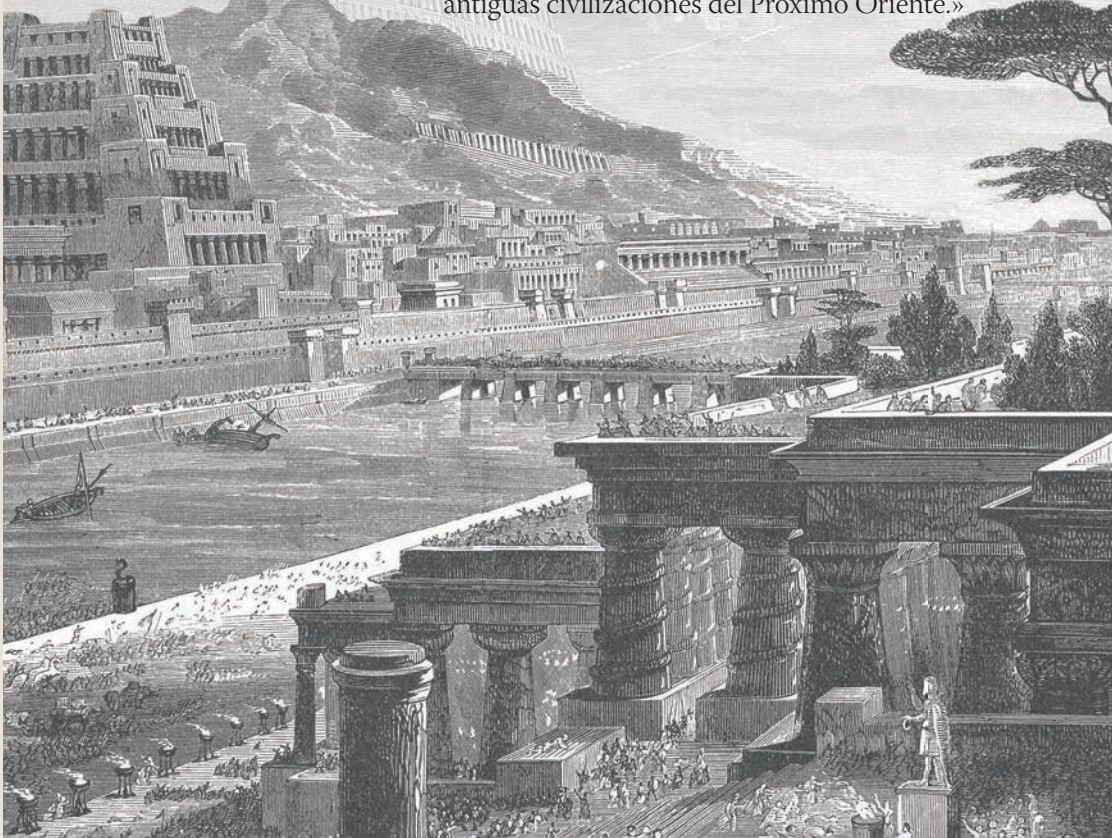


Benjamin
Farrington

«El objetivo principal de este libro es estudiar la historia de la ciencia griega, pero desaprovecharía uno de los más fascinantes resultados de la investigación moderna si no fuera capaz de situar el logro de los griegos en su contexto histórico, es decir, las más antiguas civilizaciones del Próximo Oriente.»



CIENCIA Y FILOSOFÍA EN LA ANTIGÜEDAD

PRÓLOGO DE JOSÉ IGNACIO LATORRE

Ariel
FILOSOFÍA

CIENCIA
Y FILOSOFÍA
EN LA ANTIGÜEDAD

Benjamin Farrington

Prólogo de José Ignacio Latorre

Traducción de
P. Marset y E. Ramos

Revisión a cargo de J. M. López Piñero

Ariel
FILOSOFÍA

Título original:
Science in Antiquity

Primera edición en esta presentación: enero de 2020
Edición anterior: 1984

© 1969, Benjamin Farrington
© 1984, P. Maset y E. Ramos, por la traducción

Derechos exclusivos de edición en español:
© Editorial Planeta, S. A.
Avda. Diagonal, 662-664, 08034 Barcelona
Editorial Ariel es un sello editorial de Planeta, S. A.
www.ariel.es

Ciencia y filosofía en la Antigüedad fue publicada originalmente en inglés en 1969. Esta traducción ha sido publicada con el acuerdo de Oxford University Press. Editorial Planeta es el único responsable de la traducción de la obra original, y Oxford University Press no se hace responsable de cualquier error, omisión, imprecisión, ambigüedad u otro fallo en la traducción.

ISBN: 978-84-344-3159-1
Depósito legal: B. 26.304-2019

Impreso en España

El papel utilizado para la impresión de este libro está calificado como papel ecológico y procede de bosques gestionados de manera sostenible.

No se permite la reproducción total o parcial de este libro, ni su incorporación a un sistema informático, ni su transmisión en cualquier forma o por cualquier medio, sea este electrónico, mecánico, por fotocopia, por grabación u otros métodos, sin el permiso previo y por escrito del editor. La infracción de los derechos mencionados puede ser constitutiva de delito contra la propiedad intelectual (Art. 270 y siguientes del Código Penal).
Dirjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos)
si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra.
Puede contactar con CEDRO a través de la web www.conlicencia.com
o por teléfono en el 91 702 19 70 / 93 272 04 47.

SUMARIO

<i>Prólogo</i> , de José Ignacio Latorre	1
I. Egipto y Mesopotamia.	9
II. Los orígenes de la ciencia griega. Primera parte . . .	27
III. Los orígenes de la ciencia griega. Segunda parte . . .	41
IV. El atomismo	53
V. La medicina griega	67
VI. Sócrates y Platón	85
VII. Aristóteles.	105
VIII. La época alejandrina.	127
IX. El mundo grecorromano	151
X. Resumen y conclusiones	167
<i>Apéndice cronológico</i>	189
<i>Bibliografía</i>	193
<i>Índice alfabético</i>	197

I

EGIPTO Y MESOPOTAMIA

Ha sido costumbre casi unánime hasta tiempos muy recientes negar la existencia de cualquier clase de ciencia antes de los griegos. Hoy en día esto ya no es posible mantenerlo. Es verdad que la ciencia actual puede hacerse derivar, a través de una tradición continua, del brillante florecimiento ocurrido en el siglo VI a. C., en la ciudad griega de Mileto en la costa de Anatolia. Pero es igualmente cierto que en fechas anteriores a la mitad del segundo milenio antes de nuestra era, o sea, mil años antes de los orígenes de la ciencia griega, se encuentran elementos claramente científicos, al menos en dos de las más antiguas civilizaciones orientales, las de Egipto y Mesopotamia. Aunque el puente que las unía con los comienzos de la ciencia griega haya desaparecido en parte por pérdida de la tradición histórica, no cabe duda de que existió una conexión, una influencia de esas antiguas civilizaciones sobre la griega. El objetivo principal de este libro es estudiar la historia de la ciencia griega desde sus orígenes, en el siglo VI a. C., hasta su desaparición virtual en el siglo V de nuestra era. Pero desaprovecharía uno de los más fascinantes resultados de la investigación moderna si no fuera capaz de situar el logro de los griegos en su contexto histórico, es decir, las más antiguas civilizaciones de Oriente Próximo.

En el último capítulo intentaremos responder al importante problema de cómo se olvidó la dependencia de la civi-

lización griega de las más antiguas de Egipto y Mesopotamia. Por el contrario, nunca se ha perdido de vista la conexión de la ciencia moderna con la de los griegos, debido a que se constituyó como tal en el siglo XVII bajo la directa inspiración de estos. Copérnico, Galileo y Newton fueron estudiosos de Ptolomeo, Aristarco y Euclides. Y Vesalio, el fundador de la anatomía moderna, estaba orgulloso de proclamar su deuda hacia el ejemplo y las enseñanzas de sus predecesores entre los antiguos griegos. En consecuencia, los historiadores de la ciencia tenían que reconocer la conexión de la ciencia moderna con la helénica. Por el contrario, era total la ignorancia en lo que respecta a la ciencia de los egipcios y mesopotámicos. Es verdad que los antiguos griegos reconocieron su gran deuda con las civilizaciones del Nilo y del Éufrates en lo concerniente a los saberes matemáticos y astronómicos. Pero los historiadores modernos, al carecer de medios para confirmar esta tradición, se contentaron con ignorarla o, por una mal entendida defensa de Grecia, se esforzaron hasta lo imposible en negarla. La historia de Grecia ha sido escrita con frecuencia como si su misión hubiese sido salvar a Europa de esa abstracción temible llamada orientalismo. Pero ello significa mantener a través de los tiempos un sentimiento solo propio de la generación de Maratón y Salamis. La investigación seria ha reconocido la justeza del punto de vista griego, de que su propia civilización fue continuación de las más antiguas de Mesopotamia y Egipto.

Los progresos de la arqueología nos han proporcionado los medios para que podamos valorar la importancia de la deuda griega con las culturas de Oriente Próximo. En primer término, se descubrieron testimonios escritos de sus civilizaciones en monumentos de piedra, tablillas de arcilla cocida o en rollos de papiro. Más tarde, se consiguió resolver el difícil problema de leerlos. Los escritos cuneiformes de los asirios y persas, los escritos jeroglíficos y los hieráticos de Egipto nos han revelado sus secretos, y el material de esta

manera recuperado, aunque deficiente, ha revolucionado nuestro conocimiento del pasado. Cuando la reina Victoria de Inglaterra llegó al trono, *se* consideraba el año 4004 a. C. como el de la creación del mundo. Se aceptaba que la escritura había sido inventada por los fenicios hacia el siglo VII antes de nuestra era. Actualmente poseemos documentos escritos que se remontan casi a la fecha en la que los hombres de la época victoriana creían que el mundo había sido creado.

Fue así como adquirimos un conocimiento más adecuado de la historia y cultura de las viejas civilizaciones de Egipto y Caldea.

Muchos de los logros fueron tan grandes y obvios como para ser admitidos inmediatamente sin género de duda. Fue universalmente aceptado que en el tercer milenio antes de nuestra era, los hombres podían gobernar poblaciones muy numerosas, construir grandes ciudades y crear maravillosas obras de arte. Tuvo que admitirse que obras literarias de cierta ambición y variedad empezaron a aparecer ya en esa remota época. En torno al año 2800 vivió en Egipto el filósofo Kegemmi, cuyo libro de máximas fue un texto clásico. El gran código de leyes de Hammurabi, rey de Babilonia, fue escrito hacia el año 2000 a. C. Por el contrario, hasta la aparición de pruebas evidentes en el presente siglo, la existencia de algo que mereciese el nombre de ciencia fue una cuestión que podía ser discutida.

Antes de ocuparnos brevemente de las fuentes de la ciencia egipcia y mesopotámica, diremos dos palabras de un problema previo. La conexión entre ciencia y técnica en dichas culturas fue muy estrecha. Es verdad que el objetivo práctico de la técnica puede distinguirse de la finalidad teórica de la ciencia. El técnico quiere hacer algo, el científico quiere conocer. Pero nos hemos dado cuenta de que la mejor prueba de que nuestro conocimiento es verdadero es que nos posibilite hacer algo. La ciencia es continuamente verificada por la acción. También hemos empezado a percibir que, en sus

orígenes, la ciencia no estuvo de hecho tan divorciada de fines prácticos como los historiadores han dicho a veces. Los libros de texto, ya desde los tiempos de los griegos, han tendido a ocultar la participación de elemento empírico en la adquisición del saber, por el deseo de presentar su contenido en el seno de un desarrollo lógicamente ordenado. Este es, tal vez, el mejor método de exposición; el error consiste en confundirlo con los orígenes de la teoría. Detrás de la definición de Euclides de la línea recta como «la distancia más corta entre dos puntos», se adivina al albañil con su plomada. Y el descubrimiento reciente de un fragmento del *Método* de Arquímedes muestra cómo la comparación de los pesos de sólidos de diferentes tamaños le sugirió las relaciones de volumen que más tarde se demostrarían con rigurosa lógica. Fue siempre un problema práctico el que estimuló al mismo Arquímedes a descubrir su tornillo, su sistema de poleas, la idea del peso específico de los cuerpos. Las técnicas son un fértil semillero para la ciencia, y el progreso desde un empirismo puro a un empirismo científico es tan gradual que se hace imperceptible.

Desde este punto de vista, los asombrosos logros técnicos de las civilizaciones antiguas deben considerarse como un paso en la consecución de la ciencia. Los egipcios, por ejemplo, descubrieron los metales en épocas tan tempranas como el año 4000 a. C. Con anterioridad al año 3000 poseían un alfabeto, plumas, tinta y papel. La época de la construcción de las grandes pirámides se sitúa entre los años 3000 y 2500 a. C. Por esta época los egipcios tenían también agricultura, quesería, alfarería, cristalería, tejidos, construcción de barcos y carpintería de toda índole. Esta actividad técnica descansaba en una base de conocimientos empíricos. Por ejemplo, en el tercer milenio poseían varios instrumentos de bronce. Estos instrumentos muestran una proporción constante de un 12 por ciento de estaño, lo que da a la aleación un máximo de dureza sin fragilidad. Precisar tal proporción es ciertamente el resultado de una observa-

ción racional. No es del todo justo negar a esta observación el nombre de ciencia por el hecho de que quizá fuera transmitida por medio de la tradición en vez de haber sido escrita en un libro. Vesalio, en el siglo XVI de nuestra era, aún se impresionó tanto por la superioridad del aprendizaje práctico sobre la instrucción obtenida de los libros, que se sintió obligado a pedir perdón por imprimir en su tratado de anatomía los maravillosos grabados que se encuentran entre las principales glorias de la ciencia moderna. Afirma que lo hizo únicamente porque los estudiantes de medicina ya no se formaban en la práctica directa sobre el cuerpo humano.

Los egipcios no solo conocían bien las proporciones correctas del cobre y estaño para obtener el bronce más útil, sino que también poseían una técnica para templar la aleación por varios procedimientos destinados a asegurar su tenacidad, dureza o flexibilidad. También exigían soluciones técnicas sus trabajos con el oro, hilaturas, alfarería, caza, pesca, navegación, cestería, cultivo de cereales y lino, fabricación de pan y de cerveza, cultivo de viñedos y producción de vinos, corte y pulido de piedras, carpintería, ensambladura, construcción de barcos y las muchas otras actividades tan minuciosamente representadas sobre los muros de las tumbas de los nobles en Sakkara (de 2680 a 2540 a. C.). En todas estas técnicas se encuentra un germen científico, así como en la experiencia que les permitió edificar las monumentales pirámides, cortar y transportar los gigantescos monolitos, e inventar los fuelles, el sifón y el «shaduf» o cigoñal, pértiga que, descansando sobre un pie vertical y atándole una vasija a un extremo, sirve para sacar agua de pozos someros.

Pero todo este conocimiento técnico, a pesar de su importancia, todavía no es ciencia en sentido estricto. No contiene indicios de un intento de explicar todos los fenómenos del universo según un sistema inteligible de leyes naturales, que es el objetivo de la ciencia positiva. Podemos señalar que no poseemos pruebas de que nadie haya llegado a esta concepción antes que los griegos del siglo VI a. C.

Tampoco las tenemos de ningún intento de organizar científicamente desde la técnica una rama particular del saber. El logro técnico en sí mismo no es prueba de la capacidad de abstracción consciente, de la posibilidad de obtener leyes generales que rijan la variedad de los fenómenos y de utilizar estas concepciones generales para la organización del saber. En otras palabras, no tenemos pruebas, procedentes de las varias técnicas que hemos mencionado, de que los egipcios estuvieran intentando clasificar las diversas sustancias que conocían y describir sus propiedades o hacer lo mismo con plantas y animales. No tenemos pruebas de que se preguntaran cómo una sustancia podía aparentemente cambiarse en otra, como el pan, por ejemplo, que el hombre come, podía convertirse en carne y sangre. Ni tampoco de que el sifón les forzara a considerar la posibilidad de un vacío o elevarse a generalizar que la naturaleza aborrece el vacío. En resumen, las fuentes técnicas no nos proporcionan pruebas ciertas de que los egipcios poseyeran la clase de curiosidad y el don para la especulación que son necesarios para la creación de la ciencia en sentido estricto. A pesar de que dichas técnicas son interesantes, importantes y esenciales para crear los conocimientos particulares sin los cuales la ciencia no puede existir, no constituyen auténtico saber científico. Si no tuviésemos más pruebas, deberíamos negar a los egipcios el mérito de haber atravesado el umbral del templo de la ciencia.

Estas pruebas las proporcionan en cierta medida los logros de los egipcios en astronomía. Un Estado altamente organizado como el de los faraones egipcios es imposible sin calendario, y la introducción del primer calendario práctico se sitúa documentalmente en 4236 a. C. Las actividades estacionales de los egipcios dependían necesariamente del crecimiento del Nilo, que coincide, a grandes rasgos, con el solsticio de verano, que a su vez coincide con la aparición heliaca de la brillante estrella Sirio. Es decir, que Sirio, tras un período de ausencia del cielo nocturno, aparece por pri-

mera vez en el solsticio de verano, justo antes de que el sol salga por la parte oriental del horizonte; y esta aparición helíaca de Sirio anuncia el crecimiento del Nilo. La doble coincidencia fue observada por vez primera por los egipcios y usada por ellos para obtener un método preciso para corregir las ligeras inexactitudes de su calendario. El año egipcio fue dividido en 365 días con doce meses de 30 días, más 5 días «celestiales» o sagrados. Este calendario anual fue empleado por los egipcios para coordinar las múltiples actividades de su rico y populoso reino. No se intentó, como tampoco lo hemos hecho nosotros, que correspondieran los días del mes con las fases de la luna. Tampoco se hizo ningún intento para que el año de 365 días correspondiera con el año solar, que le excede en un cuarto de día. Nosotros hacemos el ajuste necesario con la introducción de un día adicional cada cuatro años. Los egipcios simplemente conservaron un registro de la divergencia, que se ajusta automáticamente cada 1.460 años ($365 \times 4 = 1.460$). Esta divergencia fue descubierta por observación directa de la aparición helíaca de Sirio, que cada cuatro años ocurría un día más tarde. Este gran ciclo de 1.460 años, intervalo tras el cual el año solar y el calendario coinciden de nuevo, es conocido como «período sotíaco», de Sothis, nombre egipcio de Sirio. Esto supone, por parte de los egipcios, conocimientos astronómicos e ingenio práctico. Pero como la astronomía egipcia estaba casi con certeza basada en observaciones babilónicas, no pondremos demasiado énfasis en ello como prueba de su capacidad científica.

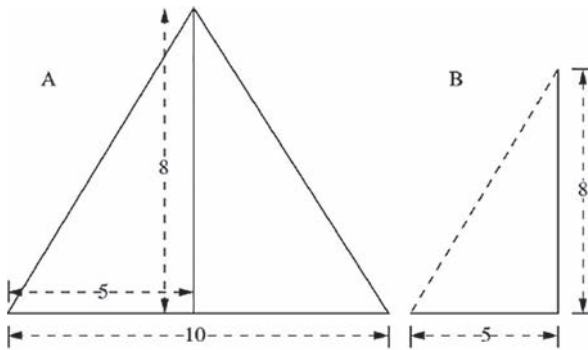
Los logros científicos indudables de los egipcios corresponden a las matemáticas y a la medicina. Hemos llegado a conocerlos gracias a haberse conservado unos pocos papiros, o fragmentos de papiro, de los cuales el más importante para las matemáticas es el conocido como papiro de Rhind, mientras que el único de importancia para la medicina es el papiro Edwin Smith. Ambos documentos se encontraron juntos a mediados del siglo XIX, de manera que todo nues-

tro conocimiento de la ciencia egipcia escrita depende de un solo descubrimiento. Esto nos induce a pensar en el carácter accidental de nuestra información, y aconseja adoptar una actitud abierta en lo concerniente a la amplitud de la ciencia egipcia.

El papiro matemático fue escrito probablemente el año 1650 a. C., aunque copiado de un original anterior a 1800 a. C. Su interpretación implica dificultades considerables, pero su existencia demuestra que los egipcios poseían un saber matemático elemental. Tenían un sistema decimal de notación, con signos para 1, 10, 100, 1.000, 10.000 y 100.000. El número de unidades, decenas, centenas, etc., está expresado, como en los números romanos, repitiendo el signo el número correspondiente de veces. Las operaciones de multiplicación y división eran ejecutadas por series de adiciones y sustracciones.

Poseían también cierto conocimiento de las propiedades de los números. Sabían que la suma de los cuadrados de 3 y 4 es el cuadrado de 5, y por el método de la proporción eran capaces de utilizar este conocimiento en sus cálculos. Lo relacionaron con el triángulo rectángulo, dándose cuenta de que en un triángulo con lados 3, 4, 5, el lado de 5 unidades subtiende un ángulo recto. Estaban, por tanto, familiarizados con un caso particular del teorema de Pitágoras y usaron este conocimiento para levantar perpendiculares.

En el papiro de Rhind se resuelven ciertos problemas de aritmética, geometría y medición. Uno de ellos parece demostrar una aplicación de las matemáticas a una técnica antigua, la de construcción de pirámides, que procede del principio del tercer milenio. Si se tiene que recubrir una pirámide con piedra, ¿con qué ángulo deben ser cortadas las piedras? Se trata de un problema de triángulos proporcionales. Si la base de la pirámide es de 10 unidades, y la altura perpendicular de 8, el problema se resuelve, como muestra la figura, midiendo 5 unidades en la base de la piedra que se va a cortar, levantando una perpendicular de 8 unidades, y completando el triángulo.



La fig. A muestra las proporciones de la pirámide; la B ilustra sobre la manera de encontrar el ángulo adecuado para cortar la piedra.

El testimonio sobre la medicina egipcia que proporciona el papiro Edwin Smith es de resultados aún más sorprendentes que el caso de las matemáticas. El papiro es un fragmento de un texto de cirugía que trata de las heridas, clasificadas por el sencillo procedimiento de recorrer el cuerpo desde la cabeza a los pies. Se ocupa del cráneo, la nariz, las mejillas, las orejas, los labios, las vértebras cervicales, la clavícula, el hombro y el omóplato, el tórax y la mama, interrumpiéndose el manuscrito al comenzar a ocuparse de la columna vertebral. Cada tipo de herida es expuesto sistemáticamente. Primero se menciona la lesión, después se exponen los síntomas que descubre la exploración y luego el diagnóstico y el pronóstico, limitado a decir si la enfermedad es curable o incurable. Finalmente se indica el tratamiento.

Las indicaciones anatómicas son correctas y abundan. Existe un inicio de conocimiento fisiológico, siendo los párrafos más notables aquellos en los que el cuerpo se concibe como un organismo único del que el corazón es el órgano central. Los medios terapéuticos son escasos, pero privados por completo de carácter mágico. Todo el tratado es de mentalidad completamente positiva. La mente del autor está sujeta a la autoridad de los hechos observados, como puede apreciarse porque reconoce que ciertos estados son

incurables. Se trata, en suma, de un conjunto de saberes que deben ser considerados como el resultado de una larga tradición de observación y reflexión. Como tal, es un trabajo científico en sentido estricto. Además, el mismo documento demuestra que las enseñanzas que contiene no eran nuevas. Los términos técnicos son explicados al lector. Por lo tanto, se puede presumir la existencia de un manual relativo a una rama tradicional del saber que podría remontarse hasta el cuarto milenio antes de nuestra era.

La ciencia babilónica, de la que vamos a ocuparnos ahora, es probablemente más antigua que la egipcia y sus fuentes son más abundantes. Los egipcios escribieron con pluma y tinta sobre papiro, un material perecedero. En los reinos de Sumer, Akkad y Asur, centros sucesivos de lo que por comodidad se ha llamado cultura babilónica, la escritura se hacía con un estilete sobre tablillas blandas de arcilla que eran cocidas ulteriormente, por lo que constituían documentos prácticamente indestructibles. Los restos de la biblioteca de Asurbanipal (muerto el 626 a. C.), ahora en el Museo Británico, son unas 22.000 tablillas de arcilla. En la biblioteca del templo de Nippur se encontraron otras 50.000, procedentes de fechas comprendidas entre el año 3000 y el 450 a. C. Nuestro conocimiento de la ciencia babilónica está basado sobre este material.

Los babilonios, igual que los egipcios, estaban familiarizados con un sistema decimal de notación. Lo complementaron con un sistema sexagesimal que es uno de los inventos más sorprendentes de la ciencia antigua. Su notación decimal, que era esencialmente la misma que la empleada por los egipcios y más tarde por los griegos y romanos, se usaba para los números del 1 al 59. Para números mayores de 59 empleaban una notación sexagesimal cuyas bases eran 1, 60, 3.600 (60^2), 216.000 (60^3), etc. Encontramos aquí, con gran sorpresa, el modelo de la notación posicional, desconocida por los egipcios, griegos y romanos. Los símbolos en primera posición son unidades, en segunda son unidades multipli-

cadadas por 60, en tercera las unidades multiplicadas por 60^2 . Así, por ejemplo, el cubo de 16, 4.096, se escribe 1, 8, $16 = 1 \times 60^2 + 8 \times 60 + 16 = 4.096$. Para la notación posicional se requiere el signo cero. Los babilonios tenían un equivalente del mismo.

La notación babilónica, al combinar los sistemas decimal y sexagesimal, resulta farragosa. Es una circunstancia notable que, en Mesopotamia, el uso de la posición en la escritura de los números fuese conocido con toda probabilidad hacia el tercer milenio. Los griegos, los más grandes matemáticos de la Antigüedad, nunca redescubrieron este invento, que solo fue introducido en Europa hacia el siglo VIII d. C. procedente de la India. También es sorprendente la elección de una base tan grande como 60. Si, como parece probable, en esta elección influyó el hecho de que 60 es divisible por 2, 3, 4 y 5, se trata de una prueba más del consciente ingenio que presidió la elaboración de su singular notación.

Una característica de las matemáticas de los babilonios es su afición por las tablas, similares a nuestra tabla de multiplicar. Encontramos en sus fuentes tablas de multiplicar y dividir, tablas de los cuadrados de todos los números enteros hasta 60, una tabla de cubos de los enteros hasta 16, sin contar con las tablas de raíces cuadradas e incluso una tabla de raíces cúbicas. Hay también ejemplos de progresiones aritméticas y geométricas. Disponemos, por lo tanto, de abundantes pruebas de su capacidad matemática. Sin embargo, las tablas servían, como las nuestras, para el cálculo del interés y otras cuestiones semejantes, sin ir acompañadas de pruebas o teorías, de modo que, hasta donde llegan las fuentes, se puede considerar que la aritmética babilónica era fundamentalmente empírica.

La impresión de que las matemáticas de los babilonios son un saber que comienza a superar un estadio empírico se confirma al estudiar su geometría. Tenemos suficientes pruebas de la capacidad práctica de los babilonios para medir. Podían medir exactamente los campos y partes de edifi-

cios de forma irregular. Su método consistía en dividir el área en triángulos rectángulos, rectángulos y trapecios, cuyas áreas sabían obtener. Pero en dos tablillas que se sitúan en unos 2000 a. C. encontramos algo más estrictamente teórico. Estas tablillas ofrecen fórmulas para determinar la longitud de la hipotenusa de un triángulo en función de los otros dos lados. Esto representa, nada menos, que un intento de resolver el famoso teorema de Pitágoras. El método babilónico nos muestra el proceso de tanteos sucesivos mediante el cual la mente humana avanza hacia la solución general de un problema de este tipo. Las tablillas nos ofrecen dos fórmulas, ambas empíricas, que dan solo resultados aproximados a los exactos e intentan resolver únicamente un caso particular, principalmente el del triángulo en el que los lados que forman el ángulo recto están en la proporción de 10 a 40. Estamos, por tanto, muy lejos todavía de la célebre solución contenida en la proposición 47 del libro I de Euclides, pero se ha dado un gran paso en esta dirección. Los babilonios no se contentaron con medir la longitud de la hipotenusa, lo que hubiera sido empirismo puro. Intentaron resolver este problema *a priori*, establecer una regla, proporcionar una fórmula que ahorrara para siempre la tarea de medir. Se dieron cuenta claramente de que existe una relación constante entre las longitudes de los lados de un tipo particular de triángulo. Las primeras etapas de la ciencia son las más difíciles y el planteamiento de un problema es una contribución a su solución.

También debemos a los babilonios la división de la circunferencia, del círculo y de los cuatro ángulos rectos abarcados por la circunferencia en el centro, en 360 partes o grados. Esta invención capital fue tomada por los griegos y transmitida por ellos a Europa occidental. Si unimos a esta invención el hecho de que casi todas las medidas babilónicas, sean de longitud, superficie, volumen, capacidad o peso, están basadas en 3 o 12, nos impresionará ver la profusión con que aplicaban los números en la regulación de su

compleja civilización material. La uniformidad a que llegaron autoriza plenamente a llamar, a su convención, sistema de pesos y medidas. Esta sistematización, con la comparación de longitudes, superficies, volúmenes, ángulos y pesos que implica, es un paso enorme en el camino de la ciencia moderna. Significa una concepción de la cualidad abstracta de los números, así como una amplia educación popular de sus diversos usos. Ningún aspecto de la ciencia babilónica refleja de modo tan evidente la importancia que en ella alcanzaron los números y los cálculos exactos como la astronomía. Es verdad que tenía un componente supersticioso y que se desarrolló al servicio de ideas astrológicas actualmente desechadas. Pero las extravagancias de la astrología tenían una justificación que no debemos desestimar. Los fenómenos celestes tienen una influencia evidente sobre la tierra. La periodicidad de las estaciones y de la luz y la oscuridad dependen del sol, de tal manera que todos los vivientes, animales y vegetales, están sujetos de manera visible a esta gran fuente de calor y de luz. La luna es la medidora del tiempo, y allí donde las mareas son perceptibles, pueden ser relacionadas con su influencia, lo mismo que con el ciclo fisiológico de la mujer. Es natural tratar de extender esta influencia a los planetas, y todavía hoy, cuando decimos que un hombre es jovial, estamos usando el lenguaje de esta antigua creencia. Los sacerdotes babilonios fueron los grandes maestros de la astrología en la Antigüedad, y muchas de sus prácticas fueron condenadas como supersticiosas con toda razón. Pero de sus detenidas observaciones del ciclo salió una ciencia verdadera que, independientemente de su ulterior desarrollo en manos de los griegos, es de la mayor importancia en la historia de la conquista intelectual del mundo por el hombre.

Entre las tablillas encontradas en Nínive, correspondientes al reinado de Sargón I, alrededor del 2800 a. C., se encuentran los fragmentos de un verdadero tratado sobre esta antigua ciencia. Contiene calendarios rudimentarios con la aparición y

otros aspectos de las diferentes constelaciones, que servían para obtener predicciones acerca del futuro del rey y del país. Se pensaba también que los planetas eran de suma importancia para la vida humana, por lo que sus movimientos eran cuidadosamente observados. Por el hecho de girar alrededor del sol (lo cual era naturalmente desconocido para los babilonios) las velocidades de los planetas presentan variaciones en relación con el curso anual solar, e incluso inversión de sus trayectorias. Todas estas irregularidades en el movimiento de los planetas, con sus cursos retrógrados y sus paradas, fueron observadas y registradas antes del siglo XII a. C.

Los babilonios tenían un año helio-lunar de 12 meses de 30 días cada uno, es decir, un total de 360 días al año. Consecuentemente, cada seis años intercalaban un decimotercer mes para mantener el calendario acorde con las estaciones. Este problema de la regulación del calendario, del que nos ocuparemos en capítulos posteriores, condujo a los babilonios a determinaciones cada vez más precisas de la duración del mes y del año. Aparte de la necesidad impuesta por el calendario de realizar observaciones precisas sobre los cursos del sol y la luna, los babilonios tenían razones de índole astrológica para estudiar estos astros. A los eclipses de sol y de luna se les atribuía gran importancia para el destino de la familia real y del país; y era de interés sumo que la aparición de un eclipse no cogiera por sorpresa. Por lo tanto, los ciclos de aparición de los eclipses de sol y de luna eran determinados con gran precisión. Debemos igualmente a los babilonios el conocimiento de la eclíptica, o recorrido aparente anual del sol a través de las estrellas fijas. Para facilitar su determinación, distribuyeron las estrellas situadas a cada lado de la misma en los doce signos del Zodíaco, determinando la anchura de esta zona zodiacal por la distancia dentro de la cual parece que los planetas se mueven a ambos lados del recorrido del sol.

Estas invenciones capitales de la eclíptica y de la zona zodiacal alcanzaron utilidad matemática gracias a la división

babilónica de la circunferencia en 360 grados. Las distancias angulares entre los cuerpos celestes podían de esta forma observarse y representarse gráficamente con precisión. Una de las aplicaciones más sorprendentes de las matemáticas a la astronomía está recogida en una tablilla encontrada en la biblioteca de Asurbanipal en Nínive. La biblioteca es de mediados del siglo VII, pero el texto debe ser mucho más antiguo. Es un intento de tabular el progresivo aumento de la iluminación de la superficie lunar durante su cuarto creciente. Para este fin, el área de la luna se divide en 240 partes, sobre las cuales se afirma que la iluminación se extiende primero en progresión geométrica y después en progresión aritmética. Esta afirmación no corresponde a los hechos. Sin la posesión de instrumentos más exactos que los que poseían los observadores babilonios difícilmente podía verificarse. Sin embargo, este temprano esfuerzo de medir un fenómeno físico es de capital importancia en la historia de la ciencia.

Una cuestión de interés es la clase de instrumentos que los astrónomos babilónicos usaron para conseguir tan notable serie de observaciones. Disponían de tres instrumentos, que parecen ser de su propia invención: el cuadrante solar, la clepsidra o reloj de agua y el «polos». Este último es un perfeccionamiento del cuadrante solar. Consiste esencialmente en un recipiente hemisférico con un indicador vertical en el fondo que llega exactamente hasta el centro de la esfera. La sombra del extremo del indicador recorre sobre el recipiente, en sentido inverso, el curso del sol a través del cielo. Posteriormente el «polos» fue acoplado a una esfera armilar adaptable, es decir, a un armazón esférico, que representaba la zona del Zodíaco con sus doce signos y su división en 360 grados. De esta forma también se podía usar como un reloj durante la noche. Bastaba para ello conocer el signo y grado del «polos» por el que se había puesto el sol. A cualquier hora de la noche se podía adaptar la esfera armilar de manera que los signos ocupasen en ella la misma

posición que adoptaban en el cielo nocturno. Como había que girarlo para asegurar esta adaptación, el grado ocupado por el sol a su puesta tenía que desplazarse a lo largo de las líneas de las horas marcadas en el instrumento, de la misma manera que la sombra del indicador lo hacía durante el día. Así, durante la noche se podía leer la hora a partir de las estrellas, del mismo modo como se hacía durante el día a partir del sol.

Si bien el motivo que impulsaba a los babilonios a estudiar los cielos se basaba en creencias erróneas, sus observaciones a lo largo de cientos e incluso miles de años fueron anotadas con precisión y constituyeron un material inapreciable para la ciencia. La supuesta relación entre los eclipses de sol y de luna y los movimientos de los planetas, y los destinos de los hombres sobre la tierra no ha sido verificada por la experiencia, aunque aún exista gente culta que consulta las predicciones del horóscopo. Sin embargo, fueron surgiendo gradualmente auténticas nociones científicas, al estudiar la conexión existente entre varios fenómenos celestes. Esta fue la primera demostración de una regularidad matemática en la ordenación de los fenómenos del universo, y dio al hombre la primera gran lección acerca del método y las posibilidades de la ciencia.

San Agustín en *De doctrina christiana*, a la vez que advierte a sus lectores acerca de las prácticas supersticiosas de los astrólogos, reconoce y describe adecuadamente el verdadero contenido científico existente en las antiguas doctrinas babilónicas. «El saber acerca de las estrellas —dice— se justifica lo mismo que el de la historia, porque a partir de la situación y movimiento de las estrellas en el presente podemos conocer con certeza cuál ha sido su curso en el pasado. Nos posibilita con igual certeza mirar hacia el futuro, no con dudosos pronósticos, sino sobre la base de cálculos certeros; no para conocer nuestro propio futuro, lo cual es fatua superstición de los paganos, sino el de las estrellas. Puesto que, así como uno que observa las fases de la luna en su curso, cuan-

do ha determinado su tamaño hoy, puede decir también su fase en cualquier fecha de los años anteriores o venideros, de la misma manera pueden dar respuestas ciertas respecto a cada una de las estrellas los que las observan con conocimiento.» Bajo el patronazgo de san Agustín, la astronomía, al menos en lo concerniente a la posición aparente de los cuerpos celestes, entró a formar parte del programa educativo cristiano.

Hemos considerado hasta ahora brevemente los logros científicos de Oriente Próximo. En un libro como este resulta imposible hacer otro tanto con los de las antiguas civilizaciones de China o la India, cuya cronología no ha sido todavía establecida de modo preciso por la investigación. Lo que sí parece claro es que tres o cuatro siglos antes del comienzo de la geometría griega era normal, no solo en Egipto y Babilonia, sino también en la India y China, una cierta comprensión de las relaciones sobre las que versa el teorema de Pitágoras. El grado de este conocimiento y la posibilidad de su difusión a partir de un centro común son cuestiones que podrán ser contestadas algún día con una seguridad que ahora es imposible. Pero cuando se halle la respuesta, puede ser que ni Babilonia ni Egipto aparezcan como los exponentes más remotos de la civilización. Es posible que el Nilo y el Éufrates tengan que ceder ante Indo. Las excavaciones de estos últimos años en el valle de este gran río han sacado a la luz las ruinas de dos ciudades, Mohenjo-Daro y Harappa, separadas por unos seiscientos cincuenta kilómetros, que demuestran la existencia de una civilización insospechada hasta hoy. Se pretende que procede como mínimo del tercer milenio, por lo que sería rival de las de Egipto y Babilonia. Cuando las fuentes de esta civilización, incluyendo su escritura, hayan sido estudiadas e interpretadas, la de los logros científicos anteriores a los griegos quizá necesite ser escrita de nuevo.