

GEOLOGÍA Y ASTRONOMÍA

CHARLES KOVACS

COLECCIÓN OTRA MIRADA



GEOLOGÍA Y ASTRONOMÍA

Charles Kovacs



COLECCIÓN OTRA MIRADA

KOVACS, CHARLES

Geología y Astronomía.

Santiago de Chile: Editorial Idunn Ltda., 2018

152 p. 14 x 21,5 cm

Materia: Geología, Astronomía, Geografía, Antroposofía, Pedagogía Waldorf.

GEOLOGÍA Y ASTRONOMÍA

© Charles Kovacs

Primera Edición en inglés: 2006 "Geology and Astronomy"

© Editorial Idunn Ltda., 2013

ISBN: 978-956-8799-21-2

RPI: 233.930

© Ilustraciones: Charles Kovacs

Traducción del inglés: Cecilia Gómez C.

Diseño colección: Ana Buzzoni, Santabuzzo.cl

Diseño y Diagramación: María Isabel Fernández R.

Impresión: Dimacofi

WWW.EDITORIALIDUNN.CL

Teléfono (+56) 224 901 241

info@editorialidunn.cl

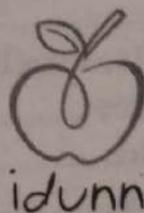
Las Urbinas 53 Of. 131, Providencia, Santiago de Chile.

DERECHOS RESERVADOS. PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN.

Charles Kovacs

Geología y Astronomía

Traducido por
CECILIA GÓMEZ C.



ÍNDICE

Prólogo	9
GEOLOGÍA	
Los Hijos de la Tierra	12
La Historia que Cuentan las Montañas	15
Rocas Jóvenes y Antiguas: Granito	17
Las Primeras Rocas	19
Rocas Volcánicas.....	21
La Tierra Inquieta	26
Algunas Rocas Diferentes	29
Más acerca de la Piedra Caliza.....	32
El Carbón	35
El Trabajo del Agua	39
La Circulación del Agua.....	42
Los Vientos.....	44
Los Glaciares	48
La Historia del Asiento de Arturo en Edimburgo.....	52
ASTRONOMÍA	
El Corazón y el Sol	56
El Movimiento Diario del Sol.....	59
El Sol durante el Año.....	63
El Calendario.....	67
Los Relojes de Sol y la Hora	71
Las Estrellas que giran y la Estrella Polar	75
La Curvatura de la Tierra	79
Longitud y Latitud.....	83
El Círculo	85
Las Estrellas y Sirio	87
El Movimiento Diario de las Estrellas y el Sol.....	90
El Zodíaco y los Equinoccios	93
El Año Cósmico o Platónico	96
Los Siete Planetas Clásicos.....	98

La Luna	101
Las Mareas y otras Influencias Lunares	105
Pascua de Resurrección	108
Los Planetas	110
Pitágoras	114
Ptolomeo.....	119
Copérnico	122
Tycho Brahe.....	126
Johannes Kepler	130
Galileo y el Telescopio.....	133
A Través del Telescopio.....	137
Cometas y Meteoritos	141
La Atmósfera de la Tierra	144

PRÓLOGO

Este libro contiene las notas de las lecciones de Charles Kovacs, escritas durante el tiempo que era profesor de la clase sexta en Edimburgo. Hasta cierto punto han sido revisadas y puestas al día. En las notas sobre Geología, se enfatiza el área local — en este caso Edimburgo — y esto es bastante deliberado, ya que sirve como un ejemplo para relacionar lo que se ha aprendido con el área local conocida. Uno podría esperar que las lecciones de Geología empezaran con una descripción de la Placa Tectónica, el gran descubrimiento de los años sesenta. Pero este es el punto, la Geología moderna había existido por casi doscientos años y era una ciencia muy avanzada antes de que estos descubrimientos pudieran hacerse y apreciarse. Es muy fácil entregar a los niños conclusiones *ya hechas*, que en realidad, evolucionaron sólo gradualmente. El resultado desafortunado puede ser entonces, que las conclusiones sean en realidad aceptadas como un dogma en cierto modo no asimilado, no realmente comprendido. La consideración de la Placa Tectónica podría tratarse mucho mejor en el Noveno Grado, cuando se puede dedicar tiempo a observar las diversa evidencias — *como una historia de detectives* — que eventualmente llevó a tan sorprendentes conclusiones sobre la estructura de la Tierra.

En la Astronomía también el enfoque es empezar por observaciones del Sol, la Luna, las estrellas y los fenómenos que han sido experimentados y comprendidos sin un equipo o teorías especiales, durante milenios. Una vez más, los grados más altos son un mejor momento para considerar cómo evolucionaron los más recientes conceptos. Los capítulos más recientes sobre los descubrimientos con el telescopio son los más difíciles de poner al día, ya que continuamente se están haciendo nuevos descubrimientos, ya sea con telescopios poderosos o con sondas espaciales.

GEOLOGÍA

LOS HIJOS DE LA TIERRA

El invierno puede llegar a ser muy frío en nuestra parte del mundo, pero existen lugares donde puede ser mucho más frío. ¿En qué dirección debemos viajar para encontrar regiones mucho más frías que la nuestra? ¿Sería hacia el Oriente, donde nace el Sol? ¿Hacia el Sur, donde el Sol se sitúa en el punto más alto al mediodía? ¿Al Occidente, donde se pone el Sol? ¿O al Norte, la dirección en donde nunca vemos al Sol desplazarse por el cielo? Para encontrar las tierras más frías debemos viajar al Norte. (Se refiere al Hemisferio Norte [N.del E.])

Al viajar al Norte nos encontraríamos con tierras mucho más frías que las nuestras; y mientras más hacia el Norte viajemos, más frío se pondrá, hasta que lleguemos a lugares del mundo tan fríos que el hielo y la nieve nunca se derriten completamente y el suelo está siempre congelado, verano e invierno. Piensen en Groenlandia, el Norte de Canadá, Alaska o el Norte de Rusia. Estas son las tierras alrededor del Polo Norte, la Región Polar, la región de los hielos y las nieves eternas.

En un viaje al Norte helado encontraríamos algo más. Notaríamos algo en relación a las plantas. En nuestro lugar del mundo hay dos tipos de árboles. Primero, los árboles cuyas hojas se caen cada invierno y quedan desnudos y después existen aquellos árboles que sólo tienen "agujas" verdes por hojas; en botánica los llamamos coníferas o siempre verdes. Aquí en nuestro lugar del mundo tenemos estas dos especies de árboles, pero al ir más al Norte los árboles con hojas se hacen más escasos. Ahí casi no se ve más que el verde oscuro de los pinos, abetos y alerces, los árboles cuyas hojas son como agujas verdes.

¿Podrían ustedes adivinar el por qué esto es así, por qué los árboles de hoja ancha se hacen más escasos al ir más al Norte? Porque un árbol de hoja ancha necesita más Sol y no puede soportar el hielo. Donde hay menos luz del Sol y menos calor, los árboles de hoja más angosta o en forma de agujas pueden vivir mejor que los demás.

Uno podría decir que las hojas se "encogen" y se transforman en agujas más al Norte. No solamente se encogen las hojas al ir al Norte, también los árboles se hacen más pequeños. Los pinos, los abetos y los alerces que crecen en el lejano Norte son como enanos comparados con nuestros árboles; apenas nos alcanzan al hombro. En las regiones donde crecen los árboles enanos todavía existe algo de verano. La nieve se derrite y entonces crecen plantas y flores de hermosos colores, pero sólo tienen pequeños tallos, mucho más cortos que los de nuestras flores. Si todavía vamos más al Norte, llegamos a las regiones donde no crece nada en absoluto — ni siquiera árboles enanos o pequeñas flores. Estas son las regiones del Polo Norte, las de los hielos eternos.

Pero ¿cómo cambiarían las cosas si viajáramos más y más al Sur, en la dirección donde la posición del Sol es más alta al mediodía? (Se refiere al Hemisferio Norte) Por supuesto, sabemos que hace más calor. Llegaríamos a tierras donde la gente nunca vive el invierno. ¿Cómo cambian las plantas al ir más hacia el Sur? Más al Sur las coníferas se ven menos, porque no pueden tolerar demasiada luz Solar, y los árboles frondosos aumentan; de hecho los hay con hojas muy grandes, como las palmeras. Piensen cuán largas y anchas son las hojas de las palmeras. Los árboles también se ponen más altos y también los arbustos floridos. Tienen tallos largos, anchas hojas y flores grandes. Más al Norte el tamaño de los árboles disminuye, sus hojas se encogen, los tallos son más cortos, y al final llegamos a tierras donde siempre es invierno, con hielo y nieves eternas. Por supuesto, más allá del Ecuador, muy al Sur, finalmente se llega al Polo Sur, y nuevamente es extremadamente frío.

He hecho una descripción de toda la Tierra. La Tierra entera cambia así de Sur a Norte o desde el Ecuador al Polo. Pero piensen en una montaña muy alta, las montañas más altas del mundo, los Himalayas. Al pie de los Himalayas ustedes tienen un clima caluroso, el clima cálido de la India. Ustedes verían flores y árboles altos y de hojas anchas. Pero a medida que se asciende en las montañas el aire se pone más frío y los árboles y las plantas se ponen más pequeños. A una cierta altura se podría pensar que se está en Escocia — hay pinos, alerces, hay hasta brezos, pero también hay robles y hayas. Al

ir todavía más arriba pronto sólo se ven coníferas y cada vez más pequeñas. Hay flores de montaña, como la Genciana, de tallos corieternas. Si suben todavía más, encontrarán, nuevamente, hielo y nieves polares y nada puede crecer en las heladas cumbres nevadas.

Las montañas altas son como toda la Tierra. Tal como a menudo los niños se parecen a su padre o a su madre, las altas montañas de la Tierra son como sus hijos, y se parecen a su madre Tierra.

LA HISTORIA QUE CUENTAN LAS MONTAÑAS

Las colinas y montañas de Escocia son muy hermosas, pero aun visitando nuestras montañas más altas de Escocia, las Cairngorms y Ben Nevis, no se siente lo mismo que en las montañas verdaderamente altas del mundo. Si ustedes nunca han estado en los Alpes y van a Suiza por primera vez, puede suceder que miren al cielo y piensen, "aquella nube allá arriba tiene una extraña forma". Pero si miran nuevamente, podrán ver que no es una nube, sino una cadena de nevados picos montañosos que se eleva hacia el cielo.

Ante estos fuertes, poderosos y majestuosos gigantes, que se elevan hacia las nubes, surge un sentimiento parecido al temor reverencial ante tal poder y grandeza. Pero también mirando hacia estos picos gigantes se puede sentir su antigüedad inconmensurable. Han estado ahí por millones de años estarán todavía por millones de años más. Si estos poderosos picos pudieran hablar nos contarían la historia de la Tierra misma. Caminamos sobre la Tierra, construimos nuestras casas y ciudades sobre la Tierra y usamos piedras de la Tierra para nuestros edificios, pero ¿qué sabemos de la historia de la Tierra? Las antiguas, poderosas montañas pueden decirnos algo de la historia de la Tierra. Veamos qué nos pueden contar las montañas.

La primera cosa es que las grandes montañas del mundo no se encuentran solas como orgullosos gigantes, sino que en su mayoría forman grupos o largas filas. Estas hileras de montañas a veces se curvan a través de la faz de la Tierra durante cientos o aún miles de kilómetros, y se llaman cadenas montañosas o cordilleras. Los Alpes son una cadena de montañas, también los Urales, y si miran el mapa encontrarán que hay muchas más de estas cordilleras. Verán que los Alpes son realmente parte de una cadena mucho más larga que se curva alejándose hacia el Oriente.

La próxima observación es que son extremadamente viejas, inimaginablemente viejas, sin embargo, y esto podría sonar extraño, las montañas no son todas de la misma edad; existen montañas jóvenes y viejas. Los Alpes son jóvenes y los Urales son viejos. Por

supuesto, incluso una montaña "joven" que ustedes estén mirando es mucho más antigua que cualquier cosa que se les pueda ocurrir, pero puede ser joven comparada con otra montaña.

Ahora compararemos la Tierra con la Luna, la compañera de la Tierra en el espacio. Los astronautas han viajado a la Luna y los científicos han estudiado sus rocas y montañas. Hay muchas montañas grandes en la Luna, pero son todas muy viejas y apenas han cambiado en los millones y millones de años desde que fueron creadas. La Luna es hermosa, pero su superficie es como un desierto estéril, por siempre muerto e inmutable; no existen montañas jóvenes, todo es muy antiguo.

Aquí en la Tierra las montañas jóvenes son usualmente las más grandes y altas, con sus aserrados y nevados picos que se elevan sobre las nubes. Las montañas viejas no son tan grandes, a pesar de que, cuando eran jóvenes, ellas también eran tan altas como las montañas jóvenes — como los Alpes — lo son ahora. Las viejas montañas han cambiado a través del tiempo, se han desgastado y "completado".

Entonces, las montañas nos cuentan que la Tierra no es un lugar muerto como la Luna, la Tierra es activa; las viejas cadenas montañosas se rompen y se crean nuevas. Siempre, en algún lugar de la Tierra, hay destrucción, pero en algún otro está siempre teniendo lugar una nueva creación. Nuestra Tierra no es un gran montón de piedras, es un lugar viviente y cambiante, aunque se trata de las rocas y montañas que parecieran no tener vida.

Esta es entonces, la tercera cosa: aparecen montañas jóvenes, las montañas viejas se desgastan, y aprendemos que la Tierra es un lugar donde los grandes cambios están siempre sucediéndose. Y el modo en que las montañas se forman en cadenas, nos dice que los cambios no suceden al azar sino que siguen un diseño.

ROCAS JÓVENES Y ANTIGUAS: GRANITO

Existen montañas jóvenes y montañas viejas, pero —y esto no es la misma cosa— también hay rocas jóvenes y rocas viejas. Las viejas montañas están hechas de viejas rocas y entonces ustedes podrían pensar que las montañas jóvenes deben estar formadas de rocas jóvenes, pero esto no es necesariamente así. Cuando la naturaleza forma una nueva montaña ella usa rocas que ya estaban ahí, tal como un constructor puede usar bloques de piedra antigua para edificar una casa nueva. En la naturaleza es normal reciclar todo, y una cadena montañosa joven estará hecha con rocas más antiguas de diferentes edades. Por lo tanto, hay rocas jóvenes, hay rocas muy antiguas y hay de todo entremedio. ¿Qué son entonces las rocas más antiguas?

Para encontrar a las rocas más antiguas ustedes deberán mirar en lo más profundo de la Tierra. La roca más vieja de todas, la roca que yace bajo toda la tierra y montañas de la Tierra, bajo todos nuestros lagos y tierra, campos y bosques, ciudades y carreteras —este tipo de roca es una roca de color claro llamada *granito*. El *granito* se encuentra en lo profundo de todos los continentes de la Tierra. Bajo el suelo sobre el que caminamos podría haber arcilla, y bajo ella podría haber piedra *caliza* o *arenisca* y bajo ella podría haber algo más —pero si bajamos a las profundidades siempre encontraremos granito. (Más tarde veremos lo que hay bajo el *granito*.)

Pero el *granito* no sólo se encuentra en las profundidades, a veces se puede encontrar alrededor nuestro o a grandes alturas. Los Alpes son en parte piedra *caliza* y otro tipo de roca, pero sus picos más altos son de *granito*. El *granito* puede alcanzar desde la profundidad más baja a las alturas más elevadas. Tenemos también *granito* en Escocia: nuestras Tierras Altas, las Cairngorms, por ejemplo, son montañas de *granito*. Si ustedes caminan sobre este *granito*, caminan sobre roca muy antigua; roca que llega a las profundidades de la Tierra y caminan sobre algo que pertenece a los mismos comienzos de nuestra Tierra.

Existe una hermosa leyenda sobre el *granito*:^[1] Dios quería crear piedra y roca fuerte y sólida sobre la cual el hombre pueda caminar a través de la vida. Se volvió hacia sus ayudantes, los espíritus y ángeles que lo sirven y les dijo, "Tráiganme los dones que tengan para que se pueda formar la primera de todas las rocas". Había tres grupos de ángeles alrededor de Dios. El primer grupo eran los ángeles de la sabiduría. El más alto de los ángeles de la sabiduría vino hacia delante y le trajo a Dios Padre una piedra que era clara como el agua — era transparente. El Ángel dijo, "Tú, Padre, nos has dado la luz del sabio pensamiento. Esta es la piedra que es como la luz de la sabiduría y el pensamiento del hombre será como este luminoso cristal".

Después vino el segundo grupo, estos eran ángeles de la fuerza y el poder. El más alto de estos ángeles vino ante Dios y llevaba en su mano derecha una piedra negra y en su mano izquierda una piedra blanca. El ángel dijo, "Estas dos piedras, negra y blanca, son las piedras de la fuerza. Le darán al hombre energía y fuerza para que sus pensamientos sabios lo guíen hacia los hechos".

El tercer grupo eran los ángeles del calor y el amor. El más alto de ellos trajo una piedra verde y una piedra roja. Él dijo, "En estas piedras hemos puesto el calor de nuestro corazón. Estas piedras pueden tener muchas formas y servirán al hombre de muchas maneras".

Y de estos tres regalos de los ángeles Dios hizo la primera, la más antigua de todas las rocas, el *granito* — del regalo de la luz, del regalo de la fuerza y del regalo del calor. Hay muchas variedades de *granito*, pero es siempre una mezcla de estas tres cosas: una piedra clara y transparente llamada *cuarzo*, una piedra negra o blanca llamada *mica* (que reluce y destella en la luz) y por último, una piedra rosácea, blanca o verdosa llamada *feldespato* (que le da al *granito* su color). Como veremos después, la mejor tierra de cultivo viene del *feldespato*. El pan que comemos viene del trigo cultivado en tierra de *feldespato*.

La poderosa piedra de *granito*, la más antigua de las rocas, está hecha de tres partes: *cuarzo*, el regalo de la luz; *mica*, el regalo de la fuerza; y *feldespato*, el regalo del calor.

LAS PRIMERAS ROCAS

Cuando se construye una casa, lo primero es poner sus cimientos. Ellos sostienen todo el peso de la casa. El *granito*, la roca más antigua, es el fundamento, el poderoso gigante que lleva a todas las otras piedras, rocas, tierra y mares en sus espaldas. Bajo los océanos del mundo es ligeramente diferente: la roca que sostiene los grandes océanos es oscura y se llama *basalto*. El *basalto* es un pariente del granito. Se podría decir que es como un hermano más joven. El *basalto* es de color oscuro, mientras el *granito* es claro, porque el *basalto* contiene más hierro y menos *cuarzo* que el *granito*. El hierro se encuentra en el *basalto* que forma el lecho rocoso de los grandes océanos. Los continentes están sostenidos por el *granito* de color claro y los océanos por el *basalto* de color oscuro. Juntos, estos dos "hermanos" forman los cimientos de la Tierra.

Cuando ustedes miran una montaña de *granito* —los poderosos Alpes o las Tierras Altas de Escocia, o incluso pequeños pedazos de *granito*— están mirando algo tan increíblemente viejo, tan antiguo, algo que vino a la existencia hace tanto tiempo, que nadie puede saber con certeza cómo sucedió. Hay dos maneras diferentes de explicar cómo el *granito* llegó a ser.

Antes de la primera explicación, quiero contarles algo que vi de niño en Austria. Durante las vacaciones mis padres nos llevaban a una pequeña ciudad llamada Baden, que significa *baño*. ¿Por qué se llama así? Porque esta ciudad tenía un manantial de agua que venía de lo profundo de la Tierra y el agua era caliente. Estaba casi hirviendo al salir de la Tierra. Su calor no venía de manos humanas, sino de la Tierra misma. También tenía un olor peculiar, como de huevos podridos. Tomar un baño en esta agua caliente y maloliente era una cura muy buena para el reumatismo y entonces la gente venía desde lejos para tomar estos baños. Y hay vertientes de aguas calientes en muchos otros lugares del mundo: Inglaterra, Islandia, Nueva Zelanda, América, Japón.

Esta agua se calienta en lo profundo de la Tierra. Cuando la gente cava minas profundas en busca de carbón y hierro, encuentran que mientras más profundo descienda el pozo de la mina, se siente más calor. En algunas minas los pozos se cavan tan profundamente, que necesitan sistemas especiales de refrigeración, o los hombres no podrían trabajar ahí. Vimos anteriormente que mientras más alto subimos, se siente más frío; ahora podemos ver que mientras más profundo descendemos se siente más calor.

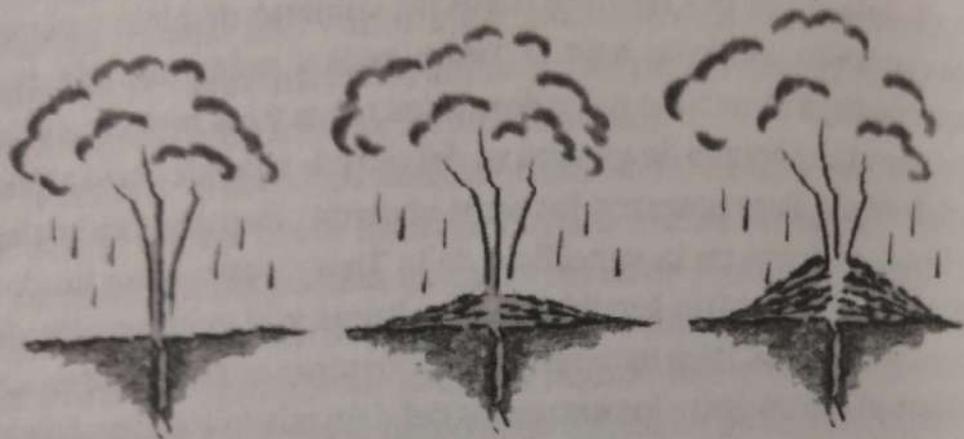
Al trabajar el acero, los hornos producen tanto calor que el hierro se derrite y fluye como agua, se transforma en un líquido blanco y caliente. Si uno pudiera cavar lo bastante profundo estaría tan caluroso que no habría ya roca dura y sólida. Incluso la roca se derretiría y se transformaría en un líquido rojo y caliente. Hoy en día uno tendría que cavar un pozo de alrededor de tres mil doscientos kilómetros a través de la roca para llegar ahí y, por supuesto, nadie puede hacer eso. Pero algunas personas que estudian estas cosas dicen que en un lejano pasado, millones de años atrás, no se necesitaba cavar para encontrar este gran calor en el cual piedras y rocas fluían como el agua. Dicen que la superficie de la Tierra, en la cual ahora caminamos, era así, era tan caliente que no había rocas ni piedras. Era todo un líquido caliente como el fuego. Con el tiempo esta superficie de la Tierra comenzó a enfriarse — primero sólo el exterior, después un poco más abajo, y después todavía más abajo. Como la superficie exterior lentamente, muy lentamente, se enfrió durante miles y miles de años, se endureció — tal como el hierro derretido se endurece cuando se enfría — y se formó en la superficie de la Tierra una piel dura, una dura costra. Esta primera piel de la Tierra, que era dura y sólida, era el *granito*.

ROCAS VOLCÁNICAS

Piensen en una muy alta montaña de *granito*. Su cumbre está tan alta que allí es por siempre invierno, cubierto de hielo y nieve. Pero el *granito* continúa bajo la Tierra, más y más profundo, tan abajo que llega al terrible calor donde las rocas y los metales están candentes. La montaña de *granito* va del terrible calor de abajo al frío terrible arriba. Pero nosotros, los seres vivientes, humanos, animales y plantas, vivimos en la superficie de la Tierra, justo entre los dos extremos; entre el frío terrible de las alturas y el calor terrible de las profundidades. ¿Ven ustedes? la vida siempre se mantiene en un sendero al centro entre los extremos del demasiado o el demasiado poco. Eso es algo para recordar en nuestra propia vida, que la senda del medio es la mejor.

En algunos lugares de la corteza terrestre — no en todas partes, sólo en algunos lugares — hace tanto calor sólo unos pocos kilómetros hacia abajo, que la roca se ha derretido y transformado en un líquido rojo y caliente. Esta roca fundida se llama *magma* y forma una cámara de *magma* subterránea. El *magma* puede permanecer ahí por largo tiempo, pero no siempre se queda abajo en las profundidades. En ciertos lugares y en ciertos momentos que nadie puede predecir, este *magma* sale a borbotones de las profundidades. Y es siempre algo que inspira temor cuando sucede. Hace muchos años atrás, el *magma* brotó a chorros en un lugar. Tenía una fuerza tan poderosa que abrió un sendero, como un largo conducto, a través de la roca, a través del suelo, y después salió a borbotones a través de un gran agujero. Estaba hirviendo, pero con el aire frío de la superficie, el *magma* pronto se enfrió y endureció como piedra, como una roca. Lo que quedó fue como una pequeña colina de roca endurecida con un agujero en el medio de donde salía el *magma*. La próxima vez que una cantidad de *magma* salió desde las profundidades, no forzó un nuevo sendero, salió por el mismo agujero. Entonces se formó una nueva colina sobre la antigua, pero siempre quedó el antiguo agujero. La próxima vez que pasó la misma cosa, la colina

creció y con el tiempo se formó una gran montaña con un cráter. El profundo agujero a través del cual se producen las erupciones se llama *cráter* – la palabra griega para tazón de mezcla.



Un volcán que forma un cráter

Los romanos tenían un dios herrero llamado Vulcano que forjaba las armas para los otros dioses. Ellos decían, "Tal como un herrero humano tiene una herrería donde calienta el hierro hasta fundirlo para poder trabajar en él, también este dios tiene una enorme herrería, en lo profundo de la Tierra. El *magma* viene de la herrería del dios Vulcano". Las montañas formadas por el *magma* se llaman *volcanes*, en honor a este dios. Por esto, un volcán es un poquito diferente de otras montañas. Un volcán es como un hombre conflictivo, malhumorado, que no se lleva bien con otra gente y entonces

tiene que estar consigo mismo; las cadenas de montañas, por otra parte, son como amigos que quieren estar juntos. Los volcanes no se forman por el lento proceso que forma las cadenas montañosas, sino por explosiones de fuego repentinas llamadas *erupciones* ¡una historia muy diferente!

Una erupción volcánica puede ser una cosa temible. Primero se siente un profundo ruido subterráneo que surge de las profundidades de la Tierra, después sale del cráter una bocanada de vapor, ceniza y humo. Viene otro sonido retumbante y la Tierra se sacude por kilómetros a la redonda. Del cráter brota una fuente de líquido candente que corre montaña abajo, como rojas serpientes de fuego. Al mismo tiempo, se forma una enorme nube de humo y cenizas ardientes sobre el pico del volcán. Esta nube oscurece el cielo como al anochecer, y una lluvia de ceniza cae en los campos circundantes por kilómetros a la redonda. Pero esta terrible nube candente puede también caer a la tierra, rodando montaña abajo con una fuerza y velocidad imparables. Cuando esto pasa, quema y destruye todo a su paso; puede incluso destruir un pueblo entero si a este le toca estar en su camino.

El líquido candente que surge del cráter y fluye hacia abajo como serpientes se llama *lava*. La *lava* es en realidad lo mismo que el *magma* — se llama *magma* cuando está debajo de la Tierra y *lava* cuando sale a la superficie. Después de un tiempo la *lava* se enfría lo bastante para convertirse en roca sólida. A menudo, cuando se enfría y solidifica, forma grandes pliegues en su superficie, que asemejan a pilas de cuerdas; esto se llama "*lava viscosa*". De la *lava* se forman diferentes variedades de roca. Puede suceder que el *magma* no llegue a la superficie y entonces, por estar en lo profundo de la Tierra, se enfría lentamente y se transforma en *basalto*, la roca oscura que también forma la corteza de la Tierra bajo los océanos. Después está la *obsidiana*, una especie de vidrio natural que se forma cuando la lava se enfría rápido, se parece a un vidrio oscuro de botella y se puede encontrar de muchos colores. Los nativos americanos no habían descubierto el uso del hierro antes que llegaran los europeos, pero hacían cuchillos afilados como navajas y puntas de flechas con la *obsidiana*. Tal como el agua del mar forma espuma y

también la cerveza, la candente *lava* líquida también puede formar una burbujeante espuma que cuando se endurece se transforma en piedra *pómez*, la que ustedes usan para borrar las manchas de tinta de los dedos. Es un extraño tipo de piedra llena de burbujas y tan ligera que flota en el agua.

Si un volcán hace erupción regularmente es un volcán *activo*. Pero un volcán puede también estar quieto, sin hacer erupciones durante cien años o más, y de repente hacer erupción nuevamente. Un volcán que no ha hecho erupción durante un largo tiempo, pero que un día puede erupcionar nuevamente, está *inactivo* o durmiente. Un volcán que está completamente muerto y nunca hará erupción nuevamente, es un volcán *extinto*. Sucede que alrededor de Edimburgo hay muchos de estos antiguos volcanes — el Asiento de Arturo, el Castillo de Roca, la Colina Calton y, más hacia el Oriente, Berwick Law y la roca Bass. Están todos muertos, son volcanes extintos, pero una vez expulsaron fuego y estuvieron activos.

Es extraño subir a un volcán que está todavía activo pero, por el momento, no está haciendo erupción — como el Monte Vesubio, cerca de Nápoles, en Italia. En las laderas bajas de la montaña hay campos y viñas, porque el suelo volcánico es muy rico. Si ustedes caminan hacia arriba por las yermas y desoladas laderas, verán lava endurecida agrupada en montones, como las olas del mar. En muchos lugares ustedes caminan sobre una capa de escoria. Cada tanto el suelo bajo los pies tiembla y se siente un ruido sordo bajo la tierra. El camino hacia arriba es muy fatigoso, pero finalmente se llega a la cima y se puede mirar dentro del inmenso cráter. Parece una enorme cuenca de lados abruptos y se puede ver que están formados por capas de lava una sobre la otra. Hay lugares de donde salen jirones de vapor y se puede escuchar el sonido constante de pequeñas piedras que caen dentro del cráter. Ustedes descenden por un corto camino al gran cráter del Vesubio. Las paredes se sienten calientes al tacto: el calor de la Tierra. Al descender al cráter, pequeños lagartos corren en diferentes direcciones; les gusta el calor del cráter.

A través de la historia, el Vesubio erupcionó muchas veces, pero la erupción más famosa fue alrededor de dos mil años atrás. A alrededor de diez kilómetros del Vesubio (¡bastante lejos!) se encontraba

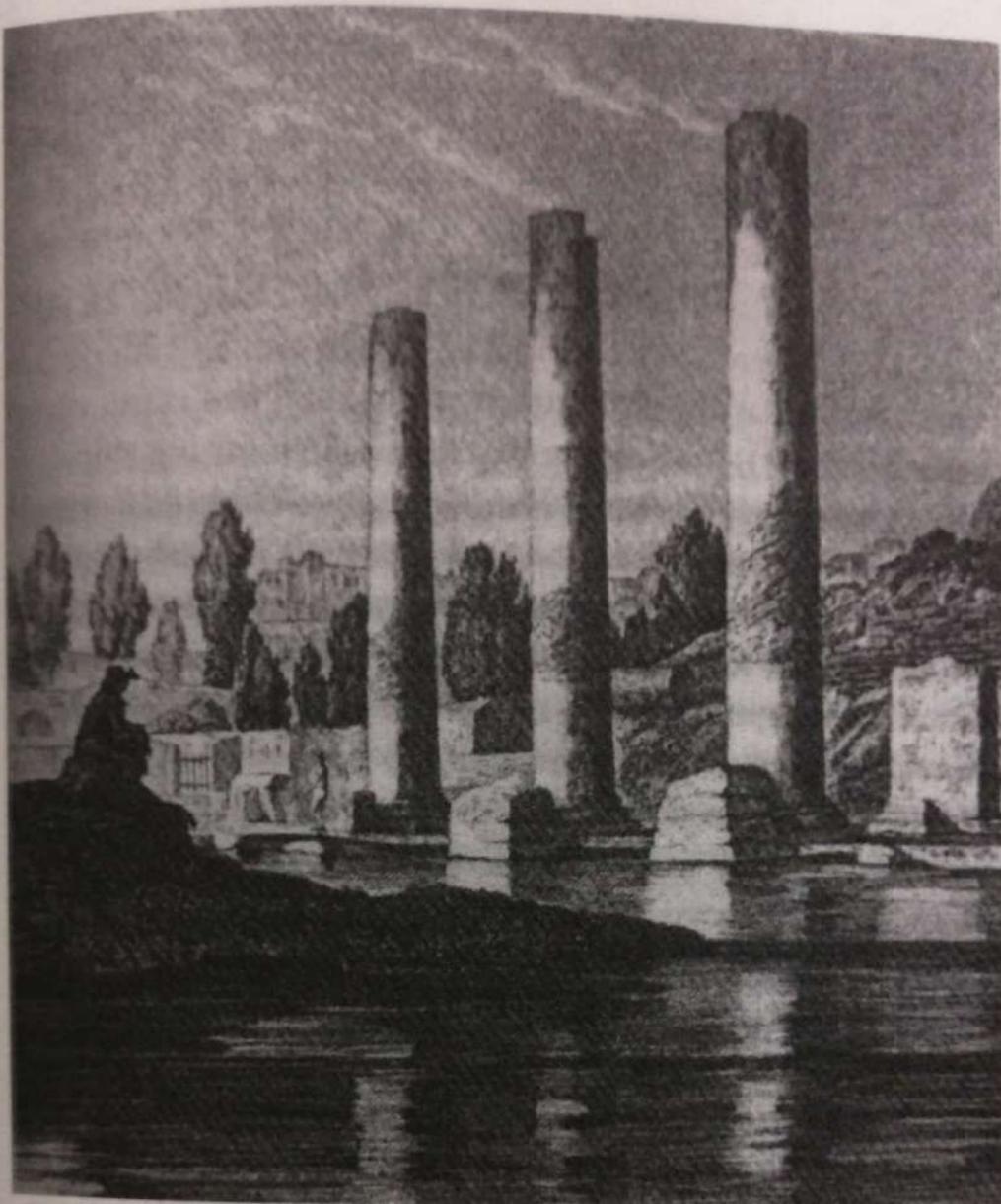
la opulenta ciudad romana de Pompeya. En el verano del año 79 a de C. una gran erupción del volcán arrojó enormes cantidades de humo y ceniza hacia lo alto del cielo. El día se volvió noche y cayó una pesada lluvia de ceniza sepultando completamente a la ciudad. Hace un tiempo fue excavada nuevamente, revelándose mucho sobre la vida en tiempos romanos (se dice que la ciencia de la arqueología nació en las ruinas de Pompeya). Es fascinante visitar Pompeya y caminar por las calles de la antigua ciudad.

En algunos otros volcanes — como en los de las Islas de Hawai — se descubre que hay una actividad casi continua, pero mucho menos violenta. La lava líquida emerge del gran cráter en chorros repentinos como una fuente roja, especialmente de noche es una vista espectacular. La fuente puede ser bastante alta, treinta metros o más y arroja gotas de lava roja hirviente que se endurecen rápidamente una vez que están afuera y caen como “bombas”. Nuevamente se siente el temblor de la tierra y el sonido retumbante. Aquí y allá se pueden ver pedazos de azufre amarillo alrededor de las grietas de donde sale el vapor del suelo y se siente un olor acre en el aire. Cuando se ve, escucha y huele esto, entonces se sabe que uno no tiene que cavar muy hondo para llegar al *magma* bajo la tierra — un volcán es como si el interior de la Tierra subiese a la superficie.

LA TIERRA INQUIETA

Si visitan la ciudad costera de Pozzuoli (un suburbio de Nápoles, no lejos del Vesubio) estarán en otro lugar donde se puede ver y sentir la actividad de la Tierra cerca de la superficie. Al borde de la ciudad está Solfatara. Cuando se aproximen a este lugar, probablemente primero lo olerán antes de verlo, porque se siente un olor desagradable de huevos podridos. El Solfatara es un gran cráter poco profundo lleno de arena de color claro, pero hay lugares en donde el vapor surge silbando furiosamente del suelo, como si existieran grandes teteras hirviendo justo bajo la superficie. Alrededor de las humeantes aberturas hay charcos de barro hirviente y burbujeante y hay depósitos coloreados de azufre y otros minerales, la mayor parte de ellos muy venenosos. Si alguien tira una pelota de papel encendido, el suelo de aquel lugar "responde" con su propio humo y vapor; puede haber una reacción tan fuerte que uno se halle rodeado por una nube de ellos. A veces se pone tan activo que debe cerrarse porque las emanaciones son demasiado peligrosas. Se siente casi como si la Tierra estuviera mostrando su ira.

Hemos mirado los grandes cambios, las completas transformaciones que han tenido lugar dentro de largos períodos de tiempo. La entera "faz de la Tierra" está en lento, pero potente movimiento. No sólo la Tierra firme atraviesa por tales movimientos que, tras miles y miles de años, producen montañas y valles. El lecho del mar, la sólida roca bajo el mar, se levanta en algunos lugares y entonces el lecho del mar que había estado bajo el agua, sube y se convierte en tierra firme. Y también sucede lo opuesto: la tierra firme se hunde y se convierte en el lecho del mar.



El así llamado Templo de Serapis, Pozzuoli, era en realidad un mercado

Al otro lado de Pozzuoli están los restos de una antigua construcción romana, el así llamado Templo de Serapis. No lejos del mar hay tres columnas de mármol que todavía están donde han estado por alrededor de dos mil años. Si ustedes miran más de cerca estas columnas, hay algo extraño en ellas. A cerca de cuatro metros de la base de las columnas hay una banda de decoloración y aspereza en el mármol. ¿Qué podría haber causado este daño? La sorprendente respuesta es que las columnas están picadas con agujeros hechos

por un tipo de crustáceo que vive sólo en el mar. Este crustáceo sólo puede haber dejado sus marcas bajo el agua. Por lo tanto, las columnas deben haber estado en lo profundo del mar, y después haber salido de él. Quiere decir que el fondo del mar se hundió y volvió a emerger y esto debe haber pasado más de una vez. En la actualidad las marcas en los pilares están a alrededor de siete metros sobre el nivel del mar, pero esto no es fijo, siempre se está llevando a cabo un lento cambio. Sin embargo, estos movimientos de la Tierra, de arriba hacia abajo, pueden también ser repentinos. En 1984 hubo terremotos en el lugar y después se supo que el fondo del mar en Pozzuoli había subido casi dos metros, haciendo que la bahía fuese demasiado baja para los grandes barcos. Entonces en este lugar de Italia la Tierra está más inquieta, se levanta y se hunde más rápido que en otras regiones.

Hay otros lugares de Italia que son azotados por los terremotos. En el año 1908 un terrible terremoto — quizás el peor que se haya conocido en Europa — golpeó la ciudad de Messina, un importante puerto de Sicilia. El 28 de diciembre, sólo unos pocos días después de Navidad, el terremoto ocurrió temprano por la mañana, cuando casi toda la gente estaba en la cama durmiendo. Hubo una gran sacudida: la Tierra se levantó y cayó como las grandes olas del mar, acompañada de profundos sonidos subterráneos. Dentro de segundos las paredes de las casas, palacios, iglesias se vinieron al suelo, aplastando y sepultando a miles de personas. Pero lo peor estaba todavía por venir. Una enorme ola, más alta que las casas, entró atronando — un tsunami — y azotó la costa, y muchos de los que habían alcanzado a sobrevivir al terremoto ahora murieron bajo la violenta inundación. Al menos setenta mil personas murieron en esa oscura mañana del terror.

Recordemos los lentos y majestuosos movimientos de la Tierra al construir las montañas, pero también tengamos en cuenta cuán terribles pueden ser estos movimientos cuando son rápidos y repentinos.

ALGUNAS ROCAS DIFERENTES

Uno podría decir que en el *granito* se ve el buen temperamento de la Tierra, el amor de la Tierra. En las erupciones volcánicas, en los volcanes, se ve el mal temperamento de la Tierra, la ira de la Tierra. Podría muy bien ser que las terribles erupciones y terremotos — no el ligero retumbar que ocurre todo el tiempo en algunas partes del mundo — son explosiones de mal genio de la Tierra por las cosas malas que la gente hace sobre ella. La Tierra quiere que seamos como el *granito* — sabios, de voluntad firme, bondadosos — pero si hay demasiado mal en el mundo, entonces más tarde o más temprano la Tierra estallará de mal genio para mostrar que está molesta.

El *basalto*, el pariente de color oscuro del *granito*, a veces muestra otro lado de su naturaleza. Cuando ustedes miran al Asiento de Arturo en Edimburgo pueden ver las Costillas de Sansón — grandes y curvas columnas de roca que parecen las costillas de un enorme gigante. Estas columnas de *basalto* no son redondas, tienen forma *hexagonal*, tienen seis rostros planos, como cristales gigantes. Otro lugar en donde se pueden ver estas columnas de *basalto* es en la pequeña isla de Staffa en las Hébridas Interiores, en la famosa Caverna de Fingal, que parece una vasta catedral natural. Cuando el gran músico Félix Mendelssohn visitó Staffa, se conmovió tanto a la vista de las altísimas columnas y los extraños ecos dentro de la caverna, que escribió una maravillosa pieza de música que se conoce como la *Obertura de la Caverna de Fingal*. También ha inspirado a pintores y poetas. En Irlanda del Norte hay otra maravilla natural, el Arrecife del Gigante, que también está formado por estas columnas hexagonales de *basalto*. Hace mucho tiempo, la Caverna de Fingal y el Arrecife del Gigante estaban conectados: fueron una vez parte de un gran flujo de *lava* que ocurrió hace millones de años. Es difícil imaginar un flujo tan gigantesco de *lava* — ningún flujo de *lava* hoy en día es tan enorme.

La roca oscura, el *basalto*, es oscura porque contiene *hierro*. Pero también contiene otro metal llamado *magnesio*. Tenemos *hierro* en nuestra sangre, es el *hierro* el que da a nuestra sangre el color rojo.

Pero el *magnesio* es igual de importante para las plantas — es el *magnesio* el que les da el color verde y su habilidad para tomar la luz del Sol. Anteriormente nos preguntábamos lo que existía bajo la corteza terrestre, bajo el *granito* de la corteza continental y bajo el *basalto* de la corteza oceánica. A veces esta roca profunda viene a la superficie a través de la actividad volcánica, y es también una roca que contiene *hierro* y *magnesio*, esenciales a la vida.

Pero hay otras muchas sustancias en las rocas y hay otros muchos tipos de rocas. En la corteza de la Tierra hay abundante *feldespato*; y *feldespato* contiene calcio. Todos tenemos *calcio* en nosotros porque es el *calcio* el que construye nuestros huesos y los hace fuertes. El *calcio* también se encuentra en las conchas de las criaturas marinas, cangrejos, erizos, moluscos. Este es un tipo de roca diferente al *granito* o al *basalto*.

Imaginen un mar tropical de poca profundidad, que existió hace mucho tiempo, muchas cosas viven en él — peces, corales, crustáceos. Flotando en este mar, haciéndolo ligeramente nuboso, hay millones de criaturas muy pequeñas con hermosas conchas blancas. Cuando estos pequeños animales vivieron sus vidas y murieron, se hundieron en el fondo del mar y sus conchas formaron una especie de exudación cretácea. Esto siguió pasando durante cientos o miles de años, y grandes pilas de estas conchas formaron una gruesa superficie en el fondo del mar. Con el tiempo estas pilas fueron presionadas tanto hacia abajo que se transformaron en una especie de roca llamada *tiza*, que es una variedad blanda de la *piedra caliza*. Entonces la *tiza* y la *piedra caliza* empiezan su vida en el fondo del mar.

Los Farallones Blancos de Dover, los Bajos y las Cavernas de Cheddar en el Sur de Inglaterra son todos de *piedra caliza*. Y la *piedra caliza* se encuentra en muchos lugares — forma altas montañas como las Jura y se encuentra en lo profundo de la Tierra, a lo largo de extensas áreas de Europa y otros lugares del mundo. Pero estas duras rocas de *piedra caliza* fueron originalmente formadas por pequeñas criaturas del mar — se podría decir que la *piedra caliza* es una roca animal. Entonces, a pesar de que las rocas de *piedra caliza* que vemos ahora no tienen vida, fueron formadas originalmente por criaturas vivientes.

Podríamos pensar que no hace mucha diferencia si la gente vive sobre el *granito* o sobre la piedra *caliza*, pero hay una diferencia. Las personas que viven cerca del *granito* se sienten más despiertas, sienten más fuerza en sus miembros, se sienten más activas y quieren realizar cosas. Pero aquellas que viven en un país de piedra *caliza* se sienten más soñadores y no tan plenos de energía. Algunas personas prefieren uno, otras la otra.

MÁS ACERCA DE LA PIEDRA CALIZA

Sólo piensen en las diferentes maneras en que se forman las rocas y las montañas. Las montañas de piedra *caliza*, que están hechas de millones de pequeñas conchas, han surgido de manera muy diferente a los volcanes. Ahora, son ambos parte de la dura corteza de la Tierra, pero los volcanes tienen su origen, su comienzo, en el *fuego* y las montañas de piedra *caliza* tienen su origen en el *agua*. Ustedes recordarán los cuatro elementos: Fuego, Aire, Agua, Tierra; cada uno tiene su parte que jugar en la formación del mundo que nos rodea.

Los Arrecifes Blancos de Dover fueron originalmente formados en el fondo del mar, pero ahora están situados por sobre él, entonces ¿cómo es que la piedra *caliza* se encuentra lejos por encima del nivel del mar? Como nuestro pecho sube y baja cuando respiramos, también la Tierra puede elevarse lentamente y después bajar, pero puede bajar en un lugar y en otro puede subir. En algunos lugares el lecho del mar ha subido y se ha convertido en tierra (como vimos con el Templo de Serapis cerca de Nápoles). Las rocas formadas con conchas marinas ahora están en Tierra firme como las colinas de Pennines (piedra *caliza*) o los Downs (*tiza*). Y este "respirar de la Tierra" sucedió no solamente en Gran Bretaña; grandes porciones de Europa, América, África que ahora son Tierra firme fueron alguna vez mares.

Y la piedra *caliza* se puede encontrar mucho más arriba que los Pennines. Es una parte importante de los Alpes y está en la cima de las montañas más altas de todas, los Himalayas. Parece extraño que se puedan encontrar los remanentes de antiguas conchas marinas en lo alto de las nubes en estas montañas, pero hay otra razón para esto. Cuando la Tierra forma una cadena montañosa joven y nueva, usa rocas que ya estaban ahí. La piedra *caliza* estaba entre esas rocas — era ya bastante vieja cuando se formaron estas jóvenes montañas — de la gran compresión y los dobleces que formaron los Alpes y los Himalayas.

La piedra *caliza* se formó en los tibios mares tropicales, pero se puede encontrar en todos los diferentes climas del mundo, no sólo en los trópicos. El mar alrededor de Dover no es ciertamente tropical, entonces ¿cómo es que la piedra *caliza* se vino a formar ahí? La tierra no sólo puede elevarse y caer por encima o por debajo del mar, también se mueve a través de la faz del planeta. Una región que alguna vez estuvo helada puede ahora ser un caluroso desierto, o un lugar que una vez fue un mar tropical podría ahora estar de alguna manera muy arriba en el Norte y tener un clima frío. Todo va cambiando al moverse los continentes por la faz del mundo.

Estas rocas y montañas que salieron del agua se diferencian mucho entre ellas en dureza. Depende de cuán fuertemente fueron presionadas y las conchitas unidas entre sí. La *tiza* es la más blanda y se desmorona, como sabemos, muy fácilmente. La piedra *caliza* es más dura y no se desmorona tan fácilmente. El *mármol*, la hermosa piedra blanca con la cual los griegos y los romanos esculpieron sus estatuas y sus relucientes y blancos templos, es también un tipo de piedra *caliza*, que ha variado. Durante los lentos movimientos de la Tierra, la piedra *caliza* puede algunas veces ser empujada profundamente hacia abajo (algunas rocas son empujadas hacia arriba y otras hacia abajo). Allá bajo la tierra, la piedra *caliza* se calentó a altas temperaturas y más tarde llegó hacia la superficie nuevamente transformada en hermoso y cristalino mármol. Pero la piedra *caliza* y el *mármol* no son siempre blancos, pueden mezclarse con otras sustancias — arena, arcilla, remanentes de plantas — y estas mezclas dejan muchos hermosos colores y diseños en el mármol.

Pero todas estas rocas y montañas que vinieron del mar, aun las más duras de ellas, son más blandas que el *granito* o el *basalto*. El viento y el agua las pueden corroer y desgastar más fácilmente que a las rocas más duras. Esta es la razón por la cual las rocas de piedra *caliza* a menudo toman formas extrañas: puede que parezcan castillos o caballeros. Y la piedra *caliza* puede disolverse lentamente en el agua de la lluvia. La lluvia penetra profundamente en el suelo y en las regiones de piedra *caliza* del mundo existen todo tipo de arroyos y túneles subterráneos, cavernas fantásticas con estalagmitas y estalactitas, y también lagos subterráneos. Algunas personas,

llamadas *buscadores de pozos*, aman pasar su tiempo explorando estos extraños y maravillosos —pero a veces también peligrosos— mundos subterráneos.

La piedra *caliza* es también muy útil para nosotros; se usa mucho como piedra de construcción. Las pirámides de Egipto y los Edificios del Parlamento de Londres están hechos de piedra *caliza*. Se usa también para hacer modernos materiales de construcción: cemento y concreto. En conjunto, la piedra *caliza* es uno de nuestros materiales de construcción más esenciales, y nuestros propios huesos son en realidad un tipo de piedra *caliza* viviente. Ustedes pueden ver cómo cada tipo de roca tiene su propia historia.

EL CARBÓN

La piedra *caliza* es un tipo de "roca animal", porque está hecha de las conchas de animales marinos. Ustedes también pueden encontrar algún tipo de piedra *caliza* que empezó siendo un antiguo arrecife de coral. (El coral es también un animal, aunque se parece un poco a una planta, en algunas de estas antiguas formas vivientes no es siempre fácil diferenciar plantas de animales.) ¿Existe un tipo de roca hecha de los remanentes de plantas? Sí, la hay, es la roca negra que conocemos como el *carbón*.

Quemamos *carbón* en nuestras centrales eléctricas por millones de toneladas, porque el calor que se desprende de la quema del *carbón* puede ser transformado en electricidad —y necesitamos este poder de la electricidad para hacer funcionar nuestro mundo moderno. Existen otras maneras de generar electricidad, pero todavía dependemos del *carbón* para la gran cantidad que necesitamos también hemos aprendido que quemar mucho *carbón* no es bueno —la quema del *carbón* cambia el aire: aumenta el dióxido de carbono y eso causa alteraciones en el clima. Este es uno de los problemas actuales y también lo será en el futuro.

Es evidente que las plantas son principalmente verdes, entonces ¿por qué el carbón es negro? Si ustedes observan una pila de compost verán que cuando las plantas han muerto y se transforman en compost, primero se ponen café y después negras; para entonces se han convertido en buen "humus" para el suelo. O piensen en un pedazo de carbón de leña, está hecho de madera que ha sido chamuscada, pero no completamente quemada hasta transformarse en ceniza. El color negro del carbón de leña es una sustancia llamada *carbono* —y todos los seres vivientes, plantas y animales, contienen carbono. El *carbón* de mejor calidad es casi puro *carbono*, pero este *carbono* fue una vez parte de plantas vivas.

¿Pero qué tipo de plantas eran y cómo se transformaron en *carbón*? Tal como hubo un tiempo en la historia de la Tierra cuando se crearon enormes cantidades de *tiza*, también hubo un período aún

anterior — el tiempo *carbonífero* — cuando se formaron enormes cantidades de *carbón*. (Estos no fueron los *únicos* tiempos en que se formaron la piedra *caliza* y el *carbón*, pero fueron los principales.) Por aquellos días había grandes bosques, no sólo aquí o allá, sino que cubrían grandes regiones de la Tierra. Estos bosques no eran como los que conocemos hoy en día, las plantas que crecían en ellos eran diferentes. Hoy en día tenemos helechos y colas de caballo, pero durante el tiempo *carbonífero* había mucha mayor variedad de helechos y colas de caballo, muchos de los cuales eran grandes árboles, y había otros árboles extraños, diferentes a los que tenemos hoy en día. En nuestros tiempos todavía tenemos algunos árboles de helechos, pero los árboles que conocemos tan bien — roble, fresno, sicomoro, abedul — todavía no existían por aquellos días. No solamente eso, sino que no había en absoluto plantas de flor — todavía no existían — no había ninguna flor en el mundo. Entonces los bosques calurosos y pantanosos del tiempo *carbonífero* nos habrían parecido extraños.

¿Cómo llegaron estos bosques pantanosos, turbosos, a transformarse en las vetas de *carbón* que podemos excavar hoy en día? Es siempre muy difícil estar seguro de lo que pasó hace tanto tiempo, pero parece que el nivel del mar cambió muchas veces. El mar subió hasta que grandes porciones del bosque fueron completamente inundadas y quedaron bajo el agua. En el lecho del mar las plantas murieron y quedaron amontonadas, lentamente fueron cubriéndose de capas de barro o arena o conchas. Los remanentes de las plantas fueron empujados hacia abajo por el peso del agua y las capas de barro encima de ellas, hasta que se apretaron y formaron una gruesa capa negra, con barro por arriba y por abajo. Eventualmente el nivel del mar bajó nuevamente, dejando tierra barrosa y arenosa sin que crecieran plantas sobre ella. Pero pronto cayeron nuevas semillas en el barro; las plantas comenzaron a crecer y — con el tiempo — hubo todo un bosque nuevo, tan grande como el antiguo.

Pasó más tiempo, y el mar subió nuevamente, ahogando al bosque nuevo y formando una nueva capa de negro remanente de plantas al fondo del mar. Este ritmo lento de tierra, mar, tierra, mar, siguió por millones de años, hasta que se juntaron muchas capas, una

encima de la otra. Se pueden encontrar 40 vetas de *carbón* (o aún más en algunos lugares) con arenisca y piedra *caliza* entremedio. Estas capas que se repiten en la corteza de la Tierra son un poco como los anillos de crecimiento en la madera de un árbol, se forman por el lento, rítmico flujo y reflujo de la vida. Y, como los anillos de crecimiento, todas las capas son ligeramente diferentes; algunas son más delgadas y otras más gruesas. Pero hay dos grandes diferencias.

En primer lugar, las capas de roca son lejos más grandes que los anillos de los árboles, tres metros no es inusual y algunas son mucho más gruesas. En segundo lugar, un anillo de árbol se forma en un año, pero las capas de la Tierra se forman muy lentamente a través de miles y miles de años por cada una. Estamos acostumbrados a vivir con sólo dos ritmos del planeta Tierra — el día y el año — pero hay otros ritmos mucho más largos también. Hay uno importante (Precesión) que dura alrededor de veintiséis mil años, escucharán de él cuando estudiemos Astronomía. Hay otros ritmos aún más largos en la vida del planeta Tierra: cuarenta mil años, cien mil años. Podría ser que estos sean los ritmos muy lentos que han dejado su marca en las medidas del *carbón*.

Hay también diferentes especies de *carbón*, dependiendo de cuánto ha sido presionada hacia abajo la veta por las capas de arriba. El *carbón* que se encuentra muy adentro de la Tierra ha sido presionado más fuerte, también es el que ha sido más calentado y es el mejor tipo de *carbón*. Se llama *antracita* — da mejor calor y se quema limpiamente, sin mucho humo — pero es difícil llegar a él, entonces es escaso. La mayor parte del *carbón* es uno del tipo llamado *bituminoso*; no ha sido tan presionado hacia abajo, entonces es más blando — y se quema con una llama humosa. El *carbón* más blando es café oscuro; se llama *lignito* y parece turba que ha sido comprimida.

Finalmente, ¿por qué el *carbón* contiene tanto poder?, ¿por qué podemos usar el calor y el poder del *carbón*, pero no de ningún otro tipo de roca que extraigamos del suelo? Es porque las plantas de aquellos antiguos bosques se empaparon un poco del calor y el poder derramado sobre ellas por el Sol. En el *carbón* está "encerrado" algo del calor y el poder del Sol. Y cuando el *carbón* se prende es en

realidad el calor del Sol el que se libera de su largo "encantamiento" en la negra roca.

Es realmente lo mismo con cada uno de nosotros — dentro de cada uno de nosotros hay poderes escondidos, dones o talentos, que se pueden liberar si algo "nos enciende". Todo lo que necesitamos es estar abiertos a los poderes y potencial escondidos en nosotros mismos y en otros.

EL TRABAJO DEL AGUA

Hemos escuchado cómo las montañas y las rocas llegaron a existir, pero nada en el mundo permanece como está. Las montañas “nacen” y “llegan a su fin”, como nosotros. Todas las cosas cambian y aun las montañas más poderosas y antiguas del mundo cambian y lo que las cambia, más que todo, es el agua.

Imaginen una gran roca. Como todas las rocas, está llena de pequeñas grietas. Durante la lluvia las pequeñas grietas se llenan de agua. Cuando llega el frío invierno el agua en las grietas se congela y se convierte en hielo. Es una cosa extraña, pero cuando el agua se convierte en hielo se expande, se agranda, y lo hace con una fuerza enorme, imparable. Con esa fuerza la grieta se ensancha. En verano el hielo se derrite, pero luego se congelará nuevamente, y luego de que esto ha sucedido muchas veces, la grieta es tan grande que se rompe un pedazo de roca. A menudo se puede ver en las montañas una ladera cubierta de roca suelta y piedras. Todas estas piedras se han soltado de las grandes rocas por el proceso de congelación y derretimiento del agua.

Cuando cae la lluvia, corre ladera abajo en pequeños arroyuelos, y las pequeñas corrientes se juntan y forman un arroyo más grande, y este arroyo empuja a las piedras hacia delante, y todo el tiempo estas piedras están siendo frotadas una contra la otra. A medida que el agua empuja a las piedras y las frota una contra la otra, las esquinas se golpean y desprenden y eventualmente se convierten en guijarros redondeados. Eso es lo que ustedes pueden ver en cualquier arroyo. Los guijarros lisos y redondos fueron una vez piedras de bordes afilados. Han sido redondeados con la corriente de agua. (Llamados también *cantos rodados* [N. del E.])

El agua del torrente continua frotando a las pequeñas piedras una contra la otra —pequeños trozos se sueltan— entonces se ponen más y más pequeñas hasta que se convierten en pequeños granos que llamamos arena. La arena es roca que ha sido molida por el agua que corre. Todo el tiempo el agua está llevando a los guija-

rros, la gravilla y la arena, corriente abajo. Mientras más pequeñas sean las piedras, más fácilmente puede el agua arrastrarlas hacia delante, entonces, corriente arriba habrá más guijarros y corriente abajo habrá más arena.

A medida que el *granito* (por ejemplo, de los Cairngorms) se resquebraja, el *cuarzo* y el *feldespato* se separan. El *cuarzo* es más duro que el *feldespato*, así que no se muele tanto y se transforma en arena. El *feldespato* es menos duro y sus pedazos se ponen más pequeños hasta que llegan a ser granos de polvo, y en el agua estos granos de polvo se transforman en algo parecido al barro. El nombre apropiado para este barro es arcilla. Si ustedes frotan arena entre sus dedos se siente áspera y rasposa, pero la arcilla es tan fina que se siente muy suave.

Es el agua que parte las rocas cuando es hielo y que arrastrando los trozos de roca corriente abajo, estos llegan a ser gravilla, después arena, después arcilla. Después la arena y la arcilla son llevadas más abajo por el río. El río, al acercarse al mar usualmente se ensancha y fluye más lentamente. El agua se mueve lentamente y una gran parte de la arena y la arcilla se "depositan", eso quiere decir que caen al lecho del río y quedan en sus orillas. Todos hemos visto arena y barro en las orillas de un río. Cuando el río llega al mar, trae consigo arena y arcilla y una gran cantidad llega al mar, finalmente quedando en el fondo.

Cuando la arena, la arcilla o el barro caen al fondo del mar o de un lago y forman una capa, esta capa se llama *sedimento*. Como sabemos por el ejemplo de la piedra *caliza*, el sedimento puede ser presionado hacia abajo y con el tiempo formar una roca. Las rocas que se forman de esta manera bajo el agua se llaman rocas *sedimentarias*. La piedra *caliza* es una especie de roca *sedimentaria* y la *arenisca* es otra. La *arenisca* se puede formar si las pilas de arena son presionadas hacia abajo durante largas épocas. Pero no toda la arena está bajo el mar ya que por la acción de las olas, una parte de ella se extiende a lo largo de la costa y así es como se forman las playas arenosas.

Durante cientos de miles de años los ríos han estado formando arena y arcilla. Cuando quedan en tierra firme, las plantas crecen

sobre ellas y las criaturas hacen sus madrigueras – viven y mueren año tras año – y la capa de arriba de arena y arcilla se convierte en suelo de tierra. Toda la buena tierra del mundo, en la cual las plantas pueden crecer fuertes, la tierra que nos da todas las cosechas que necesitamos para nuestro alimento, toda la suave y fértil tierra del mundo, es posible gracias a la arena y la arcilla que el agua ha traído desde arriba de las montañas.

No podrían crecer plantas, ningún animal ni ningún hombre podría encontrar alimento si el agua no desgastara las montañas y si el agua no frotara las piedras una contra la otra hasta que se convierten en pequeños granos de arena y arcilla. Cuando ustedes vean la buena y suave tierra en los jardines y los campos, entonces piensen que esto fue alguna vez roca dura en lo alto de las montañas. Piensen en el agua que lentamente mordisqueó las montañas, lavándolas, y que haciendo esto, nos dio la buena tierra que necesitamos para nuestro alimento.

LA CIRCULACIÓN DEL AGUA

Ahora debemos entrar a conocer un poco más de las aguas de la Tierra. Todos hemos visto hervir el agua y levantándose de ella, las nubes de niebla blanca y caliente que llamamos vapor. Si hierve una tetera por suficiente tiempo, toda el agua se evapora y va hacia arriba en forma de vapor. Si ustedes cuelgan afuera sus ropas recién lavadas y mojadas, se secarán y el agua de ellas desaparecerá, elevándose también como "vapor", pero un vapor tan fino que no se puede ver. Y si pongo una gota de agua aquí, también se secará después de un tiempo, desaparecerá. ¿Cómo? También se eleva como vapor invisible. En latín la palabra es *vapor* y la desaparición del agua se llama *evaporización* — se evapora. ¿Qué hace que el agua se evapore cuando no hay fuego bajo ella? El calor y la luz del Sol; el calor de arriba. Y ahora piensen en todos los océanos y mares y lagos de todo el mundo. El Sol brilla sobre todos ellos y de todas las aguas del mundo se eleva una enorme cantidad de vapor invisible. Ahora imaginen que las gotas de agua pudieran hablar y contar su historia. Dirían:

Nosotras estábamos en una gran ola en el gran océano y vinieron los brillantes rayos del Sol y con sus poderes nos levantaron. Nos elevamos alto y más alto — tan ligeras como el aire — y más y más de nosotras subimos y todas nos volvimos una hermosa nube blanca. Oh, fue hermoso flotar alto por encima de nuestro padre, el océano. Pero llegó el viento y se llevó nuestra nube — volamos sobre tierras, sobre campos y bosques y montañas. Cerca de las montañas se puso frío y nuestra gran nube blanca se volvió oscura — el aire frío nos volvió pesadas — nos volvimos tan pesadas que no pudimos seguir estando arriba y todas caímos como lluvia.

Algunas de nosotras caímos en los campos, algunas en los bosques y árboles y flores, pero todos se pusieron alegres al recibirnos. Muchas de nosotras caímos en rocas de montaña, donde los rayos del Sol levantaron a algunas, otras se filtraron

en las rocas, y otras nuevamente goteamos sobre ellas y al juntarnos gozosamente formamos arroyos. Los pequeños arroyos se juntaron — fue hermoso volvernos a ver — y formamos un pequeño torrente, y otro, y todas nos juntamos. Un correntoso y turbulento arroyo de montaña se precipitó ladera abajo y se encontró con otros torrentes de montaña. Y ahora juntos nos convertimos en un río torrentoso. El agua continuó fluyendo y se unió a otro río.

Éramos un largo y ancho río que fluía a través de las praderas, a través de las tierras llanas. El río llevaba a muchos barcos con mercancía y pasajeros, y a transbordadores que iban de una orilla a otra. Lo cruzaban grandes puentes y grandes ciudades se situaban en sus riberas. Pero el río seguía fluyendo y llegamos al mar, al océano. Alegrementemente, volvimos de nuestro largo viaje y llegamos a nuestro padre el océano. Pero pronto estaremos listas nuevamente para el próximo viaje cuando los rayos del Sol nos levanten hacia el cielo.

Esta es la historia de vida de un río, el agua que fluye desde las montañas al mar. Viene del mar, se eleva del mar en forma de nubes, y vuelve a caer como lluvia. Es realmente el Sol el que hace fluir a nuestros ríos. Sin el Sol no habría nubes, ni lluvia, ni ningún río. Todo el viaje que han hecho nuestras gotas desde el mar hacia el mar es como un círculo que regresa a donde comenzó — se llama la *circulación del agua* o *ciclo del agua*. La sangre en nuestros cuerpos también circula — da vueltas y vueltas — pero el "Sol" de nuestra sangre es el corazón.

Vimos que los arroyos y los ríos lentamente quiebran las montañas y muelen las rocas en arena y arcilla, en suelo, en tierra. ¿Quién forma a la buena tierra? Es el Sol. El Sol no sólo hace crecer las plantas; ¡también ha creado el suelo en el cual crecen!

LOS VIENTOS

Hemos aprendido sobre la tierra y sobre el agua; ahora también debemos aprender sobre el aire. No podemos ver el aire; no tiene colores. Una pieza está llena de aire, pero no podemos verlo. Las cosas que no podemos ver también son reales. Si el aire de una pieza se consume y se enrarece, queremos aire fresco y abrimos la ventana, entonces podemos estar seguros de que este aire que no podemos ver es muy real.

Pero hay maneras de hacer visible al aire. El agua tampoco tiene colores, pero la podemos colorear con pintura. A menudo el aire puede colorearse y tornarse visible porque le hemos agregado algo. Todos hemos visto aire coloreado bastante a menudo. Estoy hablando del humo, el humo que se eleva del fuego es nada más que aire coloreado por pequeños pedazos de ceniza.

Estos pedazos de ceniza no sólo se elevan por sí mismos, lo hacen porque el aire los lleva, y el movimiento que ustedes ven es nada más que el aire que se eleva. Todos sabemos por qué sube el aire desde un fuego: está caliente. Sabemos que se eleva vapor del agua que hierve, y el aire, cuando se calienta, también sube. ¿Qué hará el aire frío? Se hunde. En una chimenea el aire caliente sube a través del tubo, y llega aire frío desde abajo que toma su lugar; es lo que se llama una corriente de aire. Si no hay corriente de aire el fuego no prenderá. Este proceso — del aire caliente que se eleva, el aire frío que llega desde abajo y toma su lugar — sucede en la naturaleza y es así como tenemos los vientos.

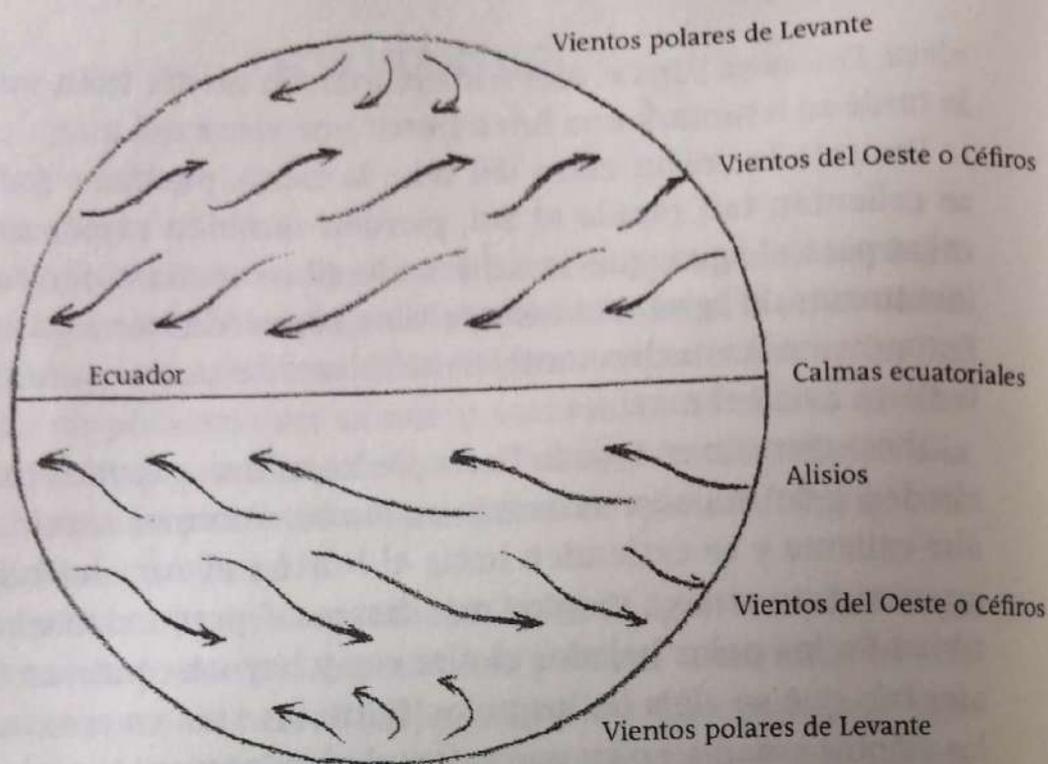
Ahora veamos algo un poquito más complicado. Imaginen que es verano y estamos en la playa en un día realmente hermoso y soleado. El Sol brilla sobre la Tierra y también sobre el mar. Alrededor de la hora de almuerzo ustedes encontrarán que las piedras y también la arena se han calentado bastante por encima — pero el agua está fría, mucho más fría que la Tierra. La Tierra y las piedras se calientan mucho más rápido que el agua. Pero si la Tierra está más caliente, el aire por encima de ella también se calienta, y se

eleva. Entonces llega el aire frío del mar. En un día tibio, quieto, en la tarde se levantará una brisa fresca que viene del mar.

Durante la noche, cerca del mar, la tierra, piedras y arena que se calientan tan rápido al Sol, pierden también rápidamente su calor; pero el agua, que se calienta lentamente, también se enfría lentamente. El agua está todavía tibia cuando la tierra ya está fría. Entonces, en las noches también habrá una brisa, pero que va desde la tierra hacia el mar.

Ahora piensen en toda la Tierra. De los calurosos países tropicales alrededor del ecuador terrestre, se elevan enormes cantidades de aire caliente y se extienden hacia el Norte y el Sur, alejándose del ecuador. Esto atrae a vientos más frescos —pero todavía bastante tibios. En los polos helados el aire cae y hay un continuo flujo de aire frío que se aleja de los polos. Entre los vientos ecuatoriales y los vientos polares, en las zonas templadas, los vientos soplan hacia los polos. La circulación del aire hace que los vientos soplen sobre los océanos durante todo el año, y debido a que la Tierra está siempre rotando, estos vientos no sólo van hacia el Norte y hacia el Sur, también soplan hacia el Este y el Oeste. A ambos lados del ecuador terrestre soplan los estables y confiables vientos Alisios. Más al Norte (y al Sur) hay vientos más fríos que soplan en la dirección opuesta, de Oeste a Este, los Céfiros. En antiguos tiempos, los barcos hacían uso de estos vientos en sus viajes. Así es que, el aire que nos rodea está siempre en movimiento, porque el aire caliente se eleva, el aire frío se hunde hacia abajo, y la Tierra da vueltas.

Pero a veces este ritmo de aire caliente y aire frío no es tan sólo una circulación lenta y estable; se puede volver también un loco torbellino. Esto sucede en regiones tropicales calurosas y se crean los *huracanes*. A veces estos huracanes llegan a la costa. Esto sucede a menudo en la costa del Sur de Estados Unidos. Entonces los árboles son arrancados de cuajo y las casas se parten como si les hubiera pasado por encima una máquina niveladora. Los autos y también las casas pueden volar por el aire a una distancia de kilómetros.



Los vientos del mundo

De manera extraña, justo al centro de este remolino de aire, no hay viento. Este tranquilo centro de la tormenta se llama el *ojo* del huracán. A su alrededor sopla una ventolera infernal de aire y agua, pero en el centro hay calma. Ustedes incluso pueden ver el cielo azul y el Sol más arriba.

Como todos los vientos de la Tierra, también los huracanes surgen del proceso que ustedes pueden ver cuando el humo se eleva de un fuego: el aire caliente sube, el aire frío se hunde hacia abajo. Y ¿qué mueve al viento en el mundo? Es el calor del Sol. El aire y el agua se mueven por el Sol.

El modo en que el Sol calienta la tierra y el agua, tiene otro efecto. Piensen en el verano y el invierno en Gran Bretaña. Esta isla está rodeada por el mar. El mar de nuestras costas puede verse y sentirse muy helado en el invierno; pero debido a que el mar se enfría lentamente, está todavía más tibio que la tierra. El aire tibio se eleva desde el mar y se extiende y viene hacia nosotros, entonces

en general no tenemos inviernos muy crudos con mucho hielo y nieve. Pero en verano el mar alrededor de nosotros está todavía frío comparado con la tierra, y nos llega mucho aire fresco en el verano. Por lo tanto, raramente tenemos un verano realmente caliente, ¡y el aire frío trae las nubes y la lluvia!

Ahora piensen en un país justo al centro de Europa – tan alejado del mar que no le llega ningún viento marino. Será muy caluroso en el verano y muy frío en el invierno. Entonces el *clima* de Gran Bretaña, como se le llama al tiempo que hace durante todo el año, es diferente al clima de, digamos, Austria, por dos razones: porque Gran Bretaña primero está más al Norte y segundo, porque está rodeada por el mar.

LOS GLACIARES

Hemos hablado de la tierra, el agua, el aire y también cómo mueve a los vientos y las aguas del mundo el calor del Sol. Todas estas cosas han formado al mundo en que vivimos y le siguen dando forma. Pero hay algo más que ha jugado un gran papel en la formación del mundo y eso es la nieve y el hielo.

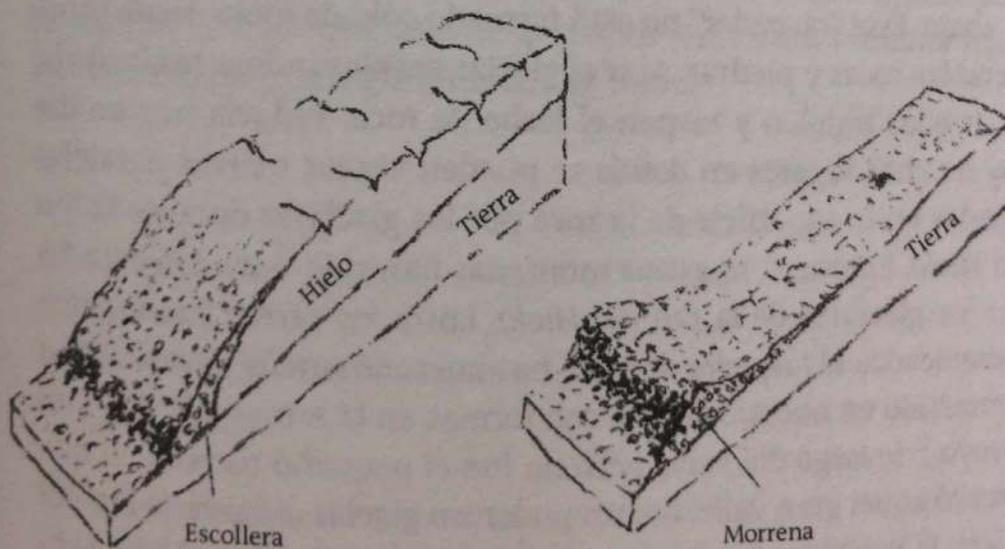
En las cumbres de las altas montañas como los Alpes, la nieve no se derrite; se queda de un invierno a otro. Si invierno tras invierno cae más nieve, durante cientos y miles de años, los picos de las montañas de los Alpes o los Himalayas tendrían ahora una cubierta de nieve más alta que las montañas mismas. Pero ¿por qué no existen tales capas de nieve?

Cuando hay una capa de nieve tan gruesa y profunda, la nieve de abajo está bajo gran presión, porque toda la nieve de arriba está apretándola hacia abajo. Cuando la nieve es presionada fuertemente hacia abajo, primero cambia su estado suelto y esponjoso y se convierte en hielo duro y compacto, y después se derrite. Cuando toda la nieve y el hielo de la ladera y después el hielo de abajo se vuelven casi agua, todo lentamente se desliza sobre las rocas hacia abajo. Todo el campo de hielo se arrastra y se desliza lentamente cerro abajo.

Ese campo de hielo en movimiento se llama *glaciar*. Es realmente un río de hielo, pero un río de hielo que sólo fluye muy, muy lentamente cerro abajo. ¿Qué tan lejos puede fluir cerro abajo? Hasta que llega al nivel en donde el aire tibio del verano puede derretir todo el hielo y la nieve, y ahí se detiene el glaciar. De él fluyen arroyos, pero no se derrite todo, porque hay siempre más hielo que va cayendo de arriba y más nieve que cae en los altos. Un glaciar es una visión magnífica, un vasto campo de hielo — 40, 50, 100 metros de grosor en algunos lugares — cruzado por grietas o fisuras profundas, algunas bastante angostas, pero otras bastante anchas y profundas. Son estas hendiduras en el hielo lo que hace que cruzar un glaciar sea difícil y peligroso. Al mirar hacia abajo en una de estas quebradas se

pueden ver capas más profundas de hielo que aparece de color azul. Si ustedes lo miran, el glaciar se ve tan duro y quieto como una roca — no parece moverse en absoluto — pero sólo lo parece. Si se entierra una bandera en el hielo, se encontrará unos días más tarde varios metros más abajo, y con el tiempo vendrá a aparecer el final del glaciar. Este campo de hielo gigante no va rápido, tiene un movimiento lento y arrastrado hacia abajo. (Algunos apenas se mueven, pero los que van rápido se pueden mover hasta varios metros cada día)

En el glaciar hay también esparcidas piedras grandes, rocas y piedras que se han desprendido de las rocas vecinas al río de hielo. Todas estas rocas y piedras se mueven lentamente hacia el final, donde se derrite el glaciar, y vienen a depositarse en el suelo pelado. Este "depósito" de rocas y piedras se lleva a cabo durante muchos años y entonces cada glaciar tiene un gran borde, una gran orilla de cascotes, rocas y piedras. Este gran borde al final del glaciar se llama *morrena*.



Un glaciar trae cascotes de piedras y cuando se derrite los deja como morrena.

Ahora, lo extraño es que hay muchos lugares en el mundo en donde ustedes pueden encontrar *morrenas* enormes, grandes campos de escolleras, rocas y piedras; pero están muy lejos abajo en los valles y praderas, alejados de cualquier glaciar. Por un largo tiempo nadie podía explicarse cómo estas morrenas llegaron a esos lugares. Al final, un científico suizo llamado Louis Agassiz encontró la razón. En antiguos tiempos los glaciares deben haber llegado mucho más abajo de lo que lo hacen ahora. Eso ocurría en la *Era del Hielo*, que finalizó sólo alrededor de 10.000 años atrás. Es así como llegamos a saber que hubo una *Era del hielo*.

Ahora piensen en la primera imagen que describimos: tierra y montaña. En esa imagen tanto la Tierra como la montaña tenían una capa de hielo. Durante la *Era del Hielo* ambas capas de hielo llegaron mucho más lejos. La mayor parte de Gran Bretaña estaba cubierta de hielo tan profundo que nuestras montañas estaban todas completamente escondidas bajo estos terribles glaciares. Mucho de Europa y América del Norte estaba también cubierto.

La parte oculta de un glaciar parece un enorme raspador (piensen en sus lecciones de carpintería). Al fluir cerro abajo raspa la roca de abajo. Este "raspador" no está formado sólo de hielo; tiene innumerables rocas y piedras. Al ir el glaciar desplazándose hacia abajo, todas ellas muelen y raspan el lecho de roca. Todavía hoy en día hay muchos lugares en donde se pueden ver las marcas paralelas dejadas en la superficie de la roca por los glaciares durante la *Era del Hielo*. Entonces, nuestras montañas han sido muy desgastadas por los glaciares de la *Era del Hielo*. Entre los cerros suavemente redondeados, el raspador de hielo ha ahuecado surcos y estos se han convertido en nuestros valles con formas en U. A menudo fluye un arroyo a lo largo del valle, pero no fue el pequeño torrente el que excavó aquel gran valle, fue un poderoso glaciar durante la *Era del Hielo*. El paisaje redondeado y ondulado de Gran Bretaña ha sido formado por glaciares.

Si ustedes raspan madera obtienen aserrín; los glaciares, estos raspadores de hielo, también han dejado atrás una vasta cantidad de escollera, piedras y polvo de roca. Esta mezcla se llama *arcilla de piedra*. Al final de la *Era del Hielo* había vastas pilas de arcilla de

piedra junto a los lagos, lagunas y ríos dejados por el derretimiento del hielo. Rápidamente empezaron a crecer plantas y llegaron a vivir los animales, entonces la arcilla de piedra se mezcló con los remanentes de plantas y animales. Todo esto creó una capa vegetal maravillosamente rica. Algunas de las tierras de cultivo mejores del mundo, incluyendo la fértil tierra de nuestros Lothians, tienen sus fundamentos en la roca y la arcilla dejada por los glaciares de la *Era del Hielo*.

¿Por qué se extendió el hielo? ¿Y por qué desde ahí se ha derretido y retirado al lejano Norte y a las grandes alturas? Nadie está seguro de saberlo, pero existen muchas posibilidades. Podría ser debido a los cambios en la atmósfera de la Tierra — más o menos dióxido de carbono en el aire — a una especie de “respiración” de la Tierra. Puede ser por pequeñas fluctuaciones de la luz del Sol que cae a la Tierra. Puede ser por la cantidad de volcanes que hacen erupción al mismo tiempo, y el humo y el polvo oscurecen la luz del Sol por un lapso de tiempo. Podría ser por cambios en los vientos o por la manera en que el agua tibia o fría se mueve por los océanos. O tal vez, es algo bastante diferente. No podemos estar seguros, pero es posible que los glaciares se arrastren lentos nuevamente hacia nosotros dentro de algunos miles de años.

LA HISTORIA DEL ASIENTO DE ARTURO EN EDIMBURGO

Hemos escuchado sobre las maneras en que “nacen” las montañas y cómo, a través del agua y el viento, se desgastan nuevamente. Ahora quiero describir una colina aquí en Edimburgo, el Asiento de Arturo. Cada montaña tiene su propia historia; y la gente que estudia las rocas y las montañas, los geólogos, pueden leer la historia de una montaña por las capas y la forma de las rocas.

La historia del Asiento de Arturo empezó hace muchos millones de años, mucho antes que el Asiento de Arturo existiera. Cerca de aquí, hacia el Sur, hubo grandes erupciones volcánicas. Con el tiempo, la *lava* y la ceniza de estas erupciones formó montañas y todavía hoy día podemos ver sus desgastados remanentes: los Pentlands, las Colinas de Braid y la Colina de Blackford. Pero el clima de aquí era muy diferente de lo que es hoy. Era caluroso, tan caluroso que esta parte del mundo era un desierto. Es extraño pensar que fue así, pero esa es la historia que las rocas nos cuentan. Las tierras bajas de Escocia fueron una vez un desierto profusamente cubierto de arena.

Después de muchos millones de años la tierra empezó a hundirse (o el mar subió) y el desierto con su gruesa capa de arena se convirtió en un lecho marino. La arena del desierto fue presionada hacia abajo y se convirtió en arenisca. Pero entonces, al cabo de más millones de años, pasó algo más. El agua por encima de la arenisca se convirtió en un mar tropical, con playas llenas de árboles y lagunas llenas de vida: peces, camarones, mejillones.

Más adelante, tuvo lugar una gran erupción volcánica. Debe haber sido una enorme erupción, porque la *lava* forzó su camino a través de capas de piedra y millones de toneladas de *lava* salieron a borbotones: *lava* mezclada con las rocas y piedras que habían sido empujadas por la erupción. Primero apareció un volcán donde ahora está situado el Castillo en la Roca, y después, a través de esta potente explosión, surgió la primera forma de lo que llamamos el Asiento de Arturo.

Esto fue formado por ceniza y *lava* en conjunto con todas las rocas y las piedras que la *lava* había empujado fuera en la erupción. Pero el conducto por el cual había salido la lava estaba libre y más *lava* salió por él en poderosas erupciones. La *lava* y la ceniza cubrieron todo.

Con el tiempo, el volcán del Asiento de Arturo, que había estado siempre humeando, dio cada vez menos humo y finalmente quedó inactivo. La *lava* dentro del pozo se solidificó y enfrió y el volcán se extinguió, murió. La tierra en ese lugar se hundió y el Asiento de Arturo lentamente desapareció bajo las olas y quedó sepultado bajo gruesas capas de sedimento al fondo del mar. En esta área había arrecifes de coral y una prolífica vida marina, se formó entonces, un lecho marino de piedra *caliza* mezclada con las conchas de los moluscos. Al mismo tiempo, los grandes ríos de la vecindad fluían y llegaban al mar, desparramando y depositando enormes cantidades de arena; con el tiempo esto formó gruesos estratos de arenisca gris.

Después, el nivel del mar descendió, la tierra subió y la tierra que había sido lecho marino se cubrió con un extraño bosque en el cual vivían todo tipo de criaturas. Este fue el tiempo en que muchas vetas de *carbón* se formaron, una por encima de la otra. Millones de años después, estas vetas de *carbón* serían explotadas y se extrajeron millones de toneladas de *carbón* para abastecer hogares e industrias. Pero en lo profundo todavía existe una enorme cantidad de este *carbón*, son los últimos remanentes de aquellos antiguos bosques que alguna vez crecieron por acá y por muchas partes del mundo.

Después hubo más actividad volcánica y la roca fundida forzó su salida hacia arriba. Esta vez el *magma* incandescente y ardiente no salió a la superficie y se endureció, en lo profundo de la regiones subterráneas, transformándose en enormes láminas de *basalto*. (Algunas de estas llegaron a la superficie, donde las podemos ver ahora, pero sólo mucho más tarde, debido a profundos movimientos en la corteza terrestre.) Las Salisbury Craggs datan de esta época. Las Craggs se ven rojizas, no oscuras como el *basalto*. Pero el *basalto* contiene *hierro*, y a través de los años su superficie tomó el color rojizo que vemos ahora. Las duras colinas de *basalto* han sido usadas como canteras y la roca se utiliza para la construcción de edificios y carreteras. Los picapedreros la llaman roca basáltica dura. Existe

una planta, el tojo, que le gusta crecer en el duro suelo basáltico. Cada primavera el tojo enciende estas colinas volcánicas una vez más con su cubierta de flores doradas.

Pasa más tiempo y la tierra sube nuevamente y el mar retrocede. La corteza terrestre empieza a plegarse. Este poderoso plegarse de la tierra, causado por el movimiento de los continentes, provocó terremotos, las rocas lentamente se doblaron y se deslizaron en montecillos y hondonadas, cimas y cuencas. Durante este levantamiento, el Asiento de Arturo, (junto con las Craggs más jóvenes) surgió nuevamente desde el fondo del mar, mientras las rocas a su alrededor se desplazaron y mezclaron. Muchas de las capas de rocas de más arriba se desgastaron, mientras otras — como el campo de carbón de Midlothian — fueron preservadas. Las rocas más blandas que cubrían al Asiento de Arturo se desgastaron, pero no fue así con la roca volcánica más dura, y entonces el Asiento de Arturo se situó una vez más en lo alto del paisaje.

Después, en tiempos más “recientes”, vino la *Era del Hielo* y cubrió toda la Tierra. La profunda lámina de hielo se movió lentamente hacia el Este y molió todas las rocas, incluyendo al Asiento de Arturo y las Craggs, pero aun el poder del hielo no las pudo remover. Finalmente, la *Era del Hielo* terminó y durante ese tiempo, que fue “sólo” hace diez mil años, el Asiento de Arturo permaneció más o menos como se ve hoy en día.

Esta es la historia del Asiento de Arturo. Ahora piensen en todas las etapas que ha visto esta montaña. Ha pasado por el calor tropical y ha estado en lo profundo de los glaciares durante la era del hielo. Ha sido tierra firme y ha sido un lecho marino, ha estado profundamente bajo las olas y después nuevamente tierra firme. Ha pasado por el lento proceso del pliegue de las montañas, como también por las súbitas y terribles explosiones de las erupciones volcánicas. Entonces, el Asiento de Arturo es una montaña que ha visto todas las situaciones de las que hemos hablado.

ASTRONOMÍA

EL CORAZÓN Y EL SOL

Si pensamos sobre cuál es la cosa más importante que un ser humano necesita, probablemente diríamos que es la comida. Pero si lo pensamos más, nos daríamos cuenta que el agua es aún más importante. Es más fácil pasar hambre que soportar la sed, y la gente que se pierde en el desierto puede durar muchos días sin comida si tienen agua para beber. Pero un ser humano puede estar quizás dos días sin agua. ¿Pero cuánto tiempo podría alguien soportar sin aire? Ni siquiera dos minutos. Somos afortunados al no tener que trabajar o pagar por el aire, que está siempre ahí para que nosotros respiremos. Debemos respirar para vivir.

Cambia el ritmo o la velocidad de la respiración. Respiramos más rápido cuando corremos y más lento cuando nos sentamos. Si tomamos nuestra respiración normal y contamos el inhalar y el exhalar como una respiración, la cantidad promedio de respiraciones por minuto es 18. Como hay sesenta minutos en una hora, respiramos 18×60 , esto es 1.080 veces por hora. Y en veinticuatro horas eso hace 1.080×24 , o 25.920 respiraciones cada día. Eso es el promedio, por supuesto que si nadamos, corremos o subimos un cerro durante el día, sería bastante más.

Cuando corremos o subimos una cuesta empinada, nuestra respiración no solamente es más rápida, sino nuestro corazón late mucho más fuerte. Es realmente cuando nuestro corazón late a más velocidad que nuestros pulmones necesitan más aire. Cuán lento o rápido respiremos depende de nuestro corazón. Que respiremos normalmente alrededor de 18 veces al minuto depende del corazón. Por cada latido del corazón hay una respiración, y si el corazón late rápido entonces la respiración tiene que venir rápido. El latido del corazón y la respiración van juntos a un ritmo sostenido, día y noche.

Existe otro ritmo, también un tipo de respiración, pero una respiración muy lenta. Toma más tiempo, pero la necesitamos tanto como necesitamos el aire. Es el ritmo del dormir y el despertar. Cuando nos dormimos es como si algo se fuera alejando de nosotros, como

un lento exhalar. Y cuando nos despertamos, vuelve; estamos inhalando nuevamente. El ritmo del dormir y el despertar es también una especie de respiración.

La respiración real, inhalar aire y dejarlo ir nuevamente, está gobernada por el corazón. Por supuesto, podemos respirar rápido o lento, sólo por diversión, pero si no interferimos, el corazón gobierna y controla la respiración. El corazón es el órgano que sabe cuántas respiraciones necesita el cuerpo. Esto es porque la sangre atraviesa el corazón y el corazón sabe por la sangre cuánto aire necesita el cuerpo.

El otro tipo de respiración, el "dormir y el despertar", no es ciertamente gobernado por el corazón. El corazón va a su propio ritmo, día y noche. Dormir y despertar es para nosotros, gente moderna, diferente a lo que era en tiempos antiguos, cuando la gente se iba a dormir cuando caía la oscuridad y se despertaba al rayar el alba. Se levantaban con el Sol y se iban a dormir cuando el Sol se ponía. Su dormir y despertar eran gobernados por el Sol. Todavía hoy en día, a pesar de que nos quedamos levantados hasta tarde después de oscurecer, sentimos que es más sano, más saludable, dormir en la noche y estar despiertos durante el día que al contrario. Todavía sentimos que es mejor estar despiertos con el Sol.

Así es que, el ritmo más corto de inhalar y exhalar está gobernado por el corazón, y la respiración más larga — dormir y despertar — está gobernada por el Sol, que es el gran corazón del mundo de afuera. Aun así, el Sol nos deja a nosotros, la gente moderna, en bastante libertad.

Hay un tercer tipo de "respiración". Esta vez no es un ser humano el que inhala y exhala, es algo mucho más grande y entonces la respiración es muy lenta. Nuevamente, no es un respirar aire, sino algo bastante diferente, y aun así es todavía un ritmo.

En primavera aparecen las hojas verdes y las flores, después aparecen más y más flores hacia el verano, y después llega el otoño y los campos, jardines y árboles se despojan de sus hojas. Esto es también una especie de respiración: es como si la Tierra exhalara en primavera y verano e inhalara nuevamente en otoño e invierno. Sólo que la Tierra es tan vasta que se toma todo un año en un solo inhalar y exhalar. Pero este largo, lento respirar de la Tierra está gobernado por el Sol. El ritmo de las estaciones está gobernado por el Sol.

La "respiración" de la Tierra no es sólo mucho más lenta que la nuestra, es enteramente diferente. Porque cuando es invierno en Gran Bretaña y Europa, es también invierno en Norteamérica y Rusia. Pero al otro lado del globo — en Australia, en África del Sur, en América del Sur — es verano, es la estación cálida. Entonces mientras la mitad de la Tierra está inhalando, la otra mitad está exhalando.

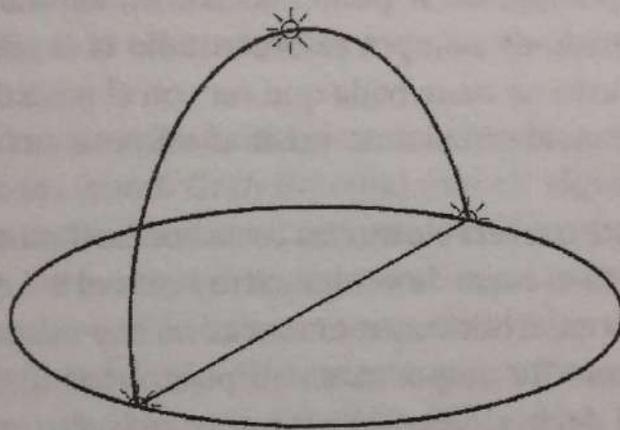
Las cosas son aún más complicadas. Porque si fuéramos hacia el Norte, al Ártico, al Polo Norte, lo encontraríamos todo el tiempo helado, allí es invierno durante todo el año. Y si fuéramos al Ecuador — al África o a América Central — nuevamente no existen estaciones, allí es verano todo el año.

Es como si la Tierra guardara siempre un equilibrio. Cuando es verano en una mitad, es invierno en la otra mitad. Si es primavera acá, debe ser otoño allá. Y si es invierno todo el tiempo en los polos, es verano todo el tiempo en el ecuador.

Todo esto está gobernado por el Sol. Así como el corazón gobierna el ritmo de nuestra respiración, también el Sol gobierna todo el complicado ritmo del verano y del invierno en la Tierra.

EL MOVIMIENTO DIARIO DEL SOL

Veamos la conexión entre el Sol y la respiración de la Tierra. Hay invierno permanente en los polos y verano permanente en el ecuador, mientras entremedio las estaciones cambian. Imaginemos que estamos en una pradera grande y ancha, y el horizonte describe un gran círculo. La ruta del Sol irá en un semicírculo a través del círculo del horizonte, saliendo en un punto y poniéndose en el otro.



La ruta del Sol en el ecuador

Este diagrama que muestra el círculo del horizonte y el semicírculo del Sol es correcto sólo para una región particular de la Tierra, el ecuador terrestre. Si viviéramos en el ecuador, veríamos al Sol salir a un ángulo de 90° , en ángulo recto con el horizonte. Y también se pone en ángulo recto a él. Al mediodía el Sol se sitúa mucho más arriba en el cielo que lo que lo hace acá. Se sitúa tan arriba, que brilla hasta abajo del pozo más profundo. Se sitúa tan alto, que las cosas no proyectan sombra al mediodía — tu sombra desaparece bajo los pies. El punto exactamente por encima, donde el Sol se ubica al mediodía en el ecuador, se llama *cenit*.



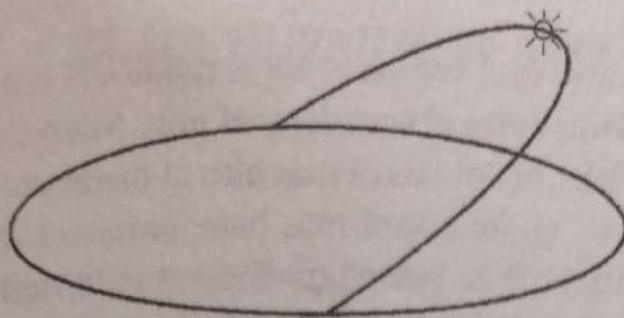
La ruta del Sol en el Polo Norte

En el ecuador el día y la noche siempre tienen la misma longitud, no hay días más cortos o días más largos. Ni tampoco hay diferencia entre las estaciones. No se pone más frío en algunos meses ni más cálido en otros, es siempre caluroso. Sólo la lluvia marca la diferencia, pero esto no tiene nada que ver con el paso del Sol. Uno podría decir que en el ecuador no existe el año con sus estaciones, sólo está el día.

En el Polo Norte o en el Polo Sur las cosas son bastante diferentes. En verano durante el curso de veinticuatro horas el Sol describe un círculo completo en el horizonte, entonces no hay noche. Pero este círculo del Sol no está muy alto, en su punto más alto está a $23\frac{1}{2}^{\circ}$ por encima del horizonte, sólo un poco más alto que el Sol de mediodía en Gran Bretaña en diciembre.

Este círculo del paso del Sol en el cielo es realmente una espiral, hacia el otoño el Sol describe círculos aun a alturas más bajas, pero todavía quedando por encima del horizonte durante veinticuatro horas. Hacia el final de septiembre alcanza el horizonte, lentamente se pone. Después, durante seis meses de invierno se queda bajo el horizonte. Durante meses es de noche y sólo se puede ver un débil resplandor en el horizonte.

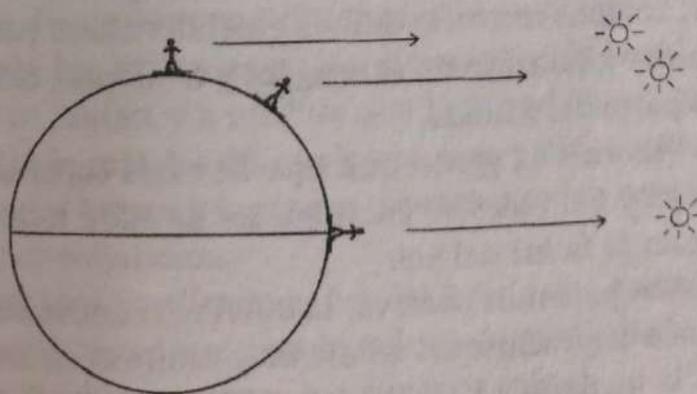
Al comparar el ecuador y el polo, vemos que en el ecuador se puede saber la hora del día al mirar al Sol, pero no el tiempo del año. Es como si no hubiera año, sólo el día. En el polo no se puede saber la hora del día, porque el Sol está siempre a la misma altura. Pero se puede fácilmente saber el tiempo del año. En los polos no hay día, sólo el año.



La ruta del Sol en latitudes templadas

Mientras está en el ecuador el Sol sale en ángulos rectos al horizonte, y en el polo el Sol se mueve en círculos paralelos al horizonte. En nuestra parte del mundo el Sol sale en ángulo al horizonte. Podemos mostrar esto en un diagrama de la ruta del Sol en nuestra parte del mundo.

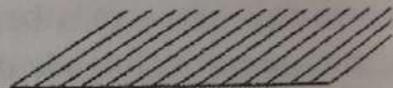
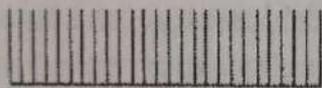
En el ecuador al mediodía el Sol aparece arriba, en el cenit. En las zonas templadas (como Gran Bretaña) está en alguna parte entre el horizonte y arriba en el cenit al mediodía. Y en el polo está cerca del horizonte. Pero esto nos muestra que no es realmente el Sol el que está más alto o más bajo, somos nosotros, los seres humanos que miramos al Sol desde diferentes ángulos. Podemos ver cómo esto sucede por el diagrama del globo de la Tierra. La persona en el ecuador ve al Sol directamente arriba, en el cenit; la persona de nuestra parte del mundo lo ve más bajo en el cielo; y la persona en el polo lo verá muy bajo en el horizonte.



La altura del Sol de mediodía en diferentes latitudes

El ángulo desde el cual vemos el Sol al mediodía nos dice dónde estamos en la Tierra entre el ecuador y el polo. Mientras más cerca estamos del ecuador, el Sol estará más alto al mediodía; y mientras más cerca del polo, el Sol estará más bajo. Entonces sabemos que en diferentes partes de la Tierra, en diferentes *latitudes*, como se dice, el Sol aparece en diferentes ángulos al mediodía.

Pero este ángulo en el cual la luz del Sol llega a nosotros hace toda la diferencia en la totalidad de la naturaleza en la que vivimos. Lo podemos ver por lo siguiente: si dibujamos una línea corta y después dibujamos tantos rayos de Sol como podamos, paralelos entre sí y cayendo en ángulos rectos en esta línea. Y mientras los dibujamos, los contamos. Ahora, si dibujamos una línea del mismo largo, pero con rayos de Sol paralelos que caen en ella desde un ángulo agudo, y contamos nuevamente mientras dibujamos todos los que podemos, vamos a ver que hay mucho menos rayos en el ángulo agudo que en el ángulo recto.



Ahora podemos comprender que en un ángulo bajo, el Sol tiene menos poder, da menos luz y menos calor que cuando brilla hacia abajo en ángulos rectos. Podemos entender ahora por qué está frío en los polos y caluroso en el ecuador y *templado*, como se dice, en nuestra parte del mundo.

Cómo se viste la gente, qué tipo de casas construyen, qué tipo de plantas y animales viven alrededor de ellos, todo ello depende del ángulo de la luz del Sol.

También podemos observar la diferencia que hacen los ángulos en un solo día. Incluso en un día muy caluroso de verano está más frío en la mañana y hacia el atardecer — porque los rayos del Sol llegan en un ángulo más bajo (o agudo).

EL SOL DURANTE EL AÑO

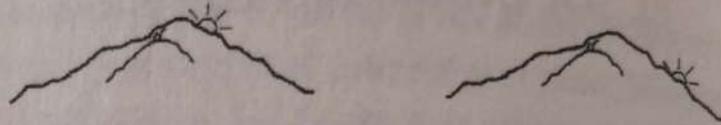
Vimos cómo el paso del Sol aparece en forma diferente en los distintos lugares de la Tierra. En el ecuador, donde el paso del Sol surge en ángulo recto al horizonte, no hay estaciones del año. En los polos, donde el Sol circula en el cielo paralelo al horizonte, no hay horas del día. Y en nuestra parte del mundo tenemos tanto las horas del día como las estaciones del año. Ahora veremos cómo estas dos se conectan con el paso del Sol.

Al final del otoño o principios del invierno, tenemos ocasión de levantarnos cuando todavía está oscuro y vemos salir el Sol (si no está nublado). Si hacemos esto durante varios días y nos fijamos en algo como una casa, un árbol o una colina, desde donde vemos salir el Sol, después de unos días veremos que la salida del Sol se mueve. Y si hacemos lo mismo en la tarde, veremos que la puesta del Sol también se mueve. Si cada vez hacemos un pequeño dibujo de lo que vemos, entonces veríamos que durante el otoño la salida del Sol se mueve hacia la derecha y la puesta del Sol hacia la izquierda. [1]

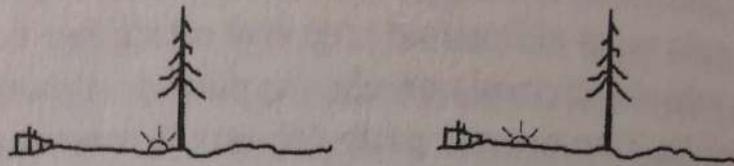
Si ustedes sostienen su brazo izquierdo en la dirección de la salida del Sol y su brazo derecho en la dirección donde el Sol se estaba poniendo un día, y hacen lo mismo varios días después, verán que el ángulo entre sus brazos se hace más pequeño, más angosto. Y si ustedes observan al Sol a las doce (cuando está en su lugar más alto), verán que cada día está un poquito más bajo en el cielo.

A medida que los brazos entre las direcciones de la salida y la puesta del Sol se juntan, y a medida que la mirada hacia el Sol de mediodía se hunde más, los días se hacen más y más cortos. Por el movimiento de los brazos y la cabeza ustedes pueden ver que esto es una especie de inhalación.

Entonces, estamos perdiendo la luz del Sol de dos maneras: los días se hacen más cortos y el ángulo del Sol de mediodía también se hace menor. Recibimos menos luz y menos calor.



Salida del Sol desplazándose hacia el Sur (a la derecha mirando hacia el Este) a finales de otoño.



Puesta de Sol desplazándose hacia el Sur (a la izquierda mirando hacia Occidente) a finales de otoño.

El acortamiento del día y el hundimiento del Sol de mediodía seguirán hasta el 21 o 22 de diciembre, (Hemisferio Norte) el día más corto del año. Desde el 23 de diciembre hacia delante, el ángulo de nuestros brazos entre la puesta del Sol y la salida del Sol se ensanchará, nuestros ojos deben mirar más y más arriba hacia el Sol de mediodía. Los días se alargan. Después, el 20 o 21 de marzo, el día y la noche son de la misma duración, doce horas.

Durante el tiempo desde el 23 de diciembre en delante, los puntos de la puesta del Sol y la salida se mueven, pero no como lo hicieron antes, ahora la salida del Sol se mueve hacia la izquierda y la puesta del Sol hacia la derecha. Y continúan este viaje, el Sol está más arriba a mediodía y su viaje por el cielo se demora más, hasta el 21 de junio, el día más largo del año. El movimiento de nuestros brazos y cabeza siguiendo la salida del Sol, la puesta del Sol y el mediodía se convierten en una exhalación.

Desde el 21 de junio los días se acortan nuevamente, el Sol de mediodía se hunde más abajo y el 22 o 23 de septiembre el día y la noche son nuevamente del mismo largo.

Entonces tenemos un día más largo y uno más corto durante el año, y dos días en que el día y la noche son igualmente largos, uno en primavera y el otro en otoño. Estos días se llaman *equinoccios* (noche igual). El 21 de marzo es el equinoccio de primavera, y el 23

de septiembre es el equinoccio de otoño. (Hemisferio Norte) El día más largo y el más corto, cuando gira el Sol, se llaman de *solsticio*. El 22 de junio es el solsticio de verano, y el 22 de diciembre es el solsticio de invierno. (Hemisferio Norte)

Ahora podemos ver que la altura del Sol de mediodía y el largo de los días van juntos. Mientras el Sol esté más arriba, hay más rayos de luz, más calor.

Miremos una vez más los movimientos de la puesta y la salida del Sol. La primera vez que los miramos, encontramos que a finales del otoño la salida del Sol se mueve hacia la derecha y la puesta del Sol hacia la izquierda. Si pensamos en los puntos cardinales del compás, a la derecha del Este está el Sur, y a la izquierda del Oeste está el Sur. Eso significa que ambos puntos se mueven hacia el Sur. Parece extraño, pero en el invierno la puesta y la salida del Sol se mueven hacia el Sur. En el solsticio de invierno la salida del Sol está en el Sureste, la puesta del Sol está en el Suroeste. Y en el verano la puesta y la salida del Sol se mueven hacia el Norte. En el día más largo, el solsticio de verano, la puesta y la salida del Sol están más hacia el Norte, en el Noreste y el Noroeste.¹ Sólo en los dos días de equinoccio, el 21 de marzo y el 23 de septiembre, el Sol sale exactamente en el Este y se pone exactamente en el Oeste.

Durante el curso de un día el Sol sale y se pone, se levanta y se hunde. Y durante el curso de un año el paso del Sol sube y baja. Adicionalmente, el paso del Sol se mueve hacia el Norte durante medio año (desde el solsticio de invierno al solsticio de verano) y después hacia el Sur durante medio año (desde el solsticio de verano al solsticio de invierno).

Este doble movimiento del paso del Sol (arriba-abajo, Norte-Sur) puede ser visto mejor en las regiones polares. Si estuviéramos parados en el Polo Norte, cualquier dirección en que miremos o caminemos es Sur. El Polo Norte es lo más lejos que podemos ir hacia el Norte en la Tierra, y cualquier paso que se aleja del Polo Norte es un paso hacia el Sur.

¹ En latitudes más bajas la salida y la puesta del sol del solsticio no estarán tan al Sur o al Norte como se describe arriba. Esto es una verdad bastante exacta en la latitud de Edimburgo. La salida y la puesta del Sol en el equinoccio son siempre al Este y al Oeste en todas partes del mundo.

Durante el verano en el Polo Norte se ve el Sol circulando en el cielo. Hacia el otoño se hunde más abajo, ¿y en qué dirección va el paso del Sol a medida que se hunde? Se mueve hacia el Sur. Durante las largas noches de invierno, cuando el Sol no sale en absoluto en el Ártico, el Sol está demasiado lejos hacia el Sur para verlo.

En el ecuador este doble movimiento del paso del Sol también puede verse, pero no tan claramente como en el Polo. En diciembre el Sol se levanta y se pone un poquito hacia el Sur del Este y el Oeste, y en junio se levanta y se pone un poquito hacia el Norte. No hay diferencia en el largo del día y sólo una pequeña variación en la altura del Sol al mediodía. En diciembre está un poquito hacia el Sur del cenit, el punto superior, y en junio un poquito hacia el Norte. Sólo en los equinoccios va el Sol, en el ecuador, exactamente hacia arriba, a través del cenit.

El paso del Sol no es realmente un círculo, durante el curso del año es una espiral, porque el Sol no retorna al punto donde estaba el día anterior. En el Polo Norte veríamos el paso del Sol describiendo una espiral desde el equinoccio de primavera al solsticio de verano, y después describiendo una espiral hacia abajo hasta el equinoccio de otoño. Seríamos capaces de ver la espiral entera durante el transcurso de medio año.

En el ecuador veríamos la mitad de la espiral durante el año entero (porque el Sol está arriba del horizonte durante doce horas todos los días). En nuestra región del mundo tenemos algo entremedio, durante medio año (la mitad del verano) podemos ver más de la mitad de la espiral, y en la mitad invernal del año vemos menos que la mitad de la espiral.

Este movimiento en espiral que va hacia arriba y hacia abajo nos entrega las estaciones del año, que son un aspecto tan familiar de nuestra vida.

EL CALENDARIO

Mientras la gente sólo cazaba, como en los principios de la Edad de Piedra, no debía observar las estaciones tan cuidadosamente. Podía cazar animales tanto en el invierno como en el verano. Pero cuando comenzó la agricultura, en la Nueva Edad de Piedra, en los antiguos tiempos persas, la gente empezó a sembrar y cosechar cultivos y el cambio de estaciones se volvió muy importante.

Los primeros granjeros, los primeros campesinos, fueron también los primeros que necesitaron un calendario. Diversos cultivos — granos y vegetales — deben ser sembrados y cosechados en diferentes periodos del año, por lo que los granjeros debieron comenzar a conocer en qué época del año estaban. Pero no había calendario (no había libros) y la gente debió encontrar maneras para asegurarse de saber cuándo sembrar sus cultivos.

En Gran Bretaña, por ejemplo, los sabios sacerdotes que guiaban a la gente construyeron el gran círculo de piedra de Stonehenge. Era un lugar sagrado, pero era también una especie de enorme calendario. Las piedras eran señales del paso del Sol a través del año. Los sacerdotes observaban cuidadosamente las sombras de las piedras, porque las sombras cambian en el curso del año. Las sombras eran como las manos de un gran reloj que no mostraba horas, sino meses, y por las sombras los sacerdotes podían decir a la gente cuándo era el tiempo de sembrar o de trasquilar las ovejas.

En la lejana Asia, en Babilonia, los sacerdotes también observaban el paso del Sol. Babilonia era ya una gran civilización con poderosas ciudades, y los sacerdotes edificaron grandes observatorios desde los cuales cuidadosa y pacientemente observaban el paso del Sol, de la Luna y de las estrellas.

Esto se hacía no sólo en relación a la agricultura, porque los sacerdotes de Babilonia decían que tal como ciertas plantas crecían sólo en un cierto tiempo del año, también un gran guerrero, por ejemplo, podía sólo nacer en cierto tiempo del año, en el mes que sigue al equinoccio de primavera. Un niño que naciera, digamos, en

febrero, sería un versado sacerdote. Era así con cada mes, y aun con cada día del año. Cuando nacía un niño, los sacerdotes de Babilonia les decían a los padres qué destino tendría este niño, de acuerdo a la hora del nacimiento.

Esta es la razón por la cual los sacerdotes babilónicos observaban el Sol, la Luna y las estrellas tan cuidadosamente y por qué llegaron a ser la gente que nos dio la división del año en doce meses y en cincuenta y dos semanas, y la semana en siete días, y el día en dos veces doce horas. Todas estas medidas de tiempo se remontan hasta los sacerdotes de Babilonia, la tierra entre el Éufrates y el Tigris.

Para calcular cuántos días hay en un año, los sacerdotes de Babilonia midieron la sombra de un pilar u obelisco muy exactamente al mediodía del día más largo del año, el solsticio de verano. En ese momento la sombra sería más corta que en cualquier otro tiempo del año. Y después contaron los días hasta que la sombra nuevamente estuvo del mismo largo. Contaron 365 días. Pero al medio día del 365avo día la sombra era un poquito más larga, lo que significaba que el Sol no estaba donde había estado la última vez. Entonces esperaban otros 365 días, y al cabo de ese lapso de tiempo la sombra era todavía más larga que la primera vez. Y la misma cosa sucedía después de otros 365 días. Entonces habían ido tres veces a través de 365 días sin lograr ver el mismo largo de la sombra en el día más largo del año. La próxima vez, la cuarta, sí vieron los mismos largos de las sombras de la primera vez, pero después de 366 días, no de 365. La razón es que la duración real del año no es de 365 días, sino 365 días y un cuarto de día, o 365 días y 6 horas. Y esa es la razón por la cual tenemos un día extra — el 29 de febrero — cada cuatro años, el *año bisiesto*.

Los sacerdotes de Babilonia descubrieron al medir las sombras que la verdadera duración del año es de 365 días y un cuarto de día. Los romanos descubrieron esto de otra manera. Primero contaron 365 días, año tras año. Al cabo de cuatro años estaban sólo un día adelantados al Sol y nadie notó ninguna diferencia. Pero después de 120 años estaban un mes adelantados al Sol — llamaron abril a ese mes, pero el Sol todavía estaba en el equinoccio en marzo. Diversas cosas se intentaron para hacer que las cosas marcharan

correctamente, pero llegó a ser peor hasta el tiempo de Julio César. El César había viajado a Egipto, donde los sacerdotes sabían que el año era más largo que 365 días. Fue Julio César el que cambió el calendario romano e introdujo el año bisiesto. Y el calendario que él introdujo se llama calendario juliano.

Pero la duración del año no es exactamente 365 días y 6 horas, es de 365 días, 5 horas, 48 minutos y 45 segundos. Julio César no sabía esto, pero este pequeño error hizo que su calendario estuviera errado. Cada año la gente estaba once minutos y un cuarto atrás del Sol. Eso es muy poco en un año, pero después de 1.600 años esta pequeña diferencia era de diez días. La gente estaba diez días atrás del Sol, o se podía decir que el Sol estaba diez días adelante del calendario. Si esto hubiera continuado, la gente hubiera celebrado la Navidad un mes después del solsticio de invierno en vez de dos días después.

En 1582, el Papa de ese tiempo, Gregorio XIII, hizo otro cambio en el calendario. Primero, para poner las cosas nuevamente en su curso correcto, se borraron diez días. El jueves 4 de octubre fue seguido no por el 5, sino que por el viernes, 15 de octubre. A mucha gente no le gustó esto en absoluto. En Gran Bretaña (donde este cambio se hizo setenta años después debido a una disputa con el Papa) hubo revueltas porque la gente pensaba que el gobierno les había robado diez días de sus vidas.

Los diez días borrados del calendario sólo corrigieron el pasado error. En el futuro, para ajustar el calendario en los once minutos y un cuarto de diferencia, la regla que se sigue hasta hoy día es:

- cada cuatro años hay un año bisiesto (esto sucede cualquier año que se pueda dividir por cuatro, como 1868, 1992 o 2016).
- cada siglo *no* es un año bisiesto, *excepto* aquellos que pueden ser divididos por 400 (entonces 1700, 1800, 1900 no fueron años bisiestos, pero sí lo fueron 1600 y 2000).

El año parece ser una cosa bastante simple, pero ahora estamos viendo qué complicado es. Y aun esta complicada regla, llamada el calendario gregoriano, por el Papa, todavía no es tan correcta. Estamos ahora ganando once segundos cada año, pero como tomará alrededor de 4.000 años para que este error crezca a un día entero, no tenemos que preocuparnos por ello.

La raíz del problema es que la verdadera duración de un año no puede dividirse por ningún número entero sin un remanente, o si es calculada en decimales continuaría de manera indefinida. La duración de un año es un número irracional, como se llama ese tipo de número. El paso del Sol no puede ser puesto en números simples.

LOS RELOJES DE SOL Y LA HORA

Hemos escuchado cómo los hombres sabios de Babilonia observaban la sombra de un pilar y en la antigua Gran Bretaña observaban la sombra de las piedras de Stonehenge. Por la sombra podían decir a la gente cuándo era el tiempo de plantar el grano y cuándo era el tiempo de trasquilar las ovejas.

La sombra proyectada por el Sol es en conjunto muy interesante. En los polos — donde el Sol permanece a la misma altura durante todo el día al dar la vuelta por el cielo — ¿qué mostraría la sombra de un palo clavado en la nieve? La sombra quedaría del mismo largo durante todo el día; no se acortaría o alargaría, porque el Sol queda a la misma altura. Y daría la vuelta alrededor del palo en un círculo exacto. (Para ser preciso, se movería en espiral, acortándose o alargándose un poquito a medida que da la vuelta, dependiendo si es que el Sol estuviera subiendo o bajando.) Sabemos que mientras más alto esté el Sol en el cielo, más corta será la sombra. En los polos la sombra será bastante larga, porque el Sol no sube tan arriba.

También podemos fácilmente imaginar la sombra de un palo en el ecuador. En uno de los equinoccios el Sol sale exactamente en el Este, va hacia arriba a través del cenit (exactamente por encima de la cabeza) y después se pone exactamente en el Oeste. Al amanecer y al atardecer la sombra será muy larga, y al mediodía, cuando el Sol esté en el cenit, no habrá sombra en absoluto. Cuando el Sol salga exactamente en el Este, la sombra apuntará derecho al Oeste, y a la puesta de Sol apuntará derecho al Este. La línea desde el verdadero este al verdadero Oeste es recta, entonces ese día la sombra del palo no se moverá *alrededor* del palo en absoluto, seguirá siendo una línea recta, primero apuntando al Oeste, después acortándose más y más hasta que desaparece bajo el palo; y después apuntando al Este, alargándose más y más, pero todo el tiempo seguirá siendo la misma línea recta.

Entonces aun en las sombras el polo y el ecuador son opuestos. Durante el curso de un día en el polo la sombra conserva el mismo

largo, y da vuelta en un círculo, mientras que en el ecuador la sombra varía su largo — de largo, hasta nada, hasta largo — y se mueve en una línea recta.

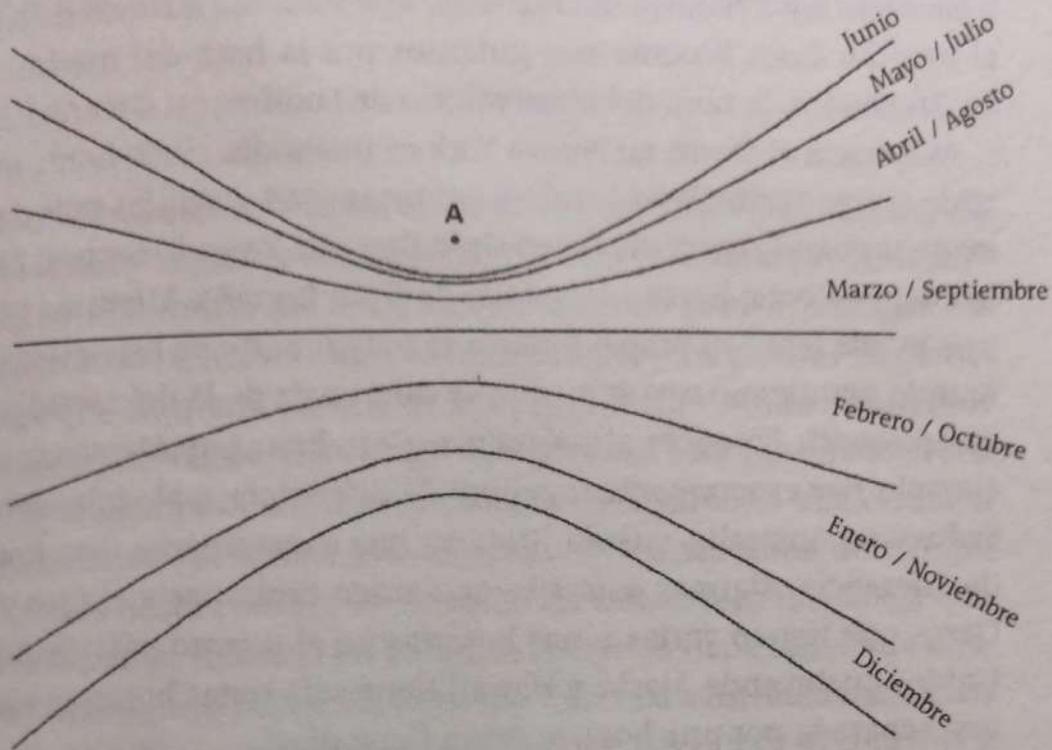
Para nosotros que vivimos en climas templados, la sombra no se moverá en línea recta o en un círculo. Variará su largo, más larga en la mañana y en la tarde y más corta al mediodía, pero ¿qué forma describirá el paso de la sombra si no es un círculo ni una línea recta?

Podemos encontrar la respuesta en un experimento. Tomen una hoja de papel, fijenla a una tabla y fijen una aguja grande o un clavo verticalmente en la madera. Ahora pongan la tabla en el alféizar de una ventana o superficie plana afuera, asegurándose de que está horizontal y que atrapa el Sol por la más posible cantidad de tiempo al día. Después, cada media hora, o lo más a menudo posible, marquen la punta donde termina la sombra.

Si todo va bien, y tenemos buen tiempo, tendremos un set completo de puntos. Al conectar estos puntos encontramos que describen una curva. Si hemos hecho esto en el invierno, cuando el Sol se levanta en el Sureste, habrá una larga sombra apuntando al Noroeste; al mediodía, cuando el Sol está en el Sur habrá una sombra más corta hacia el Norte; y a la puesta de Sol (en el Suroeste) habrá una sombra larga apuntando al Noreste.

Si hiciéramos esto todos los meses durante un año encontraríamos un grupo de curvas como se muestra más adelante. Entre estas curvas hay una línea recta, que es la sombra proyectada por el Sol en el equinoccio cuando se levanta exactamente en el Este, y se pone exactamente en el Oeste. Pero como no estamos en el ecuador, la parte de arriba de la sombra no desaparece exactamente bajo el palo, sino todavía tiene un largo, y entonces está al Norte del palo.

Una vara vertical en el Polo Norte sería un perfecto *reloj de Sol*. Dibujen un círculo alrededor de la vara y marquen veinticuatro horas alrededor de ella. La sombra entonces mostraría la hora. Pero en nuestro lugar del mundo tendríamos que poner la vara en paralelo a aquella vara en el Polo — en Edimburgo eso estaría en un ángulo de 56° a la horizontal (la latitud de Edimburgo). El *gnomon*, como se llama el puntero del reloj de Sol, está siempre en un ángulo. Si ustedes midieran el ángulo encontrarían que es siempre el mismo que la latitud del lugar donde está el reloj de Sol.



Líneas de sombra dibujadas una vez al mes en el extremo de la punta de la sombra de una vara (punto A) (según Baravalle)

Cuando la sombra es más corta, es mediodía, nuestro reloj no mostrará exactamente las doce, porque nuestros relojes no van con la hora verdadera que muestra el Sol. Durante el curso del año, el Sol a veces se mueve un poco más rápido, a veces un poco más lento, mientras que nuestros relojes se mantienen rígidamente a la misma velocidad. Entonces, puede haber diferencias de hasta quince minutos entre el mediodía del Sol y el mediodía del reloj.

Otra cosa que puede hacer aun una diferencia más grande es lo siguiente. Mientras más hacia el Oeste vayan ustedes, el Sol se levanta y se pone más tarde, y lo más tarde estará en su punto más alto al mediodía. En la latitud de Londres ($51 \frac{1}{2}^{\circ}$) por cada diecisiete kilómetros que ustedes van hacia el Oeste, el Sol se levanta un minuto más tarde. Entonces la hora local o real de Bristol es diez minutos más tarde que la de Londres. Antes de los días del ferrocarril cada ciudad o pueblo llevaba su propia hora local, y eso resultaba bien en la vida cotidiana. Pero cuando se construyó el ferrocarril y los

trenes corrían a horario, se introdujo una hora fija a través de todo el país. En Gran Bretaña nos guiamos por la hora del meridiano de Greenwich, la hora del observatorio de Londres en Greenwich.

Más hacia el Oeste, en Nueva York es mediodía cinco horas más tarde que es mediodía en Londres. Entonces son todavía las siete de la mañana cuando es mediodía en Gran Bretaña. Y yendo hacia el Este, Beijing está ocho horas adelantado de Gran Bretaña. Mientras cada país puede tener su propio horario, la mayor parte de los países del mundo mantienen una hora que se diferencia de la del Meridiano de Greenwich. Entonces, al viajar entre Gran Bretaña y Alemania, por ejemplo, hay exactamente una hora de diferencia; o al viajar desde Sydney en Australia, y Gran Bretaña, hay exactamente diez horas de diferencia. Algunos países se extienden tanto hacia el Este y el Oeste, que tienen varias zonas horarias en el mismo país: Estados Unidos (incluyendo Alaska y Hawai) tiene seis zonas horarias, cada una separada por una hora, ¡y Rusia tiene diez!

LAS ESTRELLAS QUE GIRAN Y LA ESTRELLA POLAR

Hemos considerado al Sol en conexión con la hora: la hora del día en la salida y la puesta del Sol mismo, y la hora del año por el cambio en la ruta completa del Sol. Y hemos visto los primeros relojes, los relojes de Sol, que nos dicen la hora del día, y las piedras de Stonehenge que eran una especie de reloj para el año. Ahora miraremos las direcciones del espacio, algo que también está conectado al Sol.

Si, por ejemplo, en nuestras vacaciones llegamos a una ciudad o pueblo donde no hemos estado nunca antes, nos toma un tiempo ubicarnos hasta conocer el plano de las calles. Pero una abeja que vuela desde su colmena en busca de néctar no tiene calles que atravesar, ni tampoco puede ver tan lejos. Y aun así a menudo recolectan su néctar a distancias muy lejanas fuera de la vista de su colmena y siempre encuentran el camino de vuelta. Pueden incluso hacer saber a otras abejas dónde han encontrado una abundante cantidad de néctar. Los científicos que estudian a las abejas han descubierto que las abejas encuentran su camino al saber en cualquier momento en qué ángulo del Sol han estado volando. Extrañamente, el movimiento del Sol sobre el cielo no les importa a las abejas, ni tampoco si el cielo está nublado. No encuentran su camino al mirar las marcas en el suelo (como lo haríamos nosotros), se guían por las posiciones del Sol, y a ellas no les importa que él se mueva.

Y los científicos ahora creen que no sólo las abejas, sino los pájaros que vuelan hacia el Sur en invierno (como las golondrinas que vuelan hasta el África) usan al Sol como guía para ir en la dirección correcta.

Los pájaros y las abejas nacen con esta sabiduría — o *instinto*, como se llama — que les dice cómo guiarse a sí mismas con la ayuda del Sol. Nosotros los seres humanos no tenemos esos instintos; buscamos señales — las calles de una ciudad, los caminos y senderos en el campo, o colinas, árboles y ríos cuando no existen carreteras.

Pero no existen señales en el mar. Y cuando la primera gente se aventuró en los barcos también tuvo que mirar hacia el cielo, al Sol, para que les indicara la dirección en que iban.

En los tiempos de los griegos o los romanos un barco que zarpaba desde Italia a Fenicia — esto es al Asia — navegaban en dirección al Sol naciente. Y es por eso que llamaban a estas tierras de Asia, el Oriente. La palabra "Oriente" significa "naciente". El Oriente es la tierra que queda hacia donde vemos que nace el Sol. Y tenemos el verbo "orientarse", que significa encontrar el camino. "Tengo que orientarme", significa "tengo que saber si voy en la dirección correcta". La frase "orientarse" se retrotrae a los tiempos cuando los marineros navegaban con el Sol.

Cuando el mismo barco navegaba de vuelta a Italia, a Europa, lo hacía en dirección al Sol poniente. Y Europa se convirtió en el Occidente, queriendo decir "poniéndose", la tierra del Sol poniente. Nosotros, todavía en nuestro tiempo, hablamos de los países del Cercano Oriente y el Lejano Oriente en Geografía, y la civilización de Europa y América se llama civilización "occidental". Entonces todavía usamos al Sol para orientarnos en la Geografía.

La mayoría de nuestros mapas están hechos para que aparezca el Norte arriba y el Sur abajo, el Este a la derecha y el Oeste a la izquierda. Estas cuatro direcciones (los *puntos cardinales*) se toman de la ruta del Sol por el cielo.

Todo esto se retrotrae a los primeros marinos que no tenían señales y debían guiarse por el Sol. Es maravilloso, cuando se piensa, que para encontrar la ruta acá en la Tierra, los marineros de tiempos remotos tenían que mirar al Sol.

Pero ninguno de los marinos de los tiempos antiguos se alejaba mucho de la Tierra. Sus viajes eran cortos saltos de una isla a otra, y el mar Mediterráneo tiene tantas islas que era relativamente fácil atravesar en cualquier dirección. Sólo cuando una tormenta sacaba a un barco de su curso el capitán no sabía más donde estaba con su barco, y tenía que confiar en su suerte para encontrar pronto tierra, o alguna señal. Ninguno de estos antiguos marinos se hubiera aventurado en mares desconocidos. Si un barco hacía un largo viaje, digamos desde Gibraltar hasta Constantinopla, los marinos se quedaban cerca de las costas africanas. Y si navegaban desde Gibraltar hasta Gran Bretaña, no se alejaban nunca de la costa de Portugal o Francia. La cercanía con la costa era la única manera de saber

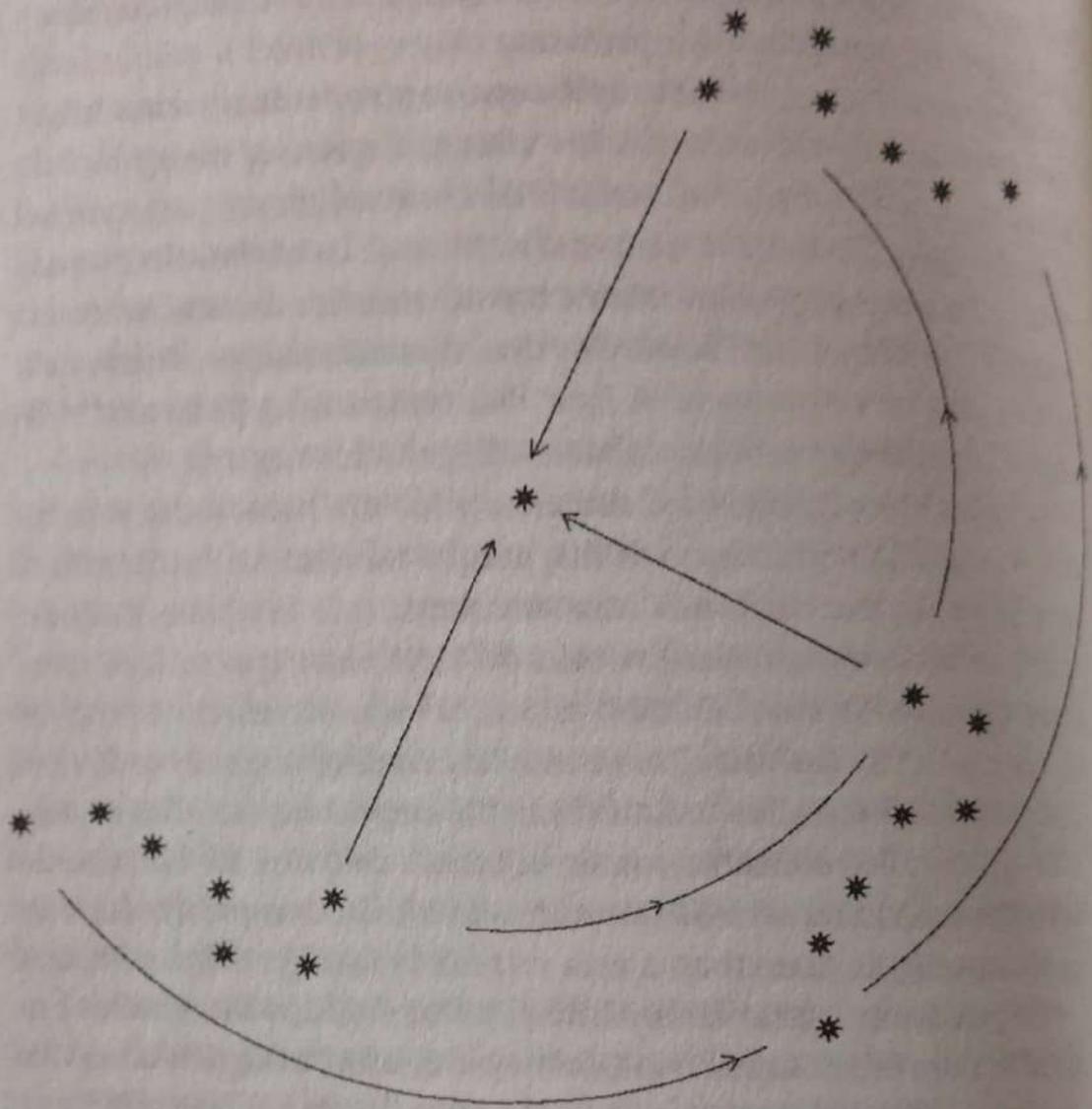
ubicarse. En el invierno, cuando las tormentas eran más probables, los barcos no navegaban simplemente.

Los primeros navegantes europeos que se atrevieron a aventurarse en mares desconocidos fueron los vikingos, quienes navegaban a Islandia, Groenlandia y Finlandia (Flaki usaba cuervos para que le indicaran la dirección a la tierra más cercana). Lo hacían sin mapas ni brújula, y nunca podían saber exactamente donde estaban en el mar; sólo podían decir, "Tomó dos días de remo hacia el Noroeste", o "tres días de remo hacia el Este". No tenían reloj para medir el tiempo exacto que se demoraban en llegar a los lugares.

Pero tanto los griegos, los romanos y los vikingos, todos tenían que navegar de noche como de día, porque no siempre encontraban una isla o un puerto donde atracar cuando caía la noche. Cuando miraban las innumerables estrellas del cielo veían que todo el cielo y las estrellas se movía. Como el Sol, el cielo estrellado se movía de Este a Oeste. Las estrellas se movían en círculos, pero todos los círculos de las estrellas tenían el mismo centro: las estrellas se movían en círculos concéntricos. En el centro de todos los círculos de estrellas había una estrella que nunca se movía, siempre quedaba en el mismo lugar. Llamaban a esta estrella la Estrella Polar, o Polaris.

Se puede encontrar fácilmente al mirar el grupo de estrellas brillantes llamado el Arado o la Osa Mayor. Si ustedes siguen una línea desde las últimas dos estrellas del Arado, llegan a la Estrella Polar. Si la observan por un tiempo podrán ver todo el Arado lentamente girando alrededor de la Estrella Polar, pero las dos últimas estrellas siempre apuntan hacia ella.

La Estrella Polar no es sólo la única estrella que se queda quieta, sino también la que se ubica exactamente en el Norte. Si ustedes miran en la dirección de la Estrella Polar están mirando exactamente hacia el Norte. Podemos ver por qué la Estrella Polar era tan importante para los marinos; podían siempre encontrarla en una noche sin nubes y mostraba exactamente dónde estaba el Norte. No importaba si navegaban hacia el Este, el Sur o el Noroeste, podían encontrar su rumbo diciendo: si la Estrella Polar está ahí en el Norte, entonces el Este está en ángulo recto, y así.



El Arado girando alrededor de la Estrella Polar, las dos últimas estrellas siempre apuntando hacia el Norte.

Los navegantes de tiempos antiguos podían orientarse de día por el Sol que está al Sur al mediodía, y de noche por la Estrella Polar que está siempre al Norte.

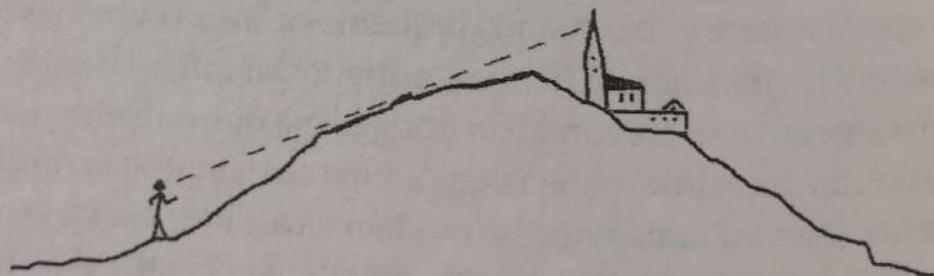
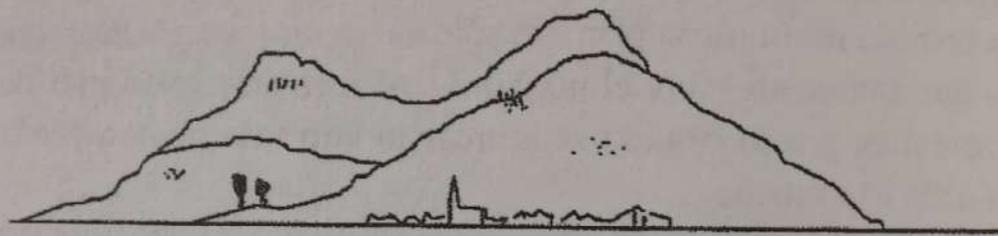
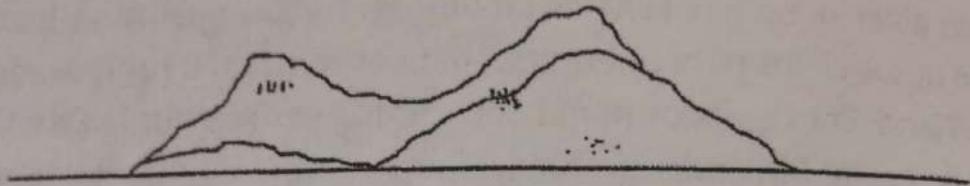
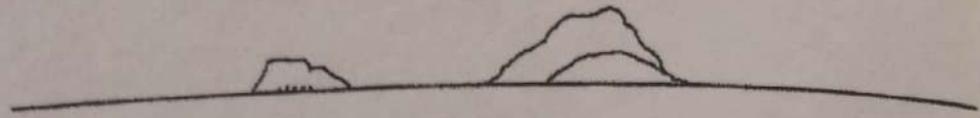
LA CURVATURA DE LA TIERRA

Los marineros de tiempos antiguos no se podían guiar por señales en mar abierto: no hay señales en el mar. Tenían que mirar hacia lo alto de los cielos para orientarse, para encontrar su camino aquí en la Tierra. Eran guiados por el Sol durante el día y por la Estrella Polar de noche. Sin embargo, había dos cosas que los marinos de la antigua Grecia notaban que los confundía.

Una cosa que los dejaba perplejos era que cuando navegaban hacia una isla montañosa primero sólo veían los picos de las montañas que aparecían sobre el horizonte. Al acercarse veían más de las montañas, y sólo cuando se acercaban aun más podían ver la costa de la isla misma.

Era mas bien la experiencia de cuando subimos un cerro y al otro lado hay una aldea con una alta torre de iglesia. Primero vemos sólo la punta de la torre al otro lado de la colina, después veremos un poco más de la torre y sólo cuando llegemos a la cima veremos todo el pueblo. Y los marinos de tiempos antiguos, al mirar la extensión del mar ante ellos, se preguntaban por qué era que este mar plano y calmo (en un día calmo) parecía una colina cuando se aproximaban a una isla. ¡Aun así sabían que no estaban navegando cuesta arriba!

La otra cosa que consideraban un enigma era la misma Estrella Polar. En el Mediterráneo, donde se navegaba más, la Estrella Polar no se ve tan alta sobre el horizonte. Si sostenemos un brazo horizontalmente y levantamos el otro para apuntar hacia la Estrella Polar, el ángulo entre los brazos no sería más de 35° . Pero cuando estos marinos del Mediterráneo navegaban hacia el Norte, digamos a la costa de Gran Bretaña, veían a la Estrella Polar más alta en el cielo; el ángulo era de 50° o más por encima del horizonte. Sabían que la Estrella Polar no se movía, pero mientras más al Norte iban, la Estrella Polar quedaba más alta, y más al Sur se veía más abajo.



Estas eran las dos cosas que más intrigaban a los marinos griegos: que al acercarse a una isla sobre un mar plano la isla aparecía como si estuvieran subiendo un cerro; y que la Estrella Polar quedara más alta en el Norte que en el Sur.

En Alejandría, la gran ciudad del saber y el conocimiento que Alejandro Magno había fundado en Egipto, había hombres sabios y

doctos que encontraron la respuesta a los enigmas de los marinos. Estos hombres sabios decían que la Tierra era redonda, era un globo.

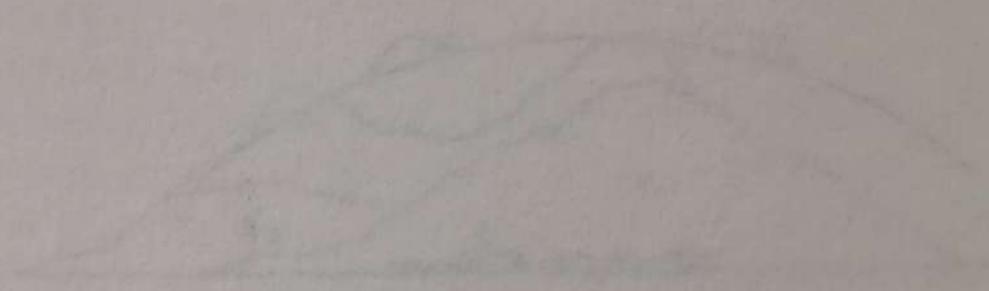
Si la Tierra es redonda, la vista desde un barco primero se posará sobre los picos de una montaña, será como subir un cerro. Si la Tierra es redonda y la Estrella Polar se ubica en el cenit por encima del Polo Norte, entonces aparecerá más y más abajo al ir más hacia el Sur. Y si ustedes fueran tan lejos como al ecuador, la Estrella Polar estaría en el horizonte. En el hemisferio Sur, por ejemplo, en Australia, no se ve la Estrella Polar en absoluto. Las estrellas allá también forman un círculo, pero no se ve una estrella en el centro de los círculos.



Es a través de estas dos observaciones de los marinos que los sabios griegos de Alejandría descubrieron que la Tierra no es plana, sino un globo redondo. Entonces ¿por qué normalmente no notamos que la Tierra es redonda? Mientras más grande es un círculo, menos se curva o más plano es. El radio de la Tierra es de casi 6.400 kilómetros, y por lo tanto la curva es tan ligera que no la notamos.

Comparemos la Estrella Polar con el Sol. En el Polo Norte la Estrella Polar se ubica en lo más alto, en el cenit justo por encima de nosotros. Pero el Sol está muy bajo y en invierno desaparece bajo el horizonte. En el ecuador el Sol se sitúa en lo más alto al mediodía en el cenit, pero la Estrella Polar está en el horizonte y no se puede ver porque el aire en el horizonte no es nunca lo suficientemente diáfano. La Estrella Polar está en lo más alto en el Polo Norte y en lo más bajo en el ecuador; el Sol está más alto en el ecuador y más bajo en el Polo Norte. La Estrella Polar está quieta; el Sol se mueve en un círculo sobre el cielo.

Entonces, los sabios griegos de Alejandría, que nunca iban muy al Norte o muy al Sur, sólo pensando acerca de las observaciones de los marinos, descubrieron que la Tierra era redonda. Fue al observar el cielo — el Sol y las estrellas — que descubrieron algo importante acerca de la Tierra. Fueron el Sol y las estrellas y la Estrella Polar especialmente, que revelaron la forma de la Tierra.



LONGITUD Y LATITUD

Los sabios griegos de Alejandría llegaron a la conclusión de que la Tierra no era plana, sino un globo. Cuando el Imperio Romano cayó frente a los Bárbaros, como muchos otros conocimientos, este conocimiento de la forma de la Tierra se olvidó y se perdió. Se necesitaron mil años para que la gente de Europa descubriera nuevamente lo que los griegos ya sabían, que la Tierra era un globo.

Si tomamos una pelota y dejamos que caiga luz en ella desde un lado, vemos la línea de la sombra: una mitad está en sombras, la otra mitad en la luz, y la línea de la sombra (que no es muy nítida) divide la parte de la luz de la parte de la sombra. Si esta pelota fuera la Tierra, la línea de la sombra iría del Polo Norte al Polo Sur. Y en un lado sería noche y en el otro sería día. Toda la gente situada a lo largo de esta línea de sombra diría, "está amaneciendo, el Sol está brillando".

La línea de sombra va desde el Polo Norte al Polo Sur, y para la gente de esa línea — digamos, de Noruega a Sudáfrica — es lo mismo, el alba. Y será lo mismo a través de todo el día: toda la gente a lo largo de esta línea de sombra continuará teniendo la misma hora a través del día y la noche.

A mediodía, toda la gente a lo largo de la línea donde estaba la sombra verá el Sol en su punto más alto. La gente situada más al Oeste lo verá más bajo, pero levantándose; y la gente de más hacia el Oriente lo verá más bajo, pero hundiéndose. Pero toda la gente de esa línea de sombra tienen la misma hora del día.

Pero una cosa es diferente. Sabemos que el Sol no está muy alto en el Norte en invierno, incluso en su punto más alto al mediodía. Pero alguien que vive en la misma línea de sombra, digamos en África, verá el Sol mucho más alto al mediodía. Entonces la gente en esta línea de sombra todas tienen la misma *hora* del día, pero ven el Sol al mediodía a diferentes *alturas*.

Podemos encontrar estas líneas de sombra dibujadas en todos los mapas. Ellas van desde el Polo Norte al Polo Sur, y se llaman

meridianos (línea del mediodía), porque toda la gente a lo largo de ella pasan por el mediodía a la misma hora. Y los meridianos de los mapas tienen números. Mientras ustedes podrían empezar a contar los meridianos en cualquier parte del globo, por consenso común el meridiano que va a través de Greenwich es el inicio en todos los mapas del mundo, y tiene el número 0, (no 1). Los meridianos son numerados como los grados en un círculo (o en un prolongador) que van desde 0° a 180° al Este de Greenwich, y de 0° a 180° al Oeste de Greenwich. El meridiano se llama la *longitud* de ese lugar. La longitud de Edimburgo es $3^{\circ}12'$ al Oeste de Greenwich, o simplemente $3^{\circ}12'W$. Nueva York está a $74^{\circ} W$, y Tokio a $139^{\circ}40'E$.

Pero para decir exactamente dónde está un lugar no es suficiente escribir cuántos grados al Este o al Oeste de Greenwich está. También necesitamos saber cuánto más al Norte o al Sur está.

Todas las líneas de los meridianos van a través de los polos como los gajos de una naranja, están relacionadas con los polos. El otro tipo de líneas deben tener algo que ver con el ecuador. Son líneas paralelas al ecuador y por lo tanto se llaman *paralelos*. El ecuador mismo empieza en el paralelo 0° , y los otros paralelos van entonces a 90° al Sur y a 90° al Norte del ecuador. Estos paralelos nos dicen la *latitud* de un lugar (quiere decir su distancia entre el ecuador y el polo.)

¿Cómo aparecerá el Sol a la gente que vive en el mismo paralelo, en la misma latitud? No tendrán la misma hora del día; tendrán el mediodía a diferentes horas. Pero cuando llegan al mediodía, la gente de la misma latitud verá el Sol a la misma *altura*.

Ahora podemos dar la exacta posición de cualquier lugar de la Tierra declarando la latitud y la longitud. Esto es particularmente útil para los barcos en el mar, cuando no tienen señales que les indiquen dónde están. Entonces, por ejemplo, Nueva Orleans queda a $30^{\circ} N$, $90^{\circ} W$; o Sydney a $33^{\circ}52' S$, $151^{\circ}12' E$.

En resumen, el meridiano, o longitud Este u Oeste de Greenwich, tiene la misma hora del día, pero el Sol de mediodía está a diferentes alturas. El paralelo, latitud Norte o Sur del ecuador, tiene diferentes horas, pero el Sol de mediodía estará a la misma altura.

EL CÍRCULO

Hemos visto los movimientos del Sol en el cielo. A pesar de que sólo vemos una parte del paso del Sol, sabemos que este paso es un círculo. Y hemos visto que las estrellas —todas las estrellas del cielo— también se mueven en círculos. Se mueven en círculos concéntricos alrededor de la Estrella Polar.

Pero el Sol mismo es un círculo, como lo vemos al amanecer y al atardecer; la Luna llena es un círculo (aun las estrellas son círculos muy pequeños). El Sol y la Luna son ellos mismos círculos y sus rutas son círculos. Un arcoíris es una parte de un gran círculo. Es como si el Sol pintara una imagen de sí mismo en la lluvia y las nubes.

Los antiguos griegos llamaban al gran mundo del Sol y la Luna y las estrellas, “aquello que hace bello al *Cosmos*”. Y así se llama también hasta hoy. *Cosmos* quiere decir “ornamento” o “bello”. Allá afuera en el *Cosmos* las luces que ustedes ven —Sol, Luna, estrellas, y sus rutas— son todo lo que los griegos llamaban la “forma perfecta”, el círculo.

El círculo celestial del Sol también trabaja en la Tierra. Si miramos los brotes de muchas flores, podemos ver que los pétalos se ubican en círculo. Pero a la luz del Sol las flores se convierten en frutos y ahora piensen cuántos tipos de fruta son globos redondeados —cerezas, naranjas, pomelos, cocos, arvejas y semillas de amapola. Si cortamos a través del tallo de la mayor parte de las plantas, podemos nuevamente ver un pequeño círculo. Incluso si cortamos a través de un tronco de árbol, los anillos no son círculos perfectos, pero están intentando ser círculos concéntricos.

Si observamos a un gato intentando estar realmente confortable, podemos ver que se enrolla en una pequeña bola. Trata de hacerse una bola o globo. Las serpientes también se enrollan en apretados y redondos anillos, y los pájaros cuando se van a dormir, a menudo esconden sus cabezas y se vuelven pequeñas bolas de plumas.

La cabeza humana que llevamos orgullosamente sobre nuestros hombros —erguida hacia el *Cosmos*, el mundo de las estrellas y el

Sol— la cabeza también es redondeada y, especialmente el cráneo que protege al cerebro, es un globo.

Todas estas cosas vivientes tienen formas redondas, y quieren formar una bola, un globo. Pero los cristales, por ejemplo, no están vivos, y su forma no es para nada redonda. Tienen bordes rectos y esquinas agudas. Los cristales no están vivos, y no hay tal cosa como un cristal redondo.

Los picos de los Himalaya — estas poderosas rocas ciertamente no están vivas — tienen afilados acantilados y picos puntiagudos. Sólo después de miles de años podrán el viento y el clima gradualmente redondearlos.

Las cosas que están muertas y sin vida tienden a estar hechas de líneas rectas y bordes afilados, mientras lo que está vivo tiende a tener formas redondeadas, como círculos y globos. Y la forma redondeada refleja al Cosmos, el mundo del Sol, la Luna y las estrellas. Podemos comprender que la vida misma viene del Cosmos. Con la luz del Sol, la Luna y las estrellas, la vida también fluye del Cosmos.

Las formas redondas, los círculos, los globos, son la escritura del Cosmos que podemos reconocer tal como reconocemos la escritura de alguien. Si encontramos una concha redonda que está muerta, la forma redonda nos dice que esto fue una vez parte de una criatura viviente y su vida vino del Cosmos.

Nosotros podemos empezar ahora a comprender por qué los griegos llamaban al círculo la forma perfecta. Es la forma de la vida.

LAS ESTRELLAS Y SIRIO

El Sol es como una trompeta que nos llama al trabajo, a ser activos. Las estrellas son más como una orquesta que nos invita a sentarnos silenciosamente y escuchar. Y la gente siempre ha sentido que de alguna manera están relacionadas con el Sol que nos llama a nuestras tareas, pero hay también algo en nosotros que siente un parentesco con las estrellas.

Hoy en día, en la era de exploración espacial, la gente no siente esta conexión con las estrellas como se sentía en tiempos antiguos. Si le hubiéramos dicho a un hombre de la antigua Babilonia o de Egipto que podemos enviar una nave espacial a Marte o Venus, hubiera dicho, "Ese es un ejercicio bastante inútil, porque si ustedes observan pacientemente los movimientos de estos planetas, cómo se ponen más brillantes o menos brillantes, las estrellas mismas les dirán todo lo que necesitan saber sobre ellas. Y es lejos más fructífero para el espíritu humano alcanzar las estrellas que enviar cuerpos humanos, que en realidad no están hechos para el viaje espacial, y deben ser puestos en una extraña armadura para sobrevivir".

Por supuesto que no podemos retroceder a las costumbres de la antigua Babilonia, pero es siempre cierto que los movimientos que pueden observarse son bastante misteriosos y maravillosos, y los consideraremos primero.

Si miramos hacia el cielo nocturno cuando no está nublado, todas las estrellas parecen iguales, excepto que algunas son más brillantes que otras. Pero si observamos pacientemente durante varias noches seguidas, podemos descubrir una estrella que cambia su posición en relación a las otras. Esa estrella que no se ha quedado en su lugar es realmente un planeta, no una estrella. Las estrellas verdaderas son todas estrellas fijas, pero las que se mueven en relación a las otras son planetas. Hay otra diferencia entre los planetas y las estrellas fijas. Las estrellas fijas brillan con luz propia, pero los planetas no tienen luz propia, sólo reflejan la luz del Sol que cae sobre ellos.

Primero consideraremos las estrellas fijas, de las cuales hay millones, mientras hay sólo nueve o diez planetas que se pueden observar desde la Tierra.² A ojo desnudo sólo se pueden ver alrededor de seis o siete mil estrellas. Con un telescopio, mientras más poderoso sea, más estrellas se pueden ver.

Desde tiempos antiguos, las estrellas fijas que están más cerca unas de otras, se agrupan juntas y se conocen con un nombre, generalmente tomado de la mitología. La Astronomía moderna ha continuado usando estos antiguos nombres (como también ha agregado algunos nuevos), entonces en un mapa de las estrellas vamos a encontrar un grupo llamado Perseo y otro llamado Andrómeda. Estos vienen del mito griego. Un grupo de estrellas fijas se llama *constelación*.

Una de las constelaciones que puede encontrarse fácilmente en los cielos del Sur en invierno es Orión. Se puede reconocer por tres estrellas en línea recta, el "cinturón" de Orión. Orión era un gran cazador, y bajo esta constelación hay otras dos, sus dos perros, el Pequeño Perro y el Gran Perro. La estrella más brillante en el Gran Perro es también la más brillante estrella fija del cielo. Se llama Sirio.

Esta brillante estrella, Sirio, ha sido siempre de gran interés para los astrónomos. En el siglo XIX hubo un astrónomo alemán, Friedrich Bessel, que hizo un estudio especial sobre Sirio. Decimos que las estrellas fijas no se mueven. Pero sí se mueven muy, muy ligeramente, y este movimiento sólo puede ser detectado con un telescopio muy poderoso. Entonces a Bessel no le sorprendió que la estrella Sirio mostrara un ligero movimiento. Pero lo que observó no fue lo que esperaba. Sirio no se movía en línea recta, sino que en una curva. Y Bessel se preguntó por qué.

Un día se le ocurrió que podía existir una estrella cerca de Sirio que tuviera un efecto en su movimiento. Bessel, que miraba a Sirio a través de un potente telescopio que mostraba muchas de las estrellas que no se pueden ver a ojo desnudo, no pudo encontrar ninguna estrella lo suficientemente cerca de Sirio como para influenciar su

² Plutón, el décimo planeta, descubierto en 1930, ha sido desde el 2006 clasificado como un planeta enano, de los cuales actualmente son conocidos cinco.

movimiento. Pero casi veinte años más tarde, en 1862, un estadounidense, Alvon Clark, construyó un telescopio más grande y potente que todos los que habían existido hasta ese momento. Tenía un hijo, un niño de catorce años, y le mostró cómo observar las estrellas a través de él. El niño dirigió el telescopio hacia Sirio y de repente exclamó, "Padre, mira, Sirio tiene una pequeña compañera".

A través del telescopio nuevo pudieron ver la estrella que Bessel no había podido encontrar. Pero Bessel, a través de su pensamiento, había deducido que Sirio tenía una compañera. La mente humana, el espíritu humano puede alcanzar las estrellas.

EL MOVIMIENTO DIARIO DE LAS ESTRELLAS Y EL SOL

De las muchas constelaciones en el cielo — existen actualmente ochenta y ocho de esos grupos que cubren todo el cielo — algunas son más importantes que otras. Mencionamos una constelación que era muy útil en antiguos tiempos, el Arado o la Osa Mayor. Desde el Arado, que se puede encontrar fácilmente en el cielo del hemisferio Norte, uno puede ubicar a la Estrella Polar. La Estrella Polar es la única estrella en el cielo que no se mueve. Todas las otras estrellas se mueven en círculos concéntricos alrededor de ella, o mas bien, todo el cielo estelar da vueltas alrededor de la Estrella Polar. Podemos observar esto si miramos cuidadosamente el cielo nocturno durante varias horas. La constelación del Arado da vueltas alrededor de la Estrella Polar, siempre apuntando hacia ella (ver página 78). Las constelaciones más allá de la Estrella Polar describen grandes círculos, tan grandes que sólo una parte del círculo está por sobre el horizonte y el resto está más bajo, donde no lo podemos ver. En un día el Arado describe un círculo completo alrededor de la Estrella Polar y, en nuestras latitudes del Norte, no está nunca bajo el horizonte.

En tiempos antiguos la gente no tenía relojes; había relojes de arena o de agua, pero muy poca gente tenía alguno de esos. Durante el día podían estimar la hora por la posición del Sol o, más exactamente, por un reloj solar. Y durante la noche miraban la posición de la constelación del Arado. El Arado rota alrededor de la Estrella Polar en aproximadamente veinticuatro horas y, con alguna práctica, es posible adivinar con bastante seguridad la hora que es. Por supuesto, no tan exacta, pero la mayor parte de la gente no necesita saber la hora exacta con los minutos y los segundos.

Sin embargo, los astrónomos de Babilonia, de Grecia y de Roma, que querían estar muy seguros de sus mediciones horarias, descubrieron algo que uno también puede observar hoy en día usando un reloj. El Arado describe un círculo completo y vuelve a la misma

posición en menos de veinticuatro horas. Existe sólo una diferencia de unos pocos minutos al día, pero después de una semana más o menos, la diferencia es bastante notoria. Nuestros relojes — tal como los relojes de arena o los relojes de Sol de los antiguos tiempos — marcan la hora del Sol. Dividimos la hora desde un amanecer al próximo en veinticuatro partes que llamamos horas. El Sol se demora veinticuatro horas en volver a la misma posición. Pero las estrellas fijas vuelven a la misma posición en menos tiempo, en alrededor de veinte y tres horas y cincuenta y seis minutos.

Podemos ver a todo el cielo nocturno estrellado dando vueltas. Pero esta rotación no se detiene durante el día ni cuando el Sol se levanta o cuando se pone. El Sol es realmente parte de la misma rotación. Pero — y esta es la diferencia — cuando se completa una rotación de las estrellas, el Sol se queda un poquito atrás y vuelve a la misma posición alrededor de cuatro minutos más tarde. Y, por supuesto, nosotros calculamos nuestro tiempo del Sol y no de las estrellas.

Este lapso de retraso entre las estrellas y el Sol significa que el Sol cambia su posición en relación a las estrellas fijas. Hay siempre estrellas en el cielo, aun durante el día, pero de día las estrellas en el cielo son invisibles porque la luz del Sol es demasiado fuerte. Podemos ver que las estrellas empalidecen todos los días al amanecer, pero están todavía ahí aunque no las podamos ver. Ustedes podrían pensar que es una lástima que no podamos ver a las estrellas que están en el cielo diurno, pero las veremos nuevamente dentro de seis meses.

Es así como la gente de los antiguos tiempos descubrió que el Sol se mueve, cambia de posición en relación a las estrellas: algunas constelaciones que están en el cielo nocturno en el invierno, en el verano están en el cielo diurno y no se pueden ver.

Si imaginamos por un momento que podríamos ver las estrellas y el Sol al mismo tiempo — el Sol en primer plano y las estrellas en el trasfondo — podríamos entonces ver al Sol situado ante una constelación particular de estrellas. Debido al desfase de cuatro minutos por día, el Sol se movería lentamente a través de esta constelación y después de alrededor de treinta días se ubicaría al frente de otra

constelación. Dondequiera que esté el Sol, esa constelación como también las vecinas son eclipsadas por la luz del Sol, pero las otras están en el cielo nocturno y se pueden ver. Las constelaciones a través de las cuales pasa el Sol forman un círculo, y cuando el Sol ha pasado por la última de estas constelaciones vuelve a la primera, tal como el puntero de nuestro reloj vuelve a las doce y luego comienza nuevamente. Tal como hay doce horas en nuestro reloj, también hay para el Sol doce constelaciones. El puntero horario de nuestro reloj describe un círculo completo en doce horas, y el Sol describe su círculo completo en doce meses, eso es por supuesto, un año.

Hay doce constelaciones a través de las cuales pasa el Sol en un año y es por eso que tenemos doce meses en un año. Una vez, en el pasado, los meses coincidían con el pasaje del Sol a través de cada constelación, pero con el transcurso del tiempo la gente ha cambiado el calendario para servir a sus propios propósitos sin tomar en cuenta la posición del Sol, entonces no podemos decir que cada mes pertenece a una constelación particular. Pero la razón por la cual tenemos doce meses en un año se debe a las doce constelaciones a través de las cuales va el Sol en un año.

EL ZODÍACO Y LOS EQUINOCCIOS

El círculo de doce constelaciones a través del cual va el Sol en un año se llama el *zodiaco*, una palabra griega que significa el "círculo de animales". Sin embargo, no todas las doce tienen nombres de animales. Hay una pequeña rima que podría ayudar a recordarlos:

El Carnero, el Toro, los Gemelos celestiales,
Al lado del Cangrejo se ubica el León,
La Virgen y la Balanza,
El Escorpión, el Arquero y la Cabra,
El Hombre que vierte el agua,
Y el Pez de brillantes colas.

Generalmente se conocen por sus nombres en latín, y uno también a menudo ve los antiguos símbolos para estas doce constelaciones: Aries γ , Tauro τ , Géminis II , Cáncer ♋ , Leo ♌ , Virgo ♍ , Libra ♎ , Escorpión ♏ , Sagitario ♐ , Capricornio ♑ , Acuario ♒ y Piscis ♓ .

Este "círculo de animales" o zodiaco no es meramente un círculo, sino un cinturón circular. La razón por la cual es importante en Astronomía es que no sólo el Sol, sino también los planetas todos se mueven a lo largo de este cinturón. Hay muchas constelaciones en el cielo, pero el Sol, la Luna y los planetas se mueven sólo dentro del angosto cinturón de estas doce constelaciones del zodiaco.

Junto con el Sol, la Luna y los planetas que se mueven a través del zodiaco, algo más también se mueve a través del zodiaco, a pesar de que no podemos verlo en absoluto, porque es sólo un punto matemático. Se mueve tan lentamente que lleva cientos de años notar que se ha movido. Aun así, este movimiento es muy importante para la humanidad entera. ¿Cuál es este extraño punto matemático?

Hay dos días en el año cuando el día y la noche son iguales, cuando hay doce horas de luz de día y doce horas de oscuridad: uno en la primavera y uno en el otoño. Se llaman *equinoccios* (del latín, *equi*, igual y *nox*, noche). El ecuador de la Tierra lleva ese nombre porque es el círculo donde el día y la noche son siempre iguales.

El equinoccio de primavera es aquel que en antiguos tiempos (cuando la mayor parte de la gente cultivaba la tierra como granjeros) era considerado como una fecha muy especial del año. Desde ese día en adelante, el día comenzaba a ser más largo que la noche, la luz del día aumentaba en intensidad y calor, y las semillas que los granjeros habían plantado echaban sus primeros brotes. Era el inicio de la primavera. Y en Egipto un toro sagrado blanco, Apis, era guiado a través de las calles para celebrar esta ocasión. ¿Por qué un toro? Porque en el tiempo del antiguo Egipto, el día del equinoccio de primavera, el 20 de marzo, el Sol se situaba en la constelación de Tauro, el Toro.

Cerca de dos mil años después, durante el tiempo de la antigua Grecia y la antigua Roma, la gente no siguió celebrando el 20 de marzo, el equinoccio de primavera. Pero si lo hubieran hecho, no habría sido un toro el que hubiera sido guiado a través de las calles, hubiera sido un carnero, porque en ese tiempo el Sol brillaba desde la constelación de Aries, el Carnero, el 20 de marzo. Y si tuviéramos tal costumbre hoy en día, tendríamos que llevar dos peces a través de las calles, porque ahora el Sol está situado en la constelación de Piscis, los Peces, el 20 de marzo.

La posición del Sol en el equinoccio de primavera, o el *punto vernal*, se ha movido a través de tres constelaciones desde el tiempo del antiguo Egipto: Tauro, Aries, Piscis. Este movimiento se llama la precesión del equinoccio. Pero ¿por qué nos tendría que importar a nosotros donde se sitúa el Sol el 20 de marzo?

Alrededor del año 1.400 dC. un número de grandes cosas se empezaron a descubrir o a inventar. En este tiempo empezaron los viajes europeos de descubrimiento que llevaron al descubrimiento de América y culminaron en la navegación alrededor del mundo. Se hicieron nuevas invenciones, tales como la imprenta, que dio la posibilidad a mucha gente de tener libros y aprender sobre el mundo. También se inventó la pólvora, y las armaduras de los caballeros llegaron a ser inútiles. Desde ese tiempo en adelante, el flujo de descubrimientos e invenciones nunca se detuvo. Durante los seiscientos años siguientes al 1.400, se han descubierto e inventado más cosas que en todos los miles de años de la historia humana antes de 1.400.

Esto no es, como uno podría pensar, porque los griegos o los romanos no eran lo suficientemente inteligentes. Por ejemplo, Heron, un griego inteligente de Alejandría, construyó un pequeño artefacto que usaba el vapor del agua hirviendo para dar vuelta una rueda, pero esto era sólo juguete para divertirse y nadie pensó que esta idea pudiera tener un uso práctico. Los griegos y los romanos eran tan inteligentes como nosotros, pero no estaban interesados en las invenciones técnicas. Lo que ha cambiado es el interés humano.

Los intereses de los egipcios y de los babilonios eran diferentes de aquellos de los griegos, tal como los intereses de los griegos no eran los mismos que los nuestros. Cuando el equinoccio de primavera pasa de una constelación a otra ahí se produce un cambio en el interés humano. Hay gente que dice que cuando venga el próximo cambio, cuando el equinoccio de primavera pase de la constelación de Piscis, los Peces, a la constelación de Acuario, el Portador de Agua, entonces la humanidad va a estar más interesada en temas espirituales que en cosas materiales, y tendrá un sentimiento mucho más fuerte de que todos somos hermanos y hermanas y debemos ayudarnos mutuamente. Entonces el movimiento de este punto matemático del equinoccio vernal significa algo para la humanidad.

EL AÑO CÓSMICO O PLATÓNICO

El equinoccio de primavera, el punto en que el Sol se sitúa el 20 de marzo, se mueve a través del zodiaco. Mientras el Sol se mueve alrededor de todo el zodiaco en doce meses, los astrónomos han calculado que toma alrededor de 25.920 años para que el equinoccio de primavera se mueva alrededor del zodiaco. Este es un tiempo largo, pero es una figura que es interesante por otra razón. Respiramos a un promedio de alrededor de dieciocho veces por minuto, y eso suma 25.920 veces en un día.

Los astrónomos griegos, que calcularon esta cifra de 25.920 años, llamaron a este movimiento del equinoccio de primavera alrededor del zodiaco un *Año Cósmico*, o un *Año Platónico*, en honor al filósofo griego Platón. Entonces, el Año Cósmico tiene una duración de 25.920 años corrientes. Entonces ¿qué duración tiene un mes cósmico? Al dividir 25.920 por 12, es 2.160 años. Este es el lapso que demora el equinoccio de primavera en pasar a través de una constelación del zodiaco. Durante 2.160 años el equinoccio de primavera está en la misma constelación, moviéndose lentamente a través de ella. Y después pasa a la siguiente constelación.

Durante este tiempo los intereses de la humanidad cambian. La civilización egipcia estaba en el "mes cósmico" del Toro, los griegos vivían en el mes cósmico del Carnero y nosotros estamos ahora en el mes cósmico de los Peces.

Un mes ordinario tiene 30 días. Al dividir el mes cósmico de 2.160 años por 30 llegamos al "día cósmico" de setenta y dos años. Un día cósmico dura setenta y dos años, que consiste de 25.920 días ordinarios, lo que significa que un día ordinario es una "respiración cósmica". O, en otras palabras, una respiración cósmica dura tanto como 25.920 respiraciones humanas.

Nuestra propia respiración y aun nuestra vida están armonizadas con el gran ritmo del Cosmos. Pero nuestra respiración no es algo separado de toda nuestra organización: nuestros latidos del corazón están armonizados con nuestra respiración. Y cuando

late nuestro corazón, la sangre fluye a través de nuestro cuerpo. Los ritmos más importantes de nuestra vida se armonizan con los ritmos del Cosmos. Y entonces no es tan extraño que un cambio en el Cosmos, por ejemplo, cuando el equinoccio de primavera pasa desde la constelación del Carnero a la constelación de los Peces, es acompañado por un cambio en la manera cómo sienten los seres humanos y hacia dónde van sus intereses.

Otra cosa que cambia con el movimiento del equinoccio de primavera es la Estrella Polar, la estrella que se queda en el mismo lugar, mientras todo el cielo con todas las estrellas en él dan vueltas a su alrededor. Pero la estrella que llamamos la Estrella Polar en nuestro tiempo no es la misma estrella que aquella que los egipcios y los babilonios veían como su Estrella Polar.

Durante el largo curso del tiempo, diferentes estrellas fueron la Estrella Polar, y todas las estrellas que, una después de la otra, llegan a ser la Estrella Polar, se ubican en un pequeño círculo. El tiempo que toma para que todas las estrellas en el pequeño círculo hayan tenido su turno en ser Estrellas Polares es de 25.920 años.

¿Por qué la Estrella Polar no es siempre la misma estrella? Hemos dicho que todo el cielo estrellado está rotando — es así como se nos aparece a nosotros — aunque realmente es la Tierra la que está rotando sobre su eje, y su eje apunta en una cierta dirección, a la Estrella Polar. Cuando vemos a la Estrella Polar, vemos la dirección a la cual apunta la Tierra.

Si tomamos un antiguo trompo de madera y lo hacemos dar vueltas, no se quedará exactamente erguido, sino que se balanceará un poco (especialmente al final, cuando su movimiento se pone más lento). El eje de la Tierra tiene un ligero balanceo, y esto significa que apunta en diferentes direcciones, pero siempre describiendo un círculo. Es un balanceo muy lento, pero debido a él el eje apunta a diferentes estrellas que a su vez se convierten en la Estrella Polar.

Entonces toda la Tierra está involucrada en este gran ritmo cósmico de 25.920 años.

LOS SIETE PLANETAS CLÁSICOS

¿De dónde vienen los nombres de los días de la semana? Poca gente aún sabe que vienen de la Astronomía. El sábado toma su nombre del planeta Saturno. El domingo, del Sol (Sun= Sol / day= día, en inglés) y el lunes de la Luna. El martes viene del dios nórdico, Tiu (o Týr); los romanos llamaban al mismo dios, Marte, y en francés el día se llama *mardi*, el día de Marte. Marte es un planeta. El miércoles viene del dios nórdico Odin, a quien los romanos llamaron Mercurio, y en francés este día es *mercredi*. Es el día del planeta Mercurio. El jueves viene del dios del trueno y el relámpago, Thor, a quien los romanos llamaron Júpiter, en francés el día es *jeudi*. Es el día del planeta Júpiter. Y el viernes es el día de la diosa nórdica de la belleza, Freia, cuyo nombre romano es Venus, y los franceses llaman a este día *vendredi*. Es el día del planeta Venus.

Saturno, Sol, Luna, Marte, Mercurio, Júpiter, Venus, estos son los siete cuerpos celestes que pueden ser vistos a ojo desnudo que cambian su posición en relación a las estrellas fijas del zodiaco. Son las "estrellas errantes" o *planetei* en griego, de la cual obtenemos nuestra palabra *planeta*. Y estos cuerpos celestes errantes están siempre en las constelaciones del zodiaco.

Estos siete cuerpos celestes, sin embargo, se mueven a distintas velocidades a través del zodiaco. Los antiguos astrónomos concluyeron que mientras más tiempo tarde un planeta en dar una vuelta al zodiaco, más lejos está de la Tierra. Pensaban que las rutas de los siete cuerpos celestes eran círculos concéntricos que, como descubriremos, no es tan verdadero.

Como las siete estrellas errantes tienen diferentes velocidades, los astrónomos hablan de planetas más rápidos o más lentos, pero debemos tener en mente que sólo notamos que un planeta se está moviendo observándolo por un largo período. Los movimientos de los planetas son como el crecimiento de una planta. Toma un tiempo antes de que podamos ver que la planta ha crecido, y aun así la planta está continuamente creciendo y los planetas continuamente moviéndose.

Veamos cuánto se demoran en dar la vuelta al zodiaco. Los tiempos que aquí aparecen son aproximados, pero por ahora sólo estamos comparando su velocidad.

Luna	1 mes
Mercurio	12 meses
Venus	12 meses
Sol	12 meses
Marte	2 años
Júpiter	12 años
Saturno	30 años

Mercurio, Venus y el Sol, a cada uno le toma un año para moverse alrededor del zodiaco. Mientras el Sol se mueve lenta y continuamente, Mercurio a veces se precipita hacia delante y a veces se queda atrás — tres veces al año precipitándose hacia delante y tres veces al año quedándose atrás, se podría decir que Mercurio tiene un tipo de movimiento de alrededor de cuatro meses. Venus hace algo similar, pero más lentamente. Por esta razón los astrónomos griegos llamaban a Mercurio y Venus los planetas más rápidos y los situaban entre la Luna y el Sol.

Si miramos estos tiempos, podemos ver que la Luna es veinticuatro veces más rápida que Marte, la Luna y Marte son como una hora es a un día. A Júpiter le toma doce años, en un año va sólo tanto como el Sol en un mes. Entonces Júpiter es para el Sol como un año es para un mes. Esto es opuesto a la relación Sol-Luna, donde la Luna es al Sol como un mes es a un año. Saturno necesita un largo tiempo, treinta años, para completar su vuelta al zodiaco, esto es trescientos sesenta meses o casi tantos meses como el Sol se toma días. Entonces Saturno es al Sol como un mes a un día. Se podría decir que Saturno se toma tantos años como la Luna se toma días para completar una vuelta. Entonces Saturno es a la Luna como un año es a un día.

Podemos ver que las rutas de los siete cuerpos celestiales y el ritmo al cual se mueven están interrelacionados en un diseño maravilloso. El Sol, la Luna y los planetas "están a tono" unos con

otros y se mueven en armonía. Y como vimos en el movimiento del equinoccio de primavera, nosotros mismos con nuestra respiración y nuestros latidos del corazón estamos conectados con los ritmos del Cosmos. Entonces el ser humano y el Sol, la Luna, los planetas, son todos parte del gran diseño que se escribe en el cielo como las constelaciones del zodiaco.

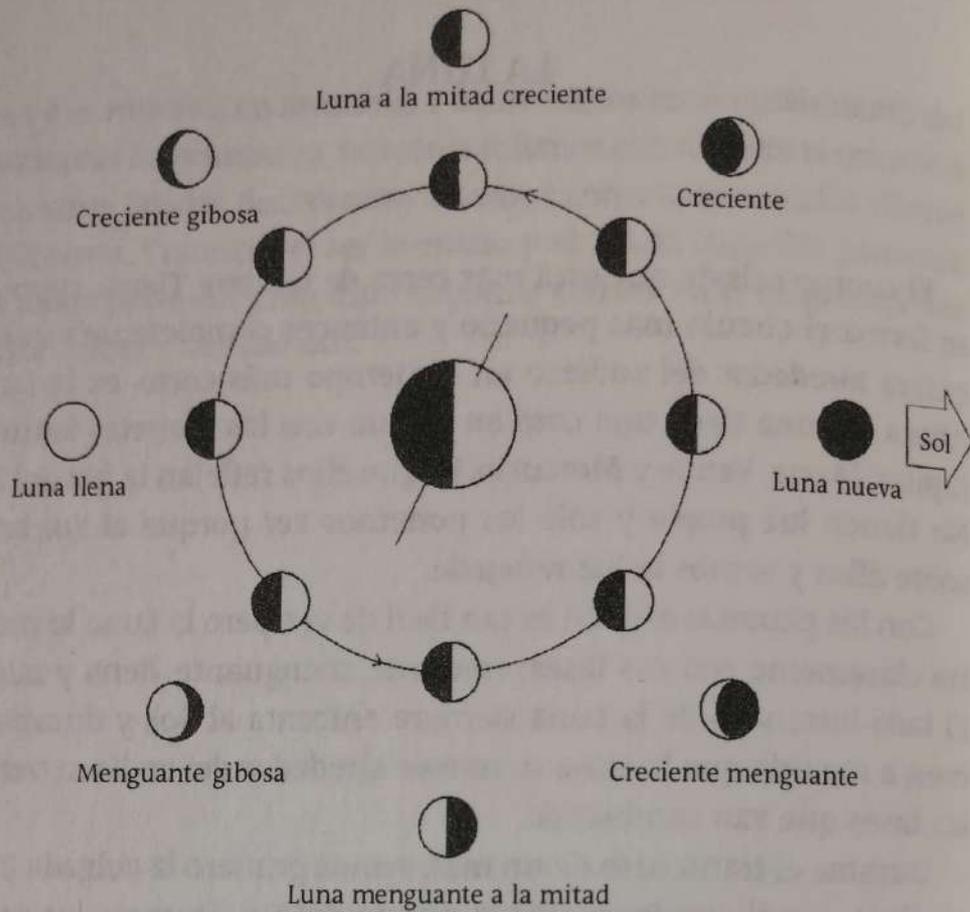
LA LUNA

El cuerpo celeste que está más cerca de nuestra Tierra, cuyo paso forma el círculo más pequeño y entonces completa una vuelta entera alrededor del zodiaco en el tiempo más corto, es la Luna. Ahora, la Luna tiene una cosa en común con los planetas Saturno, Júpiter, Marte, Venus y Mercurio. Es que ellos reflejan la luz del Sol. No tienen luz propia y sólo los podemos ver porque el Sol brilla sobre ellos y vemos la luz reflejada.

Con los planetas esto no es tan fácil de ver, pero la Luna lo muestra claramente con sus fases: creciente, menguante, llena y nueva. El lado luminoso de la Luna siempre enfrenta al Sol, y durante el mes, a medida que la Luna se mueve alrededor del zodiaco, vemos las fases que van cambiando.

Durante el transcurso de un mes, vemos primero la delgada Luna creciente en el atardecer, tras la puesta del Sol. Durante los próximos días crece — está creciente — hasta alrededor de una semana después que está a la mitad. La Luna continúa creciendo alrededor de una semana más, hasta que llega a estar llena. En esta fase de Luna llena, está siempre en la constelación del zodiaco opuesta a la del Sol. Cuando el Sol está en Aries, la Luna llena está en Libra, y un mes después, cuando el Sol está en Tauro, la Luna llena está en Escorpión, y así sigue.

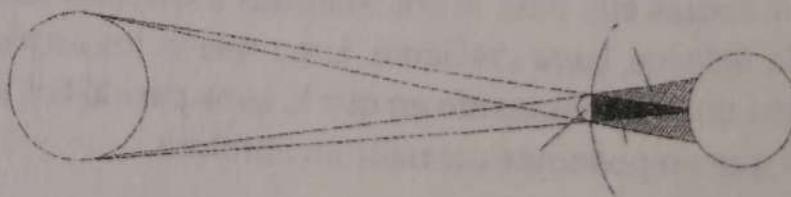
Después de estar llena empieza a empequeñecerse, a menguar. La forma sesgada entre mitad de Luna y Luna llena se llama *gibosa*. Y continúa menguando hasta pasar la mitad, y llegar a una Luna menguante creciente, lo que se puede ver temprano por la mañana antes del amanecer. Después la Luna no está visible durante dos o tres días, mientras ella pasa al Sol. Mientras a nosotros nos gusta llamar a la delgada Luna creciente, Luna nueva, los astrónomos llaman Luna nueva al momento en que la Luna pasa al Sol, justo al tiempo en que no podemos ver nada en absoluto.



Las Fases de la Luna

Generalmente la Luna nueva está un poquito por encima o por debajo del Sol, pero una o dos veces (rara vez tres veces) al año la Luna nueva se ubica en frente del Sol y entonces el disco negro de la Luna oscurece el disco brillante del Sol entera o parcialmente, dependiendo de la ubicación de la Luna. Esto es un *eclipse* de Sol.

El diagrama siguiente muestra un fino punto de sombra total, el *cono de sombra*, que llega a la Tierra.

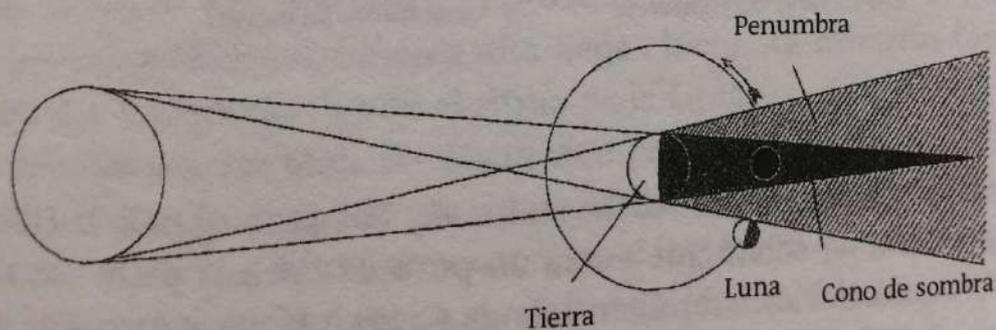


Un eclipse de Sol

Si coincide que estamos parados justo en esa parte de la Tierra durante el eclipse, estaríamos totalmente en sombras: el Sol estará completamente oscurecido o eclipsado. Alrededor de la sombra oscura hay otra parte donde hay sombra parcial, la *penumbra*. Si estuviéramos parados en esta penumbra, seríamos capaces de ver parte del Sol, pero una parte estaría bloqueada: veríamos un eclipse parcial.

Al pasar la Luna a través del disco del Sol, la sombra se mueve, y por cada eclipse total la sombra se mueve a través de la Tierra de Oeste a Este, trazando una línea. Entonces, si queremos ver un eclipse de Sol, tenemos que estar en la parte correcta de la Tierra para verlo. Los astrónomos viajan miles de millas para observarlo.

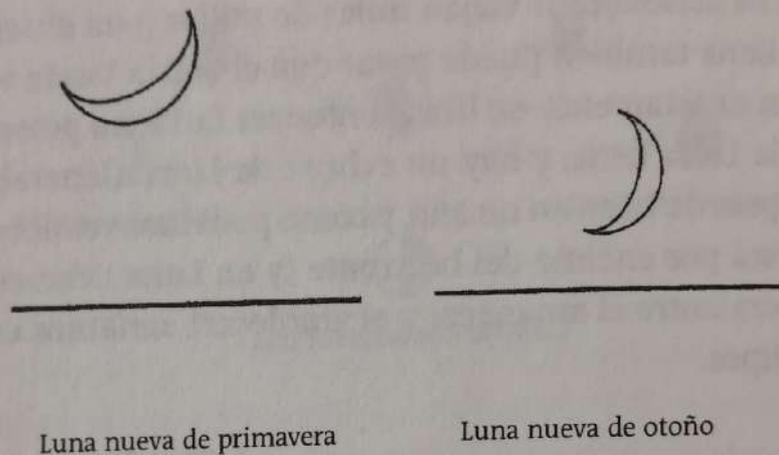
En Luna llena también puede pasar que el Sol, la Tierra y la Luna se ubican exactamente en línea. Entonces la Tierra proyecta su sombra en la Luna llena, y hay un eclipse de Luna. Generalmente hay dos eclipses de Luna en un año, y como podemos ver del dibujo, si la Luna está por encima del horizonte (y en Luna llena eso es a cualquier hora entre el amanecer y el atardecer), seríamos capaces de ver el eclipse.



Un eclipse de Luna

Por supuesto, la Tierra está siempre proyectando una sombra, pero si no hay nada en donde caiga, no la podemos ver. Pero cuando la Luna llena se alinea con la Tierra y el Sol, entonces la sombra de la Tierra cae en ella. En un eclipse de Sol la sombra de la Luna cae en la Tierra. En un eclipse de Luna la sombra de la Tierra cae en la Luna. Tal como la Tierra proyecta una sombra desde su lado oscuro, también su lado luminoso, el lado de día, refleja la luz del Sol.

Nuevamente este reflejo va hacia el espacio y no lo notamos. Pero hay ocasiones en que uno lo puede notar. Si hay un cielo claro cuando aparece la delgada Luna nueva, podemos ver a la antigua Luna en los brazos de la Luna nueva. La parte oscura de la Luna todavía es visible, suavemente iluminada por la luz azulosa refleja que viene de la Tierra, el brillo de la Tierra. La primavera es la mejor estación para ver esto. Esto se debe a que la Luna nueva en primavera se ubica más arriba en el horizonte que otras veces.



La Tierra y la Luna reciben su luz del Sol, pero cuando la Luna está nueva, no solamente envía un poco de luz a la parte oscura de la Tierra, la Tierra también manda su luz a la parte oscura de la Luna. Es un tiempo cuando la Tierra y la Luna se saludan con luz; es diferente del tiempo de los eclipses, cuando proyectan sombras una sobre la otra. Durante la Luna nueva, su lado oscuro se ilumina un poco por la luz que nuestra Tierra manda al Cosmos.

LAS MAREAS Y OTRAS INFLUENCIAS LUNARES

La Luna se mueve más rápido por el zodiaco que el Sol, y su movimiento es también más fácil de observar. Si miramos por la ventana a las ocho de la noche, vemos a la Luna situada justo por encima de la copa de un árbol; no la veremos ahí el próximo atardecer a la misma hora. Llegará ahí cincuenta minutos más tarde, a las ocho cincuenta. Y la razón para esto es que la Luna ha cambiado su posición, se ha movido en relación al Sol.

Hay mucha gente que sabe de estos cincuenta minutos en que la Luna llega tarde al mismo lugar sin nunca mirar hacia la Luna. La gente que vive cerca del mar conoce las mareas. En la mayor parte de los mares y océanos hay dos tipos de marea cada veinticuatro horas. Si hay marea alta a las ocho de la mañana, hay una segunda marea alta a las ocho y veinticinco de la tarde. Y la próxima marea es a las ocho cincuenta de la mañana siguiente. Entonces entre una marea de una mañana y la próxima, hay veinticuatro horas y cincuenta minutos. La marea alta llega cincuenta minutos tarde cada día: las mareas siguen el ritmo de la Luna.

Pero las mareas altas no llegan siempre a la misma altura. Las mareas altas de mayor altura y las mareas bajas de menor altura (llamadas *mareas de primavera*, según el inglés antiguo, *springere*, que significa elevarse o brotar, no de la estación llamada primavera) se producen siempre alrededor del tiempo de la Luna llena o la Luna nueva. Las mareas de menor cambio (alrededor del tiempo de la media Luna creciente o menguante) se llaman *mareas muertas*. Entonces la Luna tiene ciertos efectos en las cosas que pasan en la Tierra.

Hay también otros efectos más sutiles de la Luna. Alrededor de 1920 una científica alemana, Lily Kolisko, plantó las semillas de zanahorias, rabanitos y otros vegetales, tres días antes de la Luna llena, o sea en la fase creciente. Y también plantó el mismo tipo de semillas tres días antes de la Luna nueva, en la fase menguante. Las plantas de la fase creciente lo hicieron mucho mejor, crecieron más rápido y fueron más resistentes que las plantas de la fase menguante.

Desde ese tiempo muchos jardineros y granjeros de todo el mundo han seguido el consejo de esta científica y han ganado con ello.

Hay otros efectos aun más sutiles de la Luna. Las enfermeras que trabajan en los hospitales con gente mentalmente enferma, saben que al tiempo de la Luna llena muchos de estos pacientes se ponen mucho peor y más difíciles de manejar. Esto era tan conocido en antiguos tiempos, que los locos eran llamados "lunáticos", que viene de la palabra latina *luna*, la Luna. Un "lunático" significaba alguien que reacciona demasiado fuertemente a la influencia de la Luna llena. Pero también hay un lado bueno de la influencia mental de la Luna llena. Los escritores, poetas, compositores de música, gente que necesita mucha imaginación para su trabajo tienen más ideas en el tiempo de la Luna llena que en otros tiempos.

Los campesinos de la Edad Media siempre estimaban que la lluvia era más probable al tiempo de la Luna llena o de la Luna nueva. Después vinieron los científicos a decir que todo era superstición. Pero hace algunos años un meteorólogo australiano, Bowen, investigó la frecuencia de la caída de la lluvia en lugares de todo el mundo y por períodos largos de tiempo y encontró que los campesinos estúpidos no habían sido tan estúpidos y que la lluvia es de verdad más frecuente en los tiempos de la Luna llena y de la Luna nueva.

Hay muchos ejemplos de la influencia de la Luna en el mundo animal. Uno de los casos más extraños es el del gusano palolo, un gusano de mar que vive en el Océano Pacífico. Este gusano es considerado una exquisitez por los nativos de Samoa, pero ellos sólo pueden disfrutar de comer sus gusanos palolo fritos sólo una vez al año. Justo al amanecer, una semana después de la Luna llena que sigue al equinoccio, los gusanos salen de lo profundo del mar, donde viven, para depositar sus huevos. Suben por millones y la gente de Samoa los atrapa. Nadie sabe cómo los gusanos conocen la fase de la Luna, porque la Luna llena no aparece en la misma fecha todos los años. Pero cualquiera que sea la fecha de ese año, ese día los gusanos suben a la superficie. No pueden ver a la Luna en la profundidad del mar donde viven, entonces es un misterio cómo calculan el depósito de sus huevos tan exactamente.³

³ L. Kolisko, *La Luna y el Crecimiento de las Plantas*, Prensa Antroposófica, Londres 1938. Caída de la lluvia y fases: E.G. Bowen, artículo en el *New Scientist*, 7 de marzo de 1963. El gusano palolo: Ralph Buchsbaum, *Animales sin columna vertebral*, Estados Unidos, 1938.

Como hay influencias tan extrañas relacionadas con la Luna, no es sorprendente que haya muchas fábulas y leyendas sobre ella. Existe una muy hermosa que viene de África.

Cuando nosotros en Europa miramos la Luna llena, vemos sus manchas oscuras como una especie de cara y la llamamos "el hombre en la Luna". Pero para los africanos estas manchas parecen un animal, una liebre, y cuentan una historia de cómo la liebre llegó allá arriba. Dicen que en tiempos muy antiguos los seres humanos podían ver que cuando una persona moría, el alma iba hacia Dios en la luz del Sol y la Luna y las estrellas, lo podían ver como nosotros podemos ver las nubes o el arco iris en el cielo. Y porque podían ver lo que pasaba después de la muerte, no tenían miedo de morir. La muerte era para ellos no más que un viaje hacia otras tierras. Pero a medida que el tiempo fue pasando, los hombres perdieron la habilidad de ver hacia dónde van las almas de los muertos y entonces empezaron a tener miedo de la muerte, le temían a la muerte.

Y el espíritu lunar tuvo compasión de esta pobre gente en la Tierra. Le dijo a la liebre, "Tú serás mi mensajero. Anda hacia los hombres de la Tierra y diles que miren a la Luna. Tal como la Luna mengua más y más después que ha estado llena y desaparece en la Luna nueva, pero después aparece nuevamente como la delgada Luna que crece y crece, así las almas de la gente que ha muerto y desaparecido vendrán y vivirán nuevamente. La Luna nueva no es el fin de la existencia de la Luna y la muerte no es el fin de la existencia humana".

La liebre obedeció y fue hacia los hombres de la Tierra para llevarles el mensaje de la Luna. Pero los hombres no escucharon: cazaron a la liebre, disparándole flechas, y la persiguieron con sus perros, entonces la liebre escapó sin entregar el mensaje. Y el espíritu lunar se enojó con la liebre y la tiró hacia la Luna donde los africanos todavía la pueden ver hoy en día. Pero, ¿cómo supo la gente entonces lo que el espíritu lunar había dicho a la liebre? Las tribus africanas dicen que la Luna les susurró su mensaje a hombres sabios y buenos en sus sueños. Como no hay tantos hombres buenos y sabios por ahí, ha habido siempre sólo unos pocos a los cuales la Luna les ha podido hablar en sus sueños, y ellos se lo dijeron a los demás.

PASCUA DE RESURRECCIÓN

La primavera es el tiempo del equinoccio vernal, el tiempo cuando ni la noche ni el día son más largos, cada uno dura exactamente doce horas. Al tiempo del equinoccio de primavera el Sol brilla desde la dirección de la constelación del zodiaco que es tan importante para nuestro tiempo como la constelación del Toro lo fue para el antiguo Egipto, o el Carnero fue para Grecia y Roma. En nuestro tiempo la constelación donde se sitúa el Sol al tiempo del equinoccio de primavera es Piscis. Los peces se mueven libremente en los océanos, ellos recorren a lo largo y a lo ancho (piensen en los salmones que nadan miles de millas desde el Océano Atlántico río arriba). Nuestro tiempo es un tiempo cuando la gente debe recorrer a lo largo y a lo ancho y explorar el mundo, también con su mente y su espíritu. Ese es el mensaje que la luz del Sol nos trae en el equinoccio de primavera, el 20 de marzo, cuando el Sol se sitúa ante la constelación de Piscis.

El 20 de marzo es también llamado el comienzo de la primavera en nuestros calendarios (por supuesto, es diferente en el hemisferio Sur). Es el tiempo cuando la naturaleza en torno a nosotros crece y brota, cuando dejamos atrás los días fríos del invierno y hay nueva vida por todos lados. En el cuento africano hemos escuchado cómo a la gente de la Tierra se le decía de mirar hacia arriba y aprender de la Luna menguante que la Luna nueva no es un fin, pero que será seguida de la Luna creciente, la señal de nueva vida. Antes de Pascua de Resurrección esta media Luna creciente no solamente está en lo alto del cielo, sino acá en la Tierra también las cosas están creciendo. La vida en la Tierra también nos cuenta: en invierno los árboles pueden verse muertos y desprovistos de hojas, los campos pueden lucir muertos y vacíos, pero sólo es una apariencia, porque ahora hay nueva vida por todas partes. Entonces en Pascua de Resurrección la naturaleza que nos rodea, y la Luna en el cielo, el Sol y las estrellas, todos tienen un mensaje especial para nosotros durante este tiempo especial del año.

En el cuento africano, en un tiempo ya muy lejano, la gente no le temía a la muerte, porque podían ver las almas de aquellos que habían muerto elevarse en la luz del Sol, la Luna y las estrellas. Pero más tarde perdieron esta habilidad y no pudieron seguir viendo lo que pasa después de la muerte, entonces, vivían con el temor de la muerte. En los tiempos de la antigua India, como escuchamos en la historia de los hermanos Pandu, la gente aun esperaba a la muerte, estaban contentos de dejar la Tierra. Gilgamesh, en cambio, quien vivió cuatro mil años más tarde, ya le temía a la muerte.

Fue para mostrarnos que la muerte no es un fin, pero el comienzo de una nueva vida, que Cristo pasó a través de la muerte y se levantó de la tumba. Eso fue lo que sucedió durante la primera Pascua de Resurrección.

Entonces, ¿por qué Pascua de Resurrección no cae en la misma fecha todos los años? Los primeros cristianos decían, "La muerte y la resurrección de Cristo no es solamente algo que concierne a la gente de la Tierra, es un gran evento del Cosmos, y cuando celebramos Pascua de Resurrección queremos tomar en cuenta al Cosmos, al Sol y a la Luna y a las estrellas".

Así, crearon la siguiente regla: El domingo de Pascua de Resurrección es el primer domingo después de la Luna llena que sigue al equinoccio de primavera. Domingo significa el día del Sol, entonces eso toma en cuenta al Sol. Después de la Luna llena, eso toma en cuenta a la Luna. Y después del equinoccio de primavera, toma en cuenta a las estrellas con las cuales está el Sol durante el equinoccio.

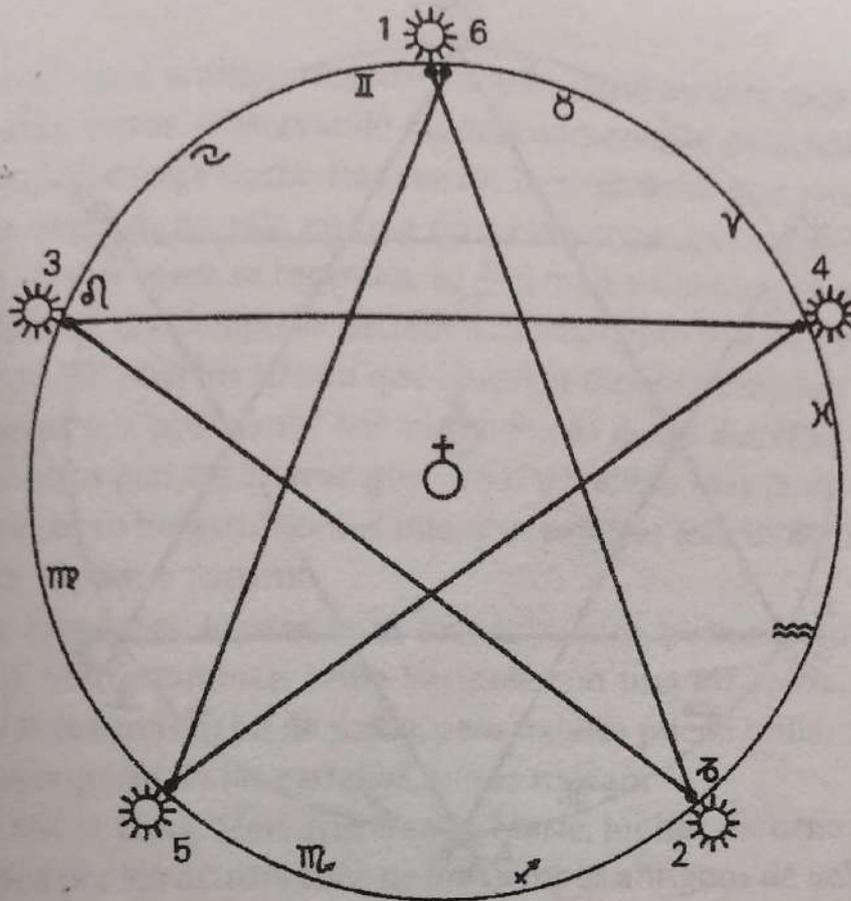
Esta es la razón por la cual Pascua de Resurrección no cae siempre en la misma fecha. La Navidad es siempre el 25 de diciembre, pero la fecha de Pascua de Resurrección cambia de año en año. Puede ser tan temprano como el 22 de marzo o tan tarde como el 25 de abril. Pascua de Resurrección es el festival de la vida, el triunfo de la vida sobre la muerte, es una celebración de toda la nueva vida que surge con la primavera, y toda la vida está conectada a los ritmos del Cosmos.

LOS PLANETAS

Llegamos ahora a los demás cuerpos celestes que se mueven alrededor del zodiaco, los planetas Mercurio, Venus, Marte, Júpiter y Saturno. El más brillante de estos planetas es Venus. Venus es un planeta que nunca se aleja del Sol; aparece antes del amanecer, en la mañana, y entonces lo llamamos la estrella de la mañana, o sigue al Sol y resplandece después del atardecer y lo llamamos la estrella de la tarde. Tanto la estrella de la mañana como la estrella de la tarde son el mismo planeta, Venus. Por supuesto, Venus es un planeta, no una estrella, no tiene luz propia y, como la Luna, sólo refleja la luz del Sol. (Los planetas Mercurio y Venus, como la Luna, muestran fases, pero toman mucho más tiempo que la Luna, y necesitamos binoculares o un telescopio para observarlas.)

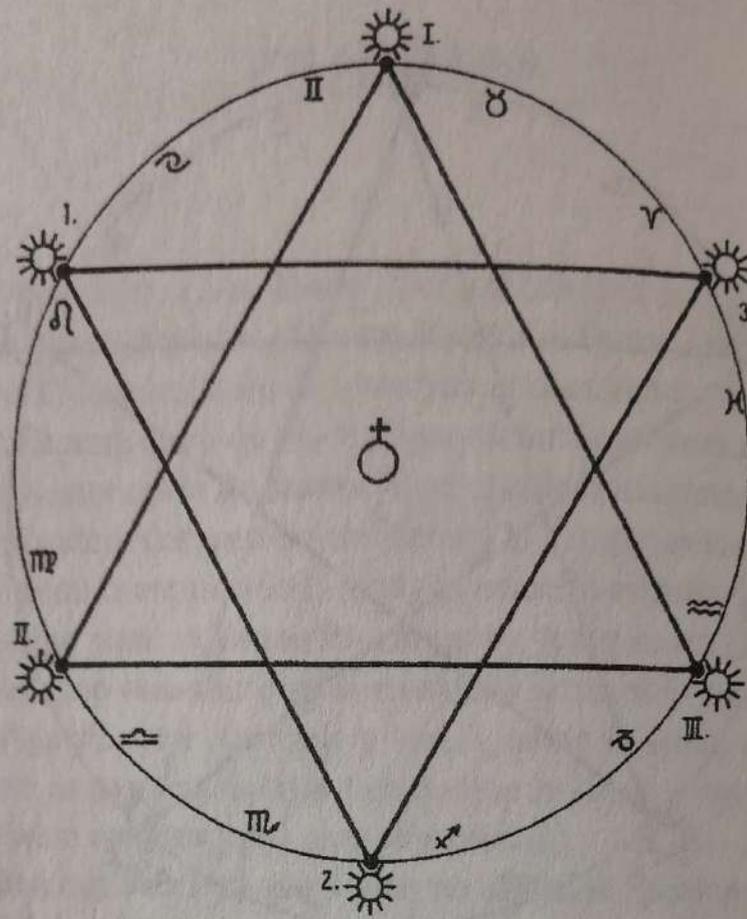
También hay veces en que Venus no es visible, porque está tan cerca del Sol que su luz no se puede ver en el cielo diurno. Hay un cierto ritmo en esto. Venus se puede ver durante un tiempo como la estrella de la mañana; se acerca más y más al Sol y se hace invisible en la brillante luz del Sol. Y después aparece nuevamente como estrella de la tarde. La estrella de la tarde se acerca más y más al Sol y después desaparece, y aparece como la estrella de la mañana. Cuando un cuerpo celeste pasa a otro, se llama una *conjunción*. Entonces Venus tiene una conjunción con el Sol después de haber sido la estrella de la tarde y otra después de haber sido la estrella de la mañana.

Si hacemos un dibujo del zodiaco como un círculo y conectamos los puntos donde Venus tiene una conjunción después de haber sido la estrella de la mañana, descubrimos que se forma una estrella de cinco puntas. Y lo mismo pasa con las conjunciones que vienen después de que Venus ha sido la estrella de la tarde. Venus dibuja estrellas de cinco puntas, pero hay que ser un astrónomo para darse cuenta de ello.



Posición en el zodiaco de las conjunciones de Venus con el Sol durante ocho años.
(Schultz, *Movimiento y Ritmos de las Estrellas*)

Tal como Venus es el planeta más visible por su luminosidad, Mercurio es el menos visible. No es sólo que Mercurio es el menos luminoso; está más cerca del Sol que Venus, entonces la luz de Mercurio sólo puede ser vista rara vez, particularmente mientras más lejos estemos del ecuador. Pero, como Venus, hay veces que llega antes del Sol como una estrella de la mañana y a veces después del Sol como una estrella de la tarde. Y entremedio tiene conjunciones con el Sol, cuando es completamente invisible. Y si dibujamos las conjunciones Mercurio-Sol en un círculo zodiacal, como lo hicimos con Venus, entonces aparece un triángulo. Mercurio y Venus se mueven más rápido en el zodiaco, a pesar de que como están "atados" al Sol, (siempre están cerca), como promedio se toman el mismo tiempo del Sol — un año.



Posición en el zodíaco de las conjunciones de Mercurio con el Sol durante un año.
Cada triángulo conecta un tipo similar de conjunción.
(Schultz, *Movimiento y Ritmos de las Estrellas*)

Los planetas Marte, Júpiter y Saturno se demoran más que el Sol para viajar a través del zodíaco. Su movimiento no está atado al del Sol, entonces pueden estar altos en el cielo de medianoche (lo que nunca pasa con Venus o Mercurio). Están en el cielo nocturno cuando el Sol está en el lado opuesto al de ellos en el zodíaco. También pueden estar en el cielo diurno, invisibles, lo que pasa cuando el Sol los sobrepasa, cuando tienen una conjunción con el Sol. Podemos marcar estos puntos de conjunción, como lo hicimos con Venus o Mercurio, y encontramos que ellos también tienen diseños interesantes. A Marte le toma alrededor de dos años entre conjunción, y tiene siete puntos de conjunción espacialmente irregulares en quince años. Júpiter hace once conjunciones ordenadas, espacialmente proporcionadas en doce años, y a Saturno le toma treinta años hacer veintinueve conjunciones.

En tiempos antiguos los astrónomos notaban otra cosa de estos planetas lentos. Observando cuidadosamente la posición de uno de estos planetas noche tras noche, descubrieron que estos planetas se mueven no sólo en una dirección como lo hacen el Sol y la Luna, ellos a veces se retardan, se detienen y vuelven hacia atrás, y después de un tiempo se detienen nuevamente y se mueven hacia delante. Ustedes los tienen que observar durante semanas y meses y marcar sus posiciones con el trasfondo de las estrellas para ver cómo estos planetas hacen giros en U y vueltas. Más tarde escucharemos cómo los astrónomos intentan explicar este movimiento de Marte, Júpiter y Saturno.

De estos tres, Júpiter es el más luminoso, pero no tanto como Venus. Marte también brilla bastante con una luz rojiza. Saturno tiene la luz más débil de todos, pero todavía puede brillar más que la mayor parte de las estrellas que lo rodean.

El Sol, la Luna, Mercurio, Venus, Marte, Júpiter, Saturno eran conocidos por los astrónomos de los tiempos antiguos de Babilonia y Egipto como los siete vagabundos, o los siete planetas. Por supuesto que estos astrónomos no tenían telescopios. Después de la invención de los telescopios han sido descubiertos dos grandes planetas más: Urano y Neptuno. Estos planetas "nuevos" son muy lejanos, como podemos ver por la cantidad de tiempo que se toman en recorrer el zodiaco. Urano se demora casi ochenta y cinco años y Neptuno ciento sesenta y cinco años. Son planetas que, aun si se observan durante todo el año, casi parecen no tener movimiento. Plutón, el décimo planeta, fue descubierto en 1930, pero en 2006 los astrónomos decidieron que era muy pequeño para ser un verdadero planeta, y fue re-clasificado como un planeta enano, de los cuales se conocen actualmente cinco.

PITÁGORAS

Antes de pasar a lo que se conoce de las estrellas, miremos a los grandes hombres que han construido la Astronomía tal como es hoy en día. La historia de la Astronomía empezó en Egipto y Babilonia y los nombres de los sacerdotes y hombres sabios que estudiaron los cielos pacientemente durante largos períodos no han sido registrados. Los primeros astrónomos conocidos vivieron en Grecia. Uno de los primeros hombres más grandes que ayudaron a construir ese maravilloso tesoro de sabiduría que tenemos hoy en día fue Pitágoras. Nació en una pequeña isla llamada Samos en el Mar Egeo alrededor del 500 aC. (al mismo tiempo que el Buda vivía en la India). Su padre era un mercader y cuando el hijo nació, el padre, como era usual en esos días, envió mensajeros al famoso templo de Delfos para preguntar al oráculo qué futuro tendría su hijo recién nacido. Y los sacerdotes del templo respondieron, "El nombre de este niño será recordado durante todo el tiempo que los hombres vivan en la Tierra".

Al crecer, este niño mostró un gran amor por los dibujos geométricos, y hacer sumas de todo tipo no era "trabajo" para él, sino una alegría y placer. Al cumplir veintiún años había aprendido toda la aritmética y geometría que podían enseñarle en Grecia. Pero Pitágoras quería saber más. No era sólo curiosidad común, había algo más. Observaba a menudo la construcción de uno de los bellos templos y había visto el cuidado y la precisión con que cada pilar, cada peldaño, cada parte del templo tenían que ser medidos y hechos del justo tamaño. Había visto a los arquitectos trabajando con compases y reglas y hacer largos cálculos para que todas las partes del templo calzaran perfectamente. Y Pitágoras se dijo a sí mismo, "Sin usar números no se puede construir ningún templo, ni tampoco las casas de la gente. ¿Pero no es acaso todo el mundo el templo de Dios? Seguramente todo el mundo es creado y construido de acuerdo a los números y mientras más puedo comprender los números y las figuras, más puedo comprender del mundo".

Los números, la aritmética, el álgebra, la geometría, todo esto se llama "matemáticas", y las matemáticas son un medio para comprender la divina sabiduría en toda creación, es por eso que Pitágoras estaba tan ansioso de saber más de ella.

No había nadie en Grecia que le pudiera haber enseñado nada que no sabía ya, pero escuchó que había sacerdotes en Egipto que sabían mucho más que los griegos. Entonces Pitágoras dejó la isla griega de Samos, donde había nacido, y navegó hacia la tierra de Egipto.

Cuando llegó donde los sabios sacerdotes de Egipto y les dijo que había venido a aprender de ellos, le respondieron: "No es nuestra costumbre compartir nuestro conocimiento con cualquier persona que venga. Consideramos al conocimiento como algo sagrado, y sólo la gente que lo merece debería tener conocimientos. Si quieres aprender de nosotros debes primero probar que eres la persona indicada para compartir nuestros secretos". En nuestro tiempo enseñamos ciencia, matemática, todas las materias, a cualquiera y a todo el mundo, pero en el antiguo Egipto todo conocimiento era sagrado y era compartido sólo con gente especial. Para probar que era digno de ello, Pitágoras tuvo que pasar por ciertas pruebas. No eran en absoluto como las que nosotros conocemos, con lápiz y papel; eran bastante diferentes. Por ejemplo, le fue dada una tarea que era muy peligrosa; mostrar que tenía coraje. En otras ocasiones tuvo que estar por largo tiempo sin comida ni bebida, para demostrar que era amo de su cuerpo, y no que el cuerpo lo dirigía a él. Otras veces no le era permitido hablar durante varios meses, no importaba que pasara o lo que quisiera, para demostrar que era el amo de su lengua. Y hubo otras pruebas. Sólo cuando Pitágoras hubo pasado estas pruebas fue aceptado como alumno por los sacerdotes de Egipto. Estuvo con ellos muchos años, aprendiendo su gran sabiduría y conocimiento.

Mientras Pitágoras estaba en Egipto, la tierra fue invadida y conquistada por los persas. Los persas tomaron a muchos de los sacerdotes egipcios como prisioneros y los enviaron a Persia. Para ellos Pitágoras era también un sacerdote egipcio, entonces él también fue a Persia como prisionero. Pero el rey de Persia tenía un médico griego de cabecera, y cuando él vio a un compatriota griego entre los prisioneros convenció al rey y Pitágoras fue liberado, pero tuvo

que permanecer en Persia. Durante este tiempo también Babilonia estaba bajo dominio persa y Pitágoras fue allá a aprender sobre las estrellas, el Sol y la Luna — porque en ese tiempo los sacerdotes de Babilonia sabían más de las estrellas que nadie más en el mundo. Tal como Pitágoras había pasado las pruebas de los sacerdotes de Egipto, ahora nuevamente tuvo que pasar por duras y peligrosas pruebas hasta que los sacerdotes babilonios lo tomaron como alumno para aprender sus secretos.

Tal como en el Antiguo Testamento, los Hijos de Israel fueron primero a Egipto y después de siglos estuvieron cautivos en Babilonia, así también ocurrió con Pitágoras. También se encontró con algunos de los hombres santos y profetas de los israelitas y aprendió de ellos. Después de muchos años, a Pitágoras le fue permitido volver a Grecia.

¿Pero adónde debía ir? Durante todos estos largos años de ausencia sus padres habían muerto, no tenía parientes y la isla donde había nacido había sido conquistada por los persas. Pero ahora poseía más sabiduría, sabiduría secreta, que ninguno de su tiempo. ¿Dónde hallaría discípulos dignos de compartir su sabiduría?

En ese tiempo había ciudades griegas no sólo en Grecia, sino también en el Sur de Italia. Por ejemplo, Nápoles es un nombre griego, *Neopolis*, que significa “ciudad nueva”. Y Pitágoras fue a una de estas ciudades griegas en Italia, llamada Crotona.

Pitágoras no parecía un hombre común. No era sólo que era alto y se vestía de lino blanco como los sacerdotes egipcios, no era sólo que su pelo y barba largos se habían vuelto blancos durante estos años en tierras lejanas por las vicisitudes por las que había tenido que pasar, pero en sus ojos oscuros se podía ver el poder del conocimiento.

Creó una escuela en la ciudad griega de Crotona en el Sur de Italia. Lo que se enseñaba en esa escuela era guardado como un secreto y sólo después que murió Pitágoras la sabiduría secreta — o algo de ella — se supo en el mundo. Fue de esta manera que los griegos escucharon por primera vez algo que otras naciones habían sabido por largo tiempo. Los griegos de ese tiempo sólo tenían una idea muy triste de lo que pasaba con un alma humana después de la muerte; pensaban que las almas de los muertos vivían en un os-

curo mundo de sombras, el reino del Hades. Pero Pitágoras les dijo a sus discípulos lo que había aprendido de los sabios sacerdotes de Egipto: que las almas vuelven a la Tierra y nacen nuevamente. En el Oriente, en India, en Egipto, esto no era nada nuevo, pero en Europa fue Pitágoras el primero en hacer saber a sus alumnos sobre la *reencarnación*.

Ese fue un tipo de conocimiento que Pitágoras trajo del Oriente. Otro tipo de conocimiento que impartió fue sobre los números, pero era muy diferente de la manera en que nosotros pensamos sobre los números. Cuando Pitágoras pasó sus pruebas en Egipto, los sacerdotes le dijeron que los primeros números no eran sólo cifras, que tenían un significado. Por ejemplo, el primer número, *uno*, podríamos pensar que es un número más pequeño, menos de dos o tres, pero *uno* es realmente el número mayor, porque todo el mundo es uno, y todas las muchas cosas: estrellas, planetas, Tierra, hombres, animales, son partes de un gran mundo, el universo, y la palabra "universo" viene de *unus*, que significa uno. La cifra *uno* significa todo el universo.

Dos significa todas las cosas que existen de a dos: día y noche, hombre y mujer, amor y odio, bien y mal. Si no hubiera "dualidad" en el mundo, no habría diferencia, ni contraste, y todas las cosas parecerían lo mismo.

Tres se relaciona con todas las cosas que vienen de a tres: padre, madre, hijo; luz, oscuridad y color (porque los colores son mezclas de oscuridad y luz); despertar, soñar y dormir. Otro ternario es este: en nuestra cabeza pensamos, en nuestros corazones sentimos, con nuestras manos y piernas hacemos cosas. La vida humana existe en estas tres cosas: pensar, sentir, querer.

Cuatro representa a todo lo que viene "de a cuatro" en el mundo. Los puntos cardinales, Este, Oeste, Sur, Norte; las cuatro estaciones; los cuatro reinos de la naturaleza — hombre, animal planta, mineral; los cuatro elementos de Fuego, Aire, Agua, Tierra.

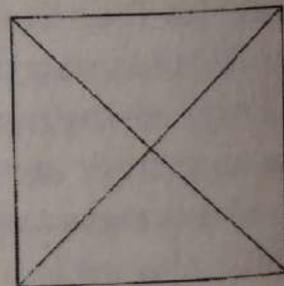
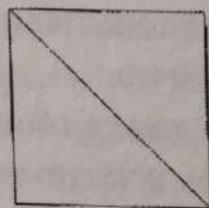
Y después los sacerdotes dijeron, "Mira la gran pirámide que hemos construido, si te acercas a ella desde lejos, primero ves la punta, el lugar en donde todos los lados se juntan. Esta punta representa el uno. Si llegas más cerca y ves la pirámide desde una esquina, ves dos lados, y uno es siempre más oscuro que el otro (debido a

la luz), esta vista muestra la dualidad. Pero si tú ves la pirámide desde el lado, ves el triángulo que representa al tres. Y si pudieras ver la pirámide desde arriba, tú podrías ver la base cuadrada que representa el cuatro en el mundo”.

Y entonces los sacerdotes le contaron que el triángulo representa a todo lo ternario en el mundo y el cuadrado a todo lo cuaternario. Y hay diferentes tipos de triángulos: hay tantos tipos de triángulos como “elementos” en el mundo – cuatro. Hay un tipo de triángulo en donde todos los lados son de diferentes largos, se llama triángulo escaleno y es el triángulo del aire. Hay triángulos que tienen dos lados iguales, se llaman triángulos isósceles y estos son los triángulos del fuego. Hay triángulos en donde los tres lados tienen el mismo largo, triángulos equiláteros, y pertenecen a la Tierra. Y hay todavía un tipo más de triángulo, sus lados son de diferente largo, pero tiene un ángulo recto: es el triángulo del ángulo recto: el triángulo del agua. Los triángulos existen de tantos tipos como hay elementos.⁴

Sólo dos de estos triángulos pueden mezclarse para hacer otro, nuevo triángulo. El triángulo del fuego (isósceles) y el triángulo del agua (de ángulo recto). Se podría decir que el triángulo del fuego es el padre y el triángulo del agua es la madre, su hijo es el triángulo isósceles del ángulo recto.

Tiene dos lados iguales y un ángulo recto. Este es un triángulo muy especial. Si ustedes tienen dos triángulos de este tipo (y del mismo tamaño) y los ponen juntos sobre la línea de su base, forman un cuadrado. Y si ustedes toman cuatro de tales triángulos y los juntan por sus vértices, nuevamente forman un cuadrado, un cuadrado de doble tamaño (área) que el primer cuadrado.



⁴ Tomado de Lancelot Hogben, *Matemáticas para Millones*, 1936.

PTOLOMEO

Pitágoras había aprendido geometría de los sacerdotes de Egipto. Había ido más lejos que los egipcios y había descubierto el "teorema" de los triángulos de ángulo recto que lo hicieron famoso en todos los tiempos. Era una construcción simple —pero debido a él la profecía del Oráculo de Delfos se hizo realidad y su nombre es todavía recordado hoy en día.

Cuando Pitágoras estaba en Babilonia (en ese tiempo parte de Persia), fue a ver a los sacerdotes de Babilonia. Estos grandes astrónomos habían reunido más conocimiento sobre el Sol, la Luna, los planetas y las estrellas que ninguna otra gente en el mundo.

Muchos años después, Pitágoras les habló a sus alumnos en Crotona sobre su estadía en Babilonia y lo que ahí había aprendido. Les contó cómo, por algunos medios que eran secretos, había sido puesto en un tipo de sueño que no era el sueño común, porque su mente estaba plenamente despierta, pero su cuerpo yacía casi como muerto. Su mente no estaba en absoluto en el cuerpo; sentía que se remontaba más y más. Era un espíritu, libre del cuerpo, y se elevaba de la Tierra hacia el Cosmos. Y, subiendo como un espíritu libre hacia las alturas, *escuchaba* al Cosmos. El Sol era una voz poderosa, aun más hermosa que ninguna voz humana. La Luna era una suave, dulce voz, y los planetas cada uno tenía su sonido. Y desde las lejanas estrellas se escuchaba un sonido como de un gran coro; ninguna música de la Tierra se puede comparar con la poderosa música del Cosmos, siempre en continuo movimiento y variación. No era solamente el planeta que vemos el que producía un sonido, sino la ruta de todos los planetas es parte de una gran esfera, y toda la esfera de cada planeta resonaba y cantaba y enviaba música. Esa era la gran "música de las esferas" que sólo puede ser escuchada por almas libres del cuerpo. Pero entonces, mientras se sentía atraído nuevamente hacia la Tierra, la música de las esferas se volvió más débil; el silencio y la oscuridad llegaron a su alrededor, y entonces su extraño sueño llegó a su fin. Podía nuevamente sentir su cuerpo, y se despertó.

Pitágoras les relató a sus alumnos sobre la "música de las esferas", la música del Cosmos. También les dijo que las almas humanas tienen una muy tenue recordación de esta gran música que escucharon antes de nacer. Esa es la razón por la cual en la Tierra hacen música y la disfrutan; están tratando de recordar la música de las esferas. Y, por supuesto, algunas personas recuerdan esta música del Cosmos mejor que otras.

Este fue un gran secreto que Pitágoras dio a conocer a sus discípulos, pero este secreto fue traicionado, y desde ahí la gente empezó a hablar de las "armonías" de las esferas. Aun siglos más tarde, Shakespeare, por ejemplo, habló de ello en su obra, *El Mercader de Venecia*, y existe un poema de Goethe que también habla de la "música de las esferas".

Pitágoras también les relató a sus alumnos algo que apenas podía creer. Dijo, "Ustedes piensan que las estrellas, todo el cielo con las estrellas, el Sol y la Luna dan vueltas a su alrededor. Pero ustedes están equivocados. Es la Tierra la que gira, la Tierra es un globo que gira alrededor de su eje. El eje de la Tierra apunta hacia la Estrella Polar. Esa es la razón por la cual pareciera que está inmóvil. Pero las estrellas, las estrellas fijas no se mueven en absoluto, es la Tierra la que da vueltas. Y la Tierra no sólo da vueltas en un solo punto del Cosmos, sino que describe un camino alrededor del Sol".

Eso era muy difícil de entender para los alumnos de Pitágoras. Les costaba imaginar que la Tierra sólida sobre la cual caminaban no sólo daba vueltas sobre sí misma, sino que se trasladaba por un camino, un círculo, en el Cosmos. Más tarde, cuando los secretos de Pitágoras se dieron a conocer, eso fue algo que pocas personas en Grecia o más tarde en Roma, querían creer. Había algunos que pensaban que Pitágoras tenía razón, pero la mayoría de la gente no quería creerlo. Entonces, el nombre de Pitágoras era alabado por su geometría, por su teorema, y también la "música de las esferas" fue aceptada, pero lo que dijo acerca de la Tierra y su movimiento no fue tomado en serio durante dos mil años.

Alrededor de 600 años después de Pitágoras, en Alejandría, en Egipto, un griego llamado Ptolomeo escribió un libro de Astronomía. Ptolomeo había escuchado de Pitágoras y sobre las esferas y

su música. En su libro describía que la Tierra estaba en el centro de siete esferas que llevaban al Sol, la Luna y los planetas, y una octava esfera que incluía a todas las estrellas fijas. La Luna, al ser la más rápida, tiene la esfera más pequeña. Después vienen las esferas — aun más grandes — de Mercurio, Venus, el Sol, Marte, Júpiter, Saturno y finalmente la esfera más grande de las estrellas fijas.

Pitágoras también había dicho que la Tierra se movía, pero Ptolomeo o no había escuchado eso o no lo creía. De cualquier modo, no lo mencionó en su libro. La gente pensaba que Ptolomeo era un hombre muy inteligente. Fue muy respetado en su tiempo y durante siglos más tarde.

Con el tiempo la gente no entendió que estas esferas no eran algo duro y sólido; pensaron que las esferas eran como sólidos globos transparentes alrededor de la Tierra y que los planetas, el Sol, la Luna, rodaban alrededor de estos globos. Se imaginaban que las esferas eran realmente algo sólido que uno podía tocar si uno pudiera volar lo suficientemente alto. Pero Pitágoras había hablado de algo que sólo había sabido y escuchado cuando su alma estaba fuera del cuerpo, mientras estamos en el cuerpo estas esferas no se pueden ver o tocar.

Durante mil quinientos años el sistema de Ptolomeo fue considerado como algo de lo que no se podía dudar en absoluto. Solo cuando el equinoccio de primavera entró en una nueva constelación, Piscis, es que las mentes humanas cambiaron y empezaron a cuestionarse si Ptolomeo estaba en lo correcto.

COPÉRNICO

Hemos escuchado en relación a la vida humana ternaria: *pensamos, sentimos y hacemos* cosas. Pero somos diferentes unos de otros. Algunas personas son buenas para pensar, pero cuando llega el momento de hacer algo con sus manos, son torpes. Algunas personas son muy cálidas, tienen sentimientos bondadosos hacia otros, harán cualquier cosa por ayudarlos, pero no son tan buenos para pensar. Y algunos nacen para hacer grandes cosas, como Alejandro Magno o Julio César, pero no son grandes pensadores ni especialmente de gran corazón.

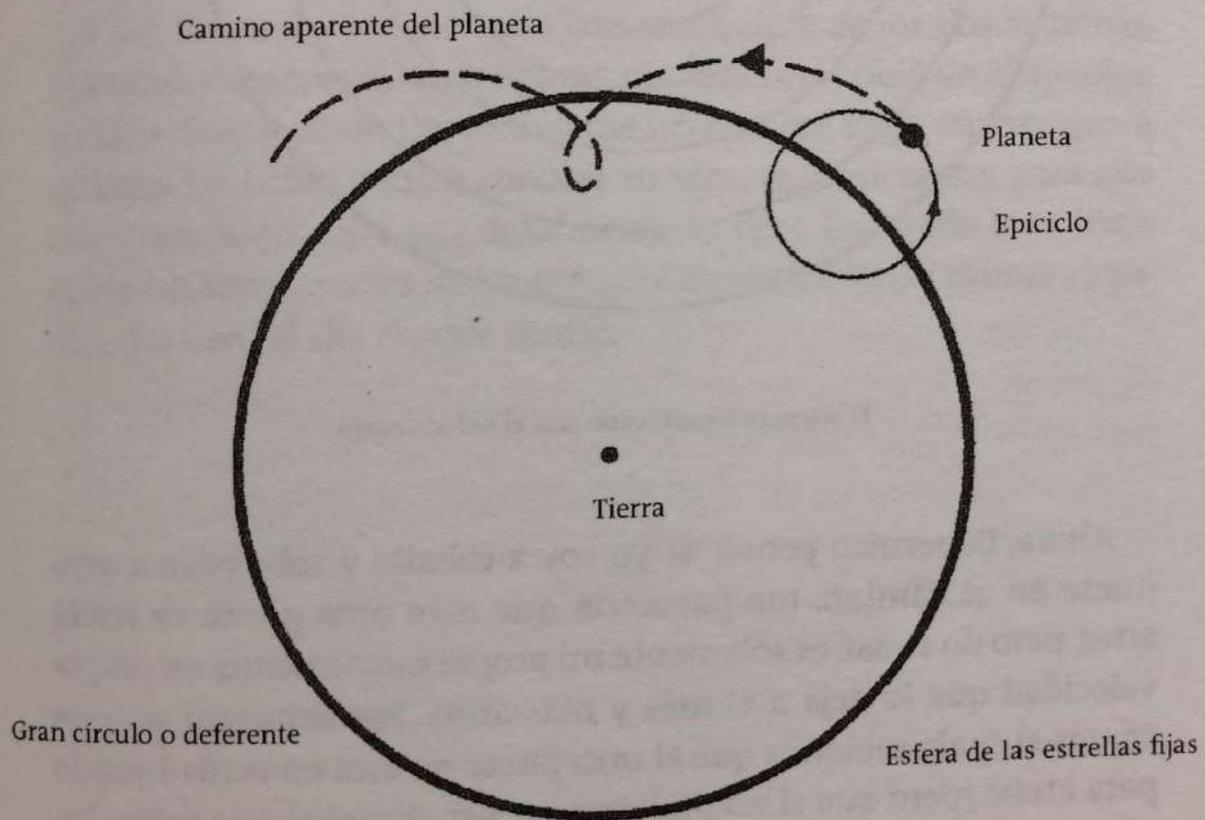
Alejandro o César, Ricardo Corazón de León o los vikingos que navegaron hacia el Norte fueron héroes de acción, no de pensamiento o sentimiento. San Francisco de Asís fue un héroe del sentimiento, como lo fue el Dr. Bernardo que tuvo este gran amor por los niños desvalidos sin hogar. Hay también héroes del pensamiento. Y Pitágoras fue un héroe del pensamiento. El teorema que lleva su nombre es un pensamiento; también lo es la idea de la reencarnación y lo que dijo de la armonía de las esferas o el movimiento de la Tierra. Estos eran también grandes pensamientos.

Sin embargo, el astrónomo de Alejandría, Ptolomeo, no era un gran héroe del pensamiento. Sólo repitió algo que Pitágoras había dicho. Pero por casi dos mil años, las ideas de Ptolomeo fueron creídas por todos. Pronto después del año 1.400 dC., el equinoccio de primavera entró en la constelación de Piscis, los Peces, y la mente humana empezó a cambiar. Después de cien años, alrededor de 1.500, la gente se empezó a hacer preguntas que nunca se había hecho antes.

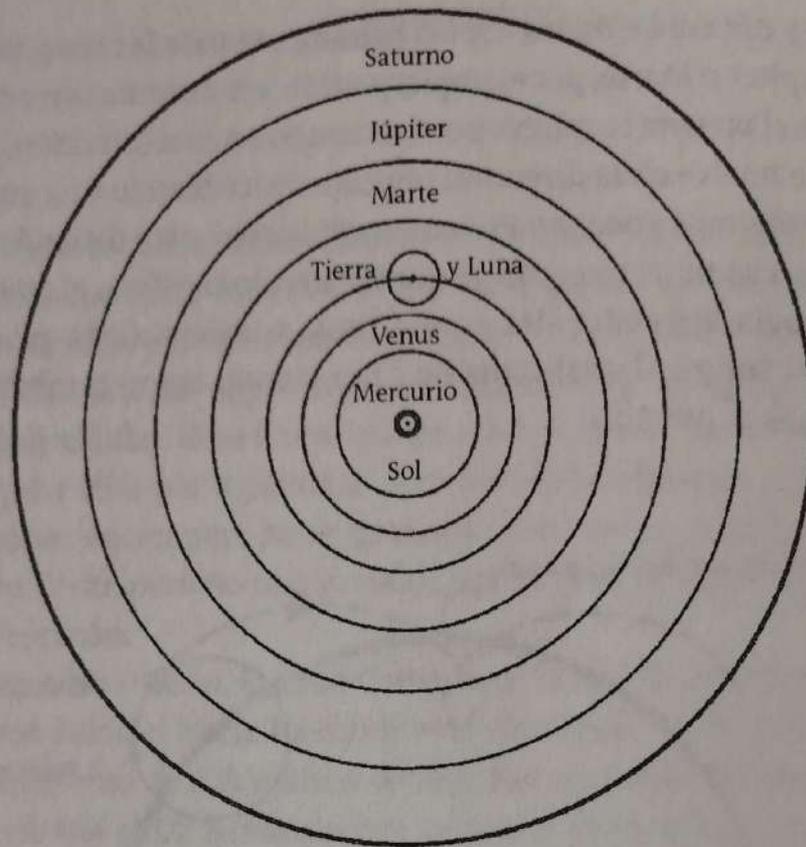
En Polonia vivía un canónigo de la iglesia, una especie de sacerdote cuyo pasatiempo era la Astronomía. El nombre de este sacerdote era Nicolás Copérnico. Siendo un hombre educado, Copérnico leía latín y griego, y en algunos libros que habían sobrevivido de tiempos antiguos, leyó de Pitágoras. Pitágoras no sólo había hablado de las armonías de las esferas, sino también del movimiento de la Tierra. Ahora, una cosa era muy complicada en la imagen del mundo de

Ptolomeo y esa era la "danza" de los planetas. Si ustedes observan el planeta Júpiter o Marte, por ejemplo, podrán ver durante semanas o meses que el planeta se mueve por un tiempo en una dirección, pero después se mueve en la dirección opuesta describiendo una vuelta.

Los astrónomos griegos y Ptolomeo explicaban esto diciendo que los planetas se movían en un pequeño círculo o esfera, el *epiciclo*, que se movía alrededor del gran círculo o esfera. Cada planeta (excepto el Sol y la Luna) tenía su gran círculo como también su epiciclo más pequeño.



El sistema ptolomeico del gran círculo del planeta (deferente) y epiciclo



El sistema copernicano con el Sol al centro

Ahora, Copérnico pensó, "si yo voy a caballo y sobrepaso a otro jinete en el camino, me parecería que este otro jinete va hacia atrás, pero no es así, es solamente mi propio movimiento, mi propia velocidad que lo deja a él más y más atrás. Por supuesto, porque vemos el suelo sabemos que el otro jinete no está en verdad yendo para atrás; ¿pero qué si no pudiéramos ver el suelo? A lo mejor los planetas en verdad no iban hacia atrás, sino que la Tierra se movía hacia delante y esto hacía *parecer* que los planetas estaban yendo hacia atrás. Copérnico descubrió que si él dejaba que la Tierra girara alrededor del Sol, y los planetas también, entonces debido a estos dos movimientos los planetas *parecen* describir vueltas e ir hacia atrás.

Entonces, Copérnico dijo que el Sol no se mueve en un círculo alrededor de la Tierra, sino que es la Tierra la que va en un círculo alrededor del Sol; el Sol debe estar fijo. Y como la Tierra va alrededor del Sol en un año, vemos al Sol enfrentando un trasfondo diferente de estrellas, las constelaciones del zodiaco.

¿Qué pasa con la Luna? La Luna no da vueltas, pero vemos a la Luna en diferentes constelaciones del zodiaco durante el transcurso de un mes. La Luna es la única que se mueve en un círculo alrededor de la Tierra. Entonces, la imagen del mundo de Copérnico tenía a todos los planetas girando alrededor del Sol, y a la Tierra también yendo alrededor del Sol, haciendo de ella un planeta. Pero la Luna va alrededor de la Tierra y por ello no es un planeta, sino un *satélite*. Todo esto lo pensaba este hombre Copérnico, y daba una explicación mucho más simple de todos los movimientos que podemos ver en el cielo. Pero no había nada que probara que era cierto, todo era sólo una idea, una teoría, y ustedes pueden calcular los movimientos del Sol, la Luna y los planetas con cualquiera de los dos sistemas. Entonces, durante un largo tiempo ni siquiera escribió un libro sobre su idea. Sólo cuando Copérnico fue un hombre viejo, sus amigos, a quienes les había dado a conocer su idea, lo presionaron para que escribiera todo. En 1543, finalmente lo hizo, llamando a su libro, *Sobre las Revoluciones de las Esferas Celestiales*. Vio el primer ejemplar del libro el día en que murió.

TYCHO BRAHE

Tres años después de la muerte de Copérnico, nació Tycho Brahe. Venía de una familia noble, su padre y su tío pertenecían a la corte del Rey de Dinamarca. Durante la mayor parte de su niñez vivió con su tío. Cuando Tycho tenía trece años, estudiaba en la Universidad de Copenhague. En aquellos días los niños iban a la universidad a la edad de trece o catorce años. Ahí escuchó que habría un eclipse de Sol al día siguiente. Tycho ansiosamente observó al día siguiente, y el Sol en verdad se tornó oscuro. El joven Tycho exclamó, "El hombre que pueda predecir tal cosa debe ser como Dios". Desde ese día en adelante, decidió convertirse en astrónomo. Su tío quería que Tycho estudiara leyes, pero él estaba mucho más interesado en la Astronomía. Durante la noche, cuando se suponía que debía dormir, salía furtivamente al jardín a observar las estrellas. Pronto conoció a todas las estrellas que uno podía ver a ojo desnudo. Estudió todos los mapas disponibles de las estrellas. A la edad de dieciseis años fue enviado donde un tutor para terminar sus estudios de leyes en las universidades de Alemania. Su tutor, sin embargo, pronto descubrió que había emprendido una tarea sin esperanzas. No importaba cuánto empeño le ponía, no lograba interesar a Tycho en nada que no fuera la Astronomía. Cualquier dinero que Tycho lograba tener, inmediata y secretamente lo gastaba en libros e instrumentos de Astronomía. Escribió, "Ninguno de los mapas coincide con los demás. Hay tantos cálculos como hay astrónomos y ninguno está de acuerdo".

Resolvió observar los cielos sistemáticamente y hacer el mapa más exacto de las estrellas. Fabricó instrumentos especiales para medir los ángulos entre las estrellas. Para decepción de su tío, rehusaba cabalgar y cazar como lo hacían los demás jóvenes aristócratas. Dijo, "Prefiero mirar el hermoso trabajo de Dios, no voy a perder mi tiempo cabalgando ni cazando". Cuando cumplió diecinueve años, el tío de Tycho murió y a él ya no se le siguió obligando a estudiar leyes ni se esperó que hiciera cosas que no quería hacer.

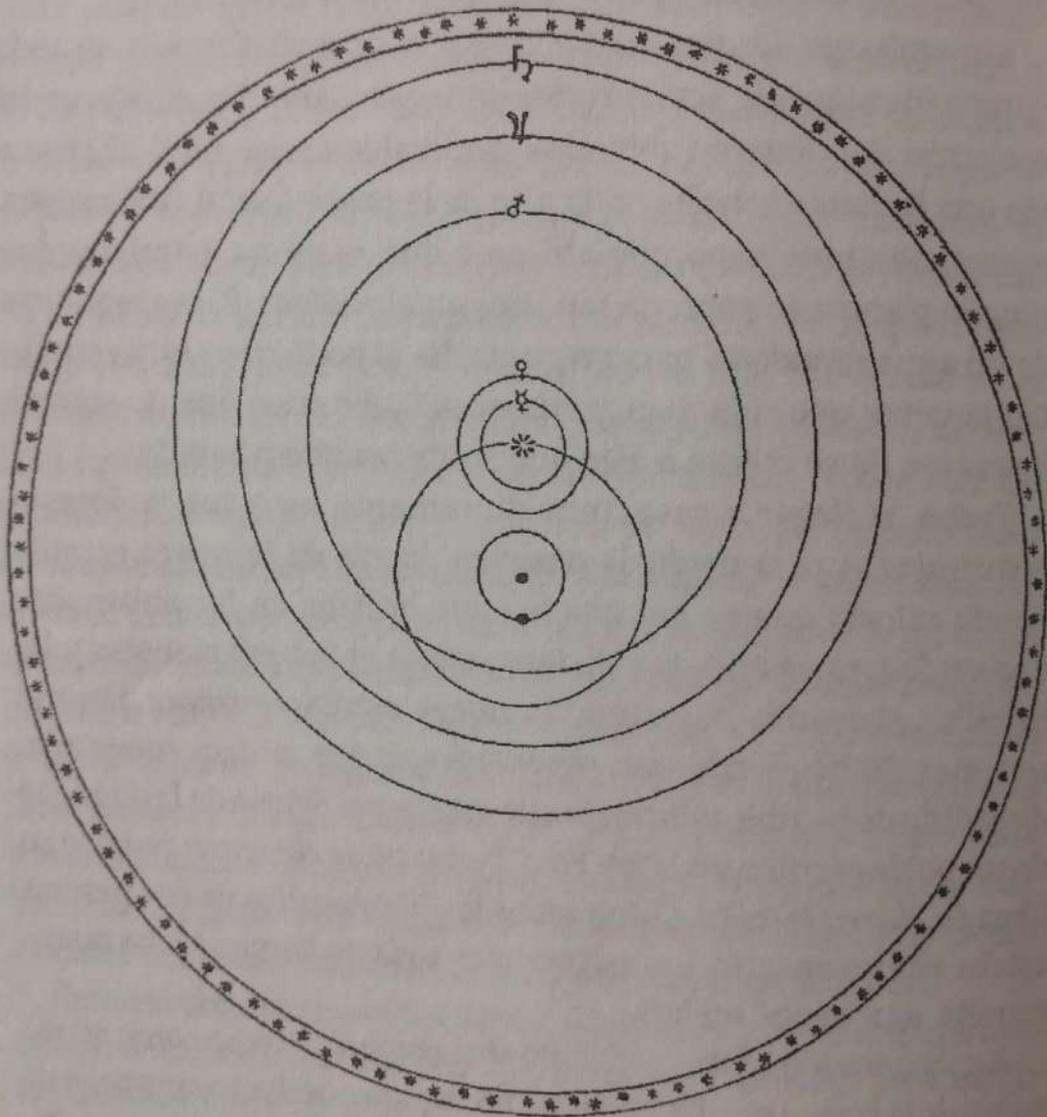
Durante ese tiempo toda la gente —y todos los astrónomos— creían que las estrellas gobernaban la vida humana en la Tierra. Si se conocía la posición de los planetas el día que había nacido una persona, se podía predecir lo que le acontecería a aquella persona. Ahora, el joven Tycho escribió un poema en que, de acuerdo a sus cálculos de las estrellas, el Sultán de Turquía moriría en octubre de 1566 durante un eclipse de Luna. Y, extrañamente, el Sultán sí murió alrededor de ese tiempo. Y así, Tycho se dio a conocer.

Sin embargo, lo que hizo a Tycho realmente famoso en toda Europa fue algo que ocurrió unos años más tarde. Un atardecer del comienzo del invierno, mientras caminaba a casa, miró al cielo y vio una brillante estrella en lo alto de la constelación de Casiopea. Inmediatamente supo que ahí no había ninguna estrella y que ningún planeta se perdería tan lejos en el zodiaco. Para asegurarse llamó a sus servidores para preguntarles si podían ver esta estrella. Ciertamente que sí podían, y entonces Tycho supo que no era una invención de su mente o algo que había comido o bebido.

Tycho, al llegar a casa, inmediatamente sacó sus poderosos instrumentos para medir la posición exacta de la nueva estrella. Pronto calculó que no era una luz que brillaba en las nubes, sino una verdadera estrella, tan distante como el Sol, los planetas y las estrellas. Habiendo observado la nueva estrella durante algunas semanas, Tycho escribió sus observaciones. Sus amigos intentaron disuadirlo de escribir, indicando que estaba por debajo de la dignidad de un noble escribir un libro. Pero Tycho no se detuvo y publicó su libro, *La Nueva Estrella*. Como todos los libros cultos de ese tiempo, estaba escrito en latín. Los astrónomos todavía llaman a una nueva estrella, una “nova”, en latín.

A continuación, el Rey de Dinamarca nombró a Tycho como astrónomo de la corte. Le cedió una isla entera para que Tycho construyera el observatorio más grande que se había construido jamás para observar las estrellas. Tenía muchos servidores y asistentes —los que hacían los instrumentos, matemáticos, constructores. No solamente tenía granjas y panaderos que entregaban alimentos a la gente, sino también construyó un molino de papel en la isla para asegurar la cantidad de papel en donde escribir todas sus observaciones. Aquí

en esta isla, Tycho hizo los instrumentos más finos y exactos para trazar los mapas del curso de los planetas que nadie antes había dibujado, y creó mapas de las estrellas más exactos que nunca antes.



El sistema de Tycho con la Tierra al centro, pero los planetas girando alrededor del Sol

Tycho, como todos los astrónomos de ese tiempo, había aprendido el sistema de Ptolomeo con la Tierra al centro y el Sol, la Luna y los planetas dando vueltas a la Tierra. Pero también había leído el libro de Copérnico con la nueva idea de que el Sol estaba quieto y la Tierra y los otros planetas se movían alrededor de él.

El sistema de Ptolomeo tenía una gran ventaja. Era lo que realmente vemos: Sol, Luna y planetas yendo alrededor de la Tierra. El sistema copernicano, con la Tierra y los planetas girando alrededor del Sol y la Luna yendo alrededor de la Tierra, era más simple, pero no era lo que vemos.

Tycho por supuesto que conocía ambos sistemas, pero no quería renunciar del todo a la imagen del mundo de Ptolomeo. Después de todo, *sí* vemos a las estrellas y al Sol y a la Luna dando vueltas alrededor de la Tierra. Entonces pensó un sistema diferente. Dijo que los planetas — Venus, Mercurio, Marte, Júpiter, Saturno — giran alrededor del Sol (entonces Copérnico tenía razón), pero el Sol va alrededor de la Tierra, y entonces los planetas, siguiendo al Sol, van alrededor de la Tierra también (y entonces Ptolomeo también tiene razón). Y los movimientos de los planetas pueden así también calcularse de acuerdo a la imagen del mundo o el sistema de Tycho Brahe.

JOHANNES KEPLER

Cuando murió el Rey de Dinamarca, Tycho tuvo una disputa con el nuevo Rey. Afortunadamente, Tycho fue invitado por el Emperador Rodolfo de Austria a vivir en su corte en Praga como astrónomo de la corte.

Mientras tanto, un joven alemán, Johannes Kepler, había trabajado algunos años en Austria como profesor de Astronomía. Kepler pensaba que la Tierra es como un ser viviente. Inhala y exhala. Tal como circula la sangre por nuestro cuerpo, también lo hacen las aguas de la Tierra, se elevan como nubes, bajan como lluvia y fluyen como ríos hacia el mar. La Tierra es un ser viviente, y los seres vivientes no se quedan quietos, se mueven. La gran búsqueda de Kepler era encontrar la respuesta de por qué Dios había hecho el Cosmos como lo había hecho. ¿Por qué Dios había puesto a los planetas justo a esas distancias del Sol, y no a otras distancias? Y escribió sobre su búsqueda en su gran libro, *Los Misterios del Cosmos*.

Cuando llegó la guerra a Austria, Kepler tuvo que huir con su familia, y vino a Praga donde fue contratado como asistente de Tycho. Entonces estos dos grandes astrónomos se reunieron. Pero como a veces pasa, los dos no se llevaban bien. Tycho, el aristócrata, estaba acostumbrado a tener muchos sirvientes y asistentes, que obedecían sus instrucciones sin cuestionarlas, y trataba a Kepler como a otro de sus asistentes. Kepler, que había sido un profesor universitario y era conocido por sus escritos a través de Europa sentía que debía ser tratado más como un igual, y no tener que sentarse a comer en la mesa con los sirvientes. Tampoco ayudaba el que Kepler fuera un firme creyente del sistema de Copérnico, mientras Tycho prefería el suyo propio.

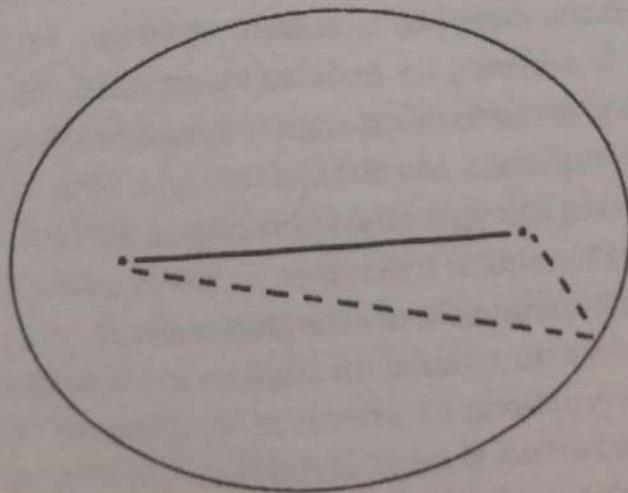
Sin embargo, los dos, aunque de mala manera, se tenían respeto mutuo. Porque Tycho era el paciente y exacto observador de las estrellas, mientras Kepler era un genio de las matemáticas.

Cuando Kepler examinaba las observaciones exactas de Tycho

acerca de los movimientos de los planetas, encontraba algunas irritantes diferencias entre la posición actual del planeta, observada por Tycho, y la posición calculada usando el sistema copernicano. Kepler pasó muchos años calculando. Sólo algunos años después que Tycho Brahe había muerto, Kepler finalmente dio con otra idea. A lo mejor las cosas podrían ser más exactas si los planetas y la Tierra estuvieran girando alrededor del Sol no en un círculo, sino en una *elipse* casi circular.

Cuando Kepler calculó las rutas de los planetas y de la Tierra alrededor del Sol como una elipse, encontró que los planetas realmente estaban en los lugares que había previsto. Esta es la imagen del mundo que los astrónomos todavía tienen hoy en día: la Luna gira alrededor de la Tierra en una elipse, y la Tierra y los otros planetas se mueven alrededor del Sol en elipses.

La Tierra gira alrededor de su eje, y llamamos a este giro un día de veinticuatro horas. Y la Tierra se mueve en una elipse alrededor del Sol, y una elipse completa la llamamos un año.



Para dibujar una elipse con un trozo de cordel: anuden un cordel en un lazo, pinchen dos alfileres en un papel, separados por una pequeña distancia, y dibujen la elipse repasando un lápiz alrededor del cordel. Mientras más cerca estén los alfileres, la elipse se parecerá más a un círculo; mientras más apartados estén, la elipse aparecerá más plana.

Pero no hay prueba real que la ruta de la Tierra sea una elipse: los cálculos resultan así. Y tal vez un día alguien tendrá una idea bastante nueva del movimiento de la Tierra y del movimiento del Sol, y también resultará bien. La única razón por la cual la imagen del mundo de Copérnico y Kepler es aceptada hoy en día por todos los astrónomos es que es la manera más fácil de calcular donde estará cualquier planeta, pero eso no es prueba de que la danza de los planetas sea como nosotros la imaginamos.

GALILEO Y EL TELESCOPIO

Mientras Johannes Kepler todavía trabajaba en sus elipses, un hombre en Holanda hacía un descubrimiento curioso. Existe una historia que dice que no fue su propio descubrimiento, sino el de unos niños. Este hombre, llamado Hans Lippershey, fabricaba anteojos. Un día vio a dos niños que jugaban con unos lentes de su tienda y le decían que la veleta que veían como lejana, también la podían ver como si estuviera mucho más cerca, y viceversa.

Un vecino que también fabricaba lentes, Sacharias Jansen, parece haber llegado a la misma idea alrededor del mismo tiempo. Nadie ha descubierto cuál de los dos fabricantes de lentes fue el primero en hacer el descubrimiento o si uno le robó la idea al otro. Pero ese fue el inicio del telescopio y los binoculares.

Los fabricantes holandeses de lentes fueron los primeros en descubrir el uso de dos lentes para los telescopios, y fue también un holandés llamado Leeuwenhoek quien hizo el primer microscopio. Los holandeses quisieron mantener su invención como secreta. Por ese tiempo los holandeses estaban en guerra con los españoles y pensaron que era una gran ventaja poder observar con sus telescopios lo que sus enemigos hacían lejos de ahí, antes que ellos lo hicieran. Consideraban al telescopio sólo como algo útil para su guerra. Pero, por supuesto, tales cosas no se pueden mantener secretas, y los rumores acerca del invento holandés se diseminaron por otros países.

Por ese tiempo, vivía en Italia un hombre, otro de estos héroes del pensamiento, un héroe de la ciencia. Su nombre era Galileo Galilei, y estaba profundamente interesado en la Astronomía. Había leído los libros de Copérnico, Tycho Brahe y Kepler, y estaba muy seguro de que Copérnico y Kepler estaban en lo cierto: que la Tierra giraba alrededor del Sol. Y cuando Galileo se enteró de los rumores de esta nueva invención holandesa del telescopio, inmediatamente se dio cuenta de que podía ser usada para observar las estrellas. Como no podía obtener ningún telescopio de los holandeses, quienes no querían compartir su secreto, Galileo experimentó y fabricó su propio telescopio.

Galileo así se convirtió en el primer hombre que observó las estrellas, el Sol, la Luna y los planetas a través de un telescopio. Imaginen cómo se sintió: podía ver cosas que nadie antes había visto. No solamente vio más estrellas, pero vio detalles de la Luna y los planetas que nadie había ni pensado anteriormente. Hizo tres grandes descubrimientos. Primero, vio que ciertas manchas oscuras en la Luna eran sombras proyectadas por montañas — entonces la Luna tenía montañas como la Tierra. Segundo, cuando miraba al planeta Venus, vio que tenía fases como la Luna. Pero el descubrimiento que le produjo más orgullo fue que no sólo la Tierra tenía a la Luna que giraba en torno a ella, sino que el planeta Júpiter tenía lunas. Galileo podía ver no sólo una, sino cuatro lunas que giraban en torno a Júpiter. Sintió orgullo por sus descubrimientos y se hizo famoso como el primer hombre que había visto las lunas de Júpiter. Pero cuando Galileo escribió un libro sobre sus descubrimientos y defendió las ideas de Copérnico y Kepler — que la Tierra viajaba en torno al Sol — le trajo muchos problemas.

En ese tiempo los monjes y los sacerdotes eran los únicos que poseían algún conocimiento. Y si el Papa en Roma, la cabeza de la Iglesia, decidía que esto o aquello no era bueno para la gente, eso equivalía a su fin. Pero ahora las cosas estaban cambiando. No solamente se había rebelado Lutero contra la autoridad de la Iglesia Católica en Roma, sino que la gente que no eran monjes o curas, como Tycho, Kepler, Galileo, surgieron con todo tipo de nuevas ideas. Eso no gustó al Papa y sus cardenales en Roma.

Entonces Galileo fue llamado a Roma, y como el Papa era tan poderoso por esos días, Galileo no pudo rehusar. En Roma le dijeron que el Papa no aprobaba lo que había escrito. Estas ideas de Pitágoras, de Copérnico y Kepler — de la Tierra que gira en torno al Sol — no estaban probadas, y también contradecían a la palabra de la Sagrada Biblia. (Por ejemplo, durante una batalla, José le pidió a Dios que el Sol se detuviera para que pudiera finalizar la batalla antes de que cayera la oscuridad. ¿Cómo — preguntaban los cardenales — podría Dios hacer que el Sol se detuviera si ya estaba detenido?)

Galileo podría elegir entre pedir perdón públicamente y admitir que su idea había sido un error, o permanecer prisionero durante el

resto de su vida. Galileo era por ese tiempo un hombre anciano, y no quería finalizar sus días en prisión, por lo que, yendo en contra de su verdadera creencia, pidió disculpas, llamó a su libro un gran error, y se le permitió ir libremente.

Desde ese tiempo en adelante no escribió ni habló más de las ideas de Copérnico y Kepler, pero, por supuesto, no había cambiado de parecer. Así vemos que cuando comenzó la ciencia, no se hablaba abiertamente sin correr peligro.

Desde el tiempo de Galileo hacia delante, más y más gente observaba las estrellas a través de telescopios, y se hicieron más y más descubrimientos. Los observatorios modernos tienen telescopios mucho más grandes de los que tenía Galileo. En vez de los lentes, hoy en día usan grandes espejos cóncavos. Entonces se mira el cielo a través de un espejo, no hacia arriba a las estrellas. Hoy en día (2011), el más grande de estos telescopios está en las Islas Canarias, y tiene un espejo de más de diez metros de diámetro.

Pero hay algo muy curioso en todos los descubrimientos que se hacen a través de estos telescopios. Se ven todo tipo de cosas que nadie ha visto antes, pero los telescopios no responden ninguna pregunta, sólo traen nuevos enigmas. Observar las estrellas a través de un telescopio no ha probado o explicado todo, sólo nos ha traído más preguntas, nuevos misterios y nuevos problemas. Es bastante posible que los sacerdotes de Babilonia, que no tenían telescopios, conocían menos, pero entendían más sobre el Cosmos que nosotros.

Por supuesto, los astrónomos no miran al Sol directamente — eso arruinaría su vista. El telescopio es dirigido hacia el Sol y la imagen del Sol es capturada en una pantalla. Sin embargo, aun con el telescopio más grande no vemos al Sol mismo. Tal como la Tierra está rodeada de la atmósfera, el Sol también tiene una especie de atmósfera; pero no es aire, es una luz brillante. Como luz en griego se dice *photos*, esta atmósfera de luz alrededor del Sol se llama *fotosfera*, una esfera de luz. Esta esfera de luz alrededor del Sol es tan brillante, que el ojo humano no puede ver a través de ella. Entonces, nadie ha visto nada sino la capa exterior de luz del Sol. No sabemos lo que hay dentro de esta esfera de luz.

Cuando Galileo miró el Sol por primera vez a través de un telescopio (sí, se arruinó la vista, quedando casi ciego en la ancianidad), se sintió perplejo. En la luz brillante observó manchas oscuras. Galileo no sabía lo que eran, y a pesar de que ahora sabemos mucho más acerca de estas manchas solares, realmente no sabemos lo que son. Si las observamos durante varios días, pareciera que vagaran en torno al Sol, indicando que el Sol rota alrededor de su eje, como lo hace la Tierra. Pero a diferencia de la Tierra, algunas partes del sol rotan por alrededor de veintiún días, otras partes (lejos del ecuador del Sol) se toman un tiempo más largo, hasta veintiseis días.

Estas misteriosas manchas solares van y vienen, ninguna de ellas dura por más de varios meses, y aparecen otras. A veces hay más, a veces menos; pero parece haber un cierto ritmo. Cada once años hay un gran número de manchas, y después disminuyen. Y — nadie puede decir por qué — cada once años acá en la Tierra es un año especialmente bueno para los productores de vino.

Algo que está relacionado de cierta manera a las manchas solares, es que cuando hay muchas de ellas, hay siempre días en que la recepción de radio es más débil que lo usual, las brújulas magnéticas de los barcos funcionan de manera errada, y la aurora boreal se hace más nítida.

Otra cosa que muestran los telescopios son enormes "llamas" que emergen del Sol; se llaman *explosiones solares*. ¡Algunas de estas poderosas explosiones alcanzan una altura cincuenta veces mayor que nuestra Tierra! Sólo se pueden ver durante un eclipse o con un telescopio especial que bloquea la luz del disco del Sol. También se puede ver un maravilloso halo de luz de color madreperla alrededor del Sol. Se llama la *corona* del Sol. Sobre el origen de esta corona hay teorías, pero realmente no se sabe nada. El telescopio ha traído más y más preguntas en torno al Sol.

A TRAVÉS DEL TELESCOPIO

El telescopio ha traído nuevas interrogantes. Se descubrieron las manchas solares, pero eso nos deja con la pregunta acerca de lo que realmente son. No sabemos por qué su número aumenta cada once años, o cuál es la causa de las poderosas explosiones solares o de la hermosa corona. Si dirigimos el telescopio hacia nuestra vecina en el Cosmos, la Luna, no hay diferencia.

A ojo desnudo vemos tramos oscuros. Los llamamos "el hombre en la Luna"; en India y África los llaman "la liebre en la Luna". Al mirar la faz de la Luna a través de un telescopio, vemos montañas, y cada montaña es un anillo con un agujero al medio. Estos agujeros se llaman cráteres. Cráter es el nombre que se le da a la abertura en lo alto de un volcán, por donde aparece la lava. ¿Son las montañas de la Luna volcanes? ¿son los agujeros redondos, cráteres? No lo sabemos. La mayor parte de los astrónomos de hoy en día dicen que estos cráteres han sido causados por meteoritos que han caído en la Luna. Pero esto son sólo adivinanzas. Todo lo que sabemos es que estas extrañas montañas no tienen picos nevados, ni ríos, ni nubes, ni nada crece en ellas. Y vemos estas montañas tan claramente en el telescopio, que podemos entender que no hay aire en la Luna. Pero no sabemos lo que causó los cráteres o las montañas. El telescopio nuevamente nos ha traído nuevas preguntas, pero pocas respuestas.

Volvamos nuestra atención a Saturno. Saturno no es una visión tan impresionante para el ojo desnudo, no es tan brillante. Pero a través del telescopio, Saturno es la visión más extraña de todos los planetas. Es un globo brillante (refleja la luz del Sol, no tiene luz propia), y alrededor del globo tiene un ancho y brillante anillo. Ningún otro planeta tiene un anillo así. De hecho, a través de un telescopio muy potente uno puede ver que no es realmente un anillo, pero varios anillos concéntricos, uno dentro del otro.

Nuevamente, estos maravillosos anillos de Saturno plantean todo tipo de preguntas. Por ejemplo, ¿por qué es sólo Saturno, de todos los planetas, el que tiene todos esos grandes anillos? (Algunos de

los otros planetas tienen anillos muy tenues.) ¿Qué son los anillos? Una teoría es que los anillos están formados de miles de pequeños granos de polvo que dan vueltas en torno a Saturno, como nuestra Luna da vueltas alrededor de la Tierra, pero eso es una teoría. La cosa más extraña en torno a estos anillos es que forman una ancha banda alrededor de Saturno, de un diámetro casi 20 veces el de la Tierra. Pero este anillo enorme es muy, muy delgado, sólo de veinte metros. Cuando Saturno está en un cierto ángulo, no podemos ver los anillos en absoluto. Es como si estuviéramos viendo el borde de una hoja de papel al nivel de nuestros ojos. Entonces, nuevamente, el telescopio nos muestra los anillos de Saturno, pero son un misterio y una interrogante.

Júpiter, el siguiente planeta, tiene varias lunas. Galileo vio cuatro de ellas, otra fue descubierta al final del siglo XIX. Cuatro más fueron encontradas en los primeros años del siglo XX, y otras cuatro antes de 1980. Ahora (2011) por medio de las sondas espaciales, los astrónomos calculan que hay cerca de sesenta y tres lunas en torno a Júpiter. Al mirar a Júpiter a través de un telescopio, uno ve bandas más y más oscuras que van a través del globo, llamados los cinturones de Júpiter. Y estos cinturones horizontales están siempre cambiando de lugar. Los astrónomos piensan que las bandas que se mueven son diversos tipos de gases. Extrañamente, aparte de estos cinturones que cambian de lugar, existe una gran mancha roja, la Gran Mancha Roja de Júpiter, pero esta mancha roja está siempre en el mismo lugar. No sabemos realmente qué es esta mancha roja, o por qué no se mueve ni cambia. Nuevamente, el telescopio nos ha traído interrogantes.

El siguiente planeta es Marte, el planeta "rojo"; cuando Marte se ve en el cielo nocturno, su resplandor rojizo brilla como un rubí en el cielo. Visto a través de un telescopio, Marte parece un disco de un luminoso color naranja. Los astrónomos dicen que este color naranja es similar al de algunos desiertos de la Tierra, las arenas de color amarillo-naranja de los desiertos de la Tierra tienen este color y entonces a lo mejor todo Marte es nada más que un desierto muerto y seco. Cuando, en el siglo XIX los telescopios fueron lo suficientemente poderosos como para ver algún detalle de Marte,

los astrónomos encontraron una red de líneas cruzadas de un color gris verdoso, llamadas canales. Más tarde, con mejores telescopios, se mostró que estos "canales" eran ilusiones ópticas, como las manchas oscuras que "vemos" al intersectarse gruesas líneas blancas en un trasfondo negro.

Queda otro enigma en torno a Marte. En lados opuestos del disco naranja de Marte hay tramos blancos, que nos recuerdan, por supuesto, a nuestro Ártico y Antártica. Estas puntas blancas parecen ser hielo, como nuestros polos. Marte tiene estaciones, tal como nosotros; Marte tiene verano e invierno, sólo que duran el doble que nuestras estaciones. Aquí en la Tierra, cuando es verano en el hemisferio norte, es invierno en el hemisferio Sur, en Australia, por ejemplo. Es lo mismo en Marte y lo podemos ver en el telescopio. Cuando es verano en el hemisferio Norte de Marte, la punta blanca disminuye más y más y al mismo tiempo la punta blanca en el Sur se hace más y más grande. Después de la mitad de un año marciano, las cosas se dan vuelta y el pequeño tramo blanco crece nuevamente y el opuesto más grande se encoge. Pero la cosa extraña es que mientras aquí en la Tierra nuestras capas de hielo polar se encogen o crecen muy poco en el curso de un año, en Marte se encogen o crecen enormemente. De nuevo, el telescopio nos ha presentado más interrogantes.

Ahora llegamos a la hermosa estrella matutina y vespertina, Venus. El telescopio no nos puede decir nada en absoluto en relación a Venus. Venus está rodeado de nubes, de un completo, denso velo de nubes. La luz de Venus es tan brillantemente blanca, porque los rayos del Sol se reflejan en este velo continuo de nubes. Pero el telescopio no nos deja ver a través de las nubes y entonces no sabemos nada de lo que hay bajo las nubes de Venus. La diosa de la belleza está velada por las nubes.

Y Mercurio es tan pequeño y está tan cerca del Sol, que el telescopio no nos puede decir mucho de él tampoco.

Con las estrellas fijas llegamos nuevamente a misterios. La mayor parte de las estrellas fijas están tan lejos, que aun con el telescopio más poderoso permanecen brillando como puntos de luz. Pero la Vía Láctea, que a nuestros ojos parece polvo de plata, a través del

telescopio es un gran río de incontables estrellas. Algunas estrellas fijas a través del telescopio no parecen puntos de luz, sino una nube brillante, llamada *Nébulas*. Una *Nébulas* es una nube brillante de una especie de gas. Estas *nébulas* tienen todo tipo de formas, pero muchas tienen la hermosa forma de una espiral. Una de las estrellas de Andrómeda es una nube brillante en forma de espiral. Estas *nébulas* brillantes con forma de espiral son otros misterios del Cosmos, presentados a nosotros a través del telescopio.

El telescopio sigue planteando más interrogantes y desafíos a la ciencia. Mientras más descubrimos acerca del Cosmos, encontramos más respuestas, estamos más conscientes de los nuevos enigmas y preguntas.

COMETAS Y METEORITOS

Existe otro tipo de extraña estrella errante, el cometa. No es a menudo que se puede ver un cometa, pero cuando es visible en el cielo es una visión tan extraña, y en la Edad Media la gente se asustaba mucho al verlo. Cuando aparece un cometa, simplemente es reconocido como una nueva estrella en un lugar donde no había ninguna antes. Después de una semana más o menos, cambia su posición, y esta nueva estrella no sólo crece más grande, sino también muestra una cola luminosa que se agranda más y más. Parece una cola de caballo, porque es más fina y extendida al final. Después de unos meses la cola se hace más tenue, la cabeza del cometa se hace más débil y entonces todo el cometa desaparece, y no lo pueden encontrar ni siquiera los telescopios.

Ahora los astrónomos experimentaron curiosidad acerca de dos cosas: la cola del cometa y su paso. Notaron que la cola de cada cometa siempre apuntaba lejos del Sol. También observaron que primero no se podía ver la cola, y sólo cuando el cometa se acercaba al Sol aparecía la cola, y después desaparecía cuando el cometa se alejaba del Sol. Los astrónomos piensan que la cola del cometa es un tipo de aire o gas, mucho más fino y delgado que nuestro aire, tan fino, que los rayos del Sol pueden, como un viento, empujarlo. La cola del cometa apunta lejos del Sol, porque es empujada por los rayos del Sol. Los astrónomos piensan que son los rayos del Sol los que le dan el brillo a la cola, que hacen resplandecer al gas.

Algunos cometas vienen regularmente, reapareciendo regularmente durante el tiempo, entre veinte y doscientos años. Estos cometas se mueven en una gran elipse alrededor del Sol, siguiendo las mismas leyes que Kepler descubrió para los planetas. Pero mientras los planetas se mueven en elipses casi circulares, los cometas se mueven en elipses muy planas. Algunos cometas se mueven en elipses tan planas, que los astrónomos calculan que les tomará miles de años o aun mucho más para que vuelvan. Pero a veces estos cometas aparecen unas pocas veces y jamás son vistos nuevamente. Hay también cometas que aparecieron repentinamente e inesperadamente

y jamás han sido vistos antes. Entonces no sabemos realmente de dónde vienen y cuál es su ruta cuando se alejan.

Hubo un cometa, el Cometa de Biela, que fue observado por primera vez en 1772. Después volvió un número de veces en el siglo XIX y los astrónomos lo esperaban de vuelta en 1872, pero calculaban que el camino del cometa coincidiría con el de la Tierra y habría un choque. Mucha gente se asustó, creyendo que la Tierra sería destruida en la colisión. Pero cuando llegó 1872 no hubo tal cometa. Todo lo que pasó fue que hubo muchas más estrellas fugaces, o meteoritos, que lo usual. El cometa nunca más se vio y los meteoritos fueron todo lo que quedó de él.

Los meteoritos son visitantes del Cosmos. A lo mejor todos los meteoritos son fragmentos de algunos cometas antiguos, pero esto no es seguro, porque los cometas brillantes son un tanto escasos, pero los meteoritos caen bastante regularmente en ciertas épocas del año. Por ejemplo, entre el 11 y el 13 de agosto, cae un gran número de meteoritos; y nuevamente del 16 al 18 de noviembre también es tiempo de meteoritos. Los astrónomos creen que hay enjambres de meteoritos en la ruta de la Tierra (como enjambres de abejas) y cada vez que la Tierra se mueve hacia tal enjambre tenemos una lluvia de estrellas fugaces. Pero a veces —y nadie sabe por qué— hay un verdadero chaparrón de meteoritos. Durante la noche del 12 al 13 de noviembre de 1833, la gente de Norteamérica experimentó una extraña exposición de fuegos en el cielo; durante nueve horas el cielo se encendió con el continuo resplandor de la lluvia de meteoritos.

El meteorito no brilla hasta que no entra a la atmósfera de la Tierra. Al caer a una gran velocidad, se enciende con la fricción del aire, calentándose bastante. La mayor parte de los meteoritos se quemar completamente en el aire, pero un número sí alcanzan la Tierra. La famosa piedra negra, la Kaaba de La Meca, que los musulmanes consideran sagrada, puede muy bien ser un gran meteorito. En 2007 cayó un gran meteorito en Perú, cerca del lago Titicaca. Hizo un cráter de casi cinco metros de profundidad, destrozando las ventanas de una casa situada a un kilómetro del lugar. Del cráter empezaron a surgir agua hirviendo y gases malolientes. El meteorito había partido las rocas dejando que saliera el agua subterránea junto con los gases.

A pesar de que las lluvias más frecuentes de meteoritos son en agosto y noviembre, siempre están cayendo meteoritos del cielo. Algunos vienen a la Tierra sólo en forma de ceniza, como polvo, porque se queman, algunos vienen en trozos más grandes que no se queman completamente. Los científicos han calculado que cada año vienen varios cientos de toneladas de meteoritos a la Tierra. Después de mil o diez mil años, esto es una cantidad bastante grande, y uno podría esperar que la Tierra se vuelva más grande debido a los miles y miles de toneladas a través de los cientos de miles de años. Pero los científicos también han calculado que esto no parece haber sucedido; la Tierra no se ha vuelto más pesada o más grande. Entonces de alguna manera la Tierra le devuelve al Cosmos lo que recibe de la caída de los meteoritos.

La parte más interesante de los meteoritos es que algunos están formados casi enteramente de hierro. Sin el hierro no tendríamos máquinas, ni autos, ni ferrovías ni barcos; ni cuchillos ni tijeras. No solamente eso, sino que nuestra sangre contiene hierro. De la gente que no tiene suficiente hierro en la sangre se dice que están anémicos, son pálidos, se sienten débiles y se cansan fácilmente. Es el hierro en la sangre el que nos da la fuerza. Y este hierro que está en nosotros y en la Tierra, está también en los meteoritos. Estos meteoritos, estos mensajeros del Cosmos, están formados casi completamente de hierro.

¿De dónde viene el hierro de los meteoritos? Algunos científicos creen que viene del Sol, que las manchas solares que tienen tanta influencia en el magnetismo de la Tierra, son lugares donde el hierro — está tan caliente que ya es un gas — es arrojado al Cosmos. Y este gas de hierro se enfría y al entrar en la atmósfera se vuelve el trozo de hierro que se quema en el aire o se encuentra aquí o allá en forma de meteoritos. Pero eso no es seguro. Aun el hierro del Cosmos, el meteorito, es un misterio. Pero cuando vemos una estrella fugaz, podemos recordar que contiene el mismo hierro que nos da la fuerza a través de nuestra sangre.

LA ATMÓSFERA DE LA TIERRA

Comparado con la gran vastedad del Cosmos, nuestro propio planeta Tierra aparece muy pequeño. Hay millones de otros soles en el Cosmos: las estrellas. Cada estrella es un sol, pero están tan lejanas, que su luz es sólo una pequeña chispa en el cielo. Pero los astrónomos que estudian el Cosmos se dan cuenta que nuestra Tierra es un lugar especial. Consideremos los planetas de nuestro sistema solar, del cual la Tierra es uno. Como planeta, la Tierra es mucho más pequeña que Júpiter, por ejemplo. De hecho, Júpiter es más grande que todos los otros planetas juntos. Pero los astronautas que han estado en el espacio y observado la Luna, las estrellas y el Sol desde ahí han llegado a reconocer que la Tierra es un lugar muy especial.

James Irwin, un estadounidense que llegó a la Luna, dijo de la Tierra que colgaba en la negrura del espacio, "Disminuyó de tamaño. Finalmente se encogió al tamaño de una bolita, la más hermosa que ustedes pueden imaginar. Ese objeto hermoso, cálido, viviente parecía tan frágil, tan delicado. Ver esto tiene que transformar a un hombre, tiene que hacer que un hombre aprecie la creación de Dios y el amor de Dios".

La Tierra tiene algo que no tiene ningún otro planeta: una atmósfera con un claro cielo azul, la belleza del amanecer o el atardecer, el clima siempre cambiante, los vientos que soplan sobre la Tierra. Podría haber vida en alguna otra parte, podría haber seres diferentes al hombre, pero nunca verán un arcoíris, nunca verán un cielo azul o el brillo del amanecer.

Cuando miramos hacia el Sol y las estrellas, los vemos a través de la atmósfera. Entre nosotros y el Cosmos hay una gran esfera que rodea la Tierra, la atmósfera. La atmósfera consiste de aire. Tal como un pez vive al fondo del mar, también los seres humanos, los animales y las plantas viven al fondo de un océano de aire. La gente que sube montañas altas o vuela alto en los aviones descubre que el aire gradualmente se pone más delgado al subir, y entonces tienen que llevar aire, tanques de oxígeno. Más abajo estamos siempre rodeados por este gran océano de aire.

Pero este océano no es solamente aire, la atmósfera también contiene agua en la forma de vapor. Si hervimos agua ella sube como vapor, se evapora. Pero el agua también se evapora sin hervir, como pueden ver cuando cuelgan la ropa que han lavado o cuando se derraman algunas gotas. El agua se va, se evapora. Esta evaporación se produce siempre sobre la tierra, pero también sobre los océanos, los lagos, los ríos, los arroyos. El agua se está continuamente evaporando, entonces el aire de la atmósfera se llena de vapor. El aire puede sostener una cierta cantidad de vapor de agua, pero si hay mucho vapor, el vapor se condensa de vuelta en agua. Si tenemos niebla, neblina, nubes, lluvia, entonces el aire tiene más agua de lo que puede sostener, y el aire envía el agua de vuelta a la Tierra.

El aire cálido puede sostener más vapor de agua, y el aire frío sostiene menos, tal como una persona de corazón cálido recibe alegremente a los visitantes, y una persona de corazón frío los rechazará. Hay siempre corrientes de aire cálido como también de aire frío en la atmósfera. El aire cálido sube y el aire frío desciende, entonces aun sin el viento el aire se está continuamente moviendo. Y donde el aire frío y el aire cálido se juntan, hay una batalla, un choque entre el aire cálido y el aire frío. Las nubes nos muestran dónde está la batalla.

A veces vemos nubes que cambian su forma muy rápidamente. Esto significa que hay una corriente muy fuerte de aire cálido o frío. Pero a veces una formación nubosa no cambia su forma durante horas, ni cambia de lugar, y podemos pensar que nada pasa. Pero en realidad, mucho está pasando en esta nube inmóvil. Desde abajo el vapor cálido asciende continuamente, y cuando se encuentra con el aire frío, el vapor se transforma en pequeñas, pequeñas gotitas de agua que cuelgan en el aire, son demasiado pequeñas para caer, apenas tienen algún peso. Pero cuando el aire cálido alcanza a las gotitas en las nubes y alrededor de los bordes ellas se evaporan nuevamente y suben más alto, entonces hay continuamente nuevo vapor que surge de abajo y se transforma en gotas, y gotas que se transforman en vapor y se alejan flotando. La forma de la nube permanece igual, pero todo el tiempo las gotas que la forman están cambiando.

Al Oeste de Portugal están las islas llamadas Azores, y en una de estas islas, Pico, hay una alta montaña, y la cima de esta montaña está casi siempre rodeada de una nube. Esta nube tiene una forma bien regular, no cambia mucho, día y noche, verano e invierno. Mantiene la misma forma, permanece en el mismo lugar, por años, aun siglos. Pero las gotas de la nube cambian continuamente; surgen nuevas desde abajo, se evaporan y desaparecen, flotando en el aire cálido. La nube es realmente como el curso de un río, el lecho del río permanece el mismo, pero el agua está cambiando todo el tiempo.

A primera vista parece que las nubes tienen todo tipo de formas, pero hay científicos que estudian la forma de las nubes. (Esta ciencia es muy importante para los pilotos de los aviones, que deben saber por la apariencia de una nube, qué tipo de corrientes de aire encontrarán.) Estos científicos han encontrado cuatro tipos principales de nubes. Todas las nubes que vemos pertenecen a uno de los cuatro grupos, o son una mezcla de dos tipos.

Cumulus significa "montón". Las nubes cúmulos parecen hinchadas como la lana de un cordero o como el vapor de una locomotora. Las nubes cúmulos tienen formas redondas, pero el borde de más abajo es siempre horizontal. El borde horizontal muestra exactamente donde empieza el aire frío. Aquí el vapor se transforma en pequeñas gotas.

Cirrus quiere decir "línea". Son nubes delgadas, plumosas, a veces las llaman "colas de yeguas". Las nubes *cirrus* están mucho más altas que las *cúmulos*, tan altas que las gotas se congelan, volviéndose pequeños cristales de hielo.

Stratus quiere decir "capa". Estas son capas bajas de nubes. Estas nubes bajas a menudo velan los picos de las montañas. A los montañistas no les gustan las nubes *stratus*, porque no pueden ver adónde van. La bruma y la niebla son realmente nubes *stratus*.

Nimbus sólo quiere decir "nube de lluvia". Este tipo de nube está siempre en una mezcla. El *nimbostratus* es una nube gris sin forma con llovizna persistente. La *cúmulonimbus* es una nube muy grande, hinchada, que puede causar una tormenta de truenos.

Los *cirrus* son las nubes más altas, las *stratus* son las más bajas, las *cúmulos* están entremedio. Hay, por supuesto, mezclas, por ejemplo, la *cúmulostratus* es la nube que vemos más a menudo — grandes

extensiones de nubes en montones, que a veces producen lluvia.

Estas nubes en la atmósfera — siempre cambiante — y las gotitas en ellas que siempre se evaporan y se vuelven a condensar, son las portadoras de la vida. Porque sin las nubes no tendríamos lluvia sobre la tierra, y sin la lluvia no habría ríos ni lagos. La Tierra se volvería un desierto, y toda nuestra preciosa vida aquí en la Tierra moriría. Entonces, habiendo recorrido las vastas extensiones del Cosmos, llegamos a ver cuán especial es esta Tierra nuestra.

EDITORIAL IDUNN

🍎 COLECCIÓN BALDUR

- Los Motivos de San Francisco* / GABRIELA MISTRAL
La Navidad del Oso / BRIGITTE FREY MORET
La Llama Sagrada y Otras Leyendas / SELMA LAGERLÖF
La Princesa en la Torre de Marfil / ISABEL WYATT
El Corderito / CONSUELO ANGUITA
Las Tres Naranjas / LEYENDA ITALIANA

🍎 COLECCIÓN ALBERICH

- Puck, el Gnomo* / JAKOB STREIT
El Viaje de Tatatuck a la Montaña de Cristal / JAKOB STREIT
Cuentos del Bosque / SELMA LAGERLÖF
Encuentros en la Montaña / EWA JASINSKA
El Cuento del Rey Árabe / EWA JASINSKA

🍎 COLECCIÓN THOR

- Los Hijos de Odin* / PADRAIC COLUM
Las Aventuras de Odiseo / PADRAIC COLUM
El Libro de los Príncipes Maravillosos / ISABEL WYATT
Leyendas de los Héroes Vikingos / ISABEL WYATT

🍎 COLECCIÓN OTRA MIRADA

- Zoología para Todos* / EUGEN KOLISKO
Vida en la Antigüedad / DOROTHY HARRER
Plantas como Imágenes del Alma / ERNST-MICHAEL KRANICH
El Ser Humano y el Mundo Animal / CHARLES KOVACS
Misterios del Cuerpo Humano / CHARLES KOVACS
Geología y Astronomía / CHARLES KOVACS
Las Matemáticas en la Naturaleza, el Espacio y el Tiempo /

JOHN BLACKWOOD

☪ COLECCIÓN BIOGRAFÍA Y VIDA

El Mundo donde Vivo / HELEN KELLER

Luz en la Selva: la vida sorprendente del Dr. Albert Schweitzer /

MARIO WAISSMANN

☪ COLECCIÓN FORAMEN ACUS

ARTE Y POESÍA

Ricardo Irarrázaval / FORAMEN ACUS

Matta Una Ocasión / FORAMEN ACUS

Lugares Poéticos / CECILIA CASTRO Y ROSARIO GARRIDO

Krauskopf / RUTH KRAUSKOPF

X3 / GODOFREDO IOMMI

El Significado Esotérico de las Pinturas de Rafael / GIORGIO I. SPADARO

Esto y El Relámpago, Gonzalo Rojas, Una Biografía a Viva Voz /

FORAMEN ACUS