasta el final en el caso de Einstein. Pero estas observaciones no son aceptadas por otros neurólogos. Los ojos de Einstein, que fueron extraídos por el Dr. Henry Adams, quedaron en su posesión.

Voces del Universo:

Steven Weinberg, Los Primeros Tres Minutos, (1977)

Al comienzo hubo una explosión... Cerca de un centésimo de segundo [después] ... la temperatura del universo se elevó a unos cien mil millones de grados centígrados. Esto es mucho más caliente que el centro de la estrella más caliente, tan caliente que ninguno de los componentes de la materia ordinaria, moléculas o átomos o inclusive los núcleos de los átomos, hubiesen podido mantenerse unidos. En lugar, la materia que se esparció por todos lados consistía en su mayoría de partículas llamadas elementales.

A medida que continuó la explosión, la temperatura disminuyó... Llegando a treinta mil millones de grados centígrados después de un décimo de segundo... La energía liberada en esta anulación de materia disminuyó temporalmente la velocidad con que se enfriaba el universo, pero la temperatura siguió disminuyendo hasta llegar a unos mil millones de grados después de tres minutos. En ese momento ya estaba lo suficientemente fría como para que los protones y los neutrones formaran núcleos complejos, empezando con el núcleo del hidrógeno pesado...

El Big Bang: ¿Fue tan grande e hizo tanto ruido?

¿Se acuerda haber aprendido en el colegio acerca del Sacro Imperio Romano? Probablemente se le hayan olvidado algunos de los detalles de este imperio germánico en la parte occidental y central de Europa que comenzó en 962 d.C. Pero lo que usted tal vez puede

recordar es aquella frase pronunciada por muchas profesoras: “El Sacro Imperio Romano. Ni fue sacro, ni fue romano, ni fue un imperio”.

El concepto del comienzo del universo conocido como el Big Bang es con frecuencia descrito como una explosión. Lo cual es parecido al cuento del Sacro Imperio Romano. No fue grande, no fue ruidoso y no fue una explosión, al menos no del estilo de los espectáculos de fuegos artificiales que vemos el 4 de Julio.

La idea del surgimiento del universo tras una ruidosa explosión se remonta al comienzo del siglo XX y al trabajo teórico de Einstein. Pero la noción de “big bang” es más reciente. En la historia de los insultos, pocos han tenido tantos resultados *no* intencionales como éste. En 1950, el astrónomo británico Fred Hoyle—es decir, Sir Fred—tenía un programa de radio en la BBC llamado “La Naturaleza del Universo.” (En una era en que las estaciones de radio están dominadas por Howard Stern y Rush Limbaugh, la idea de un físico hablando de la creación no es muy creíble.) A Hoyle le preguntaron acerca del comienzo del universo y él, de manera burlona, calificó de “*Big Bang*” la noción de que el universo hubiera comenzado con una explosión que originó el espacio y la materia.

Esta teoría, nacida a comienzos del siglo pasado, a partir del trabajo de Einstein, Sitter, Friedmann y Lemaître, encontró un adepto en el emigrante ruso George Gamow (1904-1968), antiguo estudiante de Aleksandr Friedmann. En la década de los cuarenta, Gamow, trabajando con dos colegas más jóvenes, Ralph Alpher y Robert Hermán, razonó que si el universo joven era pequeño y denso, era

debió haber sido también caliente, enfriándose después. Inclusive calcularon la temperatura a la cual los residuos cósmicos se habrían enfriado. Fue ésta la idea que Hoyle calificó de "Big Bang." En síntesis, el Big Bang, o como algunos cosmólogos prefieren llamarlo, "El Modelo Estandar de la Cosmología," es algo así: Hace cerca de 15,000 millones de años, el universo surgió de un suceso enorme y hasta el momento inexplicable—a veces se le denomina una "singularidad" —del cual se crearon el espacio y toda la materia. Por esta razón, no podemos decir que fuera una explosión. La *nada* no puede explotar. Y en el momento del Big Bang no existía nada. Es como un episodio cósmico de Seinfeld, el programa sobre nada. No sucedió en ninguna parte —es decir, en un solo lugar— sino en todas partes. En otras palabras, como el espacio no existía, no había un lugar en donde ocurriera el Big Bang. O, como Gertrude Stein alguna vez dijera sobre Oakland, California, "Allí no había allí."

Para la mayoría de las personas que están acostumbradas a ver, oír, tocar y oler nuestro mundo, este es un concepto difícil de entender. ¿Puede imaginarlo? Es que algo salga de la nada, que todo venga de ninguna parte.

En fracción de un segundo de tiempo —0.00001 de un segundo, para ser más exactos—se crearon toda la materia y la energía. Antes de eso, todo estaba unificado, teóricamente hablando, en una semilla cósmica o huevo prístino como el padre Lemaître solía llamarlo. La temperatura del universo, millonésimas de segundo después de este suceso —se calentó. No solamente caliente.

Extremadamente caliente. Más caliente que el picante tejano. Más caliente que la Ciudad de Nueva York en agosto. Números que no significan mucho para nosotros—como diez billones de billones de veces más caliente que el núcleo del Sol. De acuerdo con la *Scientific American Science Desk Reference*, "Los científicos han calculado que una millonésima de una millonésima de una millonésima de una millonésima de una millonésima de una millonésima de segundo después del *Big Bang*, el universo tenía el tamaño de una arveja y la temperatura era de 10.000 millones de millones de millones de millones de grados centígrados/18,000 millones de millones de millones de millones de grados Fahrenheit. Un segundo después del Big Bang, la temperatura era de 10.000 millones de °C/18,000 millones de °F.

En ese instante de la expansión cósmica, toda la materia, energía, tiempo y espacio fueron creados, pero no como los conocemos hoy. A medida que pasó el tiempo, el universo se expandió y empezó a enfriarse. Inmediatamente después del Big Bang, el universo consistía esencialmente en fuertes radiaciones. Esta radiación formó una región de rápida expansión denominada *bola de fuego primordial*.

A medida que el universo se expandía y se enfriaba, los primeros pedacitos de materia primitiva —llamados *quarks*—empezaron a unirse para conformar las formas más primitivas de átomos. La materia, lo mismo que la radiación, disminuyó en densidad después de la explosión. Con el tiempo, la materia se separó formando trozos enormes. Estos se convirtieron en galaxias, estrellas y,

posteriormente, planetas, los cuales surgieron a medida que estos trozos de elementos se agruparon por acción de la atracción gravitacional. Parte de por lo menos un enorme trozo de materia se convirtió en un grupo de planetas—el Sistema Solar.

Durante cientos de miles de años, la materia era una masa candente de partículas subatómicas extremadamente calientes, bombardeadas por radiación de alta energía. Hoy el universo es frío y tranquilo en comparación, pero en su extremo los astrónomos detectan el brillo del Big Bang—y con él, el comienzo del tiempo.

La teoría del Big Bang, como todas las teorías, no puede ser “demostrada”—pero podría ser refutada. Sin embargo, ha sido respaldada y sustentada durante muchos años por gran cantidad de pruebas que apoyan su veracidad y su amplia aceptación. Hoy, básicamente, descansa en algunos hechos esenciales que podríamos llamar “todo lo que necesita saber” acerca del Big Bang:

1. El universo se está expandiendo. Sabemos esto gracias al descubrimiento de Mr. Edwin Hubble (véase la siguiente pregunta); es un hecho que ha sido respaldado ampliamente desde que Hubble lo descubrió en 1929.
2. La radiación cósmica de microondas o el entorno cósmico de microondas (ECM) llena el espacio—los residuos de un comienzo más caliente y más denso
3. Esa radiación se ha enfriado a la temperatura exacta que los astrónomos calcularon que debería enfriarse.
4. Hay abundancia de deuterio y de helio en el universo—lo cual tiene sentido si éste fue mucho más caliente alguna

vez.

“Se corre al rojo, al azul, un, dos, tres.” ¿Eso no es de un libro del Dr. Seuss?

Uno de los adelantos más significativos de la astronomía tuvo lugar a finales del siglo XIX cuando astrónomos y físicos empezaron a desarrollar un método para determinar el movimiento de las estrellas que se acercan o se alejan de la Tierra. El astrónomo inglés William Huggins (1824-1910) y el físico francés Armand-Hippolyte-Louis Fizeau (1824-1910) descubrieron que los colores en el espectro de luz—la separación de la luz en rojo, naranja, amarillo, verde, azul y violeta cuando pasaban a través de un prisma—se comportaban de manera similar a las ondas de sonido, lo que se conoce como el Efecto Doppler. Llamado así en honor al físico austríaco que lo descubrió en 1842, el Efecto Doppler es el cambio en frecuencia del sonido, la luz o las ondas de radio causado por el movimiento relativo de la fuente de las ondas y de quien las observa. Por ejemplo, la frecuencia de un carro de la policía o de la sirena de una ambulancia parece más alta a medida que se acerca y más baja después de que pasa y empieza a retirarse. En realidad, la frecuencia de la sirena permanece constante.

Huggins y Fizeau descubrieron que los astrónomos podían estudiar la velocidad de una estrella midiendo el cambio aparente en la frecuencia de sus ondas luminosas. Estimaron la distancia y el movimiento de una galaxia o una estrella midiendo su *corrimiento al rojo*, un aparente alargamiento de las ondas electromagnéticas

irradiadas por un objeto a medida que éste se aleja de la Tierra. Este corrimiento al rojo puede ser observado cuando la luz de una galaxia o de una estrella se difracta en una banda de colores conocida como el *espectro*. Las líneas de ciertos colores se corren hacia el final rojo del espectro si la galaxia o estrella está retrocediendo o alejándose de la Tierra; se correrán hacia el azul cuando se están acercando. En 1869, Huggins determinó que Sirio se alejaba de la Tierra a una velocidad de veinte millas por segundo. Después de descubrir en 1924 que las galaxias eran diferentes, Edwin Hubble utilizó la información acerca del cambio en el espectro para enunciar el segundo descubrimiento más importante de la astronomía del siglo XX. Hubble descubrió que el corrimiento en la luz de las galaxias que se alejan aumentaba en proporción a su distancia de nosotros. Es decir, el universo está expandiéndose y las estrellas más lejanas se mueven más rápidamente. Las galaxias se están separando y las mejores pruebas apuntan a que se seguirán separando siempre.

¿Qué tienen que ver los excrementos de las palomas con el Big Bang?

En 1965, dos científicos de los Laboratorios Bell descubrieron que había radiación por todo el firmamento. Se trata de la luminosidad residual del Big Bang.

La radiación cósmica se generó cuando el universo tenía cerca de trescientos mil años, mucho antes de la formación de las estrellas, cuando el cosmos era mil veces más caliente y mil veces más

pequeño de lo que es en la actualidad. Hasta ese momento, era tan caliente y tan denso que la radiación estaba "íntimamente ligada a la materia" y no podía escaparse hasta que el universo se enfriara un poco. Una vez que se escapó, se dispersó rápidamente con el universo en expansión.

En 1964, dos radio astrónomos que trabajaban en los Laboratorios Bell (después llamados AT&T y posteriormente tecnologías Lucent) estaban trabajando en una antena para el nuevo sistema satelital de telecomunicaciones Telstar. Arno Penzias y Robert Wilson notaron que no importaba hacia donde dirigían la antena en forma de cuerno, siempre detectaban un silbido. Para tratar de eliminarlo, los dos hombres desalojaron unas palomas y limpiaron los restos de excrementos depositados.

Pero el silbido continuaba. Lo que Penzias y Wilson descubrieron por accidente estaba siendo investigado por unos científicos de Princeton. Posteriormente descubrieron que el ruido provenía de residuos de radiación de la bola de fuego cósmica en que se creó el universo. Penzias y Wilson recibieron el Premio Nobel por ese descubrimiento. Este "entorno cósmico de radiación de microondas" se ha enfriado durante los 13,000 a 16,000 millones de años transcurridos desde el Big Bang, pero todavía está en los cielos. Cuando los cosmólogos la midieron en detalle, declararon estar viendo "la escritura de Dios." Uno puede ver esta escritura de Dios en la casa: Cuando vemos la pantalla de la televisión como "llena de nieve", es porque estamos recibiendo radiación del entorno.

En 1990, después de estar operando durante nueve minutos, el

Explorador del Entorno Cósmico, (COBE), recogió más información sobre radiación ambiental de lo que se había descubierto desde 1965. Con un lujo de detalles que sorprendió a los astrónomos, COBE logró confirmar que el universo irradiaba en la temperatura que habían predicho Gamow, Alpher y Hermán desde 1940. También confirmó lo que Wilson y Penzias habían descubierto y demostró que esta radiación existe en el universo de manera uniforme y en todas partes.

Voces del Universo:

Stephen Hawking, Breve Historia del Tiempo

Uno podría decir que el tiempo comenzó con el Big Bang en el sentido en que los tiempos anteriores simplemente no serían definidos. Debería enfatizarse que este comienzo en el tiempo es muy diferente de aquéllos que se habían considerado anteriormente. En un universo incambiable, un comienzo en el tiempo tiene que haber sido impuesto por un ser superior; no existe necesidad física para un comienzo. Uno puede imaginarse a Dios creando el universo en el momento del Big Bang, o incluso después, de tal forma que pareciera que hubo un Big Bang. Pero no tendría sentido suponer que fue creado antes del Big Bang. Un universo en expansión no es incompatible con un creador, pero sí pone límites en cuanto a cuándo hizo él el trabajo.

¿Qué había antes del Big Bang?

"Tengo mucho de nada/y nada es suficiente para mí," cantaba Porgy en *Porgy y Bess*, de Ira Gershwin.

Es una muy buena respuesta para esta pregunta. Puede que haya habido algo antes del Big Bang, pero tenemos suficiente de nada en cuanto al conocimiento de lo que sucedió exactamente. Los científicos no pueden explicar con certeza por qué ocurrió el Big Bang, luego es pura especulación pensar qué pasó "antes." Puede ser interesante contemplar el universo y divagar sobre él pero, por el momento, no tiene mayor sentido hacerlo, a menos que a usted le guste argumentar sobre los aspectos más exquisitos de la cosmología y la teología. El tiempo—junto con el espacio, la materia y la energía, se crearon durante el Big Bang, de modo que no existe un "antes." El Big Bang teóricamente fue la creación de algo desde la nada. No podemos preguntar qué había antes pues no hay pruebas a partir de las cuales podamos elucubrar una teoría. En otras palabras, el Big Bang ha sido ampliamente aceptado para explicar todo lo que observamos en el universo pero que no podemos explicar. No tenemos la más remota idea sobre la fuente del Big Bang.

¿Qué otra explicación tenemos para la creación del universo, además del Big Bang?

Fuera del Libro del Génesis y de los mitos sobre la Creación de casi cualquier sociedad y cultura que haya existido, la mayoría de los científicos diría que "No hay otra explicación." Pero éste no ha sido siempre el caso. Durante el siglo XX hubo varios modelos

cosmológicos de los cuales han sido descartados—mientras que el Big Bang se ha solidificado y reforzado durante los últimos cuarenta años con pruebas sustanciales.

Durante mucho tiempo, la mayor contrincante era la teoría del estado constante. Fue diseñada en 1948 en Cambridge, Inglaterra, por tres colegas, oponentes del Big Bang: Fred Hoyle, Hermann Bondi y Thomas Gold. La teoría del estado constante sostiene que el universo siempre ha existido en su estado actual. A medida que las galaxias se separan, la materia nueva que se está creando constantemente forma nuevas galaxias que reemplazan aquellas que han retrocedido a distancias infinitas. Esta teoría nos deja sin saber de dónde proviene la materia. Varias observaciones astrológicas recientes, especialmente las del entorno de radiación cósmica, han relegado la teoría de “estado constante” a un estado de extinción.

*Voces del Universo:**Vera Rubín sobre la "Materia Oscura del Universo"**(The Scientific American Book of the Cosmos)*

Los nuevos instrumentos, lo mismo que las nuevas formas de pensar, nos han ayudado a entender la estructura de los cielos. Hace menos de cuatrocientos años, Galileo colocó un pequeño lente en un extremo de un tubo de cartón y una gran lente en el otro extremo. Al hacerlo, descubrió que la banda pálida a lo largo del cielo, denominada Vía Láctea, estaba compuesta por miles de millones de estrellas aisladas y de cúmulos de estrellas. Súbitamente, el ser humano comprendió lo que era una galaxia. Tal vez en el próximo siglo, otra gran mente—que puede no haber nacido—pondrá su ojo en un ingenioso instrumento nuevo y contestará definitivamente, ¿Qué es la materia oscura?

En 1965, la astrónoma Vera Rubin se convirtió en la primera mujer en observar las estrellas desde el Observatorio Palomar. Es miembro del equipo del Instituto Carnegie de Washington D.C. y una de las más distinguidas científicas de la historia reciente. Recibió de manos del presidente Clinton la Medalla Nacional de la Ciencia en 1993. A ella se le atribuye la teoría que sustenta la "materia oscura."

¿Qué son la teoría inflacionaria, la materia oscura y la quintaesencia?

Aunque durante la mayor parte de la década de los noventa, Alan Greenspan, director de la Reserva Federal, pueda haber parecido el Amo del Universo, hay otras fuerzas en movimiento, entre ellas una nueva línea de pensamiento denominada *teoría inflacionaria* que nada tiene que ver con el Índice del Precio al Consumidor ni con la Junta Directiva de la Reserva Federal. La teoría inflacionaria básicamente establece que, en sus primeras etapas, el universo se expandió a una velocidad mayor de lo que lo hace hoy en día. Basada en el trabajo del Dr. Alan Guth en 1980, y expandida por cosmólogos como el Dr. Andrei Linde de la Universidad de Stanford, esta inflación no reemplaza al Big Bang, pero sí le añade complejidad. Trata de explicar por qué las regiones del universo, aunque separadas por enormes distancias, son parecidas. La teoría sugiere que el universo recién nacido, ese pequeño punto de "la nada primordial" que se llenó de intensa energía, dobló su tamaño *exponencialmente* en la más pequeña fracción de tiempo después del nacimiento del universo. Luego de este período inicial de inflación, el universo cambió su velocidad de expansión a una expansión *linear*. La diferencia entre exponencial y linear puede representarse por medio de números: exponencial quiere decir que se dobla cada vez (1, 2, 4, 8, 16) y linear que va de uno en uno (1, 2, 3, 4, 5...). Una posibilidad interesante de la teoría inflacionaria es que la inflación hubiera creado universos más lejanos que el nuestro. Los cosmólogos están empezando a considerar la posibilidad de *multiversos*. Y usted probablemente estaba pensando que *un* universo era demasiado para contemplar y comprender.

Junto con la aceptación del Big Bang—con o sin la adición de la inflación —que ha ganado adeptos en años recientes, la mayoría de los científicos ha aprendido a aceptar la existencia de la *materia oscura*. Aunque parece material para un episodio de *Star Trek*, se pensó que el noventa por ciento del universo estaba conformado por este elemento extraño. Desde los años treinta, los astrónomos comenzaron a darse cuenta de que existía materia en el universo que no podía verse —o detectarse—pero que debía estar allí. ¿Pero por qué lo creían? Porque algo proporcionaba la gravedad que mantenía todo en su sitio. El descubrimiento más importante lo hizo Vera Rubin, estudiante de George Gamow y a quien la Universidad de Princeton le había comunicado que le sería biológicamente imposible obtener un doctorado de esa institución —no aceptaban mujeres en esa época. Rubin descubrió que las estrellas más externas dentro de las galaxias circulaban tan rápidamente como las interiores. Algo tenía que explicar la velocidad de las estrellas exteriores y su permanencia en sus órbitas.

Las pruebas para demostrar que la mayoría de la masa del universo consiste de materia oscura agrupada alrededor de las galaxias son bastante sólidas. Pero no hay consenso con respecto a lo que es la materia oscura. Hay dos grupos de opinión, y para demostrar que los astrónomos sí tienen sentido del humor, han llamado a los diferentes tipos de materia oscura, MACHOs (“machos”) y WIMPs (“llorones”).

MACHO son las siglas en inglés de “Objetos de Halo Compacto Masivo” y pueden ser estrellas agotadas, enanas blancas, enanas

marrón y polvo. En 1996, los astrónomos descubrieron que la mitad de la materia oscura en la Vía Láctea estaba compuesta por MACHOs.

Los WIMPs, o Partículas Masivas de Interacción Débil, son objetos muy pequeños que no han sido detectados y que zumban en la noche.

Si hay inflación, los WIMPs y los MACHOs no esperan a que uno esté deseando un asiento cómodo en el cual depositar toda la materia; espere un poco. Un nuevo avance de la cosmología puede complicar este aspecto aún más. Desde mediados de los noventa, algunos cosmólogos han sugerido que la suma de los elementos conocidos y de la materia oscura *no explica todos* los contenidos del universo, sólo responde por menos de la mitad. La última teoría es que esta "energía chistosa," también llamada "energía oscura," posiblemente podría componer más de la mitad del universo. El truco de esta "energía oscura," altamente teórica, es que es repelente. Literalmente. A diferencia de todo lo demás en el universo que se atrae, la energía oscura repele las cosas. La gravedad jalona los elementos químicos y otra materia hacia las galaxias, pero la energía oscura puede estar empujándolos en dirección contraria. Según la teoría, es esta fuerza repulsiva, la que hace que el universo se acelere, conclusión que ha encontrado cierto apoyo.

Recientemente, los cosmólogos han empezado a llamar *quintaesencia* a esta energía. *Quintaesencia* significa "quinto elemento," un recuerdo de la cosmología griega del tiempo de Aristóteles que sugería que la Tierra estaba compuesta de cuatro

elementos: tierra, agua, aire y fuego y que un *quinto elemento* — una sustancia cristalina —era la que se encargaba de mantener unidos el Sol, la Luna y los planetas.

La mayoría de los científicos espera que se puedan contestar muchas más preguntas sobre inflación, materia oscura y quintaesencia mediante el uso de la Sonda de Anisotropía de Microondas que fue diseñada para proporcionar una imagen completa del firmamento. La sonda costó \$145 millones y su lanzamiento, planeado para junio de 2001, la colocará en una órbita más lejana de la Tierra que la de su predecesor, el Explorador del Entorno Cósmico (COBE). Este satélite recogerá mucha más información acerca de la radiación cósmica, lo cual constituye la mejor información para determinar cómo era el universo. Debería proporcionar información sobre las distintas clases de materia del universo—tanto de la materia de las estrellas y de la gente como de la materia oscura y, tal vez, de la quintaesencia.

Abierto, cerrado o plano: ¿Cómo terminará el universo?

La ciencia trata de preguntar “Cómo” y cada respuesta es una victoria. Pero preguntarse cómo sucedió algo es muy diferente a preguntar cómo va a suceder en un futuro. Preguntarse cómo terminará el universo es una de esas preguntas.

Los expertos difieren en su respuesta sobre la expansión indefinida del universo. Hay tres posibilidades generalmente aceptadas. Durante muchos años, los astrónomos creían que la velocidad de separación de las galaxias, que se habían estado separando desde el

Big Bang, parecía estar disminuyendo. Sin embargo, las pruebas recientes contradicen este supuesto. El momento explosivo del Big Bang puede haber disparado el material de la creación con tanta energía como para escapar a la atracción gravitacional del resto del material. Es análogo a mandar un cohete lo suficientemente rápido para escapar la gravedad de la Tierra. Si se adquiere esa "velocidad de escape," el universo podría estarse expandiendo siempre. Los astrónomos y los cosmólogos denominan a esto un *universo abierto*. Por otro lado, si el material no viajara con suficiente energía para continuar indefinidamente, el universo dejaría de extenderse y se derrumbaría sobre sí mismo. A este fenómeno se le denomina *universo cerrado*.

Una tercera posibilidad es que el universo continúe expandiéndose, pero que la velocidad de expansión disminuya con el tiempo, de tal forma que continuará expandiéndose indefinidamente. A este supuesto teórico se le denomina *universo marginalmente abierto* o *universo plano*.

Si el primer o tercer supuesto será el futuro de nuestro universo, saque la ropa de invierno y comience a cantar esa canción favorita: "Apague la luz, la fiesta ha terminado." Un universo abierto o plano continuará expandiéndose hasta que se haya agotado la última estrella. Lo único que quedaría sería un gran número de estrellas muertas separadas por enormes extensiones de espacio. Será muy frío y muerto. Este destino del universo se denomina *la Gran Helada*.

Por otro lado, si el segundo supuesto es correcto—y el universo es

cerrado, caerá sobre sí mismo en lo que se conoce como *la Gran Aplastada*. Un resultado posible de este supuesto es que al contraerse hasta un punto infinitamente denso, la “aplastada” podría dar origen a otro Big Bang y empezaría de nuevo el proceso. Los astrónomos y los cosmólogos esperan y confían en que las expediciones planeadas para el Telescopio Espacial de Próxima Generación y otros observatorios basados en el espacio contesten estas preguntas. Uno de ellos, la Sonda de Anisotropía de las Microondas, cuyo costo fue de \$145 millones, permitirá que todo el universo sea diagramado como hicieron los exploradores de siglos anteriores con los océanos. Sus observaciones pueden ayudar a explicar cuán rápida es la expansión del universo, y nos darán pistas sobre dónde terminará todo esto.

Voces del Universo:

Steven Hawking, Breve historia del tiempo (1988)

Si descubrimos una teoría [unificada] completa [del universo], ésta debería ser entendida por todos, no sólo por unos pocos científicos. Entonces todos nosotros, filósofos, científicos y gente común podremos discutir por qué existimos y por qué existe un universo. Si encontramos respuesta, será el último triunfo de la razón humana—porque entonces llegaremos a entender la mente de Dios.

¿Qué relación hay entre GUTs, TOEs, las cuerdas y el universo?
El brillante físico Steven Hawking—quien se sienta en “la silla”

alguna, vez ocupada por Isaac Newton en la Universidad de Cambridge—está hablando de una teoría que lo explica todo —una Teoría de Todo, o TOE por sus siglas en inglés, una explicación del hecho de que algunas leyes del universo entran en conflicto con otras. Esta idea que Hawking, de manera poética bautiza “la mente de Dios,” ha recibido un nombre mucho menos poético: GUT, siglas en inglés de la Gran Teoría Unificada. Los físicos que están buscando una GUT están tratando de unir, en términos matemáticos, las fuerzas de la naturaleza—la fuerza gravitacional que mantiene unidos a las estrellas y a los planetas; la fuerza electromagnética que mantiene ligados a los átomos; la fuerza atómica débil que causa un decaimiento lento de las partículas conocido como decaimiento radioactivo; y la fuerza atómica fuerte que mantiene la unidad del núcleo. En resumen, esperan mostrar que cada fuerza es la misma cosa que ocurre de maneras distintas. En un sentido podríamos decir que estamos en la mitad del camino. En 1979, el Premio Nobel de Física fue entregado a Steven Weinberg, Abdus Salam y Sheldon Glashow por su trabajo de combinar las fuerzas electromagnéticas y las interacciones débiles en lo que se denominó “fuerza electrodébil ”

En los últimos años, los cosmólogos y los físicos han empezado a concentrarse en un candidato para ser la Gran Teoría Unificadora, conocido como la “teoría de cuerdas ” En términos simples, esta teoría trata de describir el universo y toda la naturaleza como compuesta por pequeñísimas cuerdas unidimensionales que vibran en varias dimensiones—las tres dimensiones habituales más la

cuarta dimensión de espacio-tiempo. Desarrollada en 1980, la teoría de cuerdas describe partículas elementales que son más pequeñas que los protones. Brian Greene explica así la teoría en su popular libro *El Universo Elegante*: “De acuerdo con la teoría de cuerdas, si pudiéramos examinar estas partículas con mayor precisión—una precisión que es varios órdenes de magnitud mayor que nuestra capacidad tecnológica — encontraríamos que cada partícula es como una *curva* unidimensional y no como un punto. Al igual que una banda de caucho infinitamente delgada, cada partícula contiene un filamento vibrante, oscilante y saltarín que los físicos denominan... *cuerda*. Green continúa: “Así como las cuerdas de un violín o de un piano tienen frecuencias de resonancia en las que prefieren vibrar... lo mismo es cierto para las curvas de la teoría de cuerdas...”

En principio, la teoría de cuerdas puede explicar todas las fuerzas de la naturaleza. Pero inclusive los proponentes de la teoría aceptan que sus ecuaciones son aproximaciones —aunque *muy* buenas. Otros descartan la “física de cuerdas” —uno casi que puede oír una risita como la de Fred Hoyle cuando dijo que el “Big Bang”—por ser imposible de demostrar.

¿Qué tiene que ver toda esta discusión sobre “cuerdas” incomprensibles con los GUTs y con el resto de nosotros? Brian Green contesta de manera sucinta, “El descubrimiento de la T.O.E. —la explicación fundamental del universo a su nivel microscópico, una teoría que no se atiene a ninguna otra explicación más profunda — proporcionaría las bases más firmes sobre las cuales

construir nuestra comprensión del mundo.”

Principios y finales. Preguntas cósmicas. Conceptos complejos que ponen en jaque nuestras ideas sobre lo que es real o posible. Este libro concluye en el punto en nos dejan Steven Hawking y la cosmología moderna, la intersección complicada entre ciencia y fe, conocimiento y creencia. Durante siglos, estas “creencias” opuestas—la ciencia y la religión —se han debaído por la supremacía. La cosmología, como la entendían los griegos—el orden del universo—ha ganado mucho terreno, pero no puede contestar la pregunta de “Dios.” (Usted podría, claro, sustituirlo por alguno de los sinónimos para un ser superior.) Esto no ha evitado que la gente conünúe intentándolo. En la ñlosofía tradicional las respuestas se han encasillado en amplias categorías:

- El Argumento Cosmológico: Esta idea se remonta a Aristóteles y sostiene que uno puede encontrar las relaciones de causa efecto sólo hasta cierto punto. En algún momento, tiene que empezar en alguna parte, con una Primera Causa o el Motor Inmóvil de Aristóteles. Los filósofos han recogido este concepto desde la Ilustración, empezando con la idea de que no hay razón para creer que no existen infinitas series de causas.
- Argumento Ontológico: Esta línea de pensamiento se deriva de San Anselmo y puede simplificarse de la siguiente manera: Reconocemos que existe la perfección. Dios es perfecto. Debe existir, porque si no existiera no sería perfecto. Esto puede sonarle como un perro persiguiendo su

propia cola, pero así es como lo ven muchos filósofos.

- Argumento desde el diseño (es decir, el Argumento Teológico).
- Hace mucho tiempo, ésta era la teoría del constructor de relojes cósmicos. Si uno se encontraba en el bosque un reloj de bolsillo perfectamente diseñado pensaría que era porque había sido diseñado con un objetivo. Este argumento básicamente dice que si el universo está perfectamente diseñado, es porque algo o alguien tuvo que haberlo planeado. No implica que el fabricante de relojes esté involucrado en los detalles cotidianos del funcionamiento del reloj. "El" lo hizo, pero no tiene que echarle cuerda para que funcione.

Todos estos argumentos son enfrentados por nociones "ateas" de la cosmología moderna, como las sobre el azar y el caos. En su libro *The Whole Shebang*, Timothy Ferris afirma, "Si el mundo nació del caos y funciona por casualidad, ¿Qué papel juega entonces un creador omnisciente?" (página 309).

Para complicar aún más las cosas, Ferris contradice su propia pregunta: "El encontrar pruebas de casualidad en la naturaleza no quiere decir que no exista Dios... En primer lugar, es imposible probar de manera definitiva que aquello que parece hecho al azar realmente lo sea... Y, si el universo nació del caos, un creyente podría argüir que Dios eligió el caos porque era lo mejor para cumplir ese propósito." (página 310).

Los argumentos de Ferris y los argumentos contrarios nos conducen a otro tipo de razonamientos que inicialmente crearon controversia en un contexto distinto. El libro más escéptico y, de muchas formas el más cínico, que se haya escrito jamás es un cuento tradicional semítico que se conoce como el Libro de Job. Fue redactado alrededor del siglo VI a.C., posiblemente cuando los judíos estaban exilados en Babilonia, y Job pudo haberse basado en un cuento tradicional más antiguo del Cercano Oriente que hace la muy moderna pregunta: “¿Por qué le suceden cosas malas a las personas buenas?”

Job, un hombre feliz, adinerado y justo, con una familia grande y dueño de rebaños, es víctima de plagas, enfermedades contagiosas y pérdidas cuando Satanás reta a Dios a que lo despoje de sus pertenencias. Satanás cree que Job maldecirá a Dios si se destruyen sus posesiones mundanas. Sin advertencia alguna, Dios le quita todo, hasta sus hijos. Animado por algunos amigos, Job cuestiona la acción divina creyendo no merecerlo.

Dios, airado, aparece como un torbellino. Reprendiendo a Job por haber tenido la osadía de cuestionarlo a El, le dice:

“¿Puedes tú unir las cadenas de las Pléyades, o desatarás las ligaduras del Orion?

¿Sacarás tú a su tiempo los signos de los cielos?

O guiarás el Arcturo con sus hijos?

¿Supiste tú las ordenanzas de los cielos?

¿Dispondrás tú de su potestad en la Tierra?

Job arrepentido y lleno de humildad le responde a Dios:

*'Yo conozco que todo lo puedes,
Y que no hay pensamiento que se esconda de ti...
Por tanto yo denunciaba lo que no entendía;
Cosas que me eran ocultas y que no conocía"*

No cabe duda de que no hemos aprendido las lecciones de Job. Ni las lecciones de la Torre de Babel. Ni las de Ícaro, Wan Hu o Giordano Bruno. Somos los hijos de Job, todavía llenos de osadía para cuestionar. En el Libro de Job, Dios pregunta también: "¿Dónde estabas cuando yo fundaba la Tierra?... ¿Quién ordenó sus medidas, ¿lo sabes?" No todavía. Pero no podemos parar de ensayar. Recuerde, después de todo, aquella vieja historia de la Biblia,—¿la de la fruta prohibida? Era la fruta del árbol de la sabiduría. Adán y Eva comieron de ella y no hemos cesado de buscar respuestas.

Epílogo

¿De que color es su universo?

A Kermit la Rana le hubiera gustado mucho. En enero de 2002, dos investigadores de la Universidad de Johns Hopkins anunciaron que el universo era verde. A partir de datos recogidos por el Telescopio Espacial Hubble y otras sondas del espacio lejano, los astrónomos analizaron la información con un espectroscopio y concluyeron que el color predominante del universo, basado en su composición química, era el verde. Realmente verde-azul. Llámelo turquesa. Este anuncio pretendía ser una información agradable y divertida en medio de una investigación más seria.

Pero hubo un problema de informática. Se descubrió un programa defectuoso y dos meses más tarde, en Marzo de 2002, los mismos científicos se retractarían. La información realmente revelaba que el universo era de color... *beige*.

En mi introducción a este libro señalé que lo que conocemos sobre el espacio cambia continuamente. Y, desde que terminé de escribir este libro en el 2001, el increíble ritmo de exploración, innovación, investigación y descubrimiento ha continuado. Entonces, lo que sigue a continuación son aquéllos avances importantes que han tenido lugar desde que se publicó este libro.

Por ejemplo, ahora que creemos saber de qué color es el universo, sabemos también cuán tan grande es. En marzo de 2002, Space.com reportó que los astrónomos de Hawai habían detectado una galaxia que se calculó que estaba a una distancia de 15,500

millones de años- luz, el objeto más distante observado hasta el momento. Sabemos también que existen más de cien planetas "extrasolares," o planetas que circulan alrededor de las estrellas por fuera de nuestro sistema solar. (Para mayores detalles sobre el tamaño y edad del universo véanse las páginas 89, 303-304.)

Dentro de nuestro sistema solar, se reportan nuevos descubrimientos. Logramos que una nave espacial aterrizara en un asteroide y tuvimos otra nave siguiendo a un cometa. En julio de 2001 los astrónomos anunciaron el descubrimiento de doce satélites, o lunas, no vistos antes que circulaban alrededor de Saturno. Utilizando telescopios equipados con detectores de luz muy sensibles elevaron el número de satélites a treinta. Luego, en mayo de 2002, los astrónomos de Hawai detectaron once lunas nuevas en la órbita de Júpiter, elevando el número a treinta y nueve, convirtiéndolo en el planeta más "lunero." Hasta el momento, esa es la situación. Posiblemente encontraremos más lunas en nuestro sistema solar a medida que las misiones futuras escudriñen aún más el sistema solar. Por ejemplo, hay un lugar cercano a Júpiter, el planeta más grande, que aún no ha sido investigado.

Eso le costará \$238 mil millones. ¿Desea papas fritas también? Los trágicos y asoladores sucesos del 11 de septiembre de 2001 alteraron nuestras vidas de muchos modos. Hubo un cambio en las prioridades presupuestarias del gobierno. Los gastos en defensa, ya apoyados por Bush, subieron a la cabeza de la lista. Los defensores del controversial programa del Sistema de Defensa Estratégica,

alguna vez conocido como "Guerra de las Estrellas," justificaron la continuación de este proyecto. Aunque sus críticos señalan que las operaciones terroristas a menor escala, o los ataques biológicos o químicos, son una amenaza mucho mayor para la seguridad de Estados Unidos que los misiles de otras naciones, se le dio especial apoyo a la Iniciativa de Defensa Estratégica.

En marzo del 2002, el Pentágono anunció que una prueba de un método de intercepción rudimentario había sido exitosa y que se había destruido un misil. Claro está, dicen los contradictores, que se conocían ciertos parámetros, cómo cuál era el blanco, dónde se dirigía y cuándo se lanzaría. Al mismo tiempo, una investigación del Congreso reveló fallas técnicas y posibles fraudes en las pruebas de los componentes del misil. El debate sobre el desarrollo y despliegue del sistema continúa.

Cualquiera sea el resultado, en el año 2002 la Oficina del Presupuesto Congressional le puso un precio al programa de la administración Bush para impedir los ataques de misiles: \$238 mil millones para el año 2025 (véanse más detalles sobre la Guerra de las Galaxias en páginas xxiii, 87-88).

¿Agua en Marte?

La respuesta definitivamente es "Sí." Pero llevemos patines y dejemos el traje de baño.

Marte no se podía ni mencionar alrededor de las oficinas de la NASA tras la pérdida de dos naves espaciales en 1999, un enorme fiasco para la agencia espacial. Pero en el 2001 la nave *Mars Odyssey* le

dio a la NASA razones para celebrar. Lanzada en abril de 2001, la *Odyssey* llegó a Marte el 24 de octubre de 2001 y entró en órbita sobre el Planeta Rojo. A diferencia de las otras naves que se lanzaron en 1999 y que se estrellaron o desaparecieron, la *Odyssey* se situará a una distancia de 249 millas (400 kilómetros) del planeta y elaborará un mapa de su terreno y composición. Ya ha rendido dividendos enormes al mostrar enormes depósitos de agua congelada. La presencia de agua es un requisito fundamental para la existencia de vida en otro planeta.

Cirugía al transbordador

Otro éxito para la NASA fue haber logrado, en marzo de 2002, que el transbordador *Columbia* le hiciera reparaciones y mejoras al Telescopio Hubble. Tras capturar el telescopio de cuatro pisos en una operación que requirió largas caminatas en el espacio, los astronautas trabajaron minuciosamente durante treinta y seis horas para arreglar el telescopio de diez años, algo parecido a una operación de corazón abierto en el espacio. Se le pusieron nuevas alas solares que le añadirán potencia para que continúe funcionando hasta el 2010, y equipos nuevos, como una cámara que permitirá ver a mayor distancia en el universo. (Para mayor información sobre la historia del Hubble, véanse las páginas 274-275). Poco después del arreglo, el telescopio empezó a mandar espectaculares fotografías del espacio profundo como, por ejemplo, las de galaxias previamente desconocidas.

¿Fue un asteroide el culpable de la desaparición de Barney y sus Amigos?

Cuando un científico sugirió que el impacto de los asteroides era el causante de la extinción masiva de los dinosaurios, se descartó la idea. Sin embargo, décadas de investigación parecen apoyar la teoría, y muchos científicos creen que los impactos catastróficos con un objeto de origen espacial produjeron una nube de polvo que bloqueó el Sol y que acabó con la mayoría de los seres vivos de la Tierra. Tal impacto pudo haber acabado con los dinosaurios y, además, es posible que hubiera otras cuatro extinciones masivas en los casi cinco mil millones de años de historia de la Tierra.

Otra nueva teoría se suma o contradice la historia del impacto del asteroide. Un grupo de científicos cree que los cambios climáticos resultantes de las drásticas variaciones en los niveles del mar pueden haber afectado el entorno antes de que cayera el asteroide. En *Discover*, (junio de 2002), el "cazador de dinosaurios" Jack Horner especula que el impacto del asteroide fue el "giro de gracia en una pelea que los dinosaurios ya habían perdido".

Pero hay quienes opinan lo contrario. Algunos científicos desearían las teorías anteriores. Nuevamente, según *Discovery* (mayo de 2002), el geólogo Kevin Pope argumenta que inclusive un asteroide muy grande no pudo haber causado una nube tan grande que acabara con la vida terrestre. Pero, en lugar de descartar la teoría completamente, Pope dice que el impacto no sólo creó una nube de polvo, sino una nube de ácido sulfúrico que bloqueó toda la luz solar. Ese fue el verdadero culpable de la muerte de los dinosaurios.

Encuentros cercanos del tipo aterrador

Aunque la teoría del asteroide asesino tiene sus críticos, la amenaza de un impacto ha atraído mucha atención del público y ... de Hollywood. La seriedad de la potencial amenaza fue resaltada recientemente. En julio de 2002, se observó una enorme bola de fuego en el este de Estados Unidos y hubo llamadas a las autoridades desde Toronto hasta Virginia. Los astrónomos atribuyeron este espectáculo, observado a medio día, a un asteroide. Los pedazos del asteroide se quemaron antes de entrar a la atmósfera de la Tierra, ocasionando brillantes luminosidades denominadas "bolas de fuego."

Después, en marzo de 2002, un asteroide de 165 pies de ancho, es decir, lo suficientemente voluminoso como para demoler una ciudad grande, pasó a 288,000 millas de la Tierra. Los astrónomos no se dieron cuenta del "casi choque" sino cuando lo vieron por el "retrovisor." Este asteroide venía de la dirección del Sol, así que fue como cuando un jardinero de béisbol pierde la pelota en el aire por la intensa luminosidad. No fue posible ver el asteroide sino cuando ya había pasado la Tierra.

Unas semanas más tarde, se oyeron noticias de un asteroide todavía más grande, conocido como el 1950 DA, que se dijo tenía una posibilidad de 1 en 300 de chocar contra la Tierra. La buena noticia es que tenemos suficiente tiempo como para saber qué hacer si este asteroide se queda en la trayectoria de la colisión: el 1950 DA no se acercará a la Tierra hasta dentro de ochocientos años. En otras

palabras, no es necesario sacar un seguro... todavía. (Para mayor información sobre los impactos de asteroides véanse las páginas 138-143).

¿Quién puede ir a la estación espacial?

Ya no se oyen chistes acerca de pasajeros infelices o insoportables en los aviones, puesto que se han reforzado las medidas de seguridad. Pero, ahora que el turismo espacial se está convirtiendo en una realidad, ¿qué pasará con los pasajeros inmanejables en el espacio? Tras el exitoso viaje de Denis Tito, un acaudalado estadounidense, y de Mark Shuttleworth, un millonario surafricano, que pagaron, cada uno, \$20 millones por volar a la Estación Espacial Internacional, será necesario establecer unas recomendaciones para este tipo de viajes. A comienzos del 2002, la NASA y sus compañeros de la Estación Espacial Internacional estuvieron de acuerdo en instituir reglas para futuros viajeros a la estación espacial.

Entonces, si usted desea hacer una reservación, esto es lo que tiene que saber: no puede haber delinquido, ni haber tenido mal comportamiento en empleos anteriores; no puede haber tenido conductas criminales, deshonestas, infames ni escandalosas (lo cual excluye a casi todos los políticos, atletas, ejecutivos de empresas y contadores); no puede haber abusado del alcohol, los narcóticos, las drogas u otras sustancias; no puede haber apoyado ni pertenecido a organizaciones que afecten de manera adversa la confianza del público. En resumidas cuentas, después de haber mirado todos

esos requisitos, las únicas personas que podrán ir serán unas damas de una iglesia de Des Moines, Iowa. Lo malo es que no han expresado interés alguno en hacer el viaje hasta el momento.

¿Es necesario lavarse las manos en el espacio?

Si su madre siempre le advirtió sobre los gérmenes en las manos, imagínese lo que diría en la Estación Espacial. Investigaciones recientes han demostrado que la producción de bacterias aumenta en un doscientos por ciento en el espacio.

¿Quién quiere todas esas bacterias? Las nuevas generaciones de antibióticos provendrán de investigación con bacterias, y el futuro de la investigación y producción de antibióticos puede venir de bacterias cultivadas en el espacio. La producción de antibióticos en la Tierra es una industria de \$20 mil millones de dólares. Las compañías de medicamentos que apoyan la investigación se preguntan si los antibióticos pueden hacerse más eficientemente y en forma más rentable en el espacio. (Para mayor información sobre la Estación Espacial Internacional véanse las páginas xxii-xxiii, 275-277.)

La trágica experiencia del septiembre 11 obviamente nos enfrentó con una triste realidad. La combinación entre tecnología e imaginación humana puede ser mortal y aterradora. La historia nos ha demostrado que cuando los inventos son usados con fines destructivos por parte de los terroristas o los gobiernos, éstos pueden tener un potencial increíble y horrible. En cierta forma, la exploración del espacio representa el otro extremo del espectro—lo

mejor de lo que puede alcanzarse al combinar las hazañas tecnológicas con la imaginación humana. Lo que he querido iluminar e ilustrar en este libro es la eterna fascinación humana con el espacio y cómo esta fascinación se ha traducido en progreso. Los aterrizajes en la Luna, los trasbordadores y las sondas del espacio profundo han transformado nuestras ideas sobre el espacio y sobre la vida en la Tierra. Cuando el *Sputnik*, primera nave espacial, fue lanzada hace cuarenta y cinco años, a pocas personas les pasó por la imaginación que hombres y mujeres estadounidenses y rusos pudieran vivir juntos en una estación espacial. Pero esa es la realidad. Antes enemigos, ahora son colegas y amigos. Ciertamente, esta es una razón para tener esperanza y creer en uno de los mensajes de este libro.

Espacio a Tierra: "Podemos volverlo a hacer."

Referencias y Recursos

Los constantes descubrimientos que se hacen en los campos de la astronomía y la cosmología, así como la inmensa cantidad de información que proporcionan el Telescopio Espacial Hubble y otras sondas que viajan por el espacio, hacen que buena parte de la literatura publicada antes de 1995 sea ya obsoleta. La siguiente lista muestra las obras publicadas más recientemente en el campo de la astronomía, así como algunas importantes y populares obras clásicas, que deben ser leídas teniendo en cuenta que parte de la información que proporcionan ya no es considerada correcta.

Además de los libros que se incluyen en la lista, gran parte de ellos destinados al público general, esta guía de fuentes de consulta también incluye publicaciones periódicas y sitios de Internet. Hay muchas revistas de interés general que abordan en sus páginas los descubrimientos más importantes realizados en astronomía y otros campos de estudio relacionados con ella.

El cambio más importante ocurrido en la década pasada ha sido la explosiva proliferación del Internet. La información de los sitios de Internet se puede cambiar a diario, y los sitios que aparecen en la lista son fuentes de referencia confiables, y la mayoría de ellos están asociados con grupos de investigación astronómica. Muchos de ellos tienen excelentes enlaces a otros sitios. Sin embargo, cuando se navega en Internet en busca de información es importante comprobar la seriedad de la fuente de información que se consulta.

El "Sitio de Astronomía de Juanita

Pérez" no es equiparable al portal de Internet de la NASA. Los sitios que aparecen en la lista representan una fracción de los muchos que hay en Internet dedicados al tema de la astronomía. Estos sitios estaban activos en el momento de redactar esta guía, pero muchos de ellos están sujetos a cambios de nombre y dirección abruptos y sin explicación. Además, los sitios de Internet muchas veces contienen información obsoleta. Cuando se navega en Internet, los investigadores serios siempre comprueban la fecha en que cada sitio fue actualizado por última vez.

LIBROS

- Andreadis, Athena. *To Seek out New Life: The Biology of Star Trek*. New York: Crown, 1998. Basándose en la popular serie de televisión, este libro analiza las posibilidades científicas del conocido programa televisivo.
- Asimov, Isaac. *Isaac Asimov's Guide to Earth and Space*. New York: Ballantine Books, 1991. Una guía breve, en forma de preguntas y respuestas, sobre los aspectos básicos del espacio escrita por uno de los más prolíferos escritores de libros populares de ciencia.
- Baker, David. *Scientific American Inventions from Outer Space: Everyday Uses for NASA Technology*. New York: Random House, 2000. Una interesante colección de miles de productos que se han originado a partir del programa espacial que demuestran el valor práctico de dicho programa.

- Barnes-Svarney, Patricia, ed. *The New York Public Library Science Desk Reference*. New York: Macmillan, 1995.
- Berlinski, David. *Newton's Gift: How Sir Isaac Newton Unlocked the System of the World*. New York: Free Press, 2000. Un detallado estudio de las contribuciones de uno de los más importantes pensadores científicos de la historia.
- Bodanis, David. *E=mc²: A Biography of the World's Most Famous Equation*. New York: Walker & Co., 2000. Un interesante recuento, destinado al público general, de los antecedentes y la formulación de la famosa, pero generalmente mal entendida, ecuación de Einstein.
- Bolles, Edmund Blair. *Galileo's Commandment 2,500 Years of Great Science Writing*. New York: Freeman, 1997. Una colección de ensayos y selecciones de libros de importantes escritores científicos, desde los antiguos, como Herodoto, hasta los modernos, como Stephen Jay Gould.
- Boorstin, Daniel J. *The Discoverers: A History of Man's Search to Know His World and Himself*. New York: Random House, 1983. Un exhaustivo pero fascinante estudio de los grandes avances de la civilización.
- Bova, Ben, y Byron Preiss, eds. *Are We Alone in the Universe: The Search for Alien Contact in the New Millennium*. New York: ibooks, 1999. Una colección de ensayos de varios escritores sobre la existencia de extraterrestres y los esfuerzos científicos por descubrirla.
- Brian, Denis. *Einstein: A Life*. New York: John Wiley, 1996.

Una profunda y detallada biografía de reciente publicación.

- Brody, David Eliot y Arnold R. Brody. *The Science Class You Wish You Had: The Seven Greatest Scientific Discoveries in History and the People Who Made Them*. New York: Perigee Books, 1996. Un ameno recuento de los descubrimientos de Galileo, Newton y Einstein, así como otros importantes descubrimientos científicos.
- Bronowski, J. *The Ascent of Man*. Boston: Little, Brown, 1973. Una obra clásica que aborda el tema del surgimiento de la civilización y el pensamiento científico a través de largos períodos de la historia.
- Burrows, William E. *This New Ocean: The Story of the First Space Age*. New York: Random House, 1998. Obra ganadora de los Premios Pulitzer de 1999, un exhaustivo y detallado recuento de la historia de la exploración espacial.
- *Columbia Encyclopedia*, 5th edition. New York: Columbia University Press, 1993.
- Crowe, Michael J. *Modern Theories of the Universe*. New York: Dover, 1994. Un profundo estudio de las más recientes teorías del campo de la física, destinado a lectores interesados en un conocimiento más complejo y científico de la física moderna.
- Crowe, Michael J. *Theories of the World from Antiquity to the Copernican Revolution*. New York: Dover, 1990. Un profundo estudio sobre antiguas teorías científicas.
- Davis, Kenneth C. *Don't Know Much About Geography*. New

York: Morrow, 1992. Una introducción a la geografía que explica cómo han cambiado las ideas de los seres humanos sobre su mundo a través de la historia; *Dor't Know Much About the Bible*. New York: Morrow, 1998.

- Una introducción a la historia bíblica desñada al público general.
- Davis, T. Neil. *The Aurora Watchers Handbook*. University of Alaska Press, 1992. Una guía básica para el estudio de las auroras boreales.
- De Pree, Christopher, y Alan Axelrod. *The Complete Idiot's Guide® to Astronomy*. Indianapolis: Alpha Books, 1999. Introducción básica a la astronomía a partir de la observación del ñrmamento.
- Engelbert, Phillis, y Diane L. Dupuis. *The Handy Space Answer Book®*. Detroit: Visible Ink, 1998. Una breve guía sobre los conceptos básicos de la astronomía en forma de preguntas y respuestas.
- Ferguson, Kitty. *Measuring the Universe: Our Historie Quest to Chart the Horizons of Space and Tíme*. New York: Walker & Co., 1999. Un recuento breve y ameno de los descubrimientos astronómicos que se han realizado a través de la historia.
- Ferris, Timothy. *Corning of Age in the Mílky Way*. New York: Morrow, 1988. Una detallada pero interesante historia de la cosmología.
- Ferris, Timothy. *The Whole Shebang: A State of the*

Universe(s) Report. New York: Touchstone, 1997. Un profundo estudio de la astronomía que ha tenido un sorprendente éxito de venta.

- Gallant, Roy A. *National Geographic Picture Atlas of the Universe*. Washington, D.C.: National Geographic Society, 1994.
- Gleick, James. *Genius: The Life and Science of Richard Feynman*. New York: Random House, 1992. Una popular biografía del notable físico estadounidense Richard Feynman.
- Gleiser, Marcelo. *The Dancing Universe: From Creation Myths to the Big Bang*. New York: Dutton, 1997. Un resumen de las teorías cosmológicas de gran complejidad científica.
- Greene, Brian. *The Elegant Universe: Superstrings, Hidden Dimensions, and the Quest for the Ultimate Theory*. New York: W.W. Norton, 1999. Un resumen de los más recientes avances de la "teoría de las supercuerdas", la rama de la física que intenta unificar todos los fenómenos físicos en un solo modelo teórico. A pesar de su complejidad, esta obra ha tenido un gran éxito comercial.
- Gribbin, John, ed. *A Brief History of Science*. New York: Barnes & Noble Books, 1998.
- Hawking, Stephen. *A Brief History of Time (The Updated and Expanded Tenth Anniversary Edition)*. New York: Bantam Books, 1996. Una conocida obra del más famoso exponente de las teorías sobre los agujeros negros.

- Hazen, Robert M., con Maxine Singer. *Why Aren't Black Holes Black? The Unanswered Questions at the Frontiers of Science*. New York: Anchor Books, 1997.
- Hazen, Robert M., y James Trefil. *Science Matters: Achieving Scientific Literacy*. New York: Doubleday, 1991. Un resumen con variada información básica sobre la ciencia.
- Hellemans, Alexander, and Bryan Bunch. *The Timetables of Science*. New York: Simón and Schuster, 1987.
- Hoskin, Michael, ed. *The Cambridge Illustrated History of Astronomy*. Cambridge, England: Cambridge University Press, 1997. Un resumen profusamente ilustrado, al estilo de los libros de texto, de los avances de la astronomía, desde la antigüedad hasta los tiempos modernos.
- James, Peter, y Nick Thorpe. *Ancient Mysteries*. New York: Ballantine Books, 1999. Un interesante estudio de misterios como las estatuas de la isla de Pascua, los druidas, la Esfinge y las pirámides.
- Jastrow, Robert. *God and the Astronomers (New and Expanded Edition)*. New York: Norton, 1992. Un estudio de la cosmología y las tradiciones religiosas.
- Jastrow, Robert. *Red Giants and White Dwarfs (New Edition)*. New York: Norton, 1990. Una guía clásica, aunque un poco antiguada, para el estudio del sistema solar y las estrellas.
- Koestler, Arthur. *The Sleepwalkers: A History of Man's Changing Vision of the Universe*. London: Penguin books, 1959. Una original, aunque un poco antiguada, historia de

la astronomía en la que se analizan las contribuciones de científicos como Kepler y Galileo.

- Krauss, Lawrence M. *The Physics of Star Trek*. New York: Basic Books, 1995. ¿Podemos "teleportarnos"? ¿Qué cosas de las que suceden en la famosa serie de televisión y cine son realmente posibles?
- Krupp, E.C. *Echoes of the Ancient Skies: The Astronomy of Lost Civilizations*. New York: Oxford, 1983. Un estudio académico y algo anticuado de los conceptos astronómicos de los griegos, los chinos, los babilonios y otros pueblos.
- Leeming, David, y Margaret Leeming. *A Dictionary of Creation Myths*. New York: Oxford University Press, 1994.
- Levy, David H., ed. *The Scientific American Book of the Cosmos*. New York: St. Martin's Press, 2000. Una compilación de artículos de diversos escritores, desde Albert Einstein hasta Carl Sagan, extraídos de la revista de ciencias más antigua y conocida del mundo.
- Light, Michael, y Andrew Chaikin. *Full Moon*. New York: Knopf, 1999. Libro conmemorativo del treinta aniversario de la llegada a la Luna de la nave Apollo 11, ilustrado con espectaculares fotografías.
- Maddox, John. *What Remains to Be Discovered: Mapping the Secrets of the Universe, the Origins of Life, and the Future of the Human Race*. New York: Free Press, 1998. Un fascinante estudio de los más grandes descubrimientos que quedan por

realizar.

- Moring, Gary F. *The Complete Idiots Guide® to Understanding Einstein*. Indianapolis: Alpha Books, 2000. Una interesante guía para entender las ideas de Einstein, destinada al público general.
- Odenwald, Sten. *The Astronomy Cafe: 365 Questions and Answers from Ask the Astronomer*. New York: W. H. Freeman, 1998. Preguntas y respuestas sobre astronomía extraídas del sitio Web de este conocido escritor.
- Paterniti, Michael. *Driving Mr. Albert: A Trip Across America with Einstein's Brain*. New York: Dial Press, 2000. Un divertido relato de un viaje en auto a través de los Estados Unidos con el cerebro de Einstein en un recipiente plástico y el patólogo que hizo la autopsia del famoso físico.
- Pirani, Félix, y Christine Roche. *Introducing the Universe*. Cambridge, England: Icon Books, 1993. Un humorístico resumen de cosmología con ilustraciones en el estilo de las historietas infantiles.
- Piskiewicz, Dennis. *Wernher von Braun: The Man Who Sold the Moon*. Westport, Connecticut: Praeger, 1998. Un revelador análisis del pasado nazi del famoso científico basado en documentos recientemente desclasificados por el gobierno.
- Rankin, William. *Introducing Newton*. Cambridge, England: Icon Books, 1993. Un resumen de la biografía y las contribuciones científicas de Newton en el estilo de las

historietas infantiles.

- Reston, James Jr. *Galileo: A Life*. New York: HarperCollins, 1994. Una exhaustiva biografía de una de las más grandes mentes de la historia de la ciencia, su conflicto con la Iglesia católica y el juicio que tuvo que enfrentar.
- Sagan, Carl. *Cosmos*. New York: Random House, 1980. Popular libro que complementa la serie de televisión de PHS que se transmitió en 1980, escrito por uno de los más famosos partidarios de la exploración del espacio.
- Sobel, Dava. *Galileo's Daughter: A Historical Memoir of Science, Faith, and Love*. New York: Walker & Co., 1999. Un recuento de la compleja relación entre el genio italiano y su hija, que vivía en un convento. Esta obra, de gran éxito comercial, ofrece una enjundiosa biografía de Galileo.
- Sproul, Barbara C. *Primal Myths: Creation Myths Around the World*. New York: HarperCollins, 1991. Un resumen de las ideas sobre el origen del universo en diferentes culturas.
- Stott, Carole. *New Astronomer*. New York: DK Publishing, 1999. Guía práctica de técnicas y destrezas para la observación del firmamento, destinada a los jóvenes lectores.
- Trefil, James. *101 Things You Don't Know About Science and No One Else Does Either*. Boston: Houghton Mifflin, 1996. Un estudio de los más importantes retos que enfrenta la ciencia en diversos campos como la astronomía y la física, escrito por el conocido escritor de libros de difusión científica.

- . *Other Worlds: Images of the Cosmos from Earth and Space*.
- Washington, D.C.: National Geographic, 1999. Una colección de extraordinarias fotografías del universo en el estilo tradicional de la National Geographic Society.
- Verdet, Jean-Pierre. *The Sky: Mystery, Magic and Myth*. New York: Abrams, 1987. Un estudio profusamente ilustrado de cómo la astronomía ha sido reflejada en el arte.
- von Daniken, Erich. Translated by Michael Heron. *Charíots of the Gods: Unsolved Mysteries of the Past*. New York: Berkley Books, 1999. Una obra de sensacional éxito comercial que en buena medida dio origen al creciente interés en la posible visita de extra-terrestres a nuestro planeta en la antigüedad.
- Weinberg, Steven. *The First Three Minutes: A Modern View of the Origin of the Cosmos*. New York: Basic Books, 1993. Una versión actualizada de la explicación clásica de la teoría del Big Bang escrita por el ganador del Premio Nobel de Física de 1979.
- Williams, William F., ed. *Encyclopedia of Pseudoscience: From Alien Abductions to Zone Therapy*. New York: Facts on File, 2000. Un catálogo de numerosas creencias populares que tiene como objetivo refutarlas a partir de pruebas y datos científicos.
- Wolfe, Tom. *The Right Stuff*. New York: Farrar, Straus & Giroux, 1979. La historia de los astronautas y sus familias que la NASA no quiere revelar.

- Wolke, Robert L. *What Einstein Told His Barber More Scientific Answers to Everyday Questions*. New York: Dell Publishing, 2000. Un entretenido estudio sobre las preguntas que tanta gente se hace como, por ejemplo, qué pasa con la bala cuando se hace un disparo al aire.
- *World Almanac and Book of Facts 2001*. Cleveland: World Almanac Books, 2001.
- Youngson, Robert. *Scientific Blunders: A Brief History of How Wrong Scientists Can Sometimes Be*. New York: Carroll & Graf, 1998. Un entretenido recuento de los sucesos más ridículos de la historia de la ciencia.

PUBLICACIONES PERIODICAS

- *AdAstrm*. Publicación de la National Space Society.
- *Astronomy*. Publicación mensual destinada a astrónomos aficionados serios.
- *Discover*. Una entretenida revista de ciencias destinada al público general con frecuentes artículos sobre astronomía e investigaciones espaciales, así como la conocida columna "Sky Lights", de Bob Berman, dirigida a los observadores del firmamento.
- *National Geographic*. La clásica revista de reportajes fotográficos frecuentemente contiene artículos sobre el espacio.
- *Natural History*. Revista del American Museum of Natural History y el Rose Science Center Planetarium afiliado al

museo. Publica artículos sobre diversos aspectos de la astronomía y el universo que pueden ser de interés para el público general.

- *Planetary Report*. Revista bimensual de la Planetary Society, una organización dedicada a la exploración del espacio.
- *Scientific American*. La más antigua revista de ciencias del país, y aún hoy una de las mejores, aunque sus artículos generalmente son de una gran complejidad científica.
- *Sky ó Telescope*. Otra excelente revista para astrónomos aficionados.
-

SITIOS WEB

El Internet puede maravillarnos y confundirnos. Cuando se hace una búsqueda con la palabra clave "space" (espacio) en America OnLine, aparecen más de 64,000 sitios. Si se busca "astronomy" (astronomía), aparecerán otros 8,000. La siguiente lista abreviada está conformada por sitios de probada seriedad con enlaces a otros muchos sitios confiables, entre ellos enlaces directos a las páginas de Internet de naves espaciales como la Estación Espacial Internacional, el Telescopio Espacial Hubble, el Observatorio Chandra X-Ray y muchas otras naves que actualmente transmiten información desde el espacio.

- *astronomy.com* Revista de astronomía en Internet, es la más popular revista dedicada a la observación del firmamento.
- *badastronomy.com* Sitio dirigido por el astrónomo Phil Plaitt y dedicado a rebatir los mitos y aclarar las confusiones que

muchas personas tienen sobre la astronomía. *iau.org* Sitio oficial de la Unión Astronómica Internacional. *nasa.gov* Portal de Internet de la National Air and Space Administration (NASA).

- *soho*www.nascom.nasa.gov Sitio de la NASA dedicado a los estudios sobre el Sol llevados a cabo en el satélite SOHO.
- *neat.jpl.nasa.gov* Sitio oficial de la NASA que muestra el rastreo de asteroides y otros objetos cercanos a la Tierra.
- *nationalgeographic.com* Portal de Internet de la famosa revista, con fotos y artículos sobre el espacio.
- *planetary.org* Portal de Internet de la Planetary Society, un grupo privado dedicado a la continua exploración del espacio.
- *sciam.com* Portal de Internet de la revista Scientific American.
- *space.com* Un sitio comercial, con publicidades, pero incluye excelentes enlaces a otros varios sitios.
- *seti-inst.edu* Sitio oficial de Search for Extraterrestrial Intelligence.
- *lplarizona.edu/spacewatch* Un sitio de la Universidad de Arizona que mantiene récord de los asteroides.
- *nss.org* Sitio oficial del National Space Society.
- *nss.org/ladastralbome* El National Space Society y su revista *Ad Astra*.
- *fly.biwaay.mtl~bal5/space-links.shtml* Más de cinco mil enlaces válidos sobre el espacio, mantenido por una rama del National Space Society.
- *planetary.org* Sitio oficial del Planetary Organization
- *sed.s.org* Sitio mantenido por los estudiantes del Exploration

and Development of Space, alojado por la Universidad de Arizona sci.esa.mtlindex.cfm Sitio oficial del European Space Agency, con enlaces al satélite *Hipparcbos*.

- wbyfiles.org Un sitio de la Universidad de Wisconsin que provee respuestas a preguntas sobre las ciencias, incluyendo astronomía. yahoo.com/sciencelastronomy Un directorio de Yahoo! con enlaces a sitios de ciencia y astronomía.