

DRAKONTOS

JOSÉ MANUEL
SÁNCHEZ RON

COMO
AL LEÓN
POR SUS
GARRAS

ANTOLOGÍA PERSONAL
DE MOMENTOS ESTELARES
DE LA CIENCIA

CRÍTICA

Como al león por sus garras

Antología personal de momentos estelares
de la Ciencia

José Manuel Sánchez Ron

CRÍTICA
BARCELONA

Primera edición en Crítica: junio de 2019

Como al león por sus garras. Antología personal de momentos estelares de la Ciencia
José Manuel Sánchez Ron

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 éste 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)

Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos) si necesita reproducir 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

© José Manuel Sánchez Ron, 1996, 2019

© Editorial Planeta S. A., 2019
Av. Diagonal, 662-664, 08034 Barcelona (España)
Crítica es un sello editorial de Editorial Planeta, S. A.

editorial@ed-critica.es
www.ed-critica.es

ISBN: 978-84-9199-124-3
Depósito legal: B. 12017 - 2019
2019. Impreso y encuadernado en España

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

●

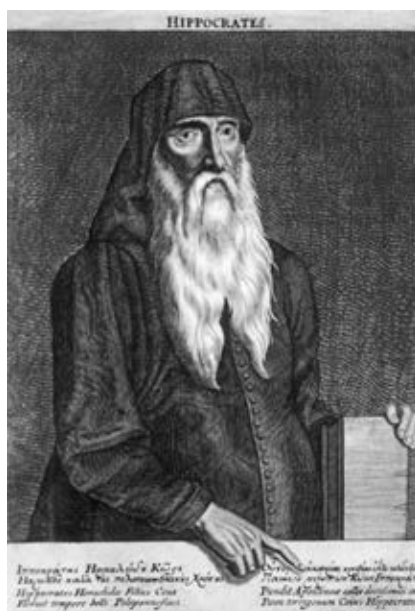
Índice de contenidos

Prefacio a la segunda edición	9
Introducción	11
1. La responsabilidad del médico: Hipócrates	
2. El círculo, la figura perfecta: Platón	18
3. Diálogos a través del tiempo: Heisenberg y Platón	21
4. La precisión del razonamiento matemático: Euclides	27
5. En su reino (científico) no se ponía el Sol: Aristóteles	31
6. Pasteur: la generación espontánea no existe	35
7. ¡Eureka!: Arquímedes	40
8. Átomos y vacío: Lucrecio	44
9. 1543, <i>Annus mirabilis</i> : Vesalio y Copérnico	49
10. Kepler: las órbitas elípticas	64
11. Contra Aristóteles: Galileo	72
12. Bertolt Brecht sobre Galileo	83
13. Francis Bacon y una ciencia nueva	86
14. Un mundo lleno: Descartes	90
15. La circulación de la sangre: Harvey	95
16. Compartir con otros: las <i>Philosophical Transactions</i>	100
17. Robert Hooke y el microscopio	102
18. La primera transfusión de sangre: Lower	106
19. El último de los antiguos y el primero de los modernos: Isaac Newton	109
20. La última esperanza de la metafísica: Leibniz	124
21. Voltaire y la polémica Newton <i>versus</i> Descartes	128
22. El problema del alma y el cuerpo: Euler	132
23. Revolución en la química: Lavoisier	136
24. Un instrumento aparentemente humilde: la pila de Volta	149

25. La función crea el órgano: Lamarck	153
26. Clímax newtoniano: Laplace.	158
27. Drama y creatividad: Galois	161
28. La Tierra: Humboldt, Lyell, Kelvin	164
29. La lucha por la vida: Malthus	170
30. «Es como confesar un crimen»: Darwin y la evolución de las especies	173
31. Polémicas en torno a la evolución: Huxley	186
32. El nacimiento de la genética: Mendel	189
33. El final del vitalismo: Bichat y Helmholtz	193
34. Una medicina científica: Claude Bernard	198
35. Maxwell sobre Faraday	202
36. Sinfonías físico-matemáticas: Boltzmann sobre Maxwell	208
37. La entropía: Kelvin y Clausius	211
38. Química y agricultura: Liebig	216
39. Arquitectura molecular: Kekulé	219
40. Geometrías multidimensionales: Riemann	223
41. Matemáticas, política y nacionalismo: Echegaray	226
42. La tabla periódica de Mendeléiev	230
43. La tabla periódica de Primo Levi	234
44. Ciencia <i>versus</i> literatura: Aldous Huxley	236
45. La teoría microbiana de las infecciones: Koch	239
46. La vacunación contra la rabia: Pasteur	245
47. Sobre herencias y razas (I): Lombroso y Galton	252
48. El descubrimiento de la «célula del pensamiento»: Cajal	261
49. Un mundo (electrónico) nuevo	270
50. Cantor, el domador del infinito	273
51. Röntgen y los rayos X	276
52. Un descubrimiento fortuito: Becquerel y la radiactividad.	280
53. Ciencia y mito: Marie Curie	284
54. Freud, el explorador de lo oculto.	289
55. Los reflejos condicionados: Pávlov.	294
56. Un acto de desesperación: Max Planck	300
57. La deriva de los continentes: Wegener	303
58. La teoría de la relatividad: Einstein.	311
59. Indefensión ante lo nuevo: Oliver Lodge	319
60. Un nuevo tipo de realidad: Heisenberg y Born	322
61. El colapso de la función de onda cuántica.	327
62. El gato de Schrödinger	330
63. Física cuántica y filosofía: Niels Bohr	332
64. Dios no juega a los dados: Einstein a Born	338

65. La expansión del universo según Arthur Eddington	339
66. La pasión por conocer: Bertrand Russell.	344
67. Kurt Gödel y el fin del sueño de la certeza inevitable en la matemática	347
68. «Arquímedes será recordado cuando Esquilo haya sido olvidado»: Hardy.	350
69. Física y belleza: Paul Dirac.	353
70. Ramanujan y los gemelos de Oliver Sacks, o el misterio de la matemática	359
71. Energía nuclear y política: Einstein y Roosevelt.	364
72. Perdonar, tal vez, olvidar nunca: Lise Meitner y Otto Hahn	367
73. El pasado no se reconstruye: Hans Bethe y Arnold Sommerfeld	371
74. Ciencia y género: Cecilia Payne-Gaposchkin	375
75. La idea del gen: Thomas H. Morgan	381
76. ¿Qué es la vida?: Schrödinger.	384
77. Creación y cosmología: Fred Hoyle	387
78. Ciencia y poder: Sajarov frente a Kruschev	390
79. La doble hélice: Watson y Crick	394
80. Sobre herencias y razas (II): Gould y Cavalli-Sforza	404
81. Los pesticidas, elixires de la muerte: Rachel Carson.	411
82. Los primeros instantes del universo: Weinberg	414
83. La magia de un nombre: Wheeler y los agujeros negros.	419
84. ¿Controles en la investigación científica? La reunión de Asilomar. Moléculas de ADN recombinante	422
85. La intuición del caos y el efecto mariposa: Poincaré y Lorenz	428
86. La quinta gran extinción: el cráter de la muerte y los dinosaurios	435
87. Hay mucho sitio en el fondo: Feynman.	443
88. ¿Estamos solos en el universo?: Carl Sagan	448
89. El futuro según Stephen Hawking.	455
90. Las leyes de la robótica de Isaac Asimov	457
 Referencias bibliográficas	 459
Créditos de las imágenes	471

La responsabilidad del médico: Hipócrates



Para ser sincero, hubiera preferido comenzar esta antología por un texto diferente, por uno que tratara de un tema matemático o astronómico en el que la «pureza», o, mejor, el «desinterés» del deseo humano por comprender su entorno, la naturaleza, apareciese con mayor —aunque fuese aparente— transparencia, espontaneidad y fuerza. Sin embargo, iniciamos nuestra singladura con la medicina, un conjunto de saberes inevitable y razonablemente más interesado en nosotros mismos, en nuestros cuerpos, en nuestra salud. Esto no quiere decir, en modo alguno, que no se trate de una ciencia. Pero la cronología manda, y no he sido capaz de encontrar un texto de esa clase que me satisficiera y que fuese anterior al que incluyo a continuación. Ello no significa que con anterioridad a los siglos IV o V a. C. no se hubiese producido ciencia matemática o astronómica, sino que la manera en que ésta se expuso es demasiado primitiva (o compleja) como para incluirla en un libro como el presente.

Y, en cualquier caso, tampoco está mal comenzar con un texto cuyo recuerdo todavía perdura en la memoria cultural de nuestro tiempo, aunque pocos hayan tenido la oportunidad de leerlo: el Juramento Hipocrático.

El nombre de Hipócrates es uno de los más conocidos de la Antigüedad. Ha superado la prueba de un largo y azaroso viaje a través de más de dos milenios. Fue, por supuesto, un médico, autor de una vasta obra que amplió, aun dentro de sus limitaciones, el conocimiento de las afecciones y características del cuerpo humano —aunque ni siquiera estemos seguros de que toda la haya escrito él—. En cualquier caso, la medicina no ha sido nunca, ni entonces ni ahora, un saber exclusivamente científico, aunque ciencia, desde luego, es (más aún, en muchos momentos de la historia ha sido uno de los motores más poderosos para el desarrollo de otras disciplinas científicas). Pero también es una práctica en la que desempeña, o debería desempeñar, un papel extremadamente importante algo tan complejo como es la relación médico-paciente, incluso en la actualidad, cuando las máquinas tienen un rol destacado. Por eso, a veces se dice que la medicina es un «arte».

En consecuencia, el médico no sólo debe saber, sino que tiene también una responsabilidad, unos deberes morales y profesionales. La medicina, más que otras ciencias, sin duda antes que ellas, debe incluir en su seno una deontología. Y es en este punto en el que el nombre de Hipócrates brilla con luz especialmente intensa, en el que se ha asentado en la memoria colectiva, en nuestra cultura más ancestral. El Juramento Hipocrático, cuyo texto reproduzco a continuación, constituye un permanente recordatorio de que la ciencia no está, no puede estar, al margen de las consideraciones ético-morales. Otra cosa es, evidentemente, que hoy aceptemos los valores incluidos en él.

JURAMENTO HIPOCRÁTICO

Juro por Apolo médico, por Asclepio, Higía y Panacea, así como por todos los dioses y diosas, poniéndolos por testigos, dar cumplimiento en la medida de mis fuerzas y de acuerdo con mi criterio a este juramento y compromiso:

Tener al que me enseñó este arte en igual estima que a mis progenitores, compartir con él mi hacienda y tomar a mi cargo sus necesidades si le hiciera falta; considerar a sus hijos como hermanos míos y enseñarles este arte, si es que tuvieran necesidad de aprenderlo, de forma gratuita y sin contrato; hacerme cargo de la preceptiva, la instrucción oral y todas las demás enseñanzas de mis hijos, de los de mi maestro y de los discípulos que hayan suscrito el compromiso y estén sometidos por juramento a la ley médica, pero a nadie más.

Haré uso del régimen dietético para ayuda del enfermo, según mi capacidad y recto entender: del daño y la injusticia le preservaré.

No daré a nadie, aunque me lo pida, ningún fármaco letal, ni haré semejante sugerencia. Igualmente, tampoco proporcionaré a mujer alguna un pegasario abortivo. En pureza y santidad mantendré mi vida y mi arte.

No haré uso del bisturí ni aun con los que sufren del mal de piedra: dejaré esa práctica a los que la realizan.

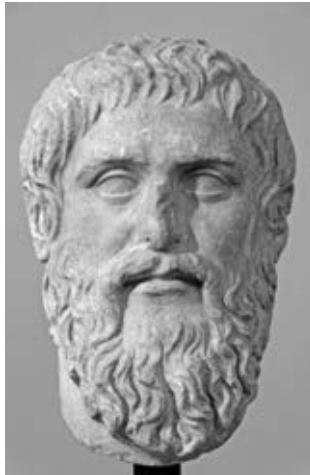
A cualquier casa que entrare acudiré para asistencia del enfermo, fuera de todo agravio intencionado o corrupción, en especial de prácticas sexuales con las personas, ya sean hombres o mujeres, esclavos o libres.

Lo que en el tratamiento, o incluso fuera de él, viere u oyere en relación con la vida de los hombres, aquello que jamás deba trascender, lo callaré teniéndolo por secreto.

En consecuencia, séame dado, si a este juramento fuere fiel y no lo quebrantare, el gozar de mi vida y de mi arte, siempre celebrado entre todos los hombres. Mas si lo trasgredo y cometo perjurio, sea de esto lo contrario.

HIPÓCRATES DE COS (Cos, c. 460-Larisa, 370 a. C.). Poco se sabe de su vida, aunque parece seguro que su padre era médico, y que fue éste quien le inició en la medicina. También sabemos que enseñó en Cos y que viajó extensamente por Grecia, gozando de una fama excepcional durante su vida, como muestran las referencias que se hacen de él en escritos de autores como Platón o Aristóteles. Contribuyó de manera significativa al conocimiento médico, aunque es difícil determinar cuáles de los tratados que aparecen en el *Corpus Hippocraticum*, una de las primeras colecciones de textos científicos del mundo antiguo, fueron realmente obra suya.

El círculo, la figura perfecta: Platón



Aunque a veces se le caracteriza como matemático y filósofo, Platón fue más, mucho más, lo segundo que lo primero. En cualquier caso, en algunos de sus libros nos transmitió aspectos básicos del pensamiento científico heleno: como, por ejemplo, la importancia que para muchos de los filósofos-científicos de su época tuvo la geometría —para ellos perfecta— del círculo. Esa importancia se plasmó especialmente, durante dos mil años, en la descripción de los movimientos de los cuerpos celestes, en la que los círculos, las circunferencias reinaron supremas (pronto, es cierto, en una enmarañada mezcla de epiciclos, deferentes y excéntricas) hasta la llegada de la elipse con Kepler a comienzos de siglo XVII.

En los siguientes pasajes de una de sus obras, *Timeo*, encontramos algunos de los argumentos utilizados en la defensa del círculo, junto a otros que se refieren a la propia naturaleza del universo.

TIMEO

El constructor del mundo lo ha compuesto [...] de todo el fuego, de todo el aire, de toda el agua y de toda la tierra, y no ha dejado fuera del mundo ninguna parte de ningún elemento, como tampoco ninguna cualidad. Y lo ha

combinado así, primero para que fuera único, sin que fuera de él quedara nada de lo que pudiera nacer otro viviente de la misma clase; y, finalmente, para que se viera libre de vejez y enfermedades. Pues él sabía bien que, en un cuerpo compuesto, las sustancias calientes y frías y, de una manera general, todas aquellas que poseen propiedades energetizantes, cuando rodean a este compuesto desde fuera y se aplican a él sin un propósito determinado, lo disuelven, hacen entrar en él las enfermedades y la vejez y de esta manera lo hacen perecer [...]

En cuanto a su figura, le ha dado la que mejor le conviene y la que tiene afinidad con él. En efecto, al Viviente que debe envolver en sí mismo a todos los vivientes, la figura que le conviene es la que contiene en sí a todas las figuras posibles. Esta es la razón por la que el demiurgo ha constituido el mundo en forma esférica y circular, siendo las distancias por todas partes iguales, desde el centro hasta los extremos. Esa es la más perfecta de todas las figuras y la más completamente semejante a sí misma. Pues el demiurgo pensó que lo semejante es mil veces más bello que lo desemejante.

En cuanto a la totalidad de su superficie exterior, la ha pulido y redondeado exactamente, y esto es por varias razones. En primer lugar, en efecto, el Mundo no tenía ninguna necesidad de ojos, ya que no quedaba nada visible fuera de él, ni de orejas, ya que tampoco quedaba nada audible. No le rodeaba ninguna atmósfera que hubiera exigido una respiración. Tampoco tenía necesidad de ningún órgano, bien fuera para absorber el alimento, bien para expeler lo que anteriormente hubiera asimilado. Pues nada podía salir de él por ninguna parte, y nada tampoco podía entrar en él, ya que fuera de él no había nada. En efecto, es el Mundo mismo el que se da su propio alimento por su propia destrucción. Todas sus pasiones y todas sus operaciones se producen en él, por sí mismo, de acuerdo con la intención de su autor. Pues el que lo construyó pensó que sería mejor si se bastaba a sí mismo, en lugar de tener necesidad de alguna otra cosa. No tenían para él ninguna utilidad las manos, hechas para coger o apartar algo, y el artista pensó que no había necesidad de dotarle de estos miembros superfluos, ni le eran tampoco útiles los pies, ni, en general, ningún órgano adaptado a la marcha.

Le dio, en efecto, el movimiento corporal que le convenía, aquel de los siete movimientos que está relacionado principalmente con el entendimiento y la reflexión. Por esta razón, imprimiendo sobre él una revolución uniforme en el mismo lugar, hizo que se moviera con una rotación circular; y lo privó de los otros seis movimientos y le impidió que anduviera errante por ellos.

PLATÓN (Atenas, c. 427-Atenas, 347 a. C.). Nacido en el seno de una familia patricia de Atenas, su destino natural era la política, pero bajo la influencia de Sócrates, de quien fue discípulo, llegó a considerar los asuntos políticos con mucho escepticismo, convirtiéndose en filósofo y maestro. Después de viajar durante algún tiempo por Sicilia y tal vez por Egipto, en el 388 a. C. regresó a su ciudad natal, donde estableció su famosa Academia. Las obras suyas que han sobrevivido, como el *Timeo*, la *República* o las *Leyes*, adoptan la forma de diálogos, y en todas ellas aparece la figura, idealizada, de Sócrates.

Diálogos a través del tiempo: Heisenberg y Platón



Por encima del tiempo y el espacio, aunque no ajena a ellos, la ciencia es una empresa intelectual colectiva, intemporal y universal. Una empresa en la que, además de producirse una acumulación de resultados (observaciones, conceptos o teorías), los pensamientos e intuiciones propias del pasado influyen en el presente. Se establecen, en definitiva, algo así como «diálogos a través del tiempo».

Uno de estos diálogos virtuales es el que tuvo lugar entre Platón y Werner Heisenberg, a quien se debe, entre otras contribuciones, la primera mecánica cuántica satisfactoria y del que me volveré a ocupar más adelante. El diálogo en cuestión aborda la influencia que ejercieron en Heisenberg unos pasajes del *Timeo* dedicados al problema de la constitución de la materia.

En el mundo griego tuvo especial predicamento la idea de que la naturaleza está formada por cuatro elementos mutables, aire, agua, tierra y fuego, y uno inmutable, el éter, que reina en las esferas extraterrestres. Instalada en el denominado sistema aristotélico-ptolemaico (en el que se mantenía que la Tierra ocupaba el centro del universo), esta imagen del cosmos tardaría mucho en desaparecer: no lo hizo hasta principios del siglo xvii, con las observaciones y argumentaciones de Galileo Galilei. Pero su recuerdo sobrevivió el paso del tiempo, gracias a la lectura de los clásicos del pensamiento griego. Clásicos como Platón y su *Timeo*, en los que el espíritu —de ahora, de antes y, esperemos, de cualquier tiempo por venir— encuentra placer ante el

espectáculo de magníficos ejercicios de lógica e imaginación. A muchos les puede parecer hoy que los razonamientos que sobre la constitución de la materia hizo Platón en el *Timeo* constituyen desarrollos vacíos y artificiales, en los que no aparece por ningún lado la exploración de lo que realmente sucede en la naturaleza. Pero quien piensa así comete el frecuente error de juzgar el pasado recurriendo a los conocimientos o valores presentes. La teoría de los cuatro elementos no era sino una interpretación de lo que se podía observar directamente en esa naturaleza, y si la ciencia es describir observaciones mediante interpretaciones que se codifican en entes matemáticos, las argumentaciones que Platón desarrollaba en el *Timeo* no se encontraban tan alejadas de la ciencia. Eran, desde luego, profundamente especulativas, pero tenían un fin «científico», el de explicar de acuerdo con elementos más básicos —geométricos en este caso— la realidad observada, formada, se pensaba entonces, por fuego, aire, agua y tierra. Hay que recordar que la geometría, con la irrefutable lógica de sus axiomas, atrajo particularmente a Platón; de hecho, se ha dicho que Pitágoras (c. 580-500 a. C.) influyó profundamente en él. Aunque los procedimientos y conceptos que utilizaba Platón eran muy diferentes a los de los físicos de altas energías que, en el siglo XX, se esforzaron por explicar la composición de la materia en base a unidades atómicas, lo que pretendía y la idea que subyacía en su argumentación no difería en el fondo demasiado de lo que éstos hacían; la gran diferencia era la relación que mantuvieron con la experimentación, básicamente inexistente en el caso de Platón.

Veamos, primero, qué es lo que dijo Heisenberg en sus memorias, y luego comparémoslo —con la emoción que produce el descubrir una profunda relación establecida entre mentes que vivieron separadas por milenios— con lo que Platón escribió y Heisenberg leyó en la primavera de 1919, cuando era un joven estudiante preuniversitario en Múnich.

WERNER HEISENBERG, *DER TEIL UND DAS GANZE.
GESPRÄCHE IM UMKREIS DER ATOMPHYSIK* (1969)
(*DIÁLOGOS SOBRE LA FÍSICA ATÓMICA*)

A fin de volver a disponerme paulatinamente para la vida escolar, solía retirarme al tejado del seminario con nuestra edición escolar de los diálogos de Platón. Allí, apoyado en el alero del techo y calentado por los primeros rayos del sol, podía estudiar tranquilamente y de cuando en cuando observar el despertar de la vida en la Ludwigstrasse. En una mañana de éstas, cuando el sol empezó a levantarse y la luz iluminaba el edificio de la universidad y la fuente que lo precede, di con el diálogo *Timeo*, y precisamente con aquel

pasaje donde se habla de las partes mínimas de la materia. Quizá este pasaje me haya cautivado tan sólo porque era difícil de traducir, o también porque se trataba de cosas matemáticas, que siempre me habían interesado. No me acuerdo por qué concentré mi atención con tanto empeño precisamente en este texto. Pero lo que leía allí me parecía totalmente absurdo. Platón afirma que las partes mínimas de la materia están formadas por triángulos rectángulos que, después de haberse agrupado a pares en triángulos equiláteros o cuadrados, constituyen los cuerpos regulares de la estereometría: cubos, tetraedros, octaedros e icosaedros. Según Platón, estos cuatro cuerpos son las unidades fundamentales de los cuatro elementos: tierra, fuego, aire y agua. No lograba ver claramente si los cuerpos regulares eran asignados a los elementos sólo como símbolos —por ejemplo, el cubo al elemento tierra para representar la solidez y estabilidad de este elemento—, o si realmente las partes más pequeñas del elemento tierra tenían forma de cubo. Tales ideas me parecían especulaciones fantásticas; en el mejor de los casos, sólo disculpables por la falta de suficientes conocimientos empíricos en la antigua Grecia. Pero en el fondo me intranquilizó bastante que un filósofo como Platón pudiera caer en tales especulaciones. Intentaba encontrar algunos principios a partir de los cuales pudiera entender mejor las especulaciones de Platón. Pero no conseguía descubrir nada que, aunque de lejos, me hubiera indicado el camino para ello. Sin embargo, la idea de que en las partes mínimas de la materia se tropieza al final con formas matemáticas me fascinaba. Una comprensión de la textura casi inextricable e indescifrable de los fenómenos naturales sólo parecía posible si se pudieran descubrir en aquella formas matemáticas. Pero me resultaba totalmente ininteligible por qué razón se había fijado la atención de Platón de modo especial en los cuerpos regulares de la estereometría. Éstos no parecían tener valor explicativo alguno. Por eso, en adelante sólo utilicé el *Timeo* para perfeccionar mis conocimientos de griego. Pero la preocupación persistió. El resultado más importante de la lectura fue, tal vez, la convicción de que si quería entender el mundo material era necesario saber algo acerca de sus partes más elementales. Por los libros de texto y por escritos de divulgación sabía que la ciencia moderna investigaba el átomo. Quizá más tarde pudiera penetrar yo mismo en este mundo con mis estudios. Pero eso quedaba para más adelante.

PLATÓN, *TIMEO*

Y ahora habré de esforzarme por manifestar, por medio de un razonamiento bastante insólito, la manera en que fue dispuesto y en que fue generado cada uno de los elementos [...] Hace falta explicar qué propiedades deberían tener los cuerpos más bellos y en número de cuatro [fuego, tierra, agua y aire] para ser por una parte distintos los unos de los otros y, por otra parte, capa-

ces de nacer unos de los otros al deshacerse. Si conseguimos esto, tendremos la verdad sobre el origen de la tierra, del fuego, y de los cuerpos intermedios entre esos dos, según relaciones regulares [...] De los dos triángulos, el que es isósceles no tiene más que una especie; el que es escaleno tiene un número indefinido de ellas. Nos es, pues, necesario dar la preferencia, entre los que tienen un número indefinido de especies, al que sea más bello, si a pesar de todo queremos comenzar según el orden pretendido [...] Brevemente, admitimos que de entre todos los triángulos escalenos, muy numerosos, hay uno que es el más bello, y dejamos de lado los demás. Este triángulo será aquel que, utilizado dos veces, nos permita formar el tercer triángulo, que es el equilátero. Por qué razón ello es así, sería muy largo de demostrar. Pero no voy a discutir la recompensa a quien pueda descubrirlo y demostrarlo así. Escojamos, pues, dos triángulos de los que están constituidos los cuerpos del fuego y de todos los demás elementos: uno es isósceles; el otro tiene siempre el cuadrado de su lado mayor igual a tres veces el cuadrado del menor. Y ahora precisemos más lo que más arriba se ha dicho en una forma aún un tanto burda. Nos pareció que los cuatro elementos nacían siempre recíprocamente los unos de los otros, pero aquello era una falsa apariencia. En efecto, los cuatro géneros nacen de los triángulos de que acabamos de hablar. Pero tres de ellos proceden de un mismo tipo de triángulo, el que tiene sus lados desiguales, y sólo el cuarto recibe su armonía del triángulo isósceles. En consecuencia, no es posible que todos se resuelvan los unos en los otros, de tal manera que un número reducido de cuerpos voluminosos proceda de un gran número de cuerpos pequeños, y lo contrario. Sólo pueden hacerlo los tres primeros. En efecto, si todos los cuerpos provinieran de un triángulo único y tan sólo en este caso se podría formar, al momento de la disgregación de los mayores y a expensas de ellos, una multitud de corpúsculos pequeños, de los que cada uno recibiría la figura que le fuera adecuada. E inversamente, cuando un gran número de cuerpos pequeños se disociara en triángulos, podrían nacer de ellos un solo número correspondiente a un volumen único, el cual daría, por síntesis, una forma única de grandes dimensiones.

Pero baste ya con esto acerca de su mutua generación. A continuación, será necesario explicar cuál es la forma propia de cada uno de ellos, cómo se produce y de qué combinación de números procede. Comenzaremos por la primera especie, aquella cuyos componentes son más pequeños. El elemento matemático de esta especie es aquel cuya hipotenusa tiene una longitud doble de la del lado más pequeño del ángulo recto. Dos de esos triángulos se pegan según la diagonal del cuadrilátero, y esta operación se renueva y repite tres veces, de manera que todas las diagonales y todos los lados pequeños de los ángulos rectos vienen a coincidir en un mismo punto que es como un centro. Nace así un triángulo equilátero único, compuesto de pequeños triángulos en número de seis. Cuatro de esos triángulos equiláteros, unidos

según tres ángulos planos, dan lugar a un solo e idéntico ángulo sólido, que tiene un valor inmediatamente inferior al del ángulo plano más obtuso. Y, una vez formados cuatro ángulos de este tipo, nace la primera especie de sólido, que tiene la propiedad de dividir en partes iguales y semejantes la superficie de la esfera en que está inscrita. La segunda especie se compone de los mismos triángulos. Ocho de entre ellos se reúnen para formar triángulos equiláteros, y éstos a su vez forman un ángulo sólido único, hecho de cuatro ángulos planos. Cuando se construyen seis ángulos sólidos de esta clase, resulta acabado el cuerpo de la segunda especie. La tercera especie se forma por la unión de ciento veinte triángulos elementales, es decir, de doce ángulos sólidos, de los cuales cada uno está comprendido dentro de cinco triángulos planos equiláteros, y tiene veinte bases que son veinte triángulos equiláteros. Cuando hubo generado estos tres sólidos, el primer tipo de triángulo acabó su función. Por su parte, el triángulo isósceles engendró la naturaleza del cuarto cuerpo elemental. Al pegarse seis de estas figuras, dan lugar a ocho ángulos sólidos, de los que cada uno está constituido por la unión armónica de tres ángulos planos. Y la figura así obtenida es la figura cúbica, que tiene como bases seis superficies cuadrangulares, de lados iguales. Quedaba aún una sola y única combinación: el Dios se sirvió de ella para el Todo, cuando esbozó su disposición final [...]

Dividamos las especies que acaban de nacer en virtud de nuestro razonamiento en fuego, tierra, agua y aire. A la tierra le atribuimos ciertamente la figura cúbica. Porque la tierra es el más difícil de mover de todos los cuerpos y es de todos ellos el más tenaz. Y es muy necesario que lo que posee tales propiedades haya recibido, al nacer, las bases más sólidas. Ahora bien, entre los triángulos que hemos supuesto al comienzo, la base formada por los lados iguales es naturalmente más estable que la que está formada por lados desiguales. Y la superficie equilátera cuadrangular compuesta de dos equiláteros es necesariamente más estable, sea en sus partes, sea en su totalidad, que una superficie triangular. Por tanto, al atribuir esta superficie a la tierra, nos conformamos con lo verosímil. Y eso hacemos, al atribuir al agua la figura menos móvil de las que quedan, al fuego la más móvil, y al aire la figura intermedia. Y asimismo el cuerpo más pequeño al fuego, el mayor al agua, y el intermedio al aire. El más agudo al fuego, el que le sigue en esta cualidad al aire, y el tercero al agua. Así, entre todas estas figuras, la que tiene las bases más pequeñas debe tener necesariamente la naturaleza de lo más móvil, es siempre la más cortante, la más aguda de todas y, además, la más ligera, puesto que se compone del más pequeño número de las mismas partículas. Y la segunda debe ocupar el segundo lugar, y la tercera el tercer lugar. Consiguientemente, según la recta lógica y según la verosimilitud a un tiempo, la figura sólida de la pirámide es el elemento y el germen del fuego; la segunda en orden de nacimiento, es el elemento del aire, y la tercera el del agua.

Ahora bien, conviene concebir todas esas figuras tan pequeñas que, dentro de cada género, ninguna pueda nunca ser percibida por nosotros individualmente a causa de su pequeñez. Por el contrario, una vez ellas se agrupan, las masas que ellas forman son visibles. Y, por lo que respecta a las relaciones numéricas que se hallan en su número, en sus movimientos y en sus demás propiedades, hay que considerar siempre que el Dios, en la medida en que el ser de la necesidad se dejó persuadir espontáneamente, las ha realizado en todo de manera exacta, y así ha armonizado matemáticamente los elementos.

Según todo lo que llevamos dicho acerca de los géneros, veamos lo que verosíblemente tiene lugar. Cuando la tierra se encuentra con el fuego y es dividida por lo que hay en él de cortante, desaparece, bien sea por disolverse en el mismo fuego, bien sea por encontrar una masa de aire o de agua. Esto ocurre así hasta que sus partículas se vuelven a encontrar y se unen de nuevo entre sí. Y es entonces tierra que renace. Porque la tierra nunca podría convertirse en otro elemento.

Por el contrario, el agua dividida por el fuego o por el aire puede, al recomponerse, dar lugar o bien a un corpúsculo de fuego, o bien a dos corpúsculos de aire. En cuanto a los elementos de aire, en caso de perder su unidad y deshacerse, darán lugar a dos corpúsculos de fuego. Por el contrario, cuando una pequeña cantidad de fuego se encuentra rodeada de una masa de aire, de agua o de una parte de tierra, este fuego es arrastrado por el movimiento del elemento que lo envuelve, es dominado y roto a pedazos. Y en este caso, dos corpúsculos de fuego se condensan en un elemento de aire. Si el aire a su vez es dominado y roto a pedazos, de dos elementos enteros de aire más un medio elemento, se forma, por aglomeración, un corpúsculo completo de agua.