

Capítulo tres

La armonía de los mundos

¿Conoces las leyes del cielo? ¿Puedes establecer su función en la Tierra? **Libro de Job**

Todo el bienestar y la adversidad que acaecen al hombre y a otras criaturas llegan a través del Siete y del Doce. Los doce signos del Zodíaco, como dice la Religión, son los doce capitanes del bando de la luz; y se dice que los siete planetas son los siete capitanes del bando de la oscuridad. Y los siete planetas oprimen todo lo creado y lo entregan a la muerte y a toda clase de males: porque los doce signos del Zodíaco y los siete planetas gobiernan el destino del mundo.

Menok i Xrat, obra zoroástrica tardía

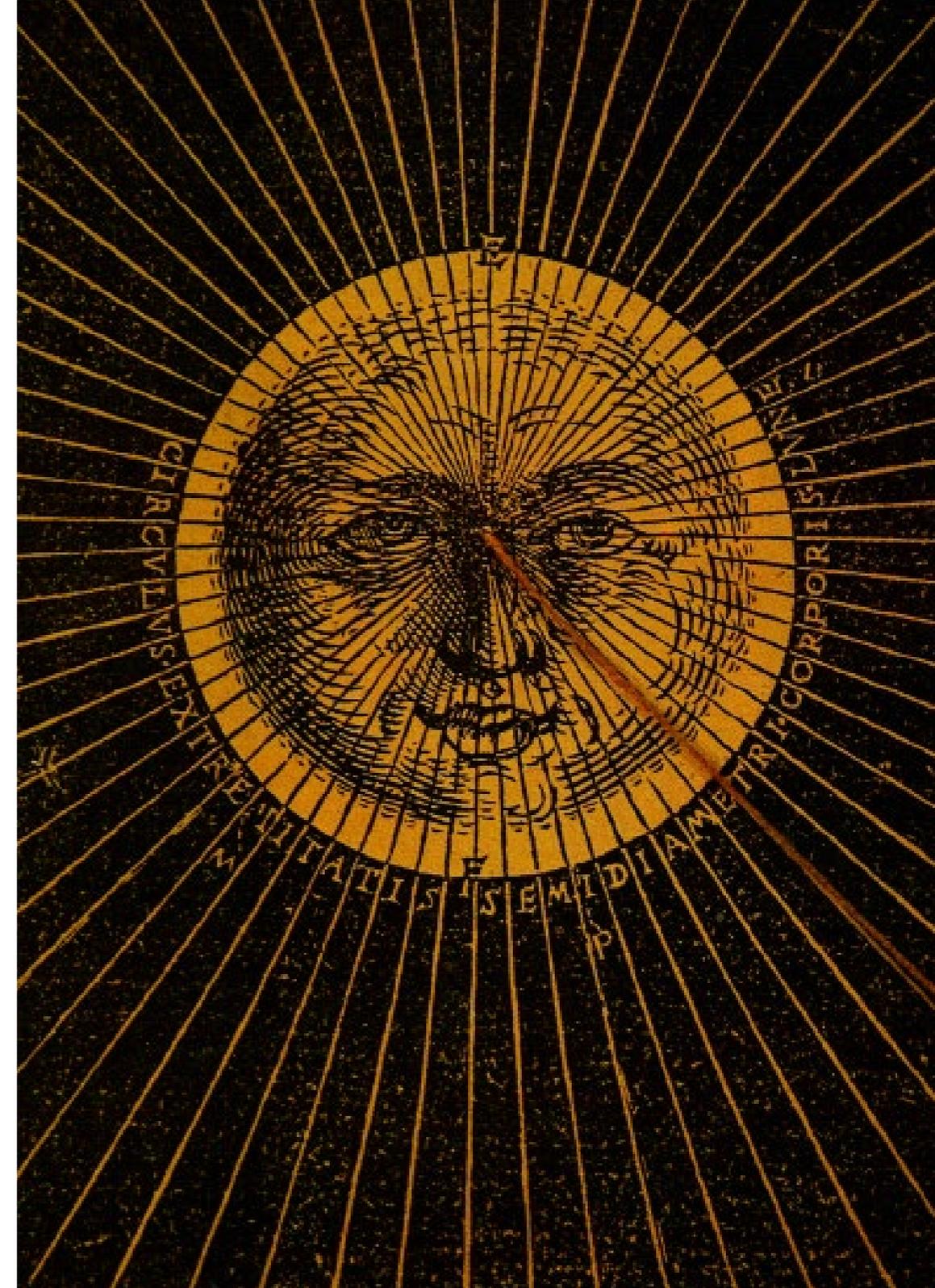
Decir que cada especie de cosa está dotada de una cualidad específica oculta por la cual actúa y produce efectos manifiestos, equivale a no decir nada; pero derivar de los fenómenos dos o tres principios generales de movimiento, y acto seguido explicar de qué modo se deducen de estos principios manifiestos las propiedades y las acciones de todas las cosas corpóreas, sería dar un gran paso. **Isaac Newton, Óptica**

No nos preguntamos qué propósito útil hay en el canto de los pájaros, cantar es su deseo desde que fueron creados para cantar. Del mismo modo no debemos preguntarnos por qué la mente humana se preocupa por penetrar los secretos de los cielos... La diversidad de los fenómenos de la Naturaleza es tan grande y los tesoros que encierran los cielos tan ricos, precisamente para que la mente del hombre nunca se encuentre carente de su alimento básico.

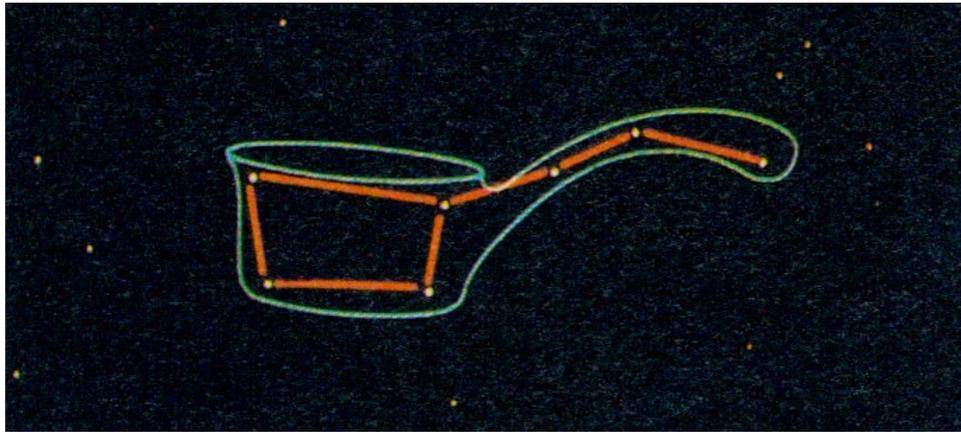
Johannes Kepler, *Mysterium Cosmographicum*

Detalle decorativo de una calculadora de papel destinada a determinar el tamaño de la sombra de la Tierra sobre la Luna durante un eclipse lunar.

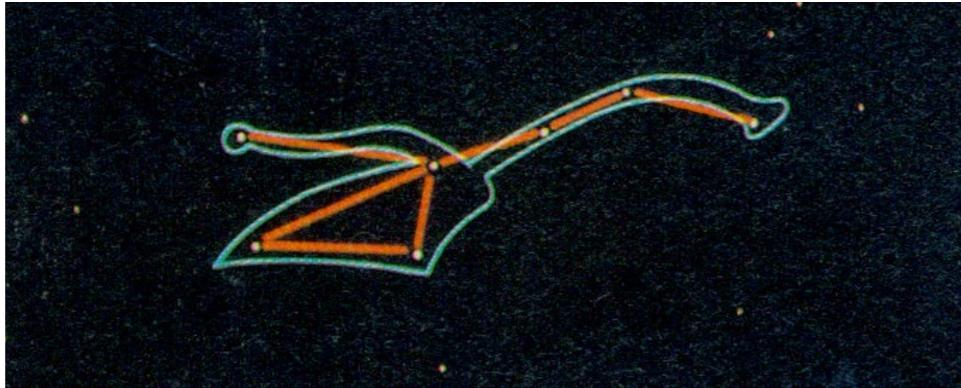
Impresa en 1540, tres años antes de la publicación de la obra de Copernico y treinta y un años antes del nacimiento de Johannes Kepler. Del "Astronomicum Caesarium" de Petrus Apianus, Ingolstadt, Alemania.



La constelación borea llamada en Norteamérica el Gran Cucharón. En Francia le llaman la Cacerola.



El mismo grupo de siete estrellas (unidas por líneas rojas) recibe en Inglaterra el nombre de el Arado.



En China imaginaron que era la constelación de Burócrata Celeste, sentado sobre una nube y acompañado en sus vueltas repetidas alrededor del polo norte del cielo por sus eternamente esperanzados solicitantes. (Dibujos animados y fotografiados por July Kreijanovsky, de Cartoon Kitchen).



Si viviéramos en un planeta donde nunca cambia nada, habría poco que hacer. No habría nada que explicarse. No habría estímulo para la ciencia. Y si viviéramos en un mundo impredecible, donde las cosas cambian de modo fortuito o muy complejo, seríamos incapaces de explicarnos nada. Tampoco en este caso podría existir la ciencia. Pero vivimos en un universo intermedio, donde las cosas cambian, aunque de acuerdo a estructuras, a normas, o según nuestra terminología, a leyes de la naturaleza. Si lanzo un palo al aire, siempre cae hacia abajo. Si el Sol se pone por el oeste, siempre a la mañana siguiente sale por el este. Y así comienza a ser posible explicarse las cosas. Podemos hacer ciencia y por mediación de ella podemos perfeccionar nuestras vidas. Los seres humanos están bien dotados para comprender el mundo. Siempre lo hemos estado. Pudimos cazar animales o hacer fuego porque habíamos comprendido algo. Hubo una época anterior a la televisión, anterior a las películas, anterior a la radio.

La mayor parte de la existencia humana ha transcurrido en esa época. Sobre las ascuas mortecinas de un fuego de campaña, en una noche sin luna, nosotros contemplábamos las estrellas.

El cielo nocturno es interesante. Contiene ciertas formas. Podemos imaginar casi involuntariamente que son figuras. En el cielo del Norte, por ejemplo, hay una figura o constelación que parece un oso pequeño. Algunas culturas lo llaman la Osa Mayor. Otras ven en ella imágenes bastante distintas. Esas figuras no son, por supuesto, una realidad del cielo nocturno; las ponemos allí nosotros mismos. Cuando éramos un pueblo cazador veíamos cazadores y perros, osos y mujeres jóvenes, las cosas que podían interesarnos. Cuando en el siglo diecisiete, los navegantes europeos vieron por primera vez los mares del Sur, pusieron en el cielo objetos de interés para el propio siglo diecisiete: tucanes y pavos reales, telescopios y microscopios, compases y la popa de los barcos.

Si las constelaciones hubieran recibido su nombre en el siglo veinte, supongo que en el cielo veríamos bicicletas y neveras, estrellas del rock and roll, o incluso nubes atómicas; un nuevo repertorio, con las esperanzas y los temores del hombre, colocado entre las estrellas.

De vez en cuando nuestros antepasados venían una estrella muy brillante con una cola, vislumbrada sólo un momento, precipitándose

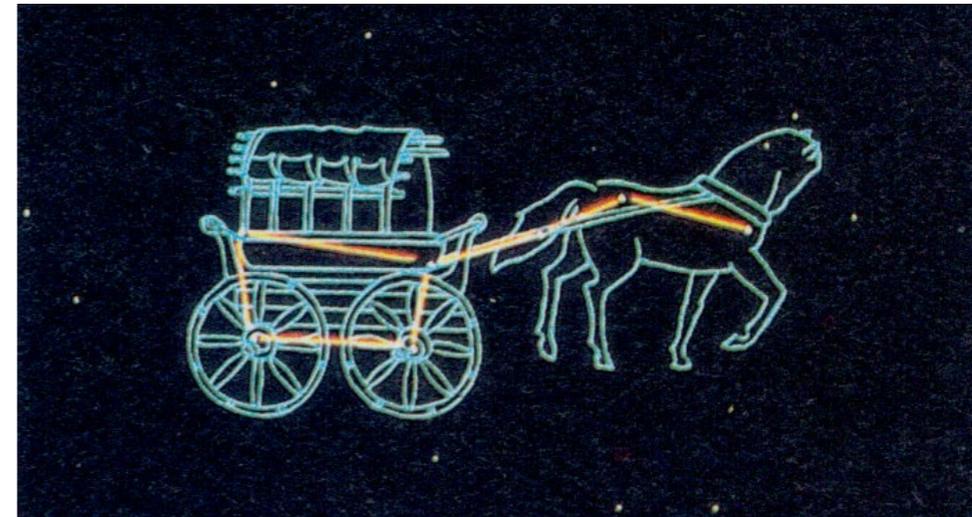
a través del cielo. La llamaron estrella fugaz, pero el nombre no es adecuado: las estrellas de siempre continúan allí después del paso de las estrellas fugaces. En algunas estaciones hay muchas estrellas fugaces, mientras que en otras hay muy pocas. También aquí hay una especie de regularidad.

Las estrellas salen siempre por el este y se ocultan por el oeste, como el Sol y la Luna; y si pasan por encima nuestro, tardan toda la noche en cruzar el cielo. Hay diferentes constelaciones en las diferentes estaciones. Por ejemplo, al comienzo del otoño aparecen siempre las mismas constelaciones. No sucede nunca que de pronto aparezca una nueva constelación por el este. Hay un orden, una predicibilidad, una permanencia en lo referente a las estrellas. Se comportan de un modo casi tranquilizador.

Algunas estrellas salen justo antes que el Sol, o se ponen justo después que él, y en momentos y posiciones que dependen de la estación. Si uno realiza detenidas observaciones de las estrellas y las registra durante muchos años, puede llegar a predecir las estaciones. También puede calcular la duración de un año anotando el punto del horizonte por donde sale el Sol cada día. En los cielos había un gran calendario a disposición de quien tuviera dedicación, habilidad y medios para registrar los datos. Nuestros antepasados construyeron observatorios para medir el paso de las estaciones. En el Cañón de Chaco, en Nuevo

México, hay un gran kiva ceremonial, o templo sin tejado, que data del siglo once. El 21 de junio, el día más largo del año, un rayo de luz solar entra al amanecer por una ventana y se mueve lentamente hasta que cubre un nicho especial. Pero esto sólo sucede alrededor del 21 de junio. Me imagino a los orgullosos anasazi, que se definían a sí mismos como Los Antiguos, reunidos en sus sítiales cada 21 de junio, ataviados con plumas, sonajeros y turquesas para celebrar el poder del Sol. También seguían el movimiento aparente de la Luna: los veintiocho nichos mayores en el kiva pueden representar el número de días que han de transcurrir para que la Luna vuelva a ocupar la misma posición entre las constelaciones. Los anasazi prestaban mucha atención al Sol, a la Luna y a las estrellas. Se han encontrado otros observatorios, basados en ideas semejantes, en Angkor Vat en Camboya, Stonehenge en Inglaterra, Abu Simbel en Egipto, Chichen Itzá en México; y en las grandes llanuras en Norteamérica.

Algunos supuestos observatorios para la fijación del calendario es posible que se deban al azar y que, por ejemplo, la ventana y el nicho presenten el día 21 de junio una alineación accidental. Pero hay otros observatorios maravillosamente distintos. En un lugar del suroeste norteamericano hay un conjunto de tres losas verticales que fueron cambiadas de su posición original hace aproximadamente unos 1000 años. En la roca ha sido esculpida una espiral, parecida en cierto modo a una galaxia. El día 21 de junio, primer día de verano, un haz de luz solar que entra por una abertura entre las losas bisecciona la espiral; y el día 21 de diciembre, primer día de invierno, hay dos haces de luz solar que flanquean la espiral. Se trata de un sistema único para leer el calendario en el cielo utilizando el sol de mediodía.

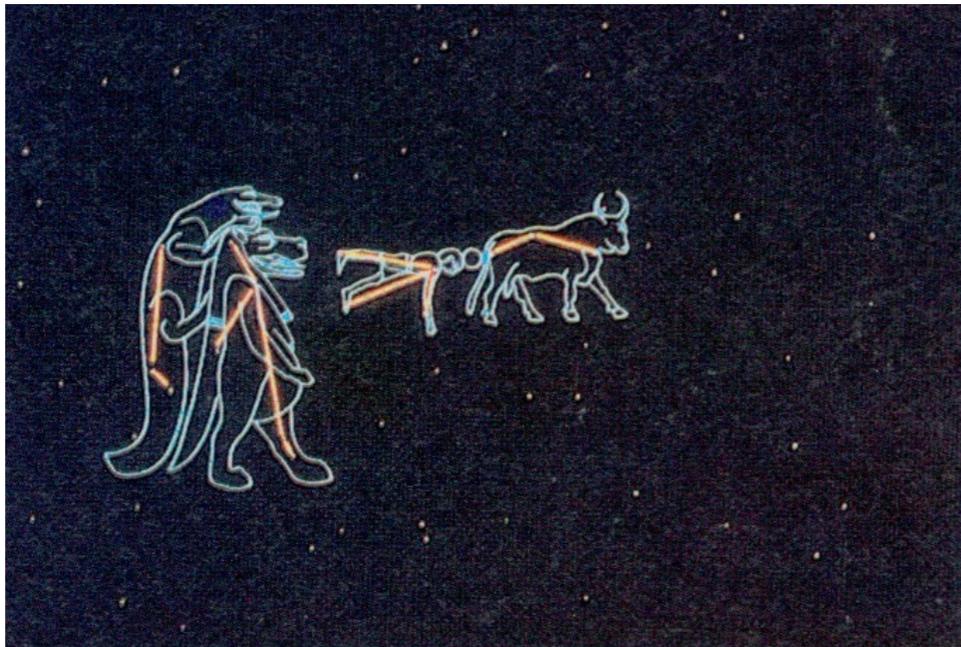


La Europa medieval llamaba a esas mismas estrellas la Carreta de Carlos o el Carro.

Los antiguos griegos y los pueblos nativos de América veían esas estrellas como la ola de la Osa mayor, Ursa major.



Los antiguos egipcios representaron en este grupo mayor de estrellas que incluye la Osa mayor, una curiosa procesión formada por un toro, un hombre o dios horizontal, y un hipopótamo con un cocodrilo a cuestas. (Dibujos animados y fotografiados por July Kreijanovsky, de Cartoon Kitchen).



¿Por qué los pueblos de todo el mundo hicieron tales esfuerzos para aprender astronomía? Cazábamos gacelas, antílopes y búfales cuyas migraciones aumentaban o disminuían según las estaciones. Los frutos y las nueces podían recogerse en algunas temporadas, pero no en otras. Cuando inventamos la agricultura tuvimos que ir con cuidado para plantar y recolectar nuestras cosechas en la estación adecuada. Las reuniones anuales de tribus nómadas muy dispersas se fijaban para fechas concretas. La posibilidad de leer el calendario en los cielos era literalmente una cuestión de vida y muerte. Los pueblos de todo el mundo tomaban nota de la reaparición de la luna creciente después de la luna nueva, del regreso del Sol después de un eclipse total, de la salida del Sol al alba después de su fastidiosa ausencia nocturna: esos fenómenos sugerían a nuestros antepasados la posibilidad de sobrevivir a la muerte. En lo alto de los cielos había también una metáfora de la inmortalidad.

El viento azota los cañones del suroeste norteamericano, y no hay nadie para oírlo, aparte de nosotros: un recordatorio de las 40000 generaciones de hombres y mujeres pensantes que nos precedieron, acerca de los cuales apenas sabemos nada, y sobre los cuales está basada nuestra civilización. Pasaron las edades y los hombres fueron aprendiendo de sus antepasados.

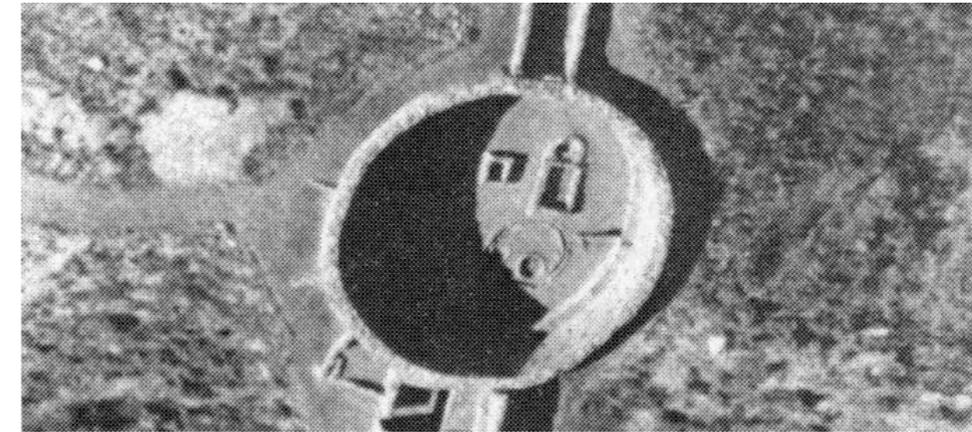
Cuanto más exacto era el conocimiento de la posición y de los movimientos del Sol, de la Luna

y de las estrellas, con mayor seguridad podía predecirse la época para salir de caza, para sembrar y segar o para reunirse las tribus. Cuando mejoró la precisión de las mediciones, hubo que anotar los datos y de este modo la astronomía estimuló la observación, las matemáticas y el desarrollo de la escritura. Pero luego, mucho después, surgió otra idea bastante curiosa, una invasión de misticismo y de superstición en lo que había sido principalmente una ciencia empírica. El Sol y las estrellas controlaban las estaciones, los alimentos, el calor. La Luna controlaba las mareas, los ciclos de vida de muchos animales, y quizás el período menstrual humano de central importancia para una especie apasionada, dedicada intensamente a tener hijos. Había otro tipo de cuerpos en el cielo, las estrellas errantes o vagabundas llamadas planetas. Nuestros antepasados nómadas debieron sentir cierta afinidad por los planetas. Podían verse solamente cinco planetas, sin contar el Sol y la Luna, que se movían sobre el fondo de las estrellas más distantes. Si se sigue su aparente movimiento durante varios meses, se les ve salir de una constelación y entrar en otra, y en ocasiones incluso describen lentamente una especie de rizo en el cielo. Si todos los demás cuerpos del cielo ejercían un efecto real sobre la vida humana, ¿qué influencia tendrían los planetas sobre nosotros? En la sociedad contemporánea occidental, es fácil comprar una revista de astrología, en un quiosco de periódicos

por ejemplo; es mucho más difícil encontrar una de astronomía. Casi todos los periódicos norteamericanos publican una columna diaria sobre astrología, pero apenas hay alguno que publique un artículo sobre astronomía ni una vez a la semana. En los Estados Unidos hay diez veces más astrólogos que astrónomos. En las fiestas, a veces cuando me encuentro con personas que no saben que soy un científico, me preguntan: ¿Eres Géminis? (posibilidad de acertar: una entre doce). O: ¿De qué signo eres? Con mucha menos frecuencia me preguntan: ¿Estabas enterado de que el oro se crea en las explosiones de supernovas? O: ¿Cuándo crees que el Congreso aprobará el vehículo de exploración de Marte?

La astrología mantiene que la constelación en la cual se hallan los planetas al nacer una persona influye profundamente en el futuro de ella. Hace unos miles de años se desarrolló la idea de que los movimientos de los planetas determinaban el destino de los reyes, de las dinastías y de los imperios. Los astrólogos estudiaban los movimientos de los planetas y se preguntaban qué había ocurrido la última vez en que, por ejemplo, Venus amanecía en la constelación de Aries; quizás ahora volvería a suceder algo semejante. Era una empresa delicada y arriesgada. Los astrólogos llegaron a ser empleados exclusivamente por el Estado. En muchos países era un grave delito leer los presagios del cielo si uno no era el astrólogo oficial: una buena manera de hundir

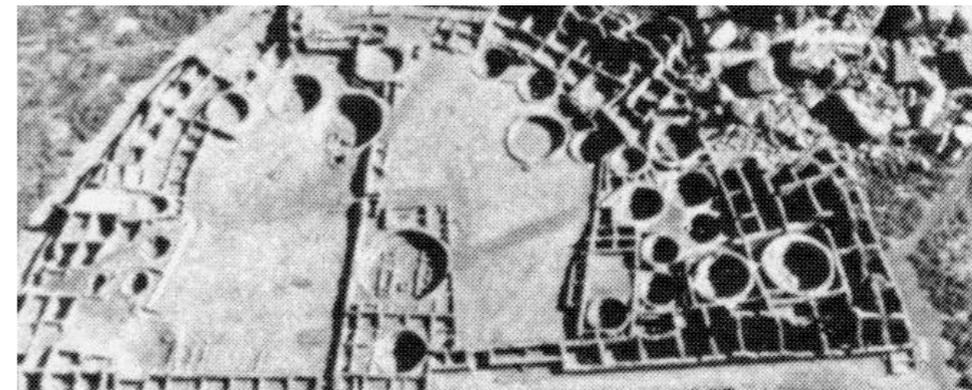
un régimen era predecir su caída. En China los astrólogos de la corte que realizaban predicciones inexactas eran ejecutados. Otros apañaban simplemente los datos para que estuvieran siempre en perfecta conformidad con los acontecimientos. La astrología se desarrolló como una extraña combinación de observaciones, de matemáticas y de datos cuidadosamente registrados, acompañados de pensamientos confusos y de mentiras piadosas.



Casa Rincañada, un templo anasazi con una alineación casi perfecta este-oeste.



La luz solar entra por la ventana e ilumina un nicho en Casa Rincañada, poco después de salir el sol un 21 de Junio,



Casa Bonita, una casa de apartamentos anasazi del siglo once con ochocientas habitaciones.

Pero si los planetas podían determinar el destino de las naciones, ¿cómo podrían dejar de influir en lo que me pasará a mí mañana? La noción de una astrología personal se desarrolló en el Egipto alejandrino y se difundió por los mundos griego y romano hace aproximadamente 2000 años. Hoy en día podemos reconocer la antigüedad de la astrología en palabras como desastre, que en griego significa mala estrella, influenza, gripe en inglés, que proviene del italiano y presupone una influencia astral; mazeltov, en hebreo proveniente a su vez del babilonio que significa constelación favorable, o la palabra yiddish shlamazel, referida a alguien a quien atormenta un destino implacable, y que también se encuentra en el léxico astrológico babilonio. Según Plinio, a algunos romanos se les consideraba sideratio, 64 afectados por los planetas. Se convirtió en opinión generalizada que los planetas eran causa directa de la muerte. O consideremos el verbo considerar que significa estar con los planetas lo cual era evidentemente un requisito previo para la reflexión seria. La figura de la página 51 muestra las estadísticas de mortalidad de la ciudad de Londres en 1632. Entre terribles pérdidas provocadas por enfermedades posnatales infantiles y por enfermedades exóticas como la rebelión de las luces y el mal del Rey nos encontramos con que, de 9535 muertes, 13 personas sucumbían por el planeta , mayor número que los que morían de cáncer. Me pregunto cuáles eran los síntomas.

Y la astrología personal está todavía entre nosotros: examinemos dos columnas de astrología publicadas en diferentes periódicos, en la misma ciudad y el mismo día. Por ejemplo podemos analizar el New York Post y el Daily News de Nueva York del 21 de septiembre de 1979. Supongamos que uno es Libra, es decir nacido entre el 23 de septiembre y el 22 de octubre. Según el astrólogo del post, un compromiso le ayudará a aliviar la tensión; útil, quizás, pero algo vago. Según el astrólogo del Daily News, debes exigirte más a ti mismo, recomendación que también es vaga y al mismo tiempo diferente. Estas predicciones no son tales predicciones, son más bien consejos: dicen qué hacer, no qué pasará. Recurren deliberadamente a términos tan generales que pueden aplicarse a cualquiera. Y presentan importantes inconsecuencias comunes. ¿Por qué se publican sin más explicaciones, como si fueran resultados deportivos o cotizaciones de bolsa? La astrología puede ponerse a prueba aplicándola a la vida de los mellizos. Hay muchos casos en que uno de los mellizos muere en la infancia, en un accidente de coche, por ejemplo, o alcanzado por un rayo, mientras que el otro vive una próspera vejez. Cada uno nació exactamente en el mismo lugar y con minutos de diferencia el uno del otro. Los mismos planetas exactamente estaban saliendo en el momento de su nacimiento. ¿Cómo podrían dos mellizos tener destinos tan profundamente distintos? Además

los astrólogos no pueden ni ponerse de acuerdo entre ellos sobre el significado de un horóscopo dado. Si se llevan a cabo pruebas cuidadosas, son incapaces de predecir el carácter y el futuro de personas de las que no conocen más que el lugar y la fecha de nacimiento.

Un sorprendente indicador del solsticio anasazi del año 1000 aproximadamente. (Fotografía Bill Ray).



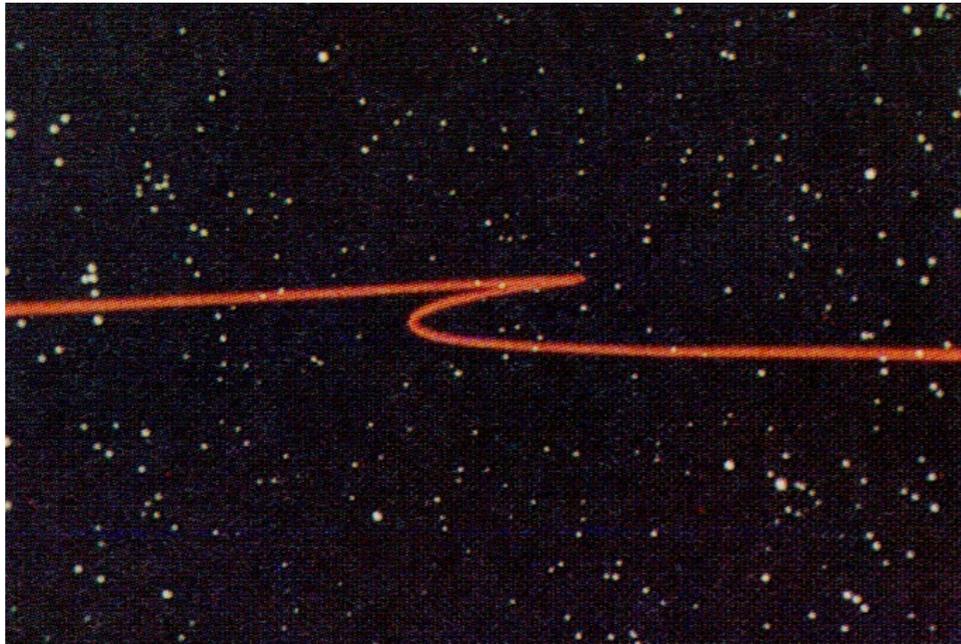


"Rueda de la medicina" de los saskatchewan, construida alrededor del año 600 A.C." el observatorio astronómico más antiguo de las Américas. Su diámetro es de unos 80m. El mojón de la izquierda sirve para situar la salida del sol en el solsticio de verano. (Foto doctor John Eddy.)

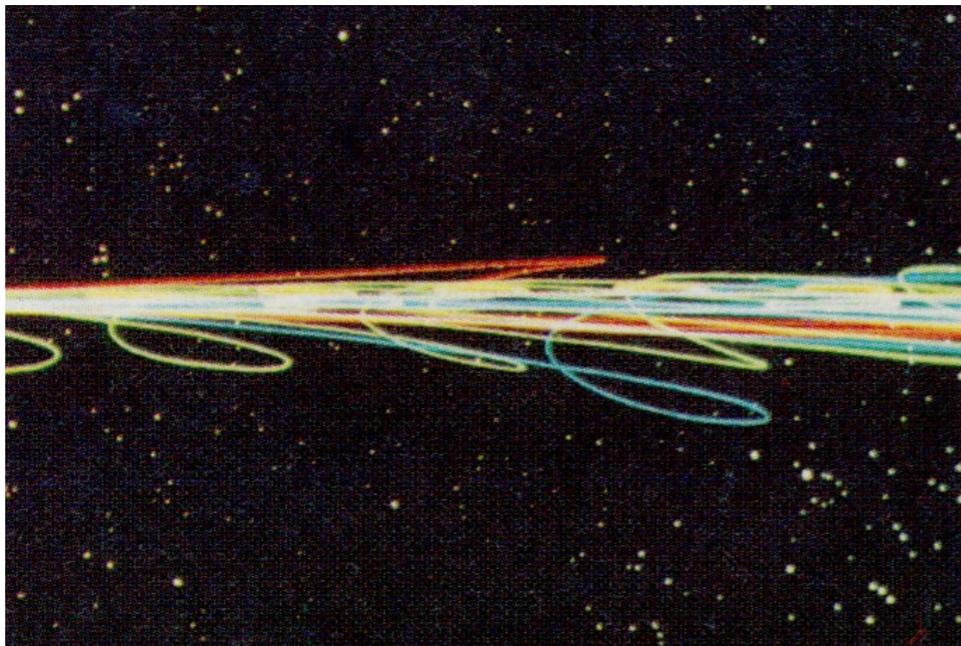
Con las banderas de los países del planeta Tierra sucede algo bastante curioso. La bandera de los Estados Unidos tiene cincuenta estrellas; la de la Unión Soviética una, igual que la de Israel; Birmania, catorce; Grenada y Venezuela, siete; China, cinco; Irak, tres; Sao Tomé e Príncipe, dos; las banderas del Japón, Uruguay, Malawi, Bangladesh y Taiwan, llevan el Sol; Brasil, una esfera celeste; Australia, Samoa Occidental, Nueva Zelanda y Papúa Nueva Guinea llevan la constelación de la Cruz del Sur; Bhutan, la perla del dragón, símbolo de la Tierra; Camboya, el observatorio astronómico de Angkor Vat; India, Corea del Sur y la República Popular de Mongolia, símbolos cosmológicos. Muchas naciones socialistas lucen estrellas. Muchos países islámicos lucen lunas crecientes. Prácticamente la mitad de nuestras banderas nacionales llevan símbolos astronómicos. El fenómeno es transcultural, no sectario, mundial. Y no está tampoco restringido a nuestra época; los sellos cilíndricos sumerios del tercer milenio a. de C. y las banderas taoístas en la China prerrevolucionaria lucían constelaciones. No me extraña que las naciones deseen retener algo del poder y de la credibilidad de los cielos. Perseguimos una conexión con el Cosmos.

Queremos incluimos en la gran escala de las cosas. Y resulta que estamos realmente conectados: no en el aspecto personal, del modo poco imaginativo y a escala reducida que pretenden los astrólogos, sino con lazos más profundos que implican el origen de la materia, la habitabilidad de la Tierra, la evolución y el destino de la especie humana, temas a los que volveremos.

Movimiento aparente de muchos planetas durante muchos meses, entre las mismas constelaciones.



Movimiento retrógrado descrito por el planeta Marte a lo largo de muchos meses entre las constelaciones del fondo, delineado en rojo.



La astrología popular moderna proviene directamente de Claudio Tolomeo, que no tiene ninguna relación con los reyes del mismo nombre. Trabajó en la Biblioteca de Alejandría en el siglo segundo. Todas esas cuestiones arcanas sobre los planetas ascendentes en tal o cual casa lunar o solar o sobre la Era de Acuario proceden de Tolomeo, que codificó la tradición astrológica babilónica. He aquí un horóscopo típico de la época de Tolomeo, escrito en griego sobre papiro, para una niña pequeña nacida el año 150: Nacimiento de Filoe, año décimo de Antonio César, 15 a 16 de Famenot, primera hora de la noche. El Sol en Piscis, Júpiter y Mercurio en Aries, Saturno en Cáncer, Marte en Leo, Venus y la Luna en Acuario, horóscopo, Capricornio. La manera de enumerar los meses y los años ha cambiado mucho más a lo largo de los siglos que las sutilezas astrológicas. Un típico pasaje de la obra astrológica de Tolomeo, el Tetrabiblos, dice: Cuando Saturno está en Oriente da a sus individuos un aspecto moreno de piel, robusto, de cabello oscuro y rizado, barbudo, con ojos de tamaño moderado, de estatura media, y en el temperamento los dota de un exceso de húmedo y de frío. Tolomeo creía no sólo que las formas de comportamiento estaban influidas por los planetas y las estrellas, sino también que la estatura, la complejión, el carácter nacional e incluso las anomalías físicas congénitas estaban determinadas por las estrellas. En este punto parece

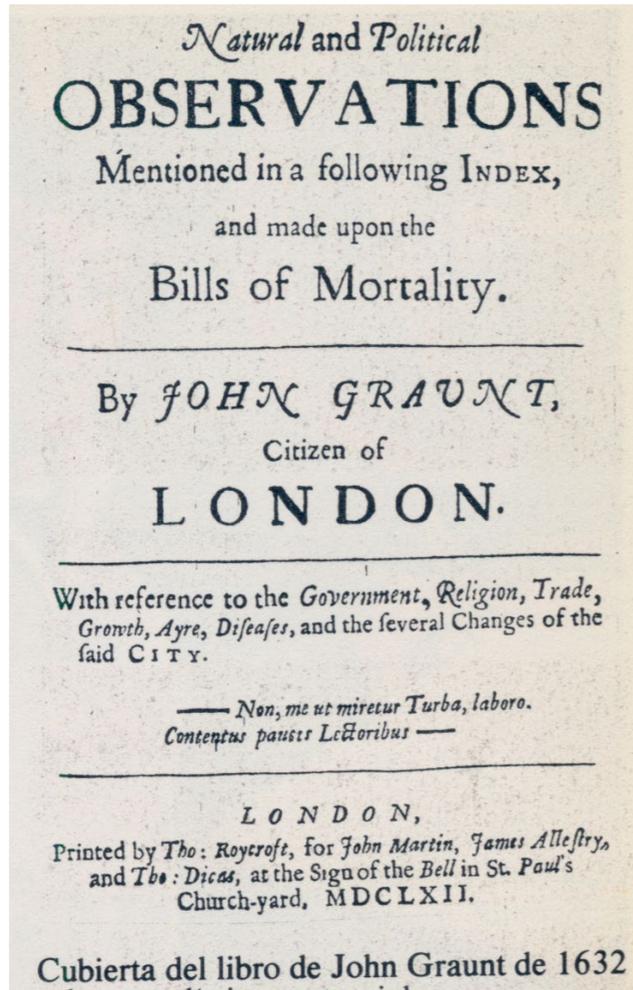
que los astrólogos modernos han adoptado una postura más cautelosa.

Pero los astrólogos modernos se han olvidado de la precesión de los equinoccios, que Tolomeo conocía. Ignoran la refracción atmosférica sobre la cual Tolomeo escribió. Apenas prestan atención a todas las lunas y planetas, asteroides y cometas, quasars y pulsars, galaxias en explosión, estrellas simbióticas, variables cataclísmicas y fuentes de rayos X que se han descubierto desde la época de Tolomeo. La astronomía es una ciencia: el estudio del universo como tal.

La astrología es una pseudociencia: una pretensión, a falta de pruebas contundentes, de que los demás planetas influyen en nuestras vidas cotidianas. En tiempos de Tolomeo la distinción entre astronomía y astrología no era clara. Hoy sí lo es. Tolomeo, en su calidad de astrónomo, puso nombre a las estrellas, catalogó su brillo, dio buenas razones para creer que la Tierra es una esfera, estableció normas para predecir eclipses, y quizás lo más importante, intentó comprender por qué los planetas presentan ese extraño movimiento errante contra el fondo de las constelaciones lejanas. Desarrolló un modelo de predicción para entender los movimientos planetarios y de codificar el mensaje de los cielos. El estudio de los cielos sumía a Tolomeo en una especie de éxtasis. Soy mortal escribió y sé que nací para un día. Pero cuando sigo a mi capricho la apretada multitud de las estrellas en su curso circular, mis pies ya no tocan la Tierra...

Tolomeo creía que la Tierra era el centro del Universo; que el Sol, la Luna, las estrellas y los planetas giraban alrededor de la Tierra. Ésta es la idea más natural del mundo. La Tierra parece fija, sólida, inmóvil, en cambio nosotros podemos ver cómo los cuerpos celestes salen y se ponen cada día. Toda cultura ha pasado por la hipótesis geocéntrica. Como escribió Johannes Kepier, es por lo tanto imposible que la razón, sin una instrucción previa, pueda dejar de imaginar que la Tierra es una especie de casa inmensa con la bóveda del cielo situada sobre ella; una casa inmóvil dentro de la cual el Sol, que es tan pequeño, pasa de una región a otra como un pájaro errante a través del aire. Pero, ¿cómo explicar el movimiento aparente de los planetas, por ejemplo el de Marte, que era conocido miles de años antes de la época de Tolomeo? (Uno de los epítetos que los antiguos egipcios dieron a Marte, *sekded ef em khetkhet*, significa que viaja hacia atrás, y es una clara referencia a su aparente movimiento retrógrado o rizado).

Cubierta del libro de John Graunt de 1632 sobre estadísticas actuariales.



Cubierta del libro de John Graunt de 1632

The Diseases, and Casualties this year being 1632.

A Bortive, and Stilborn .. 445	Grief	11
Affrighted	1	43
Aged	628	8
Ague	43	74
Apoplex, and Meagrom	17	46
Bit with a mad dog	1	38
Bleeding	3	2
Bloody flux, scowring, and flux	348	87
Brused, Issues, sores, and ulcers,	28	15
Burnt, and Scalded	5	80
Burst, and Rupture	9	7
Cancer, and Wolf	10	25
Canter	1	1
Childbed	171	8
Chrisomes, and Infants	2268	13
Cold, and Cough	55	36
Colick, Stone, and Strangury	56	38
Consumption	1797	7
Convulsion	241	98
Cut of the Stone	5	1
Dead in the street, and starved	6	9
Dropsie, and Swelling	267	62
Drowned	34	86
Executed, and prest to death	18	6
Falling Sickness	7	470
Fever	1108	40
Fistula	13	13
Flocks, and small Pox	531	34
French Pox	12	1
Gangrene	5	27
Gout	4	

Christened { Males... 4994 } Buried { Males... 4932 } Whereof, of the
 { Females... 4590 } { Females... 4603 } Plague 8
 In all... 9584 In all... 9535

Causas de los fallecimientos en Londres en 1632. Extraído de Graunt.

The Diseases, and Casualties this year being 1632.

A Bortive, and Stilborn .. 445	Grief	11
Affrighted	1	43
Aged	628	8
Ague	43	74
Apoplex, and Meagrom	17	46
Bit with a mad dog	1	38
Bleeding	3	2
Bloody flux, scowring, and flux	348	87
Brused, Issues, sores, and ulcers,	28	15
Burnt, and Scalded	5	80
Burst, and Rupture	9	7
Cancer, and Wolf	10	25
Canter	1	1
Childbed	171	8
Chrisomes, and Infants	2268	13
Cold, and Cough	55	36
Colick, Stone, and Strangury	56	38
Consumption	1797	7
Convulsion	241	98
Cut of the Stone	5	1
Dead in the street, and starved	6	9
Dropsie, and Swelling	267	62
Drowned	34	86
Executed, and prest to death	18	6
Falling Sickness	7	470
Fever	1108	40
Fistula	13	13
Flocks, and small Pox	531	34
French Pox	12	1
Gangrene	5	27
Gout	4	

Christened { Males... 4994 } Buried { Males... 4932 } Whereof, of the
 { Females... 4590 } { Females... 4603 } Plague 8
 In all... 9584 In all... 9535

El modelo de movimientos planetarios de Tolomeo puede representarse con una pequeña máquina, como las que existían en tiempos de Tolomeo para un propósito similar. El problema era imaginar un movimiento real de los planetas, tal como se veían desde allí arriba, en el exterior, y que reprodujera con una gran exactitud el movimiento aparente de los planetas visto desde aquí abajo, en el interior.

Se supuso que los planetas giraban alrededor de la Tierra unidos a esferas perfectas y transparentes. Pero no estaban sujetos directamente a las esferas sino indirectamente, a través de una especie de rueda excéntrica. La esfera gira, la pequeña rueda entra en rotación, y Marte, visto desde la Tierra, va rizando su rizo. Este modelo permitió predecir de modo razonablemente exacto el movimiento planetario, con una exactitud suficiente para la precisión de las mediciones disponibles en la época de Tolomeo, e incluso muchos siglos después.

Las esferas etéreas de Tolomeo, que los astrónomos medievales imaginaban de cristal, nos permiten hablar todavía hoy de la música de las esferas y de un séptimo cielo (había un cielo o esfera para la Luna, Mercurio, Venus, el Sol, Marte, Júpiter y Saturno, y otro más para las estrellas). Si la Tierra era el centro del universo, si la creación tomaba como eje los acontecimientos terrenales, si se pensaba que los cielos estaban contruidos con principios del todo ajenos a

la Tierra, poco estímulo quedaba entonces para las observaciones astronómicas. El modelo de Tolomeo, que la Iglesia apoyó durante toda la Edad de la Barbarie, contribuyó a frenar el ascenso de la astronomía durante un milenio. Por fin, en 1543, un clérigo polaco llamado Nicolás Copérnico publicó una hipótesis totalmente diferente para explicar el movimiento aparente de los planetas. Su rasgo más audaz fue proponer que el Sol, y no la Tierra, estaba en el centro del universo. La Tierra quedó degradada a la categoría de un planeta más, el tercero desde el Sol, que se movía en una perfecta órbita circular. (Tolomeo había tomado en consideración un modelo heliocéntrico de este tipo, pero lo desechó inmediatamente; partiendo de la física de Aristóteles, la rotación violenta de la Tierra que este modelo implicaba parecía contraria a la observación).



Nicolás Copérnico (Pintura de Jean-Leon Huens, (c) National Geographic Society)



Johannes Kepler. El retrato de Tycho Brahe cuelga de la pared (Pintura de Jean-Leon Juens, (c) National Geographic Society).

El modelo permitía explicar el movimiento aparente de los planetas por lo menos tan bien como las esferas de Tolomeo. Pero molestó a mucha gente. En 1616 la Iglesia católica colocó el libro de Copérnico en su lista de libros prohibidos hasta su corrección por censores eclesiásticos locales, donde permaneció hasta 1835. Martin Lutero le calificó de astrólogo advenedizo... Este estúpido quiere trastocar toda la ciencia astronómica. Pero la Sagrada Escritura nos dice que Josué ordenó pararse al Sol, y no a la Tierra. Incluso algunos de los admiradores de Copérnico dijeron que él no había creído realmente en un universo centrado en el Sol, sino que se había limitado a proponerlo como un artificio para calcular los movimientos de los planetas.

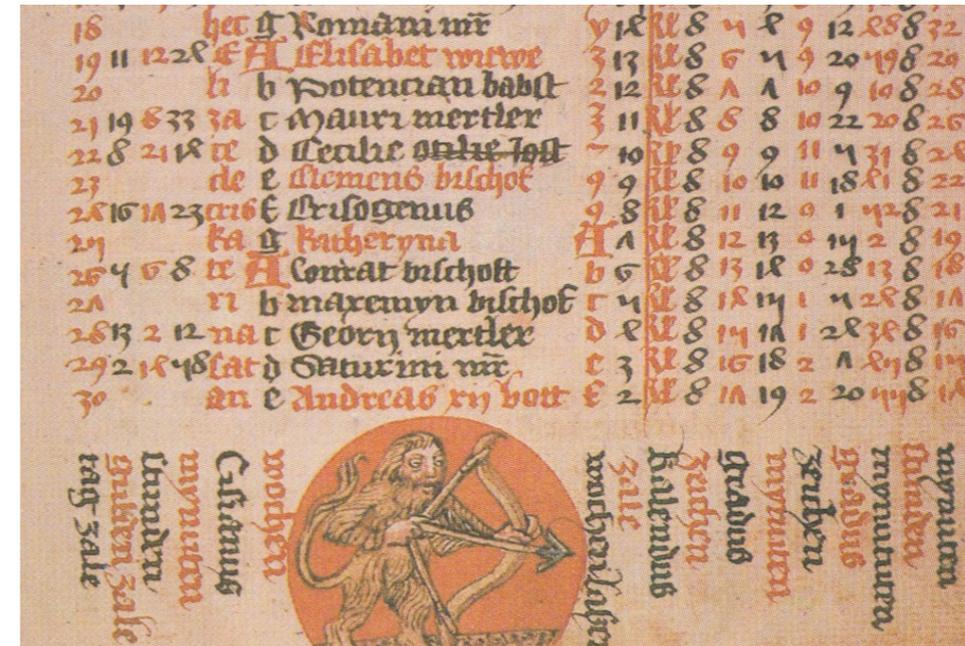
El enfrentamiento histórico entre las dos concepciones del Cosmos centrado en la Tierra o centrado en el Sol alcanzó su punto culminante en los siglos dieciséis y diecisiete en la persona de un hombre que, como Tolomeo, era astrólogo y astrónomo a la vez. Vivió en una época en que el espíritu humano estaba aprisionado y la mente encadenada; en que las formulaciones eclesiásticas hechas un milenio o dos antes sobre cuestiones científicas se consideraban más fidedignas que los descubrimientos contemporáneos realizados con técnicas inaccesibles en la antigüedad; en que toda desviación incluso en materias teológicas arcanas, con respecto a las preferencias doxológicas dominantes tanto católicas como

protestantes, se castigaba con la humillación, la tribulación, el exilio, la tortura o la muerte. Los cielos estaban habitados por ángeles, demonios y por la mano de Dios, que hacía girar las esferas planetarias de cristal. No había lugar en la ciencia para la idea de que subyaciendo a los fenómenos de la Naturaleza pudiese haber leyes físicas. Pero el esfuerzo valiente y solitario de este hombre iba a desencadenar la revolución científica moderna. Johannes Kepler nació en Alemania en 1571 y fue enviado de niño a la escuela del seminario protestante de la ciudad provincial de Maulbronn para que siguiese la carrera eclesiástica. Era este seminario una especie de campo de entrenamiento donde adiestraban mentes jóvenes en el uso del armamento teológico contra la fortaleza del catolicismo romano. Kepler, tenaz, inteligente y ferozmente independiente soportó dos inhóspitos años en la desolación de Maulbronn, convirtiéndose en una persona solitaria e introvertido, cuyos pensamientos se centraban en su supuesta indignidad ante los ojos de Dios. Se arrepintió de miles de pecados no más perversos que los de otros y desesperaba de llegar a alcanzar la salvación.

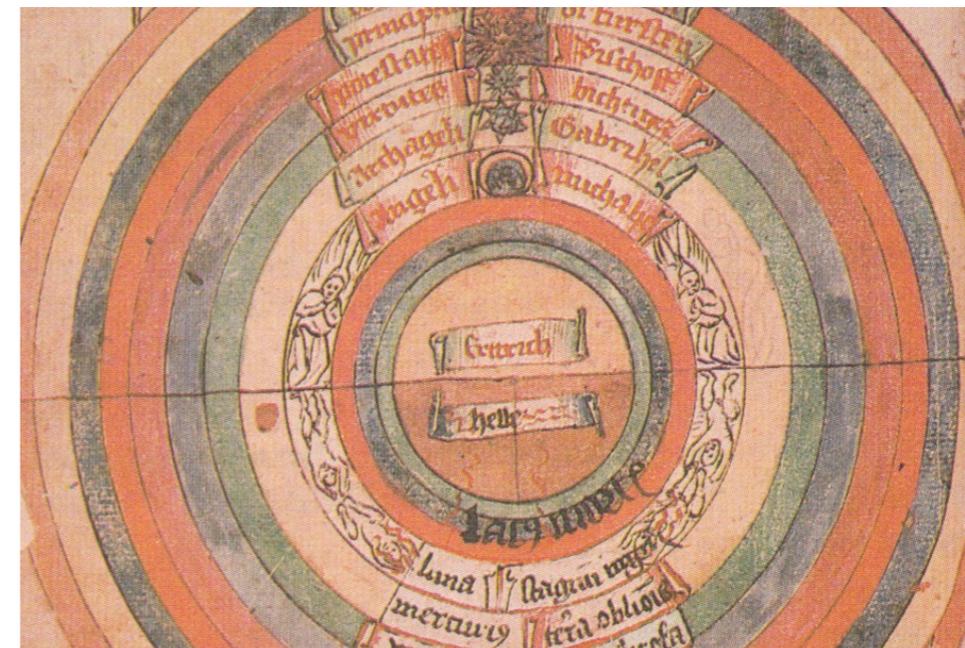
Pero Dios se convirtió para él en algo más que una cólera divina deseosa de propiciación. El Dios de Kepler fue el poder creativo del Cosmos. La curiosidad del niño conquistó su propio temor. Quiso conocer la escatología del mundo; se atrevió a contemplar la mente de Dios. Estas visiones

peligrosas, al principio tan insustanciales como un recuerdo, llegaron a ser la obsesión de toda una vida. Las apetencias cargadas de hbris de un niño seminarista iban a sacar a Europa del enclaustramiento propio del pensamiento medieval. Las ciencias de la antigüedad clásica habían sido silenciadas hacía más de mil años, pero en la baja Edad Media algunos ecos débiles de esas voces, conservados por los estudiosos árabes, empezaron a insinuarse en los planes educativos europeos. En Maulbronn, Kepler sintió sus reverberaciones estudiando, a la vez que teología, griego y latín, música y matemáticas. Pensó que en la geometría de Euclides vislumbraba una imagen de la perfección y del esplendor cósmico. Más tarde escribió: La Geometría existía antes de la Creación. La Geometría ofreció a Dios un modelo para la Creación... La Geometría es Dios mismo.

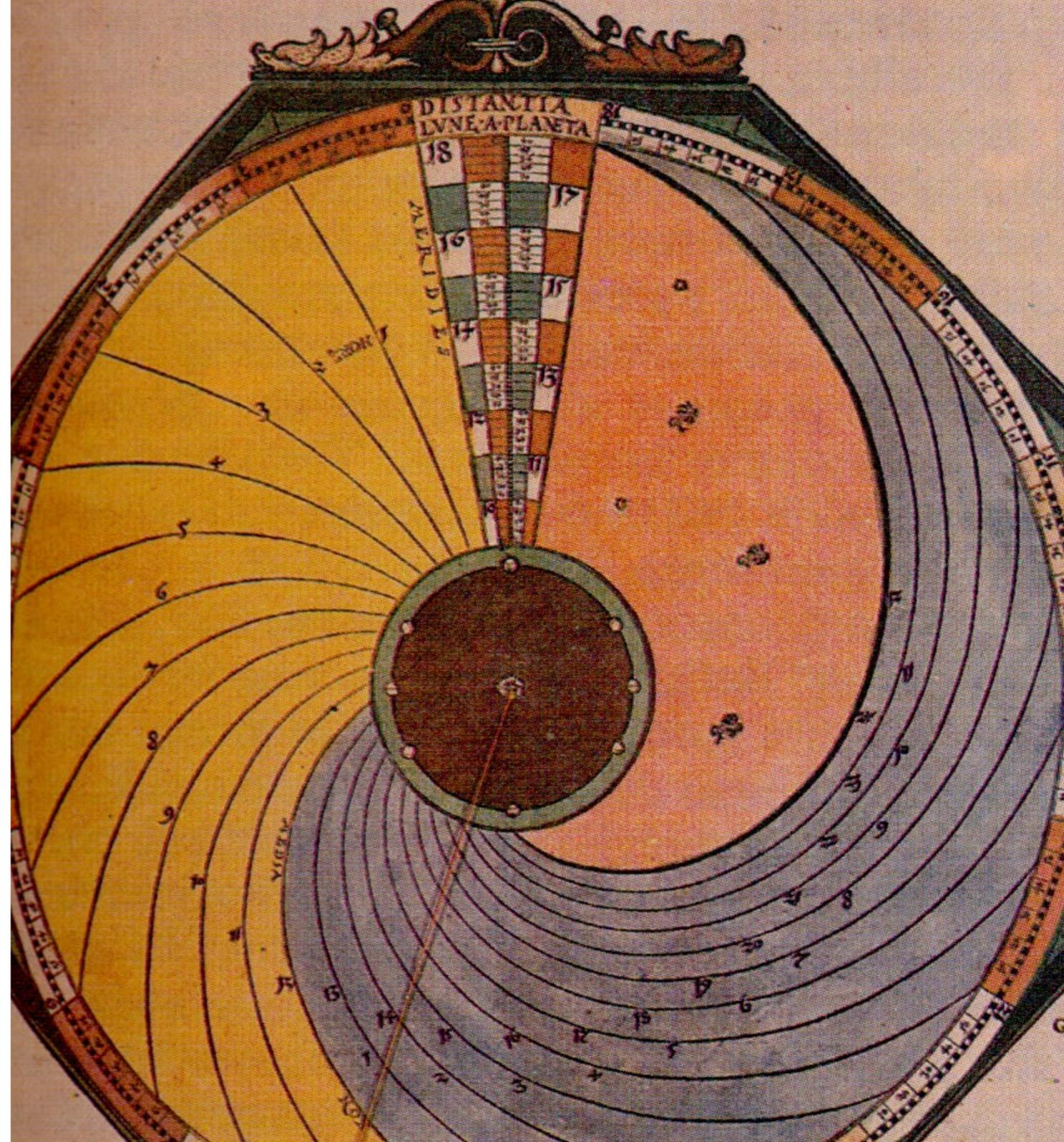
Los signos del zodiaco con el Sol y la Luna en el centro.



Página de calendario correspondiente a noviembre, donde aparece Sagitario, el Arquero. De un manuscrito astrológico alemán, hacia 1450.



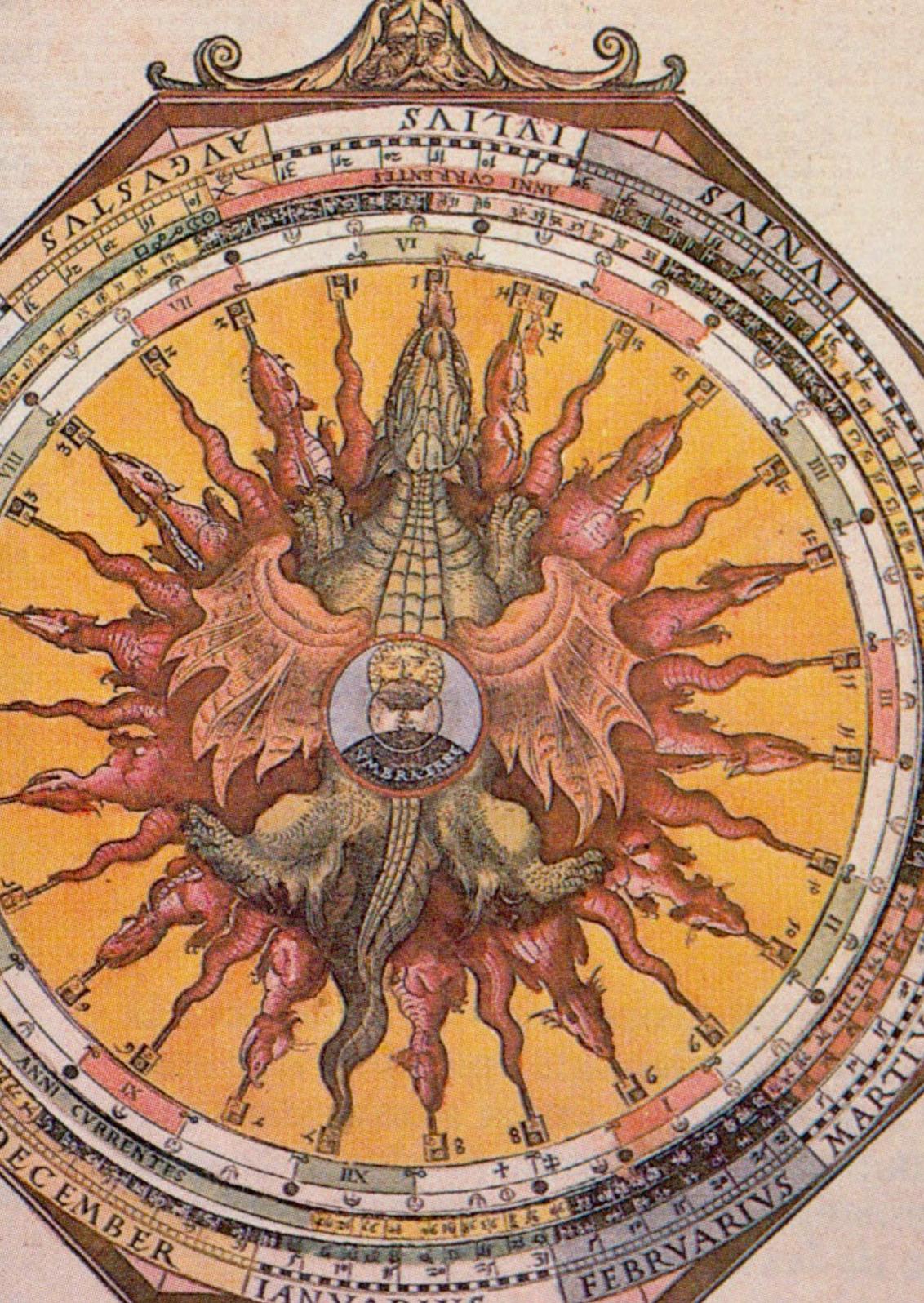
El universo geocéntrico precopernicano en la Europa Cristiana.



Calculadoras de papel con cuatro discos móviles para predecir eclipses solares y lunares.



Una calculadora de papel para determinar cuándo la Luna alcanza uno de sus aspectos con respecto a un planeta.



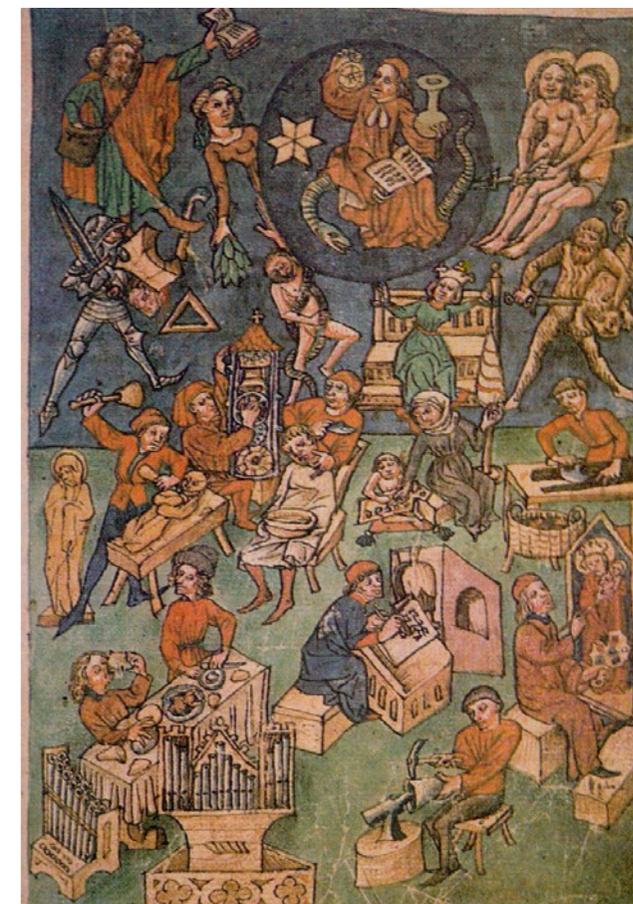
Una calculadora de papel para determinar cuándo la Luna alcanza uno de sus aspectos con respecto a un planeta.

En medio de los éxtasis matemáticos de Kepler, y a pesar de su vida aislada, las imperfecciones del mundo exterior deben de haber modelado también su carácter. La superstición era una panacea ampliamente accesible para la gente desvalida ante las miserias del hambre, de la peste y de los terribles conflictos doctrinales. Para muchos la única certidumbre eran las estrellas, y los antiguos conceptos astrológicos prosperaron en los patios y en las tabernas de una Europa acosada por el miedo. Kepler, cuya actitud hacia la astrología fue ambigua toda su vida, se preguntaba por la posible existencia de formas ocultas bajo el caos aparente de la vida diaria. Si el mundo lo había ingeniado Dios, ¿no valía la pena examinarlo cuidadosamente? ¿No era el conjunto de la creación una expresión de las armonías presentes en la mente de Dios? El libro de la Naturaleza había esperado más de un milenio para encontrar un lector.

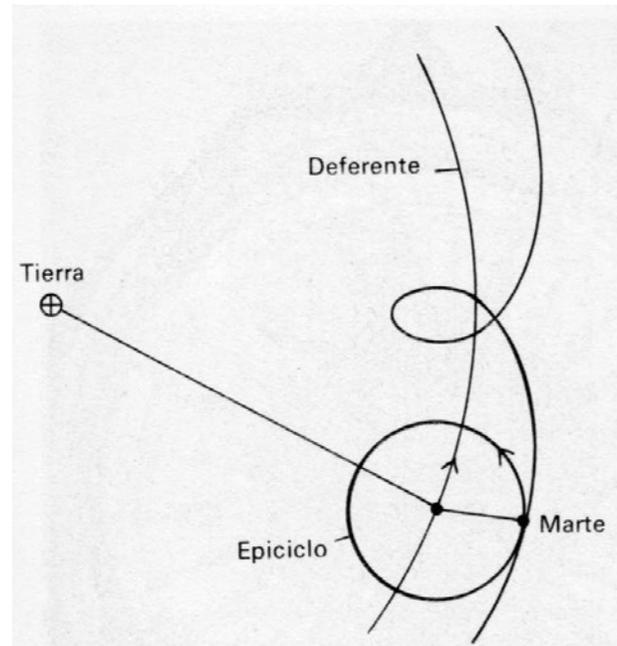
En 1589, Kepler dejó Maulbronn para seguir los estudios de sacerdote en la gran Universidad de Tübingen, y este paso fue para él una liberación. Confrontado a las corrientes intelectuales más vitales de su tiempo, su genio fue inmediatamente reconocido por sus profesores, uno de los cuales introdujo al joven estudiante en los peligrosos misterios de la hipótesis de Copérnico.



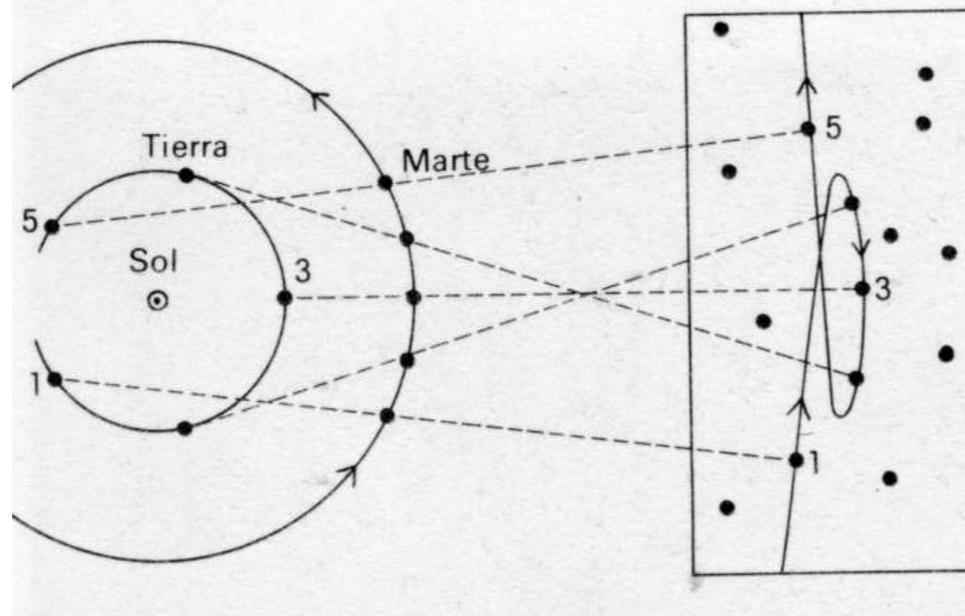
Página de un a manuscrito astrológico alemán, hacia 1450.



En el sistema geocéntrico de Ptolomeo, la esfera pequeña llamada epiciclo y que contiene al planeta gira unida a una esfera mayor, también en rotación, produciéndose un movimiento retrógrado aparentemente sobre el fondo de las estrellas.



En la siesta de Copérnico, la Tierra y otros planetas se mueven en órbitas circulares alrededor del Sol. Al adelantar la Tierra a Marte, éste presenta un movimiento retrógrado aparente sobre el fondo de las estrellas distantes.



Un universo heliocéntrico hizo vibrar la cuerda religiosa de Kepler, y se abrazó a ella con fervor. El Sol era una metáfora de Dios, alrededor de la cual giraba todo lo demás. Antes de ser ordenado se le hizo una atractiva oferta para un empleo secular que acabó aceptando, quizás porque sabía que sus aptitudes para la carrera eclesiástica no eran excesivas. Le destinaron a Graz, en Austria, para enseñar matemáticas en la escuela secundaria, y poco después empezó a preparar almanaques astronómicos y meteorológicos y a confeccionar horóscopos. Dios proporciona a cada animal sus medios de sustento escribió, y al astrónomo le ha proporcionado la astrología.

Kepler fue un brillante pensador y un lúcido escritor, pero fue un desastre como profesor. Refunfuñaba. Se perdía en digresiones. A veces era totalmente incomprensible. Su primer año en Graz atrajo a un puñado escaso de alumnos; al año siguiente no había ninguno. Lo distraía de aquel trabajo un incesante clamor interior de asociaciones y de especulaciones que rivalizaban por captar su atención. Y una tarde de verano, sumido en los intersticios de una de sus interminables clases, le visitó una revelación que iba a alterar radicalmente el futuro de la astronomía. Quizás dejó una frase a la mitad, y yo sospecho que sus alumnos, poco atentos, deseosos de acabar el día apenas se dieron cuenta de aquel momento histórico.

En la época de Kepler sólo se conocían seis planetas: Mercurio, Venus, la Tierra, Marte, Júpiter y Saturno. Kepler se preguntaba por qué eran sólo seis. ¿Por qué no eran veinte o cien? ¿Por qué sus órbitas presentaban el espaciamiento que Copérnico había deducido? Nunca hasta entonces se había preguntado nadie cuestiones de este tipo. Se conocía la existencia de cinco sólidos regulares o platónicos, cuyos lados eran polígonos regulares, tal como los conocían los antiguos matemáticos griegos posteriores a Pitágoras. Kepler pensó que los dos números estaban conectados, que la razón de que hubiera sólo seis planetas era porque había sólo cinco sólidos regulares, y que esos sólidos, inscritos o anidados uno dentro de otro, determinarían las distancias del Sol a los planetas. Creyó haber reconocido en esas formas perfectas las estructuras invisibles que sostenían las esferas de los seis planetas. Llamó a su revelación El Misterio Cósmico. La conexión entre los sólidos de Pitágoras y la disposición de los planetas sólo permitía una explicación: la Mano de Dios, el Geómetra.

Kepler estaba asombrado de que él, que se creía inmerso en el pecado, hubiera sido elegido por orden divina para realizar ese descubrimiento. Presentó una propuesta para que el duque de Württemberg le diera una ayuda a la investigación, ofreciéndose para supervisar la construcción de sus sólidos anidados en un modelo tridimensional que permitiera vislumbrar a otros

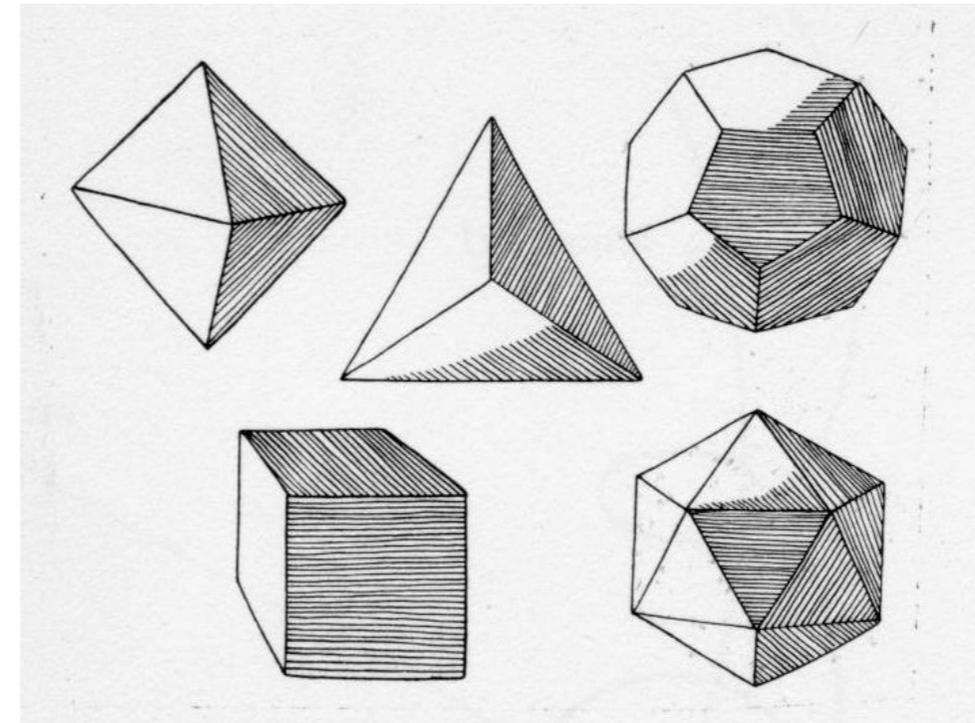
la grandeza de la sagrada geometría. Añadió que podía fabricarse de plata y de piedras preciosas y que serviría también de cáliz ducal. La propuesta fue rechazada con el amable consejo de que antes construyera un ejemplar menos caro, de papel, a lo cual puso en seguida manos a la obra: El placer intenso que he experimentado con este descubrimiento no puede expresarse con palabras... No prescindí de ningún cálculo por difícil que fuera. Dedicué días y noches a los trabajos matemáticos hasta comprobar que mi hipótesis coincidía con las órbitas de Copérnico o hasta que mi alegría se desvaneciera en el aire. Pero a pesar de todos sus esfuerzos, los sólidos y las órbitas planetarias no encajaban bien. Sin embargo, la elegancia y la grandiosidad de la teoría le persuadieron de que las observaciones debían de ser erróneas, conclusión a la que han llegado muchos otros teóricos en la historia de la ciencia cuando las observaciones se han mostrado recalcitrantes. Había entonces un solo hombre en el mundo que tenía acceso a observaciones más exactas de las posiciones planetarias aparentes, un noble danés que se había exiliado y había aceptado el empleo de matemático imperial de la corte del sacro emperador romano, Rodolfo II. Ese hombre era Tycho Brahe. Casualmente y por sugerencia de Rodolfo, acababa de invitar a Kepler, cuya fama matemática estaba creciendo, a que se reuniera con él en Praga. Kepler, un maestro de escuela provinciano, de orígenes humildes, desconocido de todos

excepto de unos pocos matemáticos, sintió desconfianza ante el ofrecimiento de Tycho Brahe. Pero otros tomaron la decisión por él. En 1598 lo arrastró uno de los muchos temblores premonitorios de la venidera guerra de los Treinta Años. El archiduque católico local, inamovible en sus creencias dogmáticas, juró que prefería convertir el país en un desierto que gobernar sobre herejes

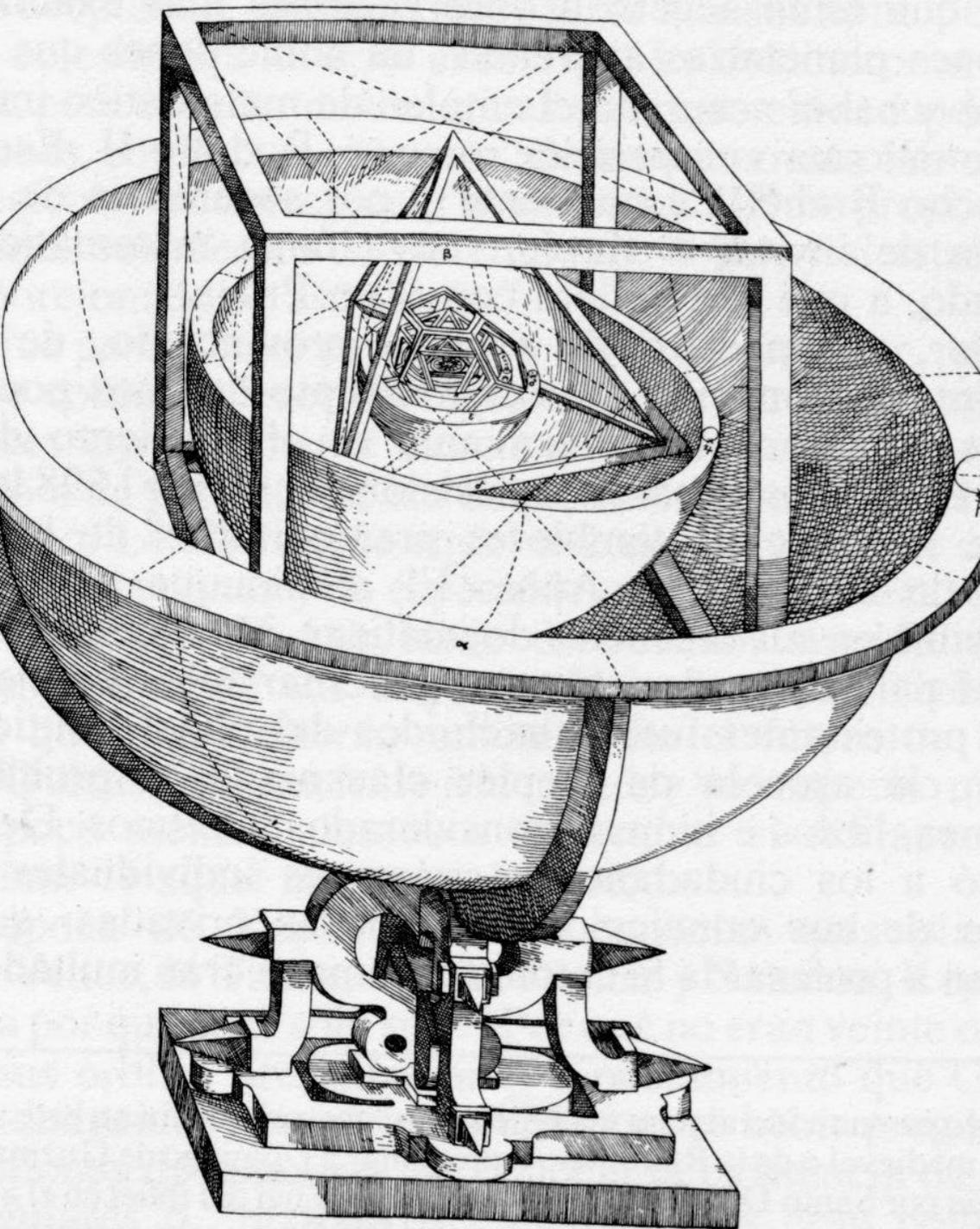
Los protestantes fueron excluidos del poder político y económico, la escuela de Kepler clausurada, y prohibidas las oraciones, libros e himnos considerados heréticos. Después, se sometió a los ciudadanos a exámenes individuales sobre la firmeza de sus convicciones religiosas privadas: quienes se negaban a profesar la fe católica y romana eran multados con un diezmo de sus ingresos, y condenados, bajo pena de muerte, al exilio perpetuo de Graz. Kepler eligió el exilio: Nunca aprendí a ser hipócrita. La fe es para mí algo serio. No juego con ella.

Al dejar Graz, Kepler, su mujer y su hijastro emprendieron el duro camino de Praga. Su matrimonio no era feliz. Su mujer, crónicamente enferma y que acababa de perder a dos niños pequeños, fue calificada de estúpida, malhumorada, solitaria, melancólica. No había entendido nada del trabajo de su marido; provenía de la pequeña nobleza rural y despreciaba la profesión indigente de él.

Por su parte él la sermoneaba y la ignoraba alternativamente; mis estudios me hicieron a veces desconsiderado, pero aprendí la lección, aprendí a tener paciencia con ella. Cuando veía que se tomaba mis palabras a pecho, prefería morderme el propio dedo a continuar ofendiéndola. Pero Kepler seguía preocupado con su trabajo.



Los cinco sólidos perfectos de Pitágoras y Platón. Ver apéndice 2.



El Misterio C3smico de Kepler: las esferas de los seis planetas anidados en los cinco s3lidos perfectos de Pit3goras y Plat3n. El s3lido perfecto m3s exterior es el cubo.

Se imaginó que los dominios de Tycho serían un refugio para los males del momento, el lugar donde se confirmaría su Misterio C3smico. Aspiraba a convertirse en un colega del gran Tycho Brahe, quien durante treinta y cinco años se había dedicado, antes de la invención del telescopio, a la medición de un universo de relojería, ordenado y preciso. Las expectativas de Kepler nunca se cumplieron. El propio Tycho era un personaje extravagante, adornado con una nariz de oro, pues perdió la original en un duelo de estudiantes disputando con otro la preeminencia matemática. A su alrededor se movía un bullicioso séquito de ayudantes, aduladores, parientes lejanos y parásitos varios. Las juergas inacabables, sus insinuaciones e intrigas, sus mofas crueles contra aquel piadoso y erudito patán llegado del campo deprimían y entristecían a Kepler: Tycho es... extraordinariamente rico, pero no sabe hacer uso de su riqueza. Uno cualquiera de sus instrumentos vale más que toda mi fortuna y la de mi familia reunidas.

Kepler estaba impaciente por conocer los datos astron3micos de Tycho, pero Tycho se limitaba a arrojarle de vez en cuando algún fragmento: Tycho no me dio oportunidad de compartir sus experiencias. Se limitaba a mencionarme, durante una comida y entre otros temas de conversación, como si fuera de paso, hoy la cifra del apogeo de un planeta, mañana los nodos de otro... Tycho posee las mejores observaciones...

También tiene colaboradores. Solamente carece del arquitecto que haría uso de todo este material. Tycho era el mayor genio observador de la época y Kepler el mayor teórico. Cada uno sabía que por sí solo sería incapaz de conseguir la síntesis de un sistema del mundo coherente y preciso, sistema que ambos consideraban inminente. Pero Tycho no estaba dispuesto a regalar toda la labor de su vida a un rival en potencia, mucho más joven. Se negaba también, por algún motivo, a compartir la autoría de los resultados conseguidos con su colaboración, si los hubiera. El nacimiento de la ciencia moderna hija de la teoría y de la observación se balanceaba al borde de este precipicio de desconfianza mutua. Durante los dieciocho meses que Tycho iba a vivir aún, los dos se pelearon y se reconciliaron repetidamente. En una cena ofrecida por el barón de Rosenberg, Tycho, que había bebido mucho vino, dio más valor a la cortesía que a su salud y resistió los impulsos de su cuerpo por levantarse y excusarse unos minutos ante el barón. La consecuente infección urinaria empeoró cuando Tycho se negó resueltamente a moderar sus comidas y sus bebidas. En su lecho de muerte legó sus observaciones a Kepler, y en la última noche de su lento delirio iba repitiendo una y otra vez estas palabras, como si compusiera un poema: 'Que no crean que he vivido en vano... Que no crean que he vivido en vano.'

Kepler, convertido después de la muerte de Tycho en el nuevo matemático imperial, consi-

guió arrancar a la recalcitrante familia de Tycho las observaciones del astrónomo. Pero los datos de Tycho no apoyaban más que los de Copérnico su conjetura de que las órbitas de los planetas estaban circunscritas por los cinco sólidos platónicos. Su Misterio Cósmico quedó totalmente refutado por los descubrimientos muy posteriores de los planetas Urano, Neptuno y Plutón; no hay más sólidos 6 platónicos que permitan determinar su distancia al Sol. Los sólidos pitagóricos anidados tampoco dejaban espacio para la luna terráquea, y el descubrimiento por Galileo de las cuatro lunas de Júpiter era también desconcertante. Pero en lugar de desanimarse, Kepler quiso encontrar más satélites y se preguntaba cuántos satélites tenía que tener cada planeta. Escribió a Galileo: Empecé a pensar inmediatamente en posibles adiciones al número de los planetas que no transtomaran mi *Mysteiium Cosmographicum*, según el cual los cinco sólidos regulares de Euclides no permiten más de seis planetas alrededor del Sol... Desconfío tan poco de la existencia de los cuatro planetas circumjovianos, que suspiro por tener un telescopio, para anticiparme a vos, si es posible, y descubrir dos más alrededor de Marte, como la proporción parece exigir, seis u ocho alrededor de Saturno y quizás uno alrededor de Mercurio y también de Venus. Marte tiene dos pequeñas lunas y el mayor accidente geológico de la mayor de ellas se llama hoy en día Sierra de Kepler, en honor de

su descubridor. Pero se equivocó totalmente con respecto a Saturno, Mercurio y Venus; y Júpiter tiene muchas más lunas de las que Galileo descubrió. Todavía ignoramos por qué hay sólo unos nueve planetas, y por qué sus distancias relativas al Sol son como son.

Tycho realizó sus observaciones de movimiento aparente entre las constelaciones de Marte y de otros planetas a lo largo de muchos años. Estos datos, de las últimas décadas anteriores a la invención del telescopio, fueron los más exactos obtenidos hasta entonces. Kepler trabajó con una intensidad apasionada para comprenderlos: ¿Qué movimiento real descrito por la Tierra y por Marte alrededor del Sol podía explicar, dentro de la precisión de las medidas, el movimiento aparente de Marte en el cielo, incluyendo los rizados retrógrados que describe sobre el fondo de las constelaciones? Tycho había recomendado a Kepler que estudiara Marte porque su movimiento aparente parecía el más anómalo, el más difícil de conciliar con una órbita formada por círculos. (Kepler escribió posteriormente por si el lector se aburría con sus múltiples cálculos: Si te cansa este procedimiento tedioso, compadécete de mí que hice por lo menos setenta intentos).

Pitágoras, en el siglo sexto a. de C., Platón, Tolomeo y todos los astrónomos cristianos anteriores a Kepler, daban por sentado que los planetas se movían siguiendo caminos circulares. El círculo se consideraba una forma geométrica

perfecta, y también los planetas colocados en lo alto de los cielos, lejos de la corrupción terrenal, se consideraban perfectos en un sentido místico. Galileo, Tycho y Copérnico creían igualmente en un movimiento circular y uniforme de los planetas, y el último de ellos afirmaba que la mente se estremece sólo de pensar en otra cosa, porque sería indigno imaginar algo así en una Creación organizada de la mejor manera posible. Así pues, Kepler intentó al principio explicar las observaciones suponiendo que la Tierra y Marte se movían en órbitas circulares alrededor del Sol.

Después de tres años de cálculos creyó haber encontrado los valores correctos de una órbita circular marciana, que coincidía con diez de las observaciones de Tycho con un error de dos minutos de arco. Ahora bien, hay 60 minutos de arco en un grado angular, y 90 grados en un ángulo recto desde el horizonte al cenit. Por lo tanto, unos cuantos minutos de arco constituyen una cantidad muy pequeña para medir, sobre todo sin un telescopio. Es una quinceava parte del diámetro angular de la luna llena vista desde la Tierra. Pero el éxtasis inminente de Kepler pronto se convirtió en tristeza, porque dos de las observaciones adicionales de Tycho eran incompatibles con la órbita de Kepler con una diferencia de ocho minutos de arco:

La Divina Providencia nos ha concedido un observador tan diligente en la persona de Tycho Brahe

que sus observaciones condenan este... cálculo a un error de ocho minutos; es cosa buena que aceptemos el regalo de Dios con ánimo agradecido... Si yo hubiera creído que podíamos ignorar esos ocho minutos hubiera apañado mi hipótesis de modo correspondiente. Pero esos ocho minutos, al no estar permitido ignorarlos, señalaron el camino hacia una completa reforma de la astronomía.

La diferencia entre una órbita circular y la órbita real solamente podía distinguirse con mediciones precisas y con una valerosa aceptación de los hechos: El universo lleva impreso el ornamento de sus proporciones armónicas, pero hay que acomodar las armonías a la experiencia. Kepler quedó muy afectado al verse en la necesidad de abandonar una órbita circular y de poner en duda su fe en el Divino Geómetra. Una vez expulsados del establo de la astronomía los círculos y las espirales, sólo le quedó, como dijo él, una carretada de estiércol, un círculo alargado, algo así como un óvalo.

Kepler comprendió al final que su fascinación por el círculo había sido un engaño. La Tierra era un planeta, como Copérnico había dicho, y para Kepler era del todo evidente que la perfección de una Tierra arrasada por las guerras, las pestes, el hambre y la infelicidad, dejaba mucho que desear. Kepler fue una de las primeras personas desde la antigüedad en proponer que los planetas son objetos materiales compuestos, como la Tierra,

de sustancia imperfecta. Y si los planetas eran imperfectos, ¿por qué no habían de serio también sus órbitas? Probó con varias curvas ovaladas, las calculó y las desechó, cometió algunos errores aritméticos (que al principio le llevaron a rechazar la solución correcta), pero meses después y ya un tanto desesperado probó la fórmula de una elipse, codificada por primera vez en la Biblioteca de Alejandría por Apolonio de Pérgamo. Descubrió que encajaba maravillosamente con las observaciones de Tycho: la verdad de la naturaleza, que yo había rechazado y echado de casa, volvió sigilosamente por la puerta trasera, y se presentó disfrazada para que yo la aceptara... Ah, ¡qué pájaro más necio he sido!

Kepler había descubierto que Marte giraba alrededor del Sol siguiendo no un círculo sino una elipse. Los otros planetas tienen órbitas mucho menos elípticas que Marte, y si Tycho le hubiera aconsejado estudiar el movimiento, por ejemplo de Venus, Kepler nunca hubiera descubierto las órbitas verdaderas de los planetas. En este tipo de órbitas el Sol no está en el centro, sino desplazado, en un foco de la elipse. Cuando un planeta cualquiera está en su punto más próximo al Sol, se acelera. Cuando está en el punto más lejano, va más lento. Es éste el movimiento que nos permite decir que los planetas están siempre cayendo hacia el Sol sin alcanzarlo nunca.

La primera ley del movimiento planetario de Kepler es simplemente ésta: Un planeta se mueve en una elipse con el Sol en uno de sus focos.

En un movimiento circular uniforme, un cuerpo recorre en tiempos iguales un ángulo igual o una fracción igual del arco de un círculo. Así, por ejemplo, se precisa el doble de tiempo para recorrer dos tercios de una circunferencia que para recorrer sólo un tercio de ella. Kepler descubrió que en una órbita elíptica las cosas son distintas. El planeta, al moverse a lo largo de su órbita, barre dentro de la elipse una pequeña área en forma de cuña. Cuando está cerca del Sol, en un período dado de tiempo traza un arco grande en su órbita, pero el área representada por ese arco no es muy grande, porque el planeta está entonces cerca del Sol. Cuando el planeta está alejado del Sol cubre un arco mucho más pequeño en el mismo período de tiempo, pero ese arco corresponde a una área mayor, pues el Sol está ahora más distante. Kepler descubrió que estas dos áreas eran exactamente iguales, por elíptica que fuese la órbita: el área alargada y delgada correspondiente al planeta cuando está alejado del Sol, y el área más corta y rechoncha cuando está cerca del Sol, son exactamente iguales. Ésta es la segunda ley del movimiento planetario de Kepler: Los planetas barren áreas iguales en tiempos iguales.

El sistema solar, en constante rotación de sus planetas.



Las primeras dos leyes de Kepler pueden parecer algo remotas y abstractas: los planetas se mueven formando elipses y barren áreas iguales en tiempos iguales. Bueno, ¿y qué? El movimiento circular es más fácil de comprender. Quizá tendamos a dejar de lado estas leyes como meros pasatiempos matemáticos que no tienen mucho que ver con la vida diaria. Sin embargo, éstas son las leyes que obedece nuestro planeta mientras nosotros, pegados a la superficie de la Tierra, volteamos a través del espacio interplanetario. Nosotros nos movemos de acuerdo con leyes de la naturaleza que Kepler descubrió por primera vez. Cuando enviarnos naves espaciales a los planetas, cuando observamos estrellas dobles, cuando estudiamos el movimiento de las galaxias lejanas, comprobamos que las leyes de Kepler son obedecidas en todo el universo.

Años después, Kepler descubrió su tercera y última ley del movimiento planetario, una ley que relaciona entre sí el movimiento de varios planetas, que da el engranaje correcto del aparato de relojería del sistema solar. La describió en un libro llamado *Las armonías del Mundo*. La palabra armonía tenía para Kepler muchos significados: el orden y la belleza del movimiento planetario, la existencia de leyes matemáticas explicativas de ese movimiento una idea que proviene de Pitágoras e incluso la armonía en sentido musical, la armonía de las esferas. Aparte de las órbitas de Mercurio y de Marte, las órbitas de

los otros planetas se desvían tan poco de la circularidad que no podemos distinguir sus formas reales aunque utilicemos un diagrama muy preciso. La Tierra es nuestra plataforma móvil desde la cual observamos el movimiento de los otros planetas sobre el telón de fondo de las constelaciones lejanas. Los planetas interiores se mueven rápidamente en sus órbitas, a esto se debe el nombre de Mercurio: Mercurio era el mensajero de los dioses. Venus, la Tierra y Marte se mueven alrededor del Sol, con rapidez menor cada vez. Los otros planetas, como Júpiter y Saturno, se mueven majestuosa y lentamente, como corresponde a los reyes de los dioses. La tercera ley de Kepler, o ley armónica, afirma que los cuadrados de los períodos de los planetas (los tiempos necesarios para completar una órbita) son proporcionales a los cubos de sus distancias medias al Sol: cuanto más distante está el planeta, más lento es su movimiento, pero de acuerdo con una ley matemática precisa: $p^2 = a^3$, donde P representa el período de rotación alrededor del Sol medido en años, y a la distancia del planeta al Sol, medida en unidades astronómicas. Una unidad astronómica es la distancia de la Tierra al Sol. Júpiter, por ejemplo, está a cinco unidades astronómicas del Sol, y $5^3 @ 5 \times 5 \times 5 = 125$. ¿Cuál es el número que multiplicado por sí mismo da 125? El 11, desde luego, con bastante aproximación. Y 11 años es el período de tiempo que Júpiter necesita para dar una vuelta alrededor del Sol.

Un argumento similar es válido para cada planeta, asteroide y cometa.

Kepler, no satisfecho con haber extraído de la naturaleza las leyes del movimiento planetario, se empeñó en encontrar alguna causa subyacente aún más fundamental, alguna influencia del Sol sobre la cinemática de los mundos. Los planetas se aceleraban al acercarse al Sol y reducían su velocidad al alejarse de él. Los planetas lejanos sentían de algún modo la presencia del Sol. El magnetismo era también una influencia percibida a distancia, y Kepler, en una sorprendente anticipación de la idea de la gravitación universal, sugirió que la causa subyacente estaba relacionada con el magnetismo:

Mi intención en esto es demostrar que la máquina celestial puede compararse no a un organismo divino sino más bien a un engranaje de relojería... Puesto que casi todos los múltiples movimientos son ejecutados por medio de una única fuerza magnética muy simple, como en el caso de un reloj en el cual todos los movimientos son producidos por un simple peso.

El magnetismo no es, por supuesto, lo mismo que la gravedad, pero la innovación fundamental de Kepler es en este caso realmente impresionante: Kepler proponía que las leyes físicas cuantitativas válidas en la Tierra sostienen también las leyes físicas cuantitativas que gobiernan los cielos. Fue la primera explicación no mística del

movimiento de los cielos; explicación que convertiría a la Tierra en una provincia del Cosmos. La astronomía dijo, forma parte de la física. Kepler se yergue en una cúspide de la historia; el último astrólogo científico fue el primer astrofísico. Kepler, que no era propenso a rebajar el tono de sus afirmaciones valoró sus descubrimientos con estas palabras:

Con esta sinfonía de voces el hombre puede tocar la eternidad del tiempo en menos de una hora, y puede saborear en una pequeña medida el deleite de Dios, Artista Supremo... Me abandono libremente al frenesí sagrado... porque la suerte está echada y estoy escribiendo el libro; un libro que será leído ahora o en la posteridad, no importa. Puede esperar un siglo para encontrar un lector, al igual que Dios mismo esperó 6000 años para tener un testigo.

Kepler creía que dentro de esta sinfonía de voces, la velocidad de cada planeta corresponde a ciertas notas de la escala musical latina popular en su época: do, re, mi, fa, sol, la, si, do. En la armonía de las esferas, los tonos de la Tierra son, según él, fa y mi, y la Tierra está siempre canturreando fa y mi, notas que corresponden directamente a la palabra latina hambre. Decía, no sin razón, que esa única y lúgubre palabra era la mejor descripción de la Tierra.

Justamente ocho días después de que Kepler descubriese su tercera ley, se divulgó en Praga

el incidente que desencadenó la guerra de los Treinta Años. Las convulsiones de la guerra afectaron a la vida de millones de seres, la de Kepler entre ellas. Perdió a su mujer y a su hijo en una epidemia que llegó con la soldadesca, su regio patrón fue depuesto y él mismo excomulgado por la Iglesia luterana a causa de su individualismo intransigente en materias doctrinales. De nuevo Kepler se convirtió en un refugiado. El conflicto, calificado de santo por católicos y protestantes, fue más bien una explotación del fanatismo religioso por gente hambrienta de poder y de tierras. Antes, las guerras acostumbraban a resolverse cuando los príncipes beligerantes agotaban sus recursos. Pero ahora se recurrió al pillaje organizado como un medio para mantener en pie de guerra a los combatientes. La devastada población europea estaba inerme mientras las rejas de los arados y los ganchos de poda eran requisados y convertidos literalmente en lanzas y espadas.

Oleadas de rumores y de paranoia inundaban el campo, afectando particularmente a los indefensos. Entre las muchas víctimas propiciatorias elegidas se contaban mujeres ancianas que vivían solas y a las que se acusaba de practicar la brujería: se llevaron así a media noche a la madre de Kepler, metida en una cesta de la colada. En la pequeña ciudad de Weil der Stadt, entre 1615 y 1629, un promedio de tres mujeres cada año, eran torturadas y ajusticiadas por brujas. Y Catalina Kepler era una vieja cascarrabias cuyas

disputas molestaban a la nobleza local, y que además vendía drogas soporíferas y quizás también alucinógenos, como las actuales curanderas mexicanos. El pobre Kepler creyó que él mismo había contribuido a su detención.

Lo creyó, porque Kepler había escrito uno de los primeros libros de ciencia ficción, con el fin de explicar y popularizar la ciencia. Se llamaba *Somnium*, El sueño. Imaginó un viaje a la Luna y a los viajeros del espacio situados luego en la superficie lunar observando el encantador planeta Tierra que giraba lentamente en el cielo sobre ellos. Un cambio de perspectiva permite imaginar el funcionamiento de los mundos. En la época de Kepler una de las objeciones básicas a la idea de que la Tierra giraba era que la gente no siente este movimiento. En el *Somnium* Kepler intentaba mostrar la rotación de la Tierra como algo verosímil, espectacular, comprensible: Mi deseo, mientras la multitud no yerre, es estar de parte de la mayoría. Me esfuero, por tanto, en explicar las cosas al mayor número posible de personas. (En otra ocasión escribió en una carta: No me condenéis completamente a la rutina del cálculo matemático; dejadme tiempo para las especulaciones filosóficas, mi verdadero placer).

Con la invención del telescopio se estaba haciendo posible aquello que Kepler llamó geografía lunar. En el *Somnium* describía la Luna llena de montañas, y de valles, y tan porosa como si la hubieran excavado totalmente con

cavidades y cavernas continuas, una referencia a los cráteres lunares que Galileo había descubierto recientemente con el primer telescopio astronómico. También imaginó que la Luna tenía habitantes, bien adaptados a las inclemencias del ámbito local. Describe a la Tierra vista desde la superficie lunar, girando lentamente, e imagina que los continentes y océanos de nuestro planeta provocan alguna asociación de imágenes como la cara de la Luna. Describe la zona donde el sur de España y el norte de África entran casi en contacto por el estrecho de Gibraltar como una joven con el vestido suelto a punto de besar a su amante; aunque a mí me recuerda más a dos narices rozándose.

Kepler habla de la gran intemperancia del clima en la Luna y las violentas alternabais de calores y fríos extremos, debidas a la longitud del día y de la noche lunar, lo cual es totalmente correcto. Por supuesto, no acertó en todo. Creía, por ejemplo, que la Luna tenía una atmósfera importante, océanos y habitantes. Más curiosa es su opinión sobre el origen de los cráteres lunares, que dan a la Luna un aspecto, dice, no muy diferente al de la cara de un chico desfigurado por la viruela. Afirmó correctamente que los cráteres son depresiones y no montículos. En sus propias observaciones notó la existencia de las murallas que circundan muchos cráteres y de picos centrales. Pero pensó que su forma circular tan regular suponía un nivel tal de perfección

que sólo podía explicarlo la presencia de vidas inteligentes. No imaginó que la caída de grandes rocas desde el cielo produciría una explosión local, perfectamente simétrica en todas las direcciones, que excavaría una cavidad circular: éste es el origen de la mayoría de los cráteres de la Luna y de otros planetas terrestres. En lugar de esto dedujo la existencia de alguna raza racional capaz de construir esas cavidades en la superficie de la Luna. Esta raza debe contar con muchos individuos, para que un grupo pueda hacer uso de una cavidad mientras otro grupo está construyendo otra. Kepler respondió a la objeción de que eran improbables proyectos constructivos tan monumentales, aduciendo como contraejemplos las Pirámides de Egipto y la Gran Muralla china, que, de hecho, puede verse hoy en día desde una órbita terrestre. La idea de que el orden geométrico revela una inteligencia subyacente fue una idea central en la vida de Kepler. Su argumento sobre los cráteres lunares anticipa claramente la controversia sobre los canales de Marte. Es notable que la búsqueda observacional de vida extraterrestre empezara en la misma generación que inventó el telescopio, y con el teórico más grande.

Hay fragmentos del *Somnium* claramente autobiográficos. El protagonista, por ejemplo, visita a Tycho Brahe. Sus padres venden drogas. Su madre se comunica con espíritus y demonios, uno de los cuales por cierto le consigue los medios para viajar a la Luna. El *Somnium* nos

explica, aunque no todos los contemporáneos de Kepler lo entendieran, que en un sueño hay que permitir la libertad de imaginar a veces lo que nunca existió en el mundo de la percepción de los sentidos. La ciencia ficción era una idea nueva para la época de la guerra de los Treinta Años y el libro de Kepler sirvió como prueba de que su madre era una bruja.

Kepler, afectado por otros graves problemas personales, se apresuró sin embargo a marchar hacia Württemberg donde encontró a su madre de setenta y cuatro años encerrada en un calabozo secular protestante y bajo amenaza de tortura, como le sucedió a Galileo en una prisión católica. Kepler, actuando como lo haría naturalmente un científico, se puso a encontrar explicaciones naturales a los diversos hechos que habían precipitado las acusaciones de brujería, incluyendo pequeñas enfermedades que los burgueses de Württemberg habían atribuido a sus hechizos. La investigación fue un éxito, un triunfo de la razón sobre la superstición, como lo fue gran parte de su vida. Su madre fue sentenciada, con una sentencia de muerte pendiente sobre su cabeza si alguna vez volvía a Württemberg; y la enérgica defensa de Kepler parece que promovió un decreto del duque que prohibía continuar aquellos procesos por brujería basados en pruebas tan poco convincentes. Los desastres de la guerra privaron a Kepler de sus principales apoyos financieros, y pasó el final

de sus días a rachas pidiendo dinero y buscando protectores. Confeccionó horóscopos para el duque de Wallenstein, como lo había hecho para Rodolfo II, y pasó sus últimos años en una ciudad de Silesia controlada por Wallenstein y llamada Sagan. Su epitafio, que él mismo compuso, reza: Medí los cielos y ahora mido las sombras. Mi mente tenía por límite los cielos, mi cuerpo descansa encerrado en la Tierra. Pero la Guerra de los Treinta Años arrasó su sepultura. Si hubiera que erigirle hoy una estela podría rezar, en honor a su coraje científico: Prefirió la dura verdad a sus ilusiones más queridas. Johannes Kepler confiaba en que un día existirían naves celestes con velas adaptadas a los vientos del cielo, navegando por el firmamento llenas de exploradores que no temerían a la inmensidad del espacio. Hoy en día esos exploradores, hombres y robots, utilizan en sus viajes a través de la inmensidad del espacio, como guías infalibles, las tres leyes del movimiento planetario que Kepler aportó durante toda una vida de descubrimientos estáticos y de trabajo personal.

El esfuerzo de Johannes Kepler, proseguido durante toda una vida, para comprender los movimientos de los planetas, por buscar una armonía en los cielos, culminó treinta y seis años después de su muerte, en la obra de Isaac Newton. Newton nació el día de Navidad de 1642, tan pequeño que, como su madre le dijo después, hubiera cabido en una jarra de cuarto.

Isaac Newton, dominado por el miedo de que sus padres le abandonasen, fue quizás el mayor genio científico que haya existido. Incluso de joven, Newton se preocupaba por cuestiones de tan poca monta como saber por ejemplo si la luz era una sustancia o un accidente, o conocer el mecanismo que permitía a la gravedad actuar, a pesar de un vacío intermedio. Pronto decidió que la convencional creencia cristiana en la Trinidad era una lectura errada de la Escritura. Según su biógrafo, John Maynard Keynes.

... Era más bien un judío monoteísta de la escuela de Maimónides. Llegó a su conclusión no por motivos racionales o escépticos sino basándose totalmente en la interpretación de autoridades antiguas: Estaba persuadido de que los documentos revelados no apoyaban las doctrinas trinitarias, las cuales se debían a la falsificación posterior. El Dios revelado era un único Dios. Pero esto era un terrible secreto que Newton ocultó con gran sacrificio toda su vida.

Al igual que Kepler, no fue inmune a las supersticiones de su época y tuvo muchos contactos con el misticismo. De hecho, gran parte del desarrollo intelectual de Newton se puede atribuir a esta tensión entre racionalismo y misticismo. En la feria de Stourbridge, en 1663, a los veinte años, adquirió un libro de astrología, sólo por la curiosidad de ver qué contenía. Lo leyó hasta llegar a una ilustración que no pudo entender, porque

desconocía la trigonometría. Compró entonces un libro de trigonometría pero pronto vio que no podía seguir los argumentos geométricos. Encontró pues un ejemplar de los Elementos de Geometría de Euclides y empezó a leerlo. Dos años después inventaba el cálculo diferencial.

De estudiante, Newton estuvo fascinado por la luz y obsesionado por el Sol. Se dedicó al peligroso experimento de mirar fijamente la imagen del Sol en un espejo

En pocas horas había dejado mis ojos en tal estado que no podía mirar con ningún ojo ningún objeto brillante sin ver el Sol delante de mí, de modo que no me atreví a leer ni a escribir, sino que a fin de recuperar el uso de mis ojos me encerré en mi habitación después de oscurecerla, tres días seguidos, y utilicé todos los medios para distraer mi imaginación. Porque si pensaba en él al momento veía su imagen aunque estuviera a oscuras.

En 1666, a la edad de veintitrés años, Newton estaba estudiando en la Universidad de Cambridge, cuando un brote epidémico le obligó a pasarse un año en cama en el pueblecito aislado de Woolsthorpe, en donde había nacido. Allí se dedicó a inventar el cálculo diferencial e integral, a realizar descubrimientos fundamentales sobre la naturaleza de la luz y a establecer las bases para la teoría de la gravitación universal. El único año parecido a éste en la historia de la física fue

el año milagroso de Einstein en 1905. Cuando le preguntaban cómo había llevado a cabo sus sorprendentes descubrimientos, Newton contestaba enigmáticamente: Pensando en ellos. Su labor era tan importante que su profesor en Cambridge, Isaac Barrow, renunció a su cátedra de matemáticas y la cedió a Newton cinco años después de que el joven estudiante regresase a la universidad.

Newton fue descrito por su criado del siguiente modo:

No le vi nunca practicar ninguna diversión ni pasar tiempo, ni montar a caballo para tomar el aire, ni pasear ni jugar a los bolos, u otro ejercicio cualquiera: él creía que cualquier hora que no estuviera dedicada a sus estudios era una hora perdida, y lo cumplía tanto que raramente dejaba su habitación excepto para dar clase en las horas prefijadas... donde tan pocos iban a escucharle, y aún menos le entendían, que a menudo a falta de oyentes hablaba, por decirlo así, para las paredes.

Ni los estudiantes de Kepler ni los de Newton supieron nunca lo que se estaban perdiendo. Newton descubrió la ley de la inercia, la tendencia de un objeto en movimiento a continuar moviéndose en una línea recta, a menos que sufra la influencia de algo que le desvíe de su camino. Newton supuso que si la Luna no salía disparada en línea recta, según una línea tangencial a su órbita, se debía a la presencia de otra fuerza que

la empujaba en dirección a la Tierra, y que desviaba constantemente su camino convirtiéndolo en un círculo. Newton llamó a esta fuerza gravedad y creyó que actuaba a distancia. No hay nada que conecte físicamente la Tierra y la Luna y sin embargo la Tierra está constantemente tirando de la Luna hacia nosotros. Newton se sirvió de la tercera ley de Kepler y dedujo matemáticamente la naturaleza de la fuerza de la gravedad. Demostró que la misma fuerza que hacía caer una manzana sobre la Tierra mantenía a la Luna en su órbita y explicaba las revoluciones de las lunas de Júpiter, recientemente descubiertas en aquel entonces, en sus órbitas alrededor de aquel lejano planeta.

Las cosas han estado cayendo desde el principio de los tiempos. Que la Luna gira alrededor de la Tierra es un hecho que la humanidad ha creído a lo largo de toda su historia. Newton fue el primero en pensar que esos dos fenómenos se debían a la misma fuerza. Este es el significado de la palabra universal aplicada a la gravitación newtoniana. La misma ley de la gravedad es válida para cualquier punto del universo.

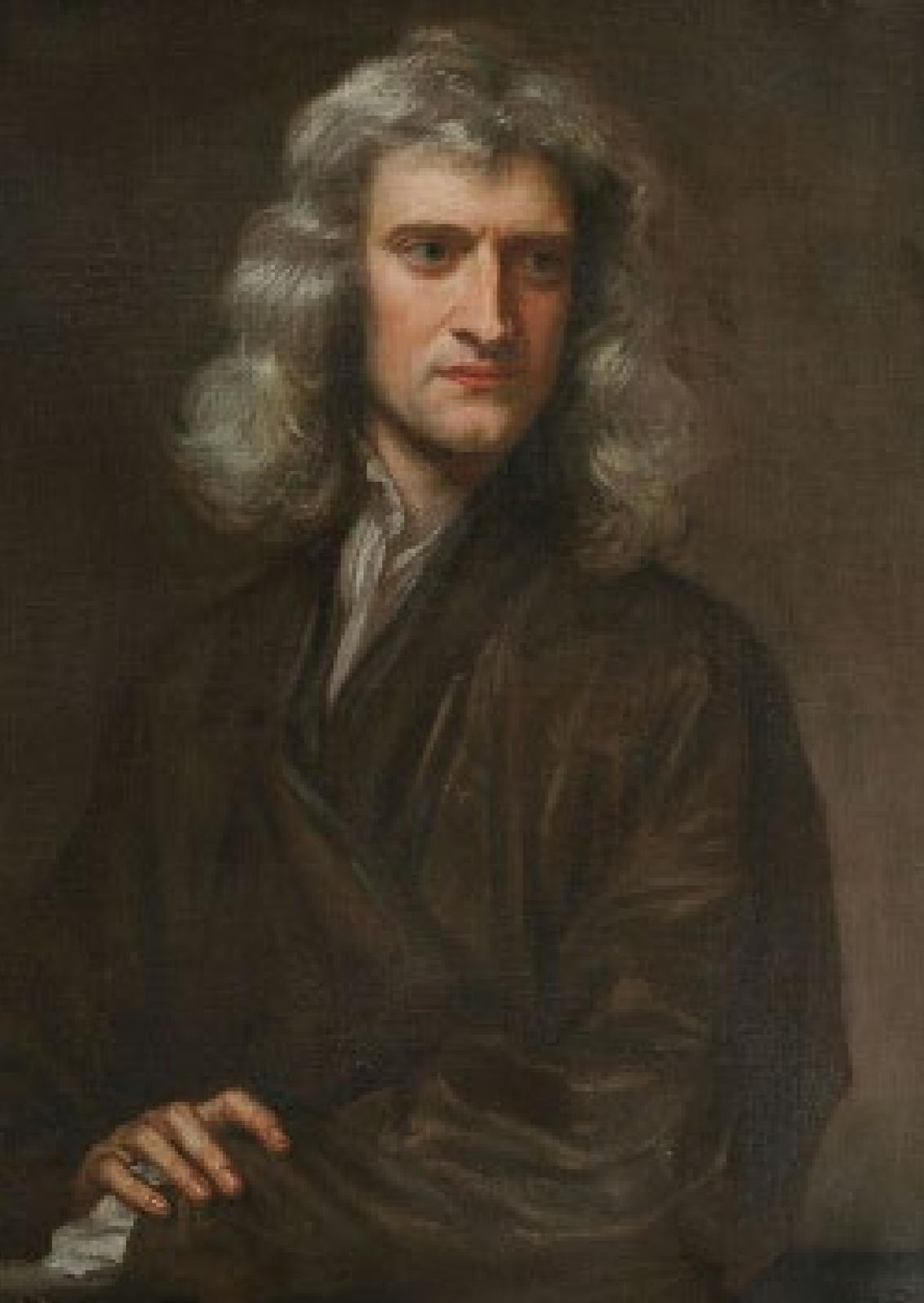
Es una ley de cuadrado inverso. La fuerza disminuye inversamente al cuadrado de la distancia. Si separamos dos objetos el doble de su distancia anterior, la gravedad que ahora tiende a juntarlos es sólo una cuarta parte de la de antes. Si los separamos diez veces más lejos, la gravedad es diez al cuadrado, 102 a 100 veces menor. Se

entiende en cierto modo que la fuerza deba ser inversa, es decir que disminuya con la distancia. Si la fuerza fuese directa y aumentara con la distancia, la fuerza mayor actuaría sobre los objetos más distantes, y yo supongo que toda la materia del universo acabaría precipitándose para formar una simple masa cósmica. No, la gravedad debe disminuir con la distancia, y por ello un cometa o un planeta se mueve lentamente cuando está lejos del Sol y rápidamente cuando está cerca de él: la gravedad que siente es tanto más débil cuanto más alejado está del Sol. Las tres leyes de Kepler sobre el movimiento planetario pueden derivarse de los principios newtonianos. Las leyes de Kepler eran empíricas, basadas en las laboriosas observaciones de Tycho Brahe. Las leyes de Newton eran teóricas, abstracciones matemáticas bastante simples, a partir de las cuales podían derivarse, en definitiva, todas las mediciones de Tycho. Gracias a estas leyes, Newton pudo escribir con franco orgullo en los Principia: Demuestro ahora la estructura del Sistema del Mundo. Más adelante, Newton presidió la Royal Society, una asociación de científicos, y fue director de la Casa de la Moneda, donde dedicó sus energías a suprimir la falsificación de monedas.

Su malhumor y su retraimiento habitual aumentaron; decidió abandonar los asuntos científicos que provocaban broncas disputas con otros científicos, sobre todo por cuestiones de prioridad, y algunos propagaron historias contando que ha-

bía sufrido el equivalente en el siglo diecisiete de una crisis nerviosa. En cualquier caso, Newton continuó sus experimentos de toda la vida en la frontera entre la alquimia y la química, y ciertos datos recientes sugieren que su mal no era tanto una enfermedad psicogénica como un fuerte envenenamiento de metales, provocado por la ingestión sistemática de pequeñas cantidades de arsénico y de mercurio. Era costumbre habitual entre los químicos de la época utilizar el sentido del gusto como instrumento analítico.

Sin embargo, sus prodigiosos poderes intelectuales se mantuvieron intactos. En 1696, el matemático suizo Johann Bernoulli retó a sus colegas a solucionar una cuestión irresoluble, llamada el problema de la braquistocrona; o sea determinar la curva que conecta dos puntos, desplazados lateralmente uno de otro, a lo largo de la cual un cuerpo caería en el menor tiempo posible bajo la única acción de la gravedad. Bernoulli fijó al principio un plazo límite de seis meses, pero lo alargó hasta un año y medio a petición de Leibniz, uno de los sabios principales de la época y el hombre que inventó, independientemente de Newton, el cálculo diferencial e integral. El reto fue comunicado a Newton el 24 de enero de 1697 a las cuatro de la tarde. Antes de salir a trabajar en la mañana siguiente, Newton había inventado una rama de las matemáticas totalmente nueva llamada cálculo de variaciones, la utilizó para resolver el problema de la braquistocrona y envió la solución



Retrato de Isaac Newton en 1689, por Godfrey Kneller

que, por deseo de Newton, fue publicada anónimamente. Pero la brillantez y la originalidad del trabajo delataron la identidad del autor. Cuando Bemoulli vio la solución comentó: Reconocemos al león por sus garras. Newton tenía entonces cincuenta y cinco años.

El pasatiempo intelectual preferido de sus últimos años fue la concordancia y calibración de las cronologías de antiguas civilizaciones, muy en la tradición de los antiguos historiadores Maneto, Estrabón y Eratóstenes. En su última obra póstuma, *La cronología de los Antiguos Reinos Amended*, encontramos repetidas calibraciones astronómicas de acontecimientos históricos; una reconstrucción arquitectónica del Templo de Salomón; una provocativa propuesta según la cual todas las constelaciones del hemisferio norte llevan nombres de personajes, objetos y acontecimientos de la historia griega de Jasón y los argonautas; y la hipótesis lógica de que los dioses de todas las civilizaciones, con la única excepción de la de Newton, no eran más que reyes antiguos y héroes deificados por las generaciones posteriores.

Kepler y Newton representan una transición crítica en la historia de la humanidad, el descubrimiento de que hay leyes matemáticas bastante simples que se extienden por toda la naturaleza; que las mismas reglas son válidas tanto en la Tierra como en los cielos; y que hay una resonancia entre nuestro modo de pensar y el

funcionamiento del mundo. Ambos respetaron inflexiblemente la exactitud de los datos observacionales, y la gran precisión de sus predicciones sobre el movimiento de los planetas proporcionó una prueba convincente de que los hombres pueden entender el Cosmos a un nivel insospechadamente profundo. Nuestra moderna civilización global, nuestra visión del mundo y nuestra exploración del Universo tienen una deuda profunda para con estas concepciones.

Newton era circunspecto con sus descubrimientos y ferozmente competitivo con sus colegas científicos. No le costó nada esperar una década o dos antes de publicar la ley del cuadrado inverso que había descubierto. Pero al igual que Kepler y Tolomeo, se exaltaba ante la grandiosidad y la complicación de la Naturaleza, y al mismo tiempo se mostraba de una modestia encantadora. Poco antes de morir escribió: No sé qué opina el mundo de mí; pero yo me siento como un niño que juega en la orilla del mar, y se divierte descubriendo de vez en cuando un guijarro más liso o una concha más bella de lo corriente, mientras el gran océano de la verdad se extiende ante mí, todo él por descubrir.