

The triangles in Plato's *Timaeus*

Ian Mueller¹

Abstract

In the *Timaeus*, Plato associates the four elements, fire, air, water, and earth, with the regular pyramid, octahedron, icosahedron, and cube, and accounts for interchanges among the first three elements in terms of rearrangements of the faces of the corresponding solids. In 1937 Cornford argued that Plato's theory was based on the idea that the faces of the regular solids are composed from minimum atomic triangles. In this paper I argue that the text of the *Timaeus* does not sustain Cornford's interpretation and that Aristotle's discussions of the *Timaeus* strongly suggest that he knew nothing of the ideas Cornford attributes to Plato.

In this paper I want to discuss what I take to be the standard modern interpretation of the geometric theory of simple bodies in Plato's *Timaeus*, the interpretation advanced by Cornford (1937). I shall first describe some of the relevant text of the *Timaeus* and then indicate why I think that Cornford's reasons are inadequate to justify his interpretation. I shall then argue that Aristotle's treatment of the *Timaeus* theory further undermines Cornford's position. I begin with some general discussion.

At 47e3 of the *Timaeus*, Timaeus announces a new beginning of his discourse on the coming to be of the natural world. He goes on to describe what we might call the provisional principles of his physics,² two

1 An earlier version of this paper was read at the Los Angeles meeting of the Pacific Coast Division of the American Philosophical Association in March, 1994. I would like to thank my commentator Allen Silverman for his incisive (and skeptical) remarks. I would also like to thank the John Simon Guggenheim Memorial Foundation for a fellowship which provided me with the time to do the research leading to this paper.

2 Provisional because Timaeus explicitly denies that he will describe the ultimate principles or principles.

Los triángulos en el *Timeo* de Platón

Juan Mueller¹

Resumen

En el *Timeo*, Platón asocia los cuatro elementos: fuego, aire, agua y tierra con la pirámide regular, el octaedro, el icosaedro y el cubo [respectivamente], y considera intercambios entre los primeros tres elementos en términos de rearrreglos de las caras de los sólidos correspondientes. En 1937, Cornford sostiene que la teoría de Platón estuvo basada en la idea de que las caras de los sólidos regulares están compuestas de mínimos triángulos atómicos. En este artículo sostengo que el texto del *Timeo* no sustenta la interpretación de Cornford y que la discusión de Aristóteles del *Timeo* sugiere fuertemente que el no conoció nada sobre las ideas que Cornford atribuye a Platón.

En este artículo quiero discutir lo que considero que es la interpretación moderna de la teoría geométrica de los cuerpos simples en el *Timeo* de Platón, sugerida por Cornford (1937). Primero, describiré una parte relevante del texto del *Timeo* y después indicaré porqué pienso que las razones de Cornford son inadecuadas para justificar su interpretación. Argumentaré, además, que el manejo de Aristóteles de la teoría del *Timeo* debilita aún más la posición de Cornford. Empezaré con una discusión general.

En 47e3 del *Timeo*, Timeo expone un nuevo principio de su discurso sobre lo que viene a ser el mundo natural. Continúa describiendo, lo que podríamos llamar los principios provisionales de su física,² dos

1. Una versión anterior fue leída en Los Ángeles en la reunión del Pacific Coast Division of the American Philosophical Association en marzo de 1994. Me gustaría agradecer a mi orientador Allan Silverman por sus comentarios incisivos (y escépticos). Me gustaría también agradecer a la John Simon Guggenheim Memorial Foundation por la beca que me dio el tiempo para hacer la investigación cuyo resultado es este artículo.

2. Provisional porque Timeo niega explícitamente que describirá el o los principios últimos.

which he has already described, form and copy or being and becoming, and a third, the receptacle or space. At 53a there is a transition from the discussion of the three provisional principles of physics to the discussion of the geometric principles of simple bodies. Timaeus is describing the pre-cosmic shaking of the receptacle:

[...] At that time the four kinds were shaken by the recipient, which itself was in motion like an instrument for shaking, and it separated the most dissimilar kinds farthest apart from one another, and thrust the most similar closest together, so that these different things came to have different regions even before the universe made from them came to be ordered before that they were without proportion or measure. Fire, water, earth, and air showed indeed some traces of themselves, but they were altogether in such a condition as we should expect for anything when no god is present. Such being their nature when the ordering of the universe was taken in hand, the god began to give them form using shapes (*eidé*) and numbers.

That the god framed them with the greatest possible beauty and goodness from things which were not of this kind, must be taken above all as a principle we constantly assert. What I must now attempt to explain to you is the ordering and genesis of each of them. The account will be unfamiliar to you, but you share in the paths of education¹ which my explanations require and so will follow me. (i) In the first place, then, it is, of course, obvious to anyone that fire, earth, air, and water are bodies, but every kind of body has depth. (ii) Depth, moreover, must be bounded by what is plane (*epipedon*). (iii) But every plane face (*basis*) which is rectilinear is composed of triangles. (iv) But all triangles take their start (*archetai*) from two, each having one right angle and the other angles acute, of these triangles, one has on either side the half of a right angle, the division of which is determined by equal sides, and the other has unequal parts of a right angle allotted to unequal sides.

On this occasion, however, our contribution is to be limited as follows. We are not now to speak of the 'principle' or 'principles' or whatever they are to be called of all things if only on account of the difficulty of explaining what we think by our present method of exposition. You, then, must not demand this of me, nor could I persuade myself that I should be right in taking upon myself so great a task. But holding fast to what I said (at 27d6—29d5) originally about the power of plausible accounts, I will try to speak about all of these things in a way no less plausible than any other, indeed more plausible than any other, starting from the beginning in the same way as before [48c2-d4, translation here, and elsewhere, after Cornford 1937].

1 *prággēte tōn mathēmatikōn thauō*, understood by the Neoplatonists to mean that Socrates knows mathematics; see Proclus, in *Euclid* 20,10-11 and *Platonis Theologia* 12.11,4-5, and Simplicius, in *De Caelo*, 641, 26.

de los cuales ya ha descrito: 'forma y modelo' o 'ser y llegar a ser', y un tercero, el receptáculo o espacio. En el 53a hay una transición de la discusión de los tres principios provisionales de la física a la de los principios geométricos de los cuerpos simples. *Timeo* describe la vibración precósmica del receptáculo:

[...] En aquel tiempo los cuatro tipos fueron sacudidos por el recipiente, el que por sí mismo estaba en movimiento como un instrumento para sacudir, y separaba los tipos más desiguales apartándolos lo más lejos unos de otros, y juntaba a los más similares, para estar lo más cerca unos de otros, de tal manera que estas cosas diferentes vinieron a tener diferentes regiones más antes de que el universo formado de ellas se volviera ordenado. Antes de que ellos tuvieran proporciones o medidas. Fuego, agua, tierra y aire mostraron de hecho algunos indicios de sí mismos, sin embargo, estuvieron todos juntos en una condición tal como podríamos esperar para cualquier cosa cuando ningún dios está presente. Siendo tal su naturaleza cuando el ordenamiento del universo fue emprendido, el dios empezó a darle forma usando figuras (*εἶδη*) y números.

[El que el dios las construyera con la máxima belleza y bondad posible a partir de las cosas que no eran de este tipo, debe ser tomado sobre todo como un principio que constantemente afirmamos. Lo que ahora debo intentar explicarles es el ordenamiento y la génesis de cada uno de ellos. La versión no será familiar para ustedes, pero comparten los caminos de la educación que mi explicación requiere y de esta manera me seguirán. (i) En primer lugar, es obvio para cualquiera que fuego, tierra, aire y agua sin cuerpos, pero todos los tipos de cuerpos tienen profundidad. (ii) Además, la profundidad debe ser limitada por lo que es plano (*επιπέδον*). (iii) Pero cada cara plana (*ἄνω*) que sea rectilínea está compuesta por triángulos. (iv) Pero todos los triángulos toman su origen [se descomponen] (*ἀρχεται*) de dos, cada uno teniendo un ángulo recto y los otros ángulos agudos, de estos triángulos uno tiene en cualquier lado la mitad de un ángulo recto, la división del cual está determinada por lados iguales, y el otro tiene partes desiguales de un ángulo recto colocado en lados desiguales.

Sin embargo, en esta ocasión nuestra contribución será limitada como sigue. No estamos ahora para hablar del 'principio' o 'principios' o aquello que sea llamado así, propiamente de todas las cosas, sino por la dificultad de explicar lo que pensamos mediante nuestro método presente de exposición. Entonces ustedes no deben pedir esto de mí, ni podría persuadirme a mí mismo de que estaba en lo correcto al llevar a cabo esta gran tarea; pero comprendiendo rápidamente lo que dije [en 270b-272a] originalmente acerca del poder de versiones plausibles, yo trataré de hablar sobre todas estas cosas de una manera lo más plausible que cualquier otra, en efecto, más plausible que cualquier otra, empezando desde el principio de la misma manera que antes. [48e2-d4 traducción aquí, y de algún otro lado, después Cornford (1937)]

3. *περὶ γὰρ τῶν κινήσεων καὶ ἀστάσεων ἐπιπέδων*, entendido por los neoplatonistas que significa que Sócrates sabe matemáticas [ver Proclo en *Euclides* 20, 11-11, *Platonis Theaetetus* 2 114-6, y Simplicio en *De Caelo* 641, 26].

We hypothesize this principle of fire and the other bodies, proceeding in accordance with the plausible account combined with necessity. The principles higher than these are known by god and such men as god loves [53a2-d7].

In this passage we get a quick 'analysis' of the four simple bodies, which proceeds as follows:

- (i) The simple bodies are bodies, and bodies are three-dimensional [53c4-6].
- (ii) What is three-dimensional is contained by planes⁴ [53c6-7].
- (iii) Rectilinear plane surfaces⁵ are divisible into triangles [53c7-8; see Figure 1].



Figure 1

- (iv) All triangles are divisible into right triangles, whether isosceles or scalene. These right triangles will be the 'principles' of the simple bodies [53c8-d6; see Figure 2].



Figure 2

Timaeus says he will hypothesize the right-angled triangles as the *arché* of the simple bodies, but, as he had done before at 48c-d, he announces that

-
- 4. Cornford translates *epiphrase* surface on the grounds that some solids have curved surfaces. I have translated *epiphase* 'plane' because that is the way it is translated in Aristotle's discussions of this part of the *Timaeus*, and I am going to argue that he means the bounding planes (faces) of the regular solids which Timaeus is going to describe.
 - 5. Timaeus' use of the word *basia* shows that he is looking forward to the discussion of the simple bodies in terms of regular polyhedra and their faces.
-

Nosotros suponemos este principio del fuego y de los otros cuerpos, procediendo de acuerdo con una versión plausible combinada con la necesidad. Principios más altos que estos son conocidos por el dios y por aquellos hombres a los que el dios ama [53a2-d7].

En este pasaje logramos un rápido 'análisis' de los cuatro cuerpos simples, que proceden como sigue.

(i) Los cuerpos simples son cuerpos, y los cuerpos son tridimensionales [53c4-6].

(ii) Lo que es tridimensional está contenido por planos⁴ [53c6-7].

(iii) Las superficies rectilíneas⁵ planas se dividen en triángulos. [53c7-8; ver Figura 1]



Figura 1

(iv) Todos los triángulos son divisibles en triángulos rectos, sean isósceles o escalenos. Estos triángulos rectos serán los principios de los cuerpos simples [53c8-d6; ver Figura 2].



Figura 2

Timeo dice que propondrá a los triángulos rectángulos como el *arché* de los cuerpos simples, pero, como lo ha hecho antes en 48c-d, anuncia que

4. Cornford traduce la superficie *epipedon* en la base de que algunos sólidos tienen superficies curvadas. Yo he traducido 'plano' *epipneuton* porque esa es la manera en la que está traducido en la discusión de Aristóteles en esta parte del *Timeo* y voy a probar que con eso él quería referirse a los límites planos (caras) de los sólidos regulares que Timeo va a describir.

5. El uso de Timeo de la palabra *baze* muestra que él busca entusiasmadamente la discusión de los cuerpos simples en términos de poliedros regulares y sus caras.

he is not going to talk about ultimate principles, ones known to god and anyone who might qualify as god's friend. I resist the temptation to discuss these higher principles, and turn to Timaeus' further development of his geometric account. Timaeus first says that his task is to find the four most perfect bodies 'such that some can come to be from one another by dissolution (*diakrisis*)', a demand whose meaning becomes clear only when the task has been done, and the four simple bodies have been assigned to four of the five regular solids which Euclid constructs in the last book of the *Elements*.⁶ The four solids are illustrated in Figure 3.

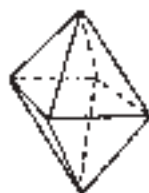
The triangular pyramid
contained by 4
equilateral triangles



The cube contained
by 6 squares



The octahedron contained
by 8 equilateral triangles



The icosahedron contained
by 20 equilateral triangles

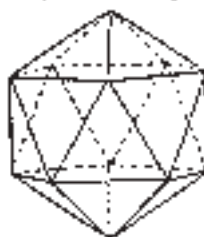


Figure 3

Timaeus gives a rough-and-ready construction of the first three of these by arranging their faces together at 54e3-55b3, and then a somewhat more complex construction of the fourth. At 55d6-56b6 Timaeus makes the following assignments of solids to simple bodies:

⁶ Euclid also proves that these are the only five regular solids (XIII.17). In this paper I do not discuss Timaeus' curious remark at 55a4-e about the dodecahedron or the curious discussion of the number of worlds which follows it. (The material in book XIII is generally thought to be based on work of Theaetetus.)

no hablará sobre los principios últimos, aquellos conocidos por el dios y por cualquier otro que pueda calificarse como amigo del dios. Me resisto a la tentación de discutir estos altos principios, y sólo me referiré al desarrollo posterior de la versión geométrica de *Timeo*. Primero, él dice que su tarea es encontrar los cuatro cuerpos más perfectos "como aquellos que pueden llegar a ser uno de otro por descomposición (*diastasis*)", una demanda cuyo significado viene a ser claro sólo cuando la tarea ha sido cumplida, y los cuatro cuerpos simples han sido asignados a cuatro de los cinco sólidos regulares que Euclides construye en el último libro de los *Elementos*.⁶ Estos cuatro sólidos son ilustrados en la Figura 3.

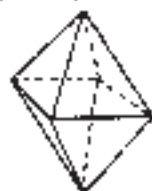
La pirámide triangular limitada por 4 triángulos equiláteros



El cubo limitado por 6 cuadrados



El octaedro limitado por 8 triángulos equiláteros



El icosaedro limitado por 20 triángulos equiláteros

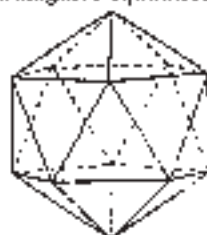


Figura 3

Timeo da una construcción preliminar y rápida de los tres primeros, mediante el arreglo de sus caras en 54c1-55b3, y después, una construcción un tanto más compleja del cuarto. En 55d6-56b6 *Timeo* hace las siguientes asignaciones de sólidos a cuerpos simples:

6. Euclides también prueba que estos son los únicos cinco sólidos regulares (XIII 17). En este artículo no discuto las curiosas observaciones de *Timeo* en 55c4-6 acerca del dodecaedro o la curiosa discusión del número de mundos que le siguen. (Generalmente se piensa que el material en el libro XIII está basado en el trabajo de Teeteto.)

triangular pyramid:	fire,
octahedron:	air,
icosahedron:	water,
cube:	earth

I shall not discuss these correlations in any detail, since they seem to me to be a matter of rather arbitrary analogy. The cube is assigned to earth on grounds of stability (55d8-56a1). The remaining three are assigned on the assumption that fewer faces are correlated with more mobility, sharpness, lightness. As we shall see in the last part of this paper, the notion of lightness is of some significance since Aristotle focuses on it in some of his discussions of the *Timaeus*.

We now come to the most difficult parts of Timaeus' account of the simple bodies, for which we must return to 54a1, where Timaeus selects as the best of the scalene right triangles the half-equilateral. After saying that it would take too long to explain this choice, he concludes:

So much, then, for the choice of the two triangles of which the bodies of fire and the rest have been fashioned: one isosceles, the other always having the greater side triple the lesser in square⁷ [54b2-3; see Figure 4].

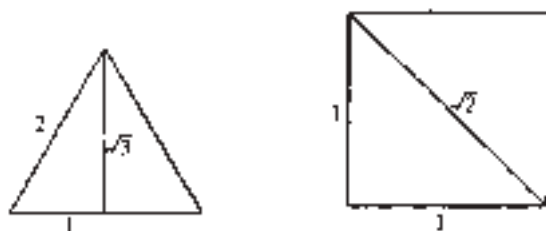


Figure 4

Timaeus immediately introduces an important clarification concerning the intertransformability of the four simple bodies:

It appeared that all four kinds could have genesis through one another and into one another. But this appearance is incorrect, since

7 Or, as we would put it, the right triangle with sides 1, 2, and $\sqrt{5}$. Here after I shall refer to these two triangles as the rudimentary right triangles.

pirámide triangular:	fuego,
octaedro:	aire,
icosaedro:	agua,
cubo:	tierra.

No discutiré estas correlaciones en detalle, dado que me parecen materia de una analogía arbitraria. El cubo se asigna a la tierra con fundamentos de estabilidad [55d8-56a1]. Los tres restantes son asignados bajo la hipótesis de que pocas caras están correlacionadas con mayor movilidad, agudeza y ligereza. Como veremos en la última parte de este artículo, la noción de ligereza es relevante, ya que Aristóteles se enfocó a ella en algunas de sus discusiones del *Timeo*.

Ahora llegamos a la parte más difícil de la visión de los cuerpos simples de *Timeo*, por lo que debemos regresar a 54a1, donde él selecciona como el mejor de los triángulos rectángulos escalenos a la mitad del equilátero. Después de decir que tomaría mucho tiempo explicar esta elección concluye:

Por consiguiente, tanto para la elección de los dos triángulos, de los cuales los cuerpos de fuego y el resto han sido formados, uno isósceles, el otro siempre tendrá el lado mayor triple al menor en cuadrado⁷ [54b2-5; ver Figura 4].

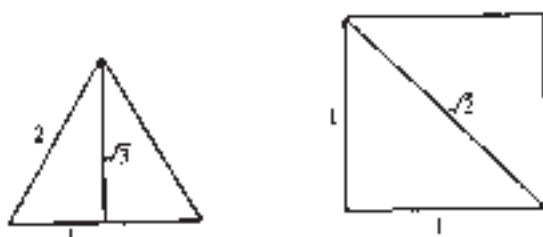


Figura 4

Timeo introduce inmediatamente una importante aclaración respecto a la intertransformabilidad de los cuatro cuerpos simples:

Parece ser que los cuatro tipos pudieron tener su génesis uno a través del otro y uno dentro del otro. Pero esta apariencia es incorrecta, dado que

7. O, como nosotros lo pondríamos, el triángulo recto con lados 1, 2, y $\sqrt{3}$. De aquí en adelante yo me referiré a estos dos triángulos como los triángulos rectos rudimentarios.

four kinds come to be from the triangles we have chosen, and whereas three of them are constructed from the triangle with unequal sides, the fourth only is constructed from the isosceles triangle [54b6-c3].

When Timaeus proceeds to connect the constructions with the interchangeability of the simple bodies, we get a limited glimpse of his account of dissolution. In fact, according to Timaeus, the cube (earth) with its square faces will not transform into the other three regular solids (water, air, fire) with their equilateral triangular faces, although these three will transform into one another.⁸ However, at this point the solids have not even been constructed, and so we get a very general description of what is at stake:

Hence, it is not possible for all of them to dissolve into one another and become a few large things from many small ones and vice versa, but three of them can; for these are all composed of one triangle, and when the larger things are dissolved (*lathentón*), many small ones will be formed from the same things and will receive the figures which are appropriate for them, and again when many small things are dispersed with respect to the triangles, they will become one in number and produce a single new form belonging to a single body [54c7-d2].

This description is hardly transparent, since we do not know at this point what Timaeus means by small and large things. However, Timaeus turns immediately to the construction of the solids and refers to what turns out to be the triangular pyramid as the smallest figure (55d5-6), and later he speaks of assigning the smallest of triangle-faced solids to fire, the largest to water, and the middle one to air [56a3-5]. Thus, it is clear that in the present passage Timaeus is referring to the dissolution of water or air into air or fire and of fire or air into air or water.

We learn more starting at 56c8, after Timaeus has described the four solids and correlated them with the simple bodies. He begins by describing the non-transformability of earth:

Earth, when it meets with fire and is dissolved by its sharpness, would move around —whether when dissolved it is in a mass of air or of water— until its parts somewhere encounter one another, and

8. Aristotle (*De Caelo* III.7.304a1-18) takes the separation of earth from the cycle of transformations as a clear example of preferring theory to 'facts'. I agree with him, but do not discuss the issue further.

Los cuatro tipos provienen de triángulos que hemos elegido y, tres de ellos están construidos a partir del triángulo de lados desiguales, y el cuarto sólo está construido a partir de un triángulo isósceles [54b6-c3].

Cuando Timón procede a relacionar las construcciones con la intercambiabilidad de los cuerpos simples, tenemos una idea limitada de su versión de la descomposición. De hecho, de acuerdo a *Timeo*, el cubo (tierra) con sus caras cuadradas no se transformará en los otros tres sólidos regulares (agua, aire, fuego) con sus caras de triángulos equiláteros, aunque estos tres se transformarán uno en otro.⁸ Sin embargo, hasta este punto los sólidos ni siquiera han sido construidos, de modo que tenemos una descripción muy general de lo que se está exponiendo:

De ahí que, no es posible para todos ellos descomponerse uno en el otro y llegar a formar pocas cosas grandes de muchas pequeñas y viceversa, pero tres de ellos sí pueden; pero éstas están compuestas de un triángulo y cuando las cosas más grandes son descompuestas (*αὐθεντίας*), muchas pequeñas serán formadas de las mismas cosas y recibirán la forma que sea más apropiada para ellas; y otra vez cuando muchas cosas pequeñas están dispersas respecto de los triángulos, llegarán a ser una en número y producirán una nueva forma perteneciente a un único cuerpo [54c3-d2].

Esta descripción no es del todo clara, dado que no conocemos en este punto lo que *Timeo* quiere decir por cosas pequeñas y grandes. Sin embargo, él regresa inmediatamente a la construcción de los sólidos, refiriéndose a lo que llegará a ser la pirámide triangular como la figura más pequeña [55d5-6], después habla de asignar el más pequeño de los sólidos de caras triangulares al fuego, el más grande al agua y el de en medio al aire [56a3-5]. Así, es claro que en el presente pasaje *Timeo* se refiere a la descomposición del agua o aire en aire o fuego y, del fuego o aire en aire o agua.

Se comprenderá mejor iniciando en 56c8, después de que *Timeo* describió a los cuatro sólidos y los correlacionó con los cuerpos simples. Empieza por describir la no-transformabilidad de la tierra:

La tierra cuando se encuentre con el fuego y se descomponga por su agudeza, se moverá alrededor —si cuando se descompone es en una masa de aire o de agua— hasta que sus partes se encuentren una a la otra

⁸ Aristóteles [*De Caelo* III.7.206a1-18] toma la separación de la tierra del ciclo de transformaciones como un claro ejemplo de impedir la teoría a los "hechos". Yo estoy de acuerdo con él, pero no discuto este punto más allá.

fitted together again, and become earth, for they can never pass into another kind [56d1-6].

That the parts in question are not segments of the cube but planes becomes clear from the more mathematical descriptions of transformations which follow. For the changes Timaeus describes can only be understood as simple matters of the rearrangement of the triangular faces:

1 water particle (20 triangular faces) \Rightarrow 1 fire particle (4) + 2 air particles (8+8) [56d6-56e1]

1 air particle (8) \Rightarrow 2 fire particles (4+4) [56e1-2]

2 fire particles (4+4) \Rightarrow 1 air particle (8) [56e6]

2.5 air particles (8+8-4) \Rightarrow 1 water particle (20) [56e6-7]

Changes are brought about by different kinds of particles coming together; changes cease when particles of one kind are together [56e7-57c6].⁹

One can see that these changes only require the breaking down of the triangle-faced solids into their faces and the reassembly of those faces. Similarly the non-transformability of earth could be explained by reference to the fact that its faces are square, while those of the other simple bodies are equilateral triangles. In other words, one might suppose that Plato believed in atomic faces (triangles and squares) or —to use Aristotle's term— atomic planes. One could say the same about the earlier general description [56c3-d2] of the transformation of the three transformable simple bodies, but in that context Timaeus has just mentioned the two rudimentary triangles, and he goes on immediately to construct the equilateral face of the three triangle-faced solids from rudimentary triangles and shortly later does the same for the square face of the cube.¹⁰ The constructions of the two kinds of faces are puzzling, for, as Figure 4 shows, the two faces

9 At 57b3, Timaeus says that air comes from fire and water from air. CP 49b7-c3 (where, however, earth is included in the apparent changes). It appears that all the transformations go up or down this path, that is, changes always take place as follows: fire \leftrightarrow air \leftrightarrow water.

10 I mention also that at 54d he calls the half-equilateral the element of the triangular pyramid and at 55a8-b1 he mentions the number of half-equilaterals in the cube and calls them its elements.

en algún sitio, se acomodan juntas una vez y lleguen a ser la tierra, ellas nunca pueden pasar a ser de otro tipo [56d]-[56e].

El que las partes en cuestión no sean segmentos del cubo sino planos llega a ser claro gracias a una descripción más matemática de las transformaciones que siguen. Los cambios que describe Timeo solamente se pueden entender como un simple asunto del reacomodo de las caras triangulares.

1 partícula de agua (20 caras triangulares) \Rightarrow 1 partícula de fuego (4) + 2 partículas de aire (8+8) (56d6-56e1)

1 partícula de aire (8) \Rightarrow 2 partículas de fuego (4+4) (56e1-2)

2 partículas de fuego (4+4) \Rightarrow 1 partícula de aire (8) (56e6)

2 5 partículas de aire (8+8-4) \Rightarrow 1 partícula de agua (20) (56e6-7)

Los cambios son el resultado de que diferentes clases de partículas se juntan; estos cesan cuando las partículas de un tipo estén juntas [56e7-57c6].⁹

Se puede ver que estos cambios solamente requieren de la descomposición de los sólidos de caras triangulares en sus caras y del reensamblamiento de ellas. De igual manera, la no-transformabilidad de la tierra puede ser explicada con referencia al hecho de que sus caras son cuadradas, mientras que las de los otros cuerpos simples son triángulos equiláteros. En otras palabras, se podría suponer que Platón creía en caras atómicas (triángulos y cuadrados) o —en términos de Aristóteles— planos atómicos. Lo mismo se puede decir acerca de la primera descripción general [56c3-d2] de la modificación de los tres cuerpos simples transformables, pero en ese contexto Timeo sólo ha mencionado los dos triángulos rudimentarios, y continúa de inmediato a construir la cara equilátera de los tres sólidos de caras triangulares a partir de triángulos rudimentarios y poco después hace lo mismo para la cara cuadrada del cubo.¹⁰ La construcción de los dos tipos de caras es confusa. En efecto, como la Figura 4 muestra, las dos caras pueden

9 En 57b3 Timeo dice que el aire viene del fuego y que el agua del aire (p. 49b7-8) (donde, sin embargo, la tierra está incluida en los cambios apartados). Parece ser que todas las transformaciones siguen arriba o abajo esta trayectoria, esto es, los cambios siempre se llevan a cabo como sigue:

fuego \leftrightarrow aire \leftrightarrow agua

10 Menciona también que en 54d él llama medinecuilátero al elemento de la pirámide triangular y en 55a8-b3 menciona el número de medinecuiláteros en el icosaedro y los llama sus elementos.

can be composed of pairs of rudimentary triangles, but Timaeus' actual constructions involve four triangles in one case and six in the other; see Figure 5. Timaeus says nothing to indicate why this construction is appropriate.

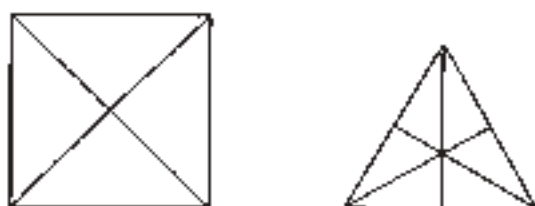


Figure 5

Cornford offers a resolution of this difficulty based on a reading of the passage which brings an end to Timaeus' geometrization of nature:

All the uncompounded and primary bodies came to be for reasons of this kind. The reason why there are several varieties within their kinds lies in the construction (*svstasis*) of each of the elements; the construction in each case originally produced its triangle not of one size only, but some smaller, some larger, the number of these differences being the same as that of the varieties in the kinds [57c7-d3].

Prior to Cornford, this passage was always taken to mean that the two rudimentary triangles come in different sizes; so the squares and equilateral triangles do; so the four regular solids do; so there is a variety of kinds of the simple bodies. Cornford dislikes this interpretation because it means that Timaeus cannot allow for interchanges between bodies with faces of different sizes, e.g., different varieties of air or earth. Clearly Cornford assumes that the Plato who saw no need to justify the claim that the 'apparent' transformation of earth into other things is illusory, would be worried about providing a mechanism for explaining other 'apparent' transformations. Cornford proposes that Timaeus really believes in *atomic* rudimentary triangles and that he builds up larger rudimentary triangles of different sizes out of the atomic ones, and then triangular and square faces of different sizes out of the rudimentary triangles, and the regular solids out of the faces (see Figure 6).

estar compuestas de pares de triángulos rudimentarios, pero las construcciones propiamente dichas de *Timeo* involucran en un caso cuatro triángulos y en el otro seis; ver Figura 5. *Timeo* no indica porqué esta construcción es apropiada.

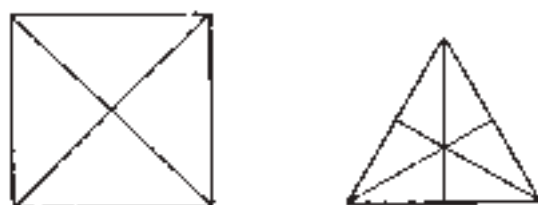


Figura 5

Cornford ofrece una resolución a esta dificultad, basada en la lectura del pasaje que conduce al fin de la geometrización de la naturaleza de *Timeo*:

Todos los cuerpos no-compuestos y primigenios llegaron a existir por razones de este tipo. La razón por la que hay una gran variedad dentro de sus tipos se debe a la construcción (*szestazir*) de cada uno de los elementos; en cada caso, la construcción produce originalmente triángulos, no solamente de un tamaño, sino unos más pequeños y otros más grandes, siendo el número de estas diferencias el mismo que el de las variedades en los tipos [57c7-d3].

Antes de Cornford, este pasaje siempre significó que los dos triángulos rudimentarios venían en diferentes tamaños; así lo son los cuadrados y los triángulos equiláteros; también lo son los cuatro sólidos regulares; por eso, hay una variedad de formas de los cuerpos simples. A Cornford le disgusta esta interpretación, ya que esto significa que *Timeo* no pudo permitir el intercambio entre los cuerpos con caras de diferentes tamaños, e.g. diferentes variedades de aire o tierra. Claramente Cornford supone que Platón no vio la necesidad de justificar la demanda de que la "aparente" transformación de la tierra en otras cosas es ilusoria, sino que estaba preocupado por proporcionar un mecanismo para explicar otras transformaciones "aparentes". Cornford propone que *Timeo* realmente cree en triángulos rudimentarios *atómicos* y, por eso, construye triángulos rudimentarios más grandes de diferentes tamaños a partir de los atómicos; y por consiguiente las caras triangulares y cuadradas de diferentes tamaños surgen de los triángulos rudimentarios, así como los sólidos regulares salen de las caras (ver Figura 6).



Figure 6

On Cornford's interpretation, interchanges among the varieties of the four simple bodies may involve not just breakdown into faces but also a breakdown into rudimentary triangles, and perhaps atomic rudimentary triangles. Cornford offered the following paraphrase of 56c8-d3¹¹:

The reason why there are several varieties within their kinds lies in the way in which the elementary triangles [i.e., the atomic rudimentary ones] of each of the two sorts are put together [i.e., assembled to form non-atomic rudimentary triangles]: in each case the elementary [atomic] triangles were put together in such a way as to produce the corresponding [non-atomic rudimentary] triangle not of one size only, but some smaller, some larger."¹²

Cornford offers one 'philological' argument, based on the word *suksatis*, for his interpretation. I discuss and reject the argument in Appendix 1.¹³ I am inclined to think in any case that if Cornford's paraphrase has a justification, it is to be found not in the Greek text, but in whatever interpretative advantages his construal of the *Timaeus* theory offers. Cornford spends some time arguing for the theoretical preferability of taking the rudimentary triangles rather than the equilateral triangle and the square as atomic.¹⁴ Pohle [1971] has shown that the alleged theoretical advantages of the Cornford interpretation are factitious: one can have just as satisfactory a theory of the interchange of bodies —if that is what one is seeking— by starting from atomic squares and equilateral triangles as one gets by starting from atomic rudimentary

11 Cornford [1937], 231-232 (material in brackets supplied by Ian Mueller).

12 In Appendix 2, I discuss another passage from the *Timaeus* [58d4-59a3] into which Cornford reads transformations among kinds of a single simple body.

13 For other argumentation of this kind see Bruns 1991.



Figura 6

En la interpretación de Cornford, los intercambios entre las variedades de los cuatro cuerpos simples pueden involucrar no sólo la ruptura en caras sino también en triángulos rudimentarios y, a lo mejor en triángulos atómicos rudimentarios. Cornford da lo siguiente cuando 56c8-d3:

La razón por la que hay diversas variedades dentro de sus tipos descansa en la manera en la que los triángulos elementales [i.e. los atómicos rudimentarios] de cada una de las dos clases son puestos juntos [i.e. ensamblados para formar triángulos rudimentarios no-atómicos] en cada caso los triángulos [atómicos] elementales fueron puestos juntos de tal manera que producen el triángulo correspondiente [rudimentario no-atómico] no de un sólo tamaño sino algunos más pequeños, y otros más grandes.¹¹

Cornford ofrece un argumento "filológico", basado en la palabra *τασταίς*, para esta interpretación. Yo discuto y rechazo el argumento en el apéndice uno.¹² Me inclino a pensar, en cualquier caso, que si lo citado por Cornford tiene justificación, ésta no se ha encontrado en el texto griego, aunque sí en cualquier otra interpretación ventajosa de su construcción de la teoría del *Tímeo*. Cornford pierde algo de tiempo al argumentar la preferencia teórica de tomar los triángulos rudimentarios, en lugar de los triángulos equiláteros y los cuadrados, como atómicos.¹³ Puhle [1971] mostró que las supuestas ventajas teóricas de la interpretación de Cornford son ficticias: se puede tener sólo como satisfactoria una teoría del intercambio de cuerpos —si eso es lo que se está buscando— comenzando por cuadrados atómicos y triángulos equiláteros, así como se obtienen comenzando por triángulos rudimentarios atómicos. Si se

11. Cornford 1937, 231-232 (material en corchetes suplido por el autor).

12. En el Apéndice 2 discuto otro caso del *Tímeo* (58d4-59a8) en el que Cornford ve la transformación entre tipos de un sólo cuerpo simple.

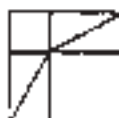
13. Por otra argumentación de este tipo ver Bruns 1951.

triangles. If one is committed to the idea that Plato had an atomic physics which allowed transformations among various species of the simple bodies, the major reason one might incline to Cornford's [1937, 234] view is his explanation of Plato's construction of the equilateral and square faces from the rudimentary triangles:

Why use 4 half-squares to construct a square when 2 would suffice? Why 6 half-equilaterals, when 2 would suffice? —a fact which Plato himself mentioned where the scalene element was originally described as 'such that a pair of them compose the equilateral triangle' (54a)? Evidently he was aware that there were at least two ways of composing an equilateral out of this element. The seemingly arbitrary procedure can be explained by supposing that, in the earlier construction of the four solids, Plato intended to describe solids of an intermediate size [...]. [i.e., not the one with faces constructed out of two atomic rudimentary triangles]. He deliberately used more elementary triangles than would have been required, if he had had only one grade of solid in mind [...]. He chose to describe solids of a larger grade because he wanted to suggest that there are in fact several grades, and that when these larger solids are broken into elements, those elements can be recombined in several ways.

Clearly Cornford's argument here rests on the assumption that Plato's goal in the *Timaeus* is to provide a maximally plausible physical theory (within the constraints of some wildly implausible hypotheses). Given those assumptions I am inclined to think that Cornford's reconstruction is the best possible.¹⁴ However, I am also inclined to think that Plato was not concerned about transformations among the species of the simple bodies, and that he envisaged no breakdown of the elementary solids beyond their faces, i.e., the breakdown he explicitly describes. If an explanation of the 'seemingly arbitrary procedure' of constructing the faces be needed, then I would

14 Ahlvers [1953, 54 ff.] has pointed out that, if one allows breakdown of faces into rudimentary triangles, it would be possible to allow interchanges between earth and the other simple bodies. The following figure (simpler than Ahlvers') shows a square divided into two squares and four half-equilaterals.



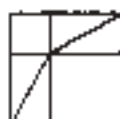
Mathesis

está convencido de la idea de que Platón tenía una física atómica que permitía transformaciones entre varias especies de cuerpos simples, la mayor razón por la que uno puede inclinarse hacia el punto de vista de Cornford [1937, 234] es su explicación de la construcción de Platón de las caras equiláteras y cuadrado de los triángulos rudimentarios:

¿Por qué utiliza 4 cuadrados a la mitad para construir un cuadrado, cuando 2 serían suficientes? ¿Por qué 6 equiláteros a la mitad, cuando 2 serían suficientes? —un hecho que Platón mismo menciona en donde el elemento escalarlo fue originalmente descrito de “tal manera que un par de ellas componen el triángulo equilátero” — (54a). Evidentemente él sabía que había al menos dos formas de construir un equilátero a partir de estos elementos. El procedimiento aparentemente arbitrario puede ser explicado suponiendo que, en la construcción inicial de los cuatro sólidos, Platón intentó describir sólidos de tamaños intermedios... [i.e., no el de caras construidas de dos triángulos atómicos rudimentarios]. Él deliberadamente utilizó más triángulos elementales de los que hubieran sido requeridos, si él hubiera tenido solamente un grado de sólido en mente [...] Él escogió describir sólidos de mayor grado porque querían sugerir que hay de hecho diversos grados, y que cuando estos sólidos mayores son partidos en elementos, esos elementos pueden ser recombina- dos de varias formas.

Aquí, el argumento de Cornford claramente se apoya en la suposición de que la meta de Platón en el *Timeo* es la de proporcionar una teoría física más plausible (dentro de las restricciones de algunas hipótesis naturalmente no plausibles). Dadas estas suposiciones, me inclino a pensar que la reconstrucción de Cornford es la mejor posible.¹⁴ Sin embargo, también me inclino a pensar que Platón no senta interés acerca de la transformación entre las especies de los cuerpos simples, y que él visualizó el no-rompimiento de los sólidos elementales más allá de sus caras, i.e., la ruptura que él explícitamente describe. Si una explicación de los “procedimientos aparentemente arbitrarios” de la construcción de las caras es necesaria, entonces, atribuirla a la simetría de la

14. Ahlvers [1952, 54 ff.] ha señalado que, si uno permite la descomposición de las caras en triángulos rudimentarios, sería posible permitir intercambios entre la tierra y los otros cuerpos simples. La siguiente figura (más sencilla que la de Ahlvers) muestra un cuadrado dividido en dos cuadrados y cuatro triángulos equiláteros.



invoke the symmetry of the constructions, the fact that they construct the 'center' of the two kinds of faces (Cp. Taylor 1928, 373-374).

I hope I have said enough to undermine confidence in Cornford's interpretation of the triangles. I wish now to look at relevant parts of Aristotle's discussions of the *Timaeus* account of the simple bodies and Plato's 'atomism' in *De Caelo* and *On Generation and Corruption*. I shall argue that insofar as Aristotle gives any indication of what he thinks the *Timaeus* doctrine is — as opposed to what he thinks its implications are — he treats as Platonic atoms the faces of the regular polyhedra and not the rudimentary triangles. I shall also argue that most of Aristotle's references to Platonic triangles are to the triangular faces of the polyhedra of water, air, and fire, and that the one stretch of text in which Aristotle may refer to the rudimentary triangles [*De Caelo* IV] is not enough to support a contrary view.

Before turning to look at the passages, I give a general description of them:

- (i) For the most part in *GC* and *De Caelo* Aristotle treats Platonic atomism alongside the semantic atomism of Democritus and Leucippus, and sometimes even treats them simultaneously.
- (ii) In *GC* his principal target is semantic atomism, and except for one passage [*GC* I 2.315b24-316a14] there are only passing references to Platonic atomism.
- (iii) Aristotle's major discussions of Platonic physical theory occur in *De Caelo* III 1, III.7-8, and IV.
- (iii-a) In book III of *De Caelo* Aristotle develops his own account of the simple bodies and eliminates alternatives. In III 1 he criticizes the *Timaeus* construction of the simple bodies out of planes, primarily on the grounds that planes are weightless, and cannot combine to produce something with weight; the discussion is complicated by Aristotle's introduction of the doctrine that lines are constructed out of points as something which Plato 'ought to hold'.
- (iii-b) In III.7-8 Aristotle produces a long sequence of criticisms of the *Timaeus* construction.
- (iii-c) The topic of *De Caelo* IV is weight or heaviness and lightness. Aristotle's position is that fire and air are absolutely light, earth and water absolutely heavy, and that this difference reflects a difference of matters. He treats the *Timaeus* theory as recognizing

construcción, el hecho de que ellos construyan el 'centro' de los dos tipos de caras [Cp. Taylor 1928, 373-374].

Espero haber dicho lo suficiente para socavar la confianza en la interpretación de los triángulos de Cornford. Ahora deseo examinar en las partes relevantes de las discusiones de Aristóteles en el *Timeo* la versión de los cuerpos simples y el 'atomismo' de Platón en *De Caelo* y en *Sobre generación y corrupción*. Argumentaré a cerca de cómo Aristóteles da indicaciones de lo que él piensa que es la doctrina del *Timeo* —como opuesto a lo que cree que son sus implicaciones—, él trata como átomos platónicos a las caras de un poliedro regular, no a los triángulos rudimentarios. También argumentaré que la mayoría de las referencias que hace Aristóteles a los triángulos platónicos es a las caras triangulares de los poliedros de agua, aire, y fuego y, que el extenso texto en el que Aristóteles puede referirse a los triángulos rudimentarios (*De Caelo* IV) no es lo suficientemente claro para apoyar un punto de vista contrario.

Antes de referirnos al pasaje, les daré una descripción general de ellos:

(i) Para la mayor parte en *GC* y *De Caelo*, Aristóteles trata el atomismo platónico a lo largo del atomismo sumático de Demócrito y Leucipo, y algunas veces incluso los trata simultáneamente.

(ii) En *GC* su principal objetivo es el atomismo sumático, y excepto por un pasaje (*GC* L.2.315b24-316a14) solamente hay referencias pasajeras al atomismo platónico.

(iii) Las principales discusiones de Aristóteles sobre la teoría física platónica están en *De Caelo* III.1, III.7-8 y IV.

(iii*a*) En el libro III de *De Caelo* Aristóteles desarrolla su propia versión de los cuerpos simples y descarta alternativas. En III.1 del *Timeo* critica la construcción de los cuerpos simples que surgen de los planos, primeramente sobre la base de que los planos no pesan, y no pueden combinarse para producir algo con peso; la discusión es complicada por la introducción que hace Aristóteles de la doctrina que dice que las líneas están construidas a partir de puntos, como algo que Platón 'debe sostener'

(iii*b*) En el III.7-8 Aristóteles elabora una secuencia larga de críticas de la construcción del *Timeo*.

(iii*c*) El tema de *De Caelo* IV es el peso o densidad y la ligereza. La posición de Aristóteles es que el fuego y el aire son absolutamente ligeros, la tierra y el agua son absolutamente pesados y que estas diferencias reflejan una diferencia de materia. Trata a la teoría del *Timeo* como si recocto-

only one matter (the triangles) and hence capable of explaining only relative heaviness, not absolute heaviness and lightness.

a. On Generation and Corruption

In *GC* I.2 at 315b24, as Aristotle is beginning his discussion of change, he says:

The starting point in dealing with all these difficulties is this: 'Do things come-to-be and alter and grow, and undergo the contrary changes because the primary things are indivisible magnitudes? Or is no magnitude indivisible?' For the answer we give to this question makes the greatest difference. And again, if the primary things are magnitudes, are these bodies, as Democritus and Leucippus maintain? Or are they planes, as is asserted in the *Timaeus*? (*GC* I.2.315b24-30).

Aristotle's main concern in I.2 is Democritean somatic atomism, but he makes two criticisms of the dissolution (*dialysis*) of bodies into planes. The first seems to be that there is no point in stopping at planes [*Cy. De Caelo* III.1.299a6-8], the second that, whereas Democritus argued *physikós*, they argue *logikós*. Aristotle's illustration of the latter kind of argument is his one mention of triangles in *GC*: 'in the case of these being atomic magnitudes they say that (if there aren't) the *autotrigōnon* will be many'. There may, of course, be some connection between the uniqueness of the *autotrigōnon* and atomic triangles in particular, as opposed to atomic magnitudes in general, but Aristotle does not make the connection explicit, and I do not myself see how to make a connection between the *autotrigōnon* and the *Timaeus*.

If we assume this reference to the *autotrigōnon* is irrelevant to the *Timaeus*, all the references in *GC* to the *Timaeus* treatment of the simple bodies describe it in terms of planes, and usually talk about indivisible planes.¹⁵ There are also a number of texts in *De Caelo* which refer to the *Timaeus* or Plato by mentioning planes or indivisible planes.¹⁶ Aristotle does not explain what he means by atomic or indivisible planes, but it seems to me reasonable to assume that he means the surfaces of the four regular solids, which are 'atomic' in Plato's account of change.

15 See I.8 325b25-27 and 326a21-25, I.9 327a8, and II.4 329a21-24. The first three texts also mention indivisibility. Plato refers to the faces of solids as planes at 53c6 and 7, and 55b1, c3, and e6.

16 II.4 286b27-28, III.1.298b11-299a8, III.7 305a24, 305b30-31 306a1, 306b35-306a1. Only the last of these includes a reference to atomic planes.

ciera sólo una materia ('los triángulos') y, por consiguiente, capaz de explicar solamente el peso relativo y no la densidad y ligereza absolutas.

u. Sobre generación y corrupción

En *GC* 1.2 de 315b24, donde Aristóteles comienza su discusión del cambio, dice

El punto inicial en el trato con todas estas dificultades es este: '¿Las cosas se generan, se alteran, crecen y sufren los cambios contrarios porque las cosas primarias son de una magnitud indivisible?, o ¿la magnitud no es indivisible?' La respuesta que damos a esta pregunta hace la gran diferencia. Y de nuevo, ¿si las cosas primarias son magnitudes, son éstos cuerpos, como mantienen Demócrito y Leucipo?, o ¿son planos como es sostenido en el *Timón*? [*GC* I 2.315b24-30. Revisión de la traducción de Oxford]

El principal interés de Aristóteles en 1.3 es un atomismo somático democritiano, pero hace dos críticas de la descomposición (*diátesis*) de cuerpos en planos. En el primero parece ser que no hay porque detenerse en planos, y en el segundo que, mientras Demócrito discute *physikós*, ellos argumentan *logikós*. La ilustración de Aristóteles con el tipo de argumento posterior es su única mención de los triángulos en *GC*: 'en el caso de haber magnitudes atómicas ellos dicen que (si no hay) el *autotrigónon* serán muchas'. Puede haber, por supuesto, algunas conexiones entre la singularidad del *autotrigónon* y los triángulos atómicos en particular, como opuesto a las magnitudes atómicas en general, pero Aristóteles no hace la conexión explícita y yo no veo cómo hacer una conexión entre el *autotrigónon* y el *Timón*.

Si nosotros asumimos que esta referencia al *autotrigónon* es irrelevante al *Timón*, todas las referencias en *GC* sobre el manejo del *Timón* de los cuerpos simples, lo describen en términos de planos, y usualmente habla acerca de planos indivisibles.¹⁵ También hay algunos textos en el *De Caelo*, los que se refieren al *Timón* o Platón, mencionando planos o planos indivisibles.¹⁶ Aristóteles no explica lo que entiende por atómico o planos indivisibles, pero me parece razonable asumir que entiende la superficie de los cuatro sólidos regulares, como atómicas en la visión de cambio de Platón.

15 Ver I.8.325b25-27, 326a21-23, I.9.327a8, y II.1.329a21-24. Los tres primeros textos también mencionan indivisibilidad. *Platón* se refiere a las caras de los sólidos como planos en 530b y 7, y 550i, e3 y e6.

16 II.4.288a27-28, III.1.298b33-299a8, III.7.305a35, 305b30-31, 306a1, 308b35-309a1. Sólo la última de estas incluye una referencia a los planos atómicos.

b. *De Caelo* III.1

Aristotle never mentions atomic triangles, but he does sometimes assign other atomic magnitudes to 'those who construct bodies from planes', at least in the sense of saying that belief in such magnitudes follows from views they do express. One very complex passage in which he does this occurs in *De Caelo* III.1, where Aristotle takes up the question of the existence of generation and destruction. He goes through a number of views and then mentions "those who make every body generable, composing them from planes and dissolving them into planes" [298b33-299a1]. Turning his attention to this position he says that "a glance will reveal many points in which it is contradiction to the findings of mathematics" [299a2-5], and adds that 'it is clear that it belongs to the same theory to compose solids out of planes, planes out of lines, and lines out of points', but the last of these means that a part of a line need not be a line, a view which he has investigated in his discussion of movement [*Physics* VI.1] and shows that there are no indivisible lines. It seems clear that Aristotle did not read a reduction to points (or, equivalently, indivisible lines) into the *Timaeus*, but thought of it as a 'logical' outcome of what does go on there.¹⁷ Nevertheless, he goes on to use the reduction to points as a lever in his criticism of the *Timaeus* treatment of the simple bodies. The rhetorical considerations which lead him to do this are reasonably clear. Aristotle wants to use the notion of composition against what he takes to be the *Timaeus* account of weight found at 55c8 ff, where, having assigned the cube to earth, Timaeus says:

Accordingly we shall preserve the probability of our account, if we assign this figure to earth; and of the remainder the least mobile to water, the most mobile to fire, and the intermediate figure to air. Again, we shall assign the smallest body to fire, the largest to water, and the intermediate to air, and again the sharpest to fire, the next to air, the

17 In this paper I do not discuss *Metaphysics* A.9.992a19-22, a passage which shows that Aristotle did have evidence for saying that Plato believed in indivisible lines. I assume that this evidence was provided by what Plato said in discussion, not by the dialogues. For an attempt to discount this passage and for arguments for denying that Plato believed in atomic triangles of the standard kind see Drummond 1987.

I have found a hint in treating Aristotle's remarks in *De Caelo* III.1 to speak of indivisible lines, even though Aristotle usually speaks of points and mentions atomic lengths only once (299a11). My reason for doing so is that the phrase 'atomic line' serves as a reminder that Aristotle has in view a theory according to which lines are composed of indivisibles.

b. *De Caelo* III.1

Aristóteles nunca menciona los triángulos atómicos, pero algunas veces asigna otras magnitudes atómicas a 'aquellos que constituyen cuerpos de planos', al menos en el sentido de que la creencia en aquellas magnitudes sigue del punto de vista que ellos expresan. Un pasaje complejo en el que hace que esto ocurra es en *De Caelo* III.1, donde Aristóteles se hace la pregunta de la existencia de generación y destrucción. Pasa a través de un número de puntos de vista y después menciona: "aquellos que hacen a todos los cuerpos generables, componiéndolos a partir de planos y descomponiéndolos en planos" [298b33-299a1]. Girando su atención a esta posición dice que: "un vistazo revelará muchos puntos en los que está en contradicción con las conclusiones matemáticas" [299a2-3], y agrega que: "es claro que esto pertenece a la misma teoría de composición de sólidos a partir de planos, planos a partir de líneas y líneas a partir de puntos", pero lo último de esto significa que una parte de una línea no necesita ser una línea, un punto de vista que él ha investigado en su discusión del movimiento [*Physics* VI.1] y muestra que no hay líneas indivisibles. Parece claro, que Aristóteles no interpreta una reducción a puntos (o, equivalentemente, líneas indivisibles) dentro del *Timeo*, pero pensó en esto como el resultado 'lógico' de que lo que está pasando ahí.¹⁷ Sin embargo, sigue usando la reducción a puntos como un apoyo en sus críticas del tratamiento del *Timeo* de los cuerpos simples. Las consideraciones retóricas que lo guían a hacer esto son razonablemente claras. Aristóteles quiere utilizar la noción de composición contra lo que toma como la visión del *Timeo* del peso encastrado en 35a8ff, donde habiendo asignado el cubo a la tierra, *Timeo* dice

Por consiguiente, conservaremos la probabilidad de nuestra versión, si asignamos esta figura a la tierra y del restante el *menos variable* al agua, el más variable al fuego y la figura intermedia al aire. Otra vez, asignaremos el cuerpo más pequeño al fuego, el cuerpo más grande al agua, y el intermedio al aire; y otra vez el más agudo al fuego, el que sigue al aire y

17 En este artículo no discuto *Metaphysics* A.9.992a19-22, un pasaje que muestra que Aristóteles tenía evidencias para decir que Platón creía en las líneas indivisibles. Yo supongo que esta evidencia fue probada por lo que Platón dijo en una discusión, no por los diálogos. Para un intento de desacreditar este pasaje y por argumentos para negar que Platón creía en triángulos atómicos del tipo usual (ver *Annihilation*, 1982).

He encontrado las propuestas de Aristóteles mejor notadas en *De Caelo*, III.1 para hablar de líneas indivisibles, aunque Aristóteles usualmente habla de puntos y menciona longitudes atómicas sólo una vez (299a11). Mi razón para hacerlo es que la frase 'línea atómica' sirve como un recordatorio de que Aristóteles tiene en mente una teoría de acuerdo con que las líneas están compuestas de indivisibles.

third to water. Now taking all these figures, the one with the fewest faces must be the most mobile, since it is sharpest and cuts best in every direction and moreover the lightest as being composed of the smallest number of the same parts; the second must stand second in these respects, the third third [350e8-360b].

It is clear that all Timaeus means is that in the case of the three regular solids bounded by triangular faces, weight is proportional to the number of bounding faces. Aristotle is presumably justified in assuming both that Plato intends to explain weight by reference to number of faces and that any such explanation is problematic. However, Aristotle wants (i) to fix on the terminology of composition (*συνεστάς ἐκ*), (ii) to use the idea that solid is to plane, as plane to line, as line to point to infer that, on the view expressed in the *Timaeus*, physical bodies will be composed of points, and then (iii) to argue that one cannot explain the relative weight of bodies by reference to the number of composing points, since points do not have weight at all.

After developing his argument that differences of weight cannot be explained in terms of differences in number of composing points, Aristotle turns to the *Timaeus*, and first argues that there is no justification for restricting the combination of planes to the bounding of rectilinear solids:

Furthermore, it would be strange if planes could only be joined together along a line. For just as a line can be added to a line in two ways, by length and by breadth, a plane must be addible to a plane in the same way. However, a line can be joined to a line along a line if it is laid along it, but not if it is adjoined [at the end point]. But if it is possible to join a plane to a plane along a breadth, there will be [for Plato] a body which is neither an element nor composed of elements, namely the body composed of planes in this way [299b23-31].

There is a sense in which Aristotle's criticism here is a digression from his main goal of criticizing the *Timaeus* account of weight. But presumably he recognizes that he has no warrant for assigning to Plato the idea that particles of the simple bodies are literally composed of planes, and so he argues that Plato ought to recognize bodies literally composed of planes. Aristotle points out that such bodies would not be simple bodies or compounds of them, but I assume that he also has in mind that such bodies would be related to planes as lines to indivisible lines or points, and so would, in some

el tercero al agua. Ahora tomando todas esas figuras, aquella con menos caras debe ser la más variable, dado que es la más aguda y corta mejor en todas las direcciones y más aún la ligera como estando compuesta de los números más pequeños de las mismas partes; la segunda debe de estar en segundo lugar a este respecto y la tercera en tercero [55e8-56b3].

Es claro que todo lo que *Timeo* quería decir es que, en el caso de los tres sólidos regulares limitados por caras triangulares, el peso es proporcional al número de las caras limitantes. Aristóteles está presuntamente justificado al suponer que Platón intenta explicar el peso en referencia al número de caras, y que cualquier explicación así es problemática. Sin embargo, Aristóteles quiere: (i) precisar en la terminología de composición (*συνεστὸς ἔκ*); (ii) usar la idea de que el sólido es al plano, como el plano es la línea y como la línea es el punto para inferir que, desde el punto de vista expresado en el *Timeo*, los cuerpos físicos estarán compuestos de puntos; y entonces (iii) discutir que no se puede explicar el peso relativo de los cuerpos por la referencia del número de puntos componentes. Dado que los puntos no tienen ningún peso.

Después de desarrollar el argumento de que las diferencias de peso no pueden ser explicadas en términos de las diferencias en el número de puntos componentes, Aristóteles regresa al *Timeo* y primero discute que no hay justificación para restringir la combinación de planos de los límites de sólidos rectilíneos:

Además, sería extraño si los planos sólo pudieran ser unidos juntos a lo largo de una línea. Al igual que una línea puede ser añadida a otra línea en dos sentidos, por su longitud y su ancho, un plano debe ser adherible a otro plano en el mismo sentido. Sin embargo, una línea puede ser unida a otra línea a lo largo de ella, si esta es puesta a lo largo de aquella, pero no si esta es yuxtapuesta [en el punto final]. Pero si es posible juntar un plano a otro plano a lo largo del ancho, habrá [para Platón] un cuerpo que no es ni un elemento ni un compuesto de elementos, denominándolo el cuerpo compuesto de planos en esta forma [299b23-31].

Hay un sentido en el que la crítica de Aristóteles, esté aquí desviada de su meta principal de criticar la versión de peso del *Timeo*. Pero presumiblemente reconice que no tiene razón para asignar a Platón la idea de que las partículas de los cuerpos simples están literalmente compuestas de planos, y así, argumento que Platón debe reconocer cuerpos literalmente compuestos de planos. Aristóteles señala que esos cuerpos podrían ser cuerpos simples o compuestos de ellos, pero asumo que también tenía en mente que esos cuerpos estarían relacionados con planos, como las líneas a líneas indivisibles o puntos, y si así fuera, de

sense, make Plato subject to the criticism of theories of weight using the idea of composition from points.

At 299b32 Aristotle turns explicitly to apply his criticism of the atomic line theory of weight to what he takes to be the *Timaeus* theory:

Furthermore, if one body is heavier than another because of the number of their planes, as is said in the *Timaeus*, it is clear that the line and the point will have weight, since they are related to one another in the same way, as we said before [at 299a6-8]. But if bodies do not differ in this way, but because [e.g.] earth is heavy and fire light, then there will also be light and heavy planes, and similarly in the case of lines and points —for the earth plane will be heavier than that of fire [299f32-300a7].

It is reasonably clear that Aristotle's criticism succeeds only by blurring the bounding relation and the composition relation. There is no reason for *Timaeus* to ascribe weight to the bounding planes, just because their number determines the relative weight of the bounded solids. And if weight is taken as a primitive property of solids, there is no reason to ascribe weight to planes unless one thinks of the solids as literally composed of planes. Aristotle concludes his discussion¹⁸ with general criticism which depends only on the idea of resolution and the assumption that solid is to plane as plane to line as line to point.

In general it follows [for them] that either there is no magnitude [i.e., nothing with a positive number of dimensions] at all or it can be eliminated entirely, if point is to line, as line to plane, and as plane to body. For since all resolve into one another, they will be resolved into what is primary, consequently, there might be nothing but points, and no body [300b7-12].

Obviously nothing Aristotle says in *De Caelo* III.1 presupposes the rudimentary triangles of the *Timaeus* —indeed, there is no mention of triangles in III.1—, and nothing depends on the claim that there are any atomic magnitudes in the *Timaeus* itself: Aristotle introduces atomic lines as something *Timaeus* might be committed to.

¹⁸ Aristotle goes on to introduce two separate but related points, one about time and the now, the other about the Pythagorean composition of the heaven from numbers.

alguna manera, hace a Platón sujeto de la crítica de las teorías de peso usando la idea de composición de puntos.

En 299b32 Aristóteles explícitamente vuelve a aplicar su crítica de la teoría de la línea atómica de peso para lo que cree que es la teoría del *Timeo*:

Además, si un cuerpo es más pesado que otro por el número de sus planos, como es dicho en el *Timeo*, es claro que la línea y el punto tendrán peso, dado que están relacionados uno con otro en el mismo sentido, como dijimos antes [en 299a6-8]. Pero si los cuerpos no se diferencian en esta forma, sino porque [e.g.] la tierra es pesada y el fuego ligero, entonces, también habrá planos ligeros y pesados, y similarmente en el caso de líneas y puntos —el plano de la tierra será más pesado que el del fuego— (299b32-300a7).

Es razonablemente claro que la crítica de Aristóteles tiene éxito por hacer poco evidente la relación de delimitación y la relación de composición. No hay argumentos en el *Timeo* para atribuir peso a los planos delimitados, sólo porque su número determina el peso relativo de los sólidos limitados. Y si el peso es tomado como una propiedad primitiva de los sólidos, no hay razón para atribuir peso a los planos a menos que se piense a los sólidos compuestos literalmente de planos. Aristóteles concluye su discusión¹¹ con una crítica general que depende sólo de la idea de resolución y de suposición de que el sólido es al plano como el plano a la línea, y la línea al punto:

En general se sigue [para ellos] que o no hay magnitud [; e., nada con un número positivo de dimensiones] del todo, o puede ser enteramente eliminada, si el punto es o la línea, lo que la línea al plano, y lo que el plano al cuerpo. Puesto que todo se resuelve una en otra, ellas se resolverán en lo que es primario, consecuentemente, sólo puede haber nada más que puntos y no cuerpo (300a7-12).

Obviamente, nada de lo que Aristóteles dice en *De Caelo* III.1, presupone los triángulos rudimentarios del *Timeo* —en efecto, no hay mención de triángulos en III.1—, y nada depende de la demanda de que hay algunas magnitudes atómicas en el propio *Timeo*: Aristóteles introduce líneas atómicas como algo a lo que *Timeo* debe estar comprometido también.

11. Aristóteles continúa con la introducción de dos puntos separados pero relacionados, uno acerca del tiempo y el ahora, el otro acerca de las composiciones pitagóricas de los cielos a partir de los números.

c. *De Caelo* III.7-8

In this criticism of the *Timaeus* III.7-8 Aristotle mentions atomic magnitudes in his fifth [306a26-306b1] and eleventh [307a19-24] objections,¹⁹ in both cases the magnitudes in question are solids. The fifth is again a case of Aristotle arguing about what Plato is, in fact, committed to, whether or not he expresses such a commitment. We get an adequate paraphrase of Aristotle's argument by saying that since any part of fire is fire, but not all parts of a pyramid are pyramids, either the pyramid has no parts, i.e., is indivisible, or there are solids prior to the pyramid which do not correspond to any of the simple bodies. Aristotle apparently takes for granted that the second alternative is unacceptable to Plato.²⁰

Objection 11 does nothing to clarify what Aristotle has in mind when he talks about atomic magnitudes, and seems to be directed as much at the somatic atomists as at Plato:

At the same time it will follow that mathematical bodies burn and warp. For they possess angles and contain atomic spheres and pyramids —especially if there are atomic magnitudes, as they say. But if some magnitudes are and some do not, one ought to say what the difference is, but one should not talk without making distinctions in the way they do. [307a19-24]

The only relevant mention of triangles in III.7-8 and the first relevant reference to them in *De Caelo* comes in objection 3 [306a20-23]. However, it is clear that here Aristotle means the triangular faces of the transformable solids. For he has just mentioned that earth is not dissolvable into another body, and continua:

In the case of those which do dissolve the suspension²¹ of the triangles is not reasonable. But this happens when they change into one another because they are composed of unequal numbers triangles.

19 I use Simplicius' numbering of the objections (in *De Caelo* 642.3-650.25). I discuss Simplicius' treatment of them in a sequel to this paper, "Plato's mathematical chemistry and its exegesis in antiquity."

20 I believe Aristotle is right here. Plato could not admit that segments of a pyramid were fire, and it would not be easy for him to deny that the segments — if they exist — are pure to the pyramid.

21 *Paradeisis*, the existence of plane figures in separation from the bodies to which they at times belong.

c. *De Caelo* III,7-8

En sus críticas del *Timeo* en III,7-8, Aristóteles menciona magnitudes atómicas en sus quinta (306a26..306b1) y undécima (307a19-24) objeciones;¹⁹ en ambos casos las magnitudes en cuestión son sólidos. La quinta es otra vez un caso del argumento de Aristóteles con relación a lo que Platón está, de hecho, comprometido, exprese o no tal compromiso. Nosotros tenemos una paráfrase adecuada del argumento de Aristóteles diciendo que en cualquier parte el fuego es fuego, pero no todas las partes de una pirámide son pirámides, o la pirámide no tiene partes, *i.e.*, es indivisible o hay sólidos inferiores a la pirámide que no corresponden a ninguno de los cuerpos simples. Aristóteles aparentemente da por sentado que la segunda alternativa no es aceptada por Platón.²⁰

La objeción 11 no hace nada por aclarar lo que Aristóteles tiene en mente, cuando habla acerca de magnitudes atómicas y parece estar dirigido tanto a los atomistas somáticos como a Platón:

Al mismo tiempo se entenderá que los cuerpos matemáticos se quemán y se calientan. Por lo que ellos poseen ángulos y contienen esferas atómicas y pirámides —especialmente, si hay magnitudes atómicas como ellos dicen— Pero si algunas magnitudes peñan y otras no, una debe de decir cual es la diferencia, pero una no debería de hablar sin hacer una distinción de la manera como ellos lo hacen [307a19-24].

La única mención relevante de los triángulos en III,7-8, y la primera referencia relevante a ellos en *De Caelo* esta en la objeción 3 (306a20-23). Sin embargo, es claro que aquí Aristóteles se refiere a las caras triangulares de los sólidos transformables. Para lo que ha mencionado sobre que la tierra no es disoluble en otro cuerpo, continúa:

En el caso de agua los que disuelven la suspensión²¹ de los triángulos no es razonable. Pero esto pasa cuando cambian de uno a otro porque están compuestos de números desiguales de triángulos.

19. Véase la numeración de Simplicio de las objeciones con *De Caelo* 642,3-670,23). Dentro el manuscrito de Simplicio de ellas se ve una secuencia de este artículo: "La química matemática de Platón y sus exégesis en la antigüedad".

20. Claro que Aristóteles está en lo correcto aquí. Platón no pudo admitir que los segmentos de una pirámide fueran fuego y no sería fácil para el negro que los segmentos —o es que existen— 6 mantenerlos a la pirámide.

21. *Corrosión*, la existencia de figuras planas en la separación de los cuerpos de las que ellos pertenecen en algunos momentos.

d. De Caelo IV

Triangles play a larger role in book IV of *De Caelo*, where Aristotle discusses weight. In chapter 1 Aristotle complains that his predecessors have only spoken about relative weight, and sets out his own doctrine of absolute heaviness and lightness: heavy things move naturally toward the center of the cosmos, light things away from the center. Although Aristotle does not say so here, he will take for granted that the difference between a heavy and a light thing should be ascribed to a difference in matter. He will also invoke the following 'phenomena':

- 1 fire and air are light, water and earth heavy, fire is lighter than air, earth heavier than water.
- 2 more of a light stuff is lighter than less of it and moves more quickly away from the center of the cosmos.

In chapter 2 Aristotle turns to criticizing the theories of weight of the *Timaeus* and of the stoic atomists. He begins with a brief explanation of what he takes to be the *Timaeus* theory:

Some explain being lighter or heavier in the way: in which it is written in the *Timaeus*: what is heavier is composed of more of the same things, what is lighter of fewer, just as more lead is heavier than less and more bronze than less. And similarly in the case of any other homogeneous thing, that one is heavier than the other is due to an excess of equal parts [308b3-8].

Aristotle's account here is perhaps reasonable enough, although it is not clear that Plato would accept the analogy between more faces and more stuff. However, Aristotle goes completely beyond what is said in the *Timaeus* when he offers an account of difference in weight for things of different kinds:

And they say that lead is heavier than wood in the same way, for all bodies are composed of certain identical things and of one matter, although it does not look that way [308b8-12].

Here we get a reference to 'certain identical things' and 'one matter' of which everything is composed. That these things of matter are triangles becomes clear when, after complaining that Plato's account speaks only about relative heaviness or lightness, Aristotle offers a criticism:

Consequently, fire does not move upward because of its small number of triangles of which they say each thing is composed; if this were the reason a greater quantity would move less

d. *De Caelo* IV

Los triángulos juegan un papel mayor en el libro IV del *De Caelo*, donde Aristóteles discute el peso. En el capítulo 1, Aristóteles se lamenta de que sus predecesores sólo hablaron acerca del peso relativo, y pone de manifiesto su propia doctrina de peso absoluto y ligereza: las cosas pesadas se mueven naturalmente hacia el centro del cosmos, las cosas ligeras se alejan del centro. Aunque Aristóteles no dice eso aquí, dará por sentado que las diferencias entre una cosa pesada y una ligera deberán ser atribuidas a las diferencias en la materia. También invocará los 'fenómenos' siguientes:

1. el fuego y el aire son ligeros, el agua y la tierra pesados, el fuego es más ligero que el aire, la tierra es más pesada que el agua;
2. más de un material ligero es más ligero que muchos de él y se mueve más rápidamente alejándose del centro del cosmos.

En el capítulo 2, Aristóteles vuelve a criticar la teoría del peso del *Timeo* y del atomismo socrático. Inicia con una breve explicación de lo que él acepta que es la teoría del *Timeo*:

Algo explica sobre la existencia de lo más ligero a lo más pesado en la manera en la que está escrito en el *Timeo*: lo que es más pesado está compuesto de más de las mismas cosas, lo que es más ligero de menos, así como más plomo es más pesado que menos y más bronce que menos. Y similarmente en el caso de cualquier otra cosa homogénea, que una es más pesada que la otra es debido a un exceso de partes iguales [308b3-8].

La versión de Aristóteles aquí es tal vez lo suficientemente razonable, aunque no es claro que Platón aceptara la analogía entre más átomos y más materia. Sin embargo, Aristóteles va más allá de lo que está dicho en el *Timeo* cuando ofrece una explicación de las diferencias en peso para las cosas de diferentes tipos:

Y ellos dicen que el plomo es más pesado que la madera de la misma manera, todos los cuerpos están compuestos de ciertas cosas idénticas y de una sola materia, aunque esto no se vea de esa manera [308b8-12].

Aquí tenemos una referencia a 'ciertas cosas idénticas' y 'una materia' de la que todo está compuesto. El que estas cosas o materia sean triángulos se hace claro, después de lamentar que la explicación de Platón hable sólo del peso o ligereza relativa, Aristóteles ofrece una crítica:

Consecuentemente, el fuego no se mueve hacia arriba por su número pequeño de triángulos de los que ellos dicen que cada cosa, está compuesta: si esta fuera la razón una cantidad más grande se movería menos

and be heavier, since it would be composed of more triangles. But the opposite is what we see happening (308b15-18)

It is possible that Aristotle is here thinking of the rudimentary right triangles. However, he is simply mistaken when he implies that fire and earth are composed of the same triangles; and as we have seen, Plato does not even attempt to explain the weight of earth relative to the other simple bodies, but only the relative weight of the three intertransformable bodies. Whether or not Aristotle is thinking of the rudimentary triangles, it is clear that his major concern is to saddle Plato with a general theory of relative weight based on Termaeus' remark about the relative weight of water, air, and fire.²² And it seems to me that Aristotle may not even be thinking about the rudimentary triangles at all. He may be conveniently forgetting that earth particles have square faces, or he may be thinking just about the equilateral faces of water, air, and fire, to which, indeed his next remark is restricted.

In addition since they say that a homogeneous thing which has fewer [of the same parts] is lighter and that which has more is heavier, and that air and water and fire are composed of the same triangles but they differ only in the fineness and number of them (and this is why one is heavier, the other lighter).

22 It is clear that Simplicius recognizes Aristotle's apparent mistake, although the relevant passages are unfortunately corrupt:

(One should realize that Aristotle is following his own hypotheses when he brings in the idea that fire and air are absolutely light, water heavy, for having distinguished natural up and down in the universe, he distinguishes light and heavy by motion in these directions. But Plato does not distinguish light and heavy by the number of planes: for if he did water would be heavier than earth, since the icosahedron is composed of twenty equilateral triangles, * each of which is composed of four half-triangles * (681.12-681.4. Βριστότου δὲ χρῆσθαι τὸ πῦρ καὶ τὸν ἀέρα ἀπλῶς κοῦρα τὸ δὲ ὕδωρ βαρῦ τὰς ἑαυτοῦ ὑποθέσεις ἐπόμενος συνέγραψεν ὁ Ἀριστοτέλης το γῆρ ἂνευ καὶ το πῦρ καὶ τὸν ἕρπον διαρίσσει ἐν τῷ παντὶ τῇ ἐπὶ ταῦτα κωλύει τὸ κοῦρον τοῦ βαρέος διαστήσειν. ὁ δὲ Πλάτων οὐ εἰς κλίθε καὶ τῇ ἀεγρότητι αὐτοῦ ἐπεσθῆναι οὕτω γὰρ τὸ ὕδωρ βαρύτερον ἢν τῆς γῆς κῆρην οὐ μὲν εὐκαταστάσειν ἢ ἀπεκλεισμένων τριγώνων εἰκοσὶ συνστήσειν ὡν ἑκατοσάρη συνστήσειν ἑξατρίγωνων.)

And at the end of his remark on this passage Simplicius says something about Aristotle's words 'since they say that a homogeneous thing which has fewer [of the same parts] is lighter'. After a lacuna the Simplicius passage ends with the words 'since all things are not composed of homogeneous triangles, but only three, fire, air, water, he therefore makes his comparisons principally in terms of these three' (384.14-16. ἐπεὶ μὴ πάντα ἐξ ὁμοειδῶν τριγώνων συγκροτοῦν ἀλλὰ τὰ τρία μόνον πῦρ ἄερ ὕδωρ διὸ καὶ ἐνταῦτα μάλιστα τῆς σύγκρισις ἐποιοῦσθαι)

y sería más pesada, ya que estaría compuesta de más triángulos. Pero lo opuesto es lo que nosotros vemos que está pasando [308b15-18].

Es posible que Aristóteles piense aquí en los triángulos rudimentarios rectos. Sin embargo, está simplemente equivocado cuando él sugiere que el fuego y la tierra estén compuestos de los mismos triángulos; y como hemos visto, Platón ni siquiera trata de explicar el peso de la tierra relacionado con otros cuerpos simples, sino sólo el peso relativo de los tres cuerpos intertransformables. Si Aristóteles está o no pensando en los triángulos rudimentarios, es claro que su mayor preocupación es superar a Platón con una teoría general del peso relativo basada en la observación de Timéo acerca del peso relativo del agua, aire y fuego.²² Y me parece que Aristóteles no pudo siquiera haber pensado algo acerca de los triángulos rudimentarios. Él convenientemente pudo haber olvidado que las partículas de tierra tienen caras cuadradas, o él pudo tal vez estar pensando sólo acerca de las caras equiláteras del agua, aire y fuego, por lo que, en efecto, su siguiente observación está restringida.

Además, ya que ellos dicen que una cosa homogénea que tiene frentes [de las mismas partes] es más ligera y que aquella que tenga más, es más pesada, y que el aire, agua y el fuego están compuestos de los mismos triángulos, pero se diferencian sólo en pequeñez y el número de ellos (y es por esto que uno es más pesado y el otro más ligero), ahí habrá alguna

22. Es claro que Simplicio reconoce los errores aparentes de Aristóteles, aunque los pasajes relevantes están olvidados.

Uno debe reconocer que Aristóteles sigue su propia hipótesis cuando él presenta la idea de que el fuego y el aire son absolutamente ligeros, el agua pesada, por haber distinguido la naturaleza arriba y abajo en el universo, el distingue ligero y pesado por el movimiento en esas direcciones. Pero Platón no distingue ligero y pesado por el número de plátos, por el el agua sería más pesada que la tierra, dado que el cosmos está compuesto de 20 triángulos equiláteros, 4 están compuestos de cuatro medios-triángulos (1083,11-683,4: Ἐπιπέδου δὲ γὰρ ὅτι το πῦρ καὶ τὸν ἀέρα ἀπλῶς καίμα τὸ δὲ ὕδωρ βαρῦ ταῖς ἐπιπέδοις ἀποθέσσειν ἐπιπέδους πενήταγεν ὁ Ἄριστοτέλης τὸ γὰρ ἀνω καὶ τὸ κάτω κατὰ φύσιν διαρίθου ἐν τῷ παντί τῆ ἐπὶ ταῖς κινήσει τὸ κοῦρον τοῦ βαρέος διαίτησεν ὁ δὲ Πλάτων οὐ τὸ πλεόν καὶ τῆ ἀγρότητι τῶν ἐπιπέδων ὡς τὸ ὕδωρ βαρύτερον ἢ τῆς γῆς ὕδωρ τὸ μὲν εἰκοσάεδρον ἔξ ἡμισυῶν τριγώνων ἕξκαι σποδίατηκαὶ δὲ ἕξκαισποδία ἑξάεδρον ἡμισυῶν τ)

Y al final de su propuesta en este pasaje Simplicio dice algo acerca de las palabras de Aristóteles "dado que ellos dicen que una cosa homogénea que tiene frentes [de las mismas partes] es más ligero". Después de un vacuo, el pasaje de Simplicio termina con las palabras "Dado que todas las cosas no están compuestas por triángulos homogéneos sino solo tres, fuego, aire, agua, por consiguiente, el agua es comparativamente principalmente en términos de esas tres" (1084,14-15: ἐπιπέδων δὲ ἡμισυῶν ἐπιπέδων ἀγροῦται ἀλλὰ τὰ τρία μόνον πῦρ ἀήρ ὕδωρ διοκαὶ ἐκείναις μάλιστα τὴν ἀγροῦσαν ἐπιπέδων).

there will be some quantity of air which is heavier than water; but what happens is just the opposite [308b21-27].

After this criticism Aristotle turns his attention to the atomists, referring once to Plato as "those who say that bodies having weight are composed of primary and atomic planes" [308b35-309a1]. But towards the end of the chapter he speaks of those who postulate a single matter and compose things out of triangles [309b33-34]. Aristotle again speaks of triangles in IV,5 in summarizing the discussion which has proceeded and emphasizing the need to assume different kinds of matter to explain absolute lightness and heaviness. He first says: "For if there is one matter for all things, such as the void or the full or magnitude or the triangles, everything will move up or everything will move down" [312b20-23]. Shortly thereafter he says that on the theories he has rejected some of the intermediate bodies will move down more quickly than earth: "for there will be more triangles or solids or particles (*oukōra*) in a lot of air" [312b29-30].

De Caelo IV is the stretch of text which most strongly supports the claim that Aristotle assigned a role to the rudimentary right triangles of the *Timaeus*, but if he does he grossly distorts their character to foist a uniform theory of relative weight on Plato, who —it seems to me— went out of his way to avoid such a theory. Moreover, even if Aristotle is thinking about the rudimentary triangles, he connects them only with the question of weight. He never associates them with the question of the transformation of the simple bodies, the issue which is fundamental to the Cornford reading. Thus his testimony seems to confirm what I take to be the more straightforward, traditional understanding of the *Timaeus* rudimentary triangles as parts of surfaces which do not themselves break up in the course of transformations, that is to say, surfaces which are, from the point of view of physical theory, atomic.

Appendix 1. The word *συστέρεσις* at 57c9

Cornford [1937, 231] writes:

The editors take 'construction' (*τοιοῦτοῦσις*) in the passive sense, 'structure', which the word often bears elsewhere. They understand the whole statement to mean no more than that each of the two elementary triangles is of more than one size. If that were all, Plato would have wrapped this extremely simple statement in a singularly clumsy form. But the sentence cannot bear that meaning: it is impossible to say that the structure

cantidad de aire que es más pesada que el agua; pero lo que pasa es justo lo opuesto [308b21-27].

Después de esta crítica, Aristóteles vuelve su atención a los atomistas refiriéndose una vez a Platón como uno de "aquellos que dicen que los cuerpos que tienen peso están compuestos por platos primarios y atómicos" [308b33-309a1]. Pero hacia el final del capítulo, él habla de aquellos que postulan una sola materia y cosas compuestas de triángulos [309b33-34]. Otra vez Aristóteles habla de triángulos en IV.5, resumiendo la discusión que ha propuesto y enfatizando la necesidad de asumir diferentes tipos de materia para explicar la ligereza absoluta y la pesadez. Primero dice: "por si hay una materia para todas las cosas, tales como el vacío o lo lleno, o las magnitud o los triángulos, todo se movería arriba o todo se movería abajo" [312b20-23]. Después, brevemente dice que en las teorías que ha rechazado algunos de los cuerpos intermedios se moverán abajo más rápido que la tierra: "Por lo tanto habrá más triángulos, sólidos o partículas (*mikra*) en mucho aire" [312b29-30].

De Caelo IV es la extensión del texto que más fuertemente apoya la demanda en la que Aristóteles asignó un papel a los triángulos rectos rudimentarios del *Timeo*, pero si la hace, vulgarmente destroza sus caracteres para pasar a una teoría uniforme del peso relativo en Platón, quien —a mi parecer— se saltó de su camino para evitar tal teoría. Si Aristóteles está pensando acerca de los triángulos rudimentarios, él los conecta sólo con la cuestión del peso. Nunca los asocia con la transformación de los cuerpos simples, punto fundamental en la lectura de Cornford. Por lo tanto su testimonio parece confirmar la que creo que es la más directa, y tradicional comprensión de los triángulos rudimentarios del *Timeo* como partes de las superficies que no se rompen ellas mismas en el curso de las transformaciones, es decir, superficies que son, desde el punto de vista de la teoría física, atómicas.

Apéndice I. La palabra *κτίσταις* en 57c9

Cornford [1937, 231] escribe:

Los editores interpretan "construcción" (*κτίσταις*) en el sentido pasivo, "estructura", palabra que con frecuencia se sustenta en otro lugar. Ellos conciben la declaración completa sin otro significado como que cada uno de los dos triángulos elementales es de más de un tamaño. Si esto fuera todo, Platón hubiera tenido cubierta esta declaración extremadamente simple de una manera singularmente ordinaria. Pero la oración no

of each elementary triangle produced the triangle which is the structure in question. The word *σύνταξις* must have its active sense 'putting together'.

In a footnote Cornford adds that translators evade this absurdity [of saying that the structure of a triangle produces the triangle] by resorting more or less to paraphrase or by ignoring the fact that *ἀπὸ τῶν πρώτων* (*πρωταρχῶν*) is the subject of *συντάσσεται*.²³ Of the pre-Cornford translations I have consulted two,²⁴ are subject to something like Cornford's charge because they turn Plato's active grammatical construction into a passive one, but three either embrace Cornford's 'impossibility':

Archery-Lind [1888]: [the structure of the rudimentary triangles] does not originally produce in each kind of triangle one and the same size only.

Jowett [1892]: either structure did not produce the triangle of one size only [...] [retained in the revised edition (post-Cornford)].

or come very close to it Rivaud [1925]:

chaque [des éléments] n'a pas initialement engendré un triangle unique de grandeur déterminée.

These translations suggest that it is not as impossible, as Cornford claims, to understand Timaeus to be saying that the structure of the rudimentary triangles produced them in different sizes.²⁵ Bury [1929] perhaps gives *σύνταξις* an active sense, but, in any case, sees no problem in saying that the *σύνταξις* produced the rudimentary triangles:

Each [...] construction [of the two rudimentary triangles] produced not merely a triangle of one definite size [...]

The whole question whether *σύνταξις* has an active or passive sense seems to me quite nebulous. The pre-Cornford Liddell-Scott gave as an 'active' sense of *σύνταξις*

²³ Martin [1831]: "ces deux triangles, n'ayant pas toujours chacun la même grandeur, ont forme [...]"; Apelt [1922]: "[...] ward gleich zu Anfang das Dreieck nicht nur in einer Grösse hervorgebracht [...]"

²⁴ Cf. assertions such as 'the form of a thing makes it what it is', where the form of a thing is understood as what the thing is.

puede sostener ese significado: es imposible decir que la estructura de cada triángulo elemental produce el triángulo que es la estructura en cuestión. La palabra *tróstraxis* debe de tener su significado activo 'poniendo juntas.'

En un pie de página, Cornford agrega que 'los traductores evaden este absurdo [de decir que la estructura de un triángulo produce un triángulo] recurriendo más o menos a un parafraseo o ignorando el hecho de que *ἐκαστέων* (*tróstraxis*) es el sujeto de *ποτέοναι*'.²³ De las traducciones anteriores a Cornford he consultado dos,²⁴ que están sujetas a algo así como encargos de Cornford porque ellas desvían la construcción gramatical activa de Platón a una pasiva, pero las tres tampoco contienen la 'imposibilidad' de Cornford:

Archer-Hud [1888] [la estructura de los triángulos rudimentarios] originalmente no produce un único tipo de triángulo y un único tamaño.

Lowell [1892]: ninguna estructura produce el triángulo de un sólo tamaño [releído en la edición revisada [después de Cornford]].

o su acepción mucho a ésta de Rivaud [1923]

cada uno [de los elementos] inicialmente no engendra un triángulo unico o tamaño determinado.

Estas traducciones sugieren que no es tan imposible como Cornford proclama entender que *Timeo* está diciendo que la estructura del triángulo elemental los produjo en diferentes tamaños.²⁵ Bury [1929] a lo mejor da a *ἐκαστέων* un sentido activo pero en cualquier caso no ve problema en decir que la *tróstraxis* produjo los triángulos elementales:

Cada [...] construcción [de los dos triángulos rudimentarios] no produce solamente un triángulo de un tamaño determinado [...]

La pregunta completa de que si *tróstraxis* tiene un sentido activo o pasivo me parece muy confusa. Liddell-Suon, anterior a Cornford, dio como un sentido 'activo' de *tróstraxis*:

23 Martin [1841]: 'ces deux triangles, n'ayant pas toujours chacun la même grandeur, ont forme ...'. Apell [1922]: '... ward gleich zu Anfang des Daseins nicht nur in einer Größe hervorgebracht ...'.

24 Cf. *προερασία τῶν αὐτῶν* 'la forma de una cosa lo hace lo que es', donde la forma de una cosa es entendida como lo que es la cosa.

A.I.1 *a putting together, composition, organization* of the parts of an animal: Aristotle PA 646a20, GA 744b28, sq, αἰ, ἡ ο. τοῦ σώματος ἢ διὰ γυμνασίων Plato Timaeus 89A

and among 'passive' senses:

B II.1 *the composition, construction, structure, constitution* of a person or a thing [references omitted here].

B II.2 *existence*, α-σθῆν νόσων Plato Timaeus 89B, cf C; ἡ ἐξ ἀρχῆς τῶν δλων σ Dind. 17, cf Plutarch 2.427A, B; α λαμβάνειν Arist. HA 547b14, Polyh..., etc.; of a river, *Id.* 9.43.1.

and:

B.II.4 *of bodies, a becoming compact or solid*, ἡ τοῦ ὑγροῦ περὶ τὴν ὑπερώην Hipp. 157 D, cf Plutarch 2. 130C. ἔφρειν μέχρι συστάσεως Galen.

In the explication of the 'active' sense Cornford cites several passages in the *Timaeus* in which the verb συνιστάειν is used for combining triangles, and then refers to the 89b occurrence of 'σύστασις' cited in LS under the active A.I.1:

At 89A, σύστασις means the 'bracing', 'pulling together' of the body by gymnastic exercise. Taylor (1928, 626) there compares Laws 782A πόλεων συστάσις καὶ φθοράς (p. 231).

Here is Taylor on 89 A:

The word [σύστασις] is used here to denote the process antithetical to κἄθροισις. κἄθροισις removes the unwholesome and superfluous. σύστασις brings firmly and compactly together constituents which ought to be united. The one is a liquification, the other a solidification. Hence L. and S. should have given the reference to this passage under B.ii 4, not under A.I. [...] An exactly similar phrase is Laws vi 782 a 5 πόλεων συστάσις καὶ φθοράς, 'consolidations and dissolutions of cities', i.e. 'the rise and fall of states', and not very dissimilar are σύστασις νόσων καὶ τῆς περὶ τὴν νοσήματα συστάσεως, 'mortal formations' in b5. c4-5 *Idem* (under B II.2 in LS). Translate [the phrase in 89b] 'of all ways of purging and reforming the body'

In the revised I.SJ A.I.1 has been replaced by:

A.I.1* *bringing together, introduction, recommendation*, under which

A.1.1 *poniendo juntas, conglomeración, organización*, de las partes de un animal. Aristóteles *PA* 646a20, *GA* 744b28.sq., ul.: ἡ οὐ τοῦ σώματος ἢ διὰ γυμνασίου. Platón *Timeo* 89A,

y entre los sentidos 'pasivos':

B.11.1 *la conglomeración, construcción, estructura, constitución* de una persona o una cosa [referencias omitidas aquí].

B.11.2 *existencia, origen, vértice*. Platón *Timeo* 89B, cf. C, ἢ ἐξ ἀρχῆς πῶν ὄλων σφ. Diófil. 17, cf. Plutarco 2.427A, B, ο λαμβάνων. Aristóteles *HA* 547b14, Ποσειδ. etc.; de un río, *Id.* 9.43, 1.

y:

B.11.4 *de cuerpos. Llegar a ser compacto o sólido*, ἢ τοῦ ἕγρου περί τῆν ὑπερώων. Diófil. 157 D, cf. Plutarco 2.130C; ἔφικεν μέχρι συστάσεως Galeno.

En la explicación del sentido 'activo', Cornford cita varios pasajes en el *Timeo* en el que el verbo συνιστάσθαι es usado para la combinación de triángulos, y después se refiere al suceso 89b de χιρταρισίς citado en LS bajo la activa A.1.1:

En 89A, σύστασις significa *abrazando, juntando junto* del cuerpo por ejercicios gimnásticos. Taylor [1928, 626] ahí compara *Leyes* 782A πόλεων συστάσεις καὶ φθοράς, 'las consolidaciones y disoluciones de las ciudades', i.e. 'el surgimiento y caída de los estados', no muy desiguales σύστασις νόσων καὶ τῆς περὶ τὰ νοσήματα συστάσεως, 'formaciones mortales' en *h5*, 64-5 *σφρα* [conforme a B.11.2 en LS]. Traduce [la frase en 89b]: 'de todas las formas de agrupación y refonnación del cuerpo'.

Aquí está Taylor en 89A:

La palabra [σύστασις] es usada aquí para indicar el proceso activo de *κέρουσι, κέρουσι*, elevar lo insólido y superficial. σύστασις proporción a la vez fuerte y sólidamente los componentes con los que deben estar unidos. La primera es una licuefacción, la otra una solidificación. Por lo tanto L. y S. deberían haber dado la referencia a este pasaje. Cornford se a B.11.4, no conforme a A.1. Una frase exactamente igual es *Leyes* vi.782a5 πόλεων συστάσεις καὶ φθοράς, 'las consolidaciones y disoluciones de las ciudades', i.e. 'el surgimiento y caída de los estados', no muy desiguales σύστασις νόσων καὶ τῆς περὶ τὰ νοσήματα συστάσεως, 'formaciones mortales' en *h5*, 64-5 *σφρα* [conforme a B.11.2 en LS]. Traduce [la frase en 89b]: 'de todas las formas de agrupación y refonnación del cuerpo'.

En la revisión LSJ A.1.1 ha sido reemplazada por:

A.1.1* *llevando juntas, introducción, recomendación*, conforme a la cual

none of the LS references are included, the two Aristotle references being added to a new:

B.11.1* *the composition, structure, constitution of a person or a thing*

[LS] drop B 11.4 and its references, or replace it with

B.11.3* *of bodies, density or consistency.*

B.11.2 is replaced by

B.11.2* *coming into existence, formation*

The references are pretty much the same except for the addition of *Law* 782a, πόλινων συντάξεις καὶ φθοράς.

I do not intend to try to sort out all these alleged senses of σύνταξις. I take it to be clear that Cornford has to assume that if σύνταξις has an 'active' sense it must mean something like 'put together by assembling'. I do not know of a clear case in the context of physical science where σύνταξις (as opposed to συνίστημι or συνιστάω) has the sense of assembling parts, but in any case I see no reason to suppose it has such a sense in the present passage.²⁵ For there seems to me nothing impossible or even difficult about an interpretation which takes σύνταξις in the sense B 11.2*, 'coming into existence', 'formation', and takes Timaeus to be saying that the formation of the rudimentary triangles produced triangles of different sizes and is responsible for the different sizes.

Appendix 2. 58d4 — 59a8

I want to say a word about one other passage in the *Timaeus* which Cornford interprets in terms of transformations between different sizes of solids of the same kind. In the passage Timaeus distinguishes between ordinary liquids and metals, which become fluid when fire melts them. Ordinary liquids are apparently said to flow because they contain small water particles of unequal size, ἐτό μὲν ἴσιν ὑγρὸν αἰὲρ τὸ μέγιστον

²⁵ Even if Cornford were right about the required sense of σύνταξις, he has further to assume that it makes no sense for Timaeus to speak of the (atomic) rudimentary triangles being assembled. But it seems quite possible that Timaeus could have in mind an assembly of the triangles out of more ultimate principles, principles which, as I have mentioned, he refuses to discuss.

ninguna de las referencias del LS están incluidas, las dos referencias Aristotélicas siendo agregadas a una nueva:

B.II.1* la *composición, estructura, continuación* de una persona o cosa.

I.SJ cae en B.II.4 y sus referencias, o reemplazado esto con

B.II.3* de cuerpos, *densidad e consistencia*.

B.II.2 es reemplazada por

B.II.2* *visiéndola o existir, formación*.

Las referencias son casi las mismas excepto por las inclusiones de *Leyes* 782a, πόλεων συντάσεις καὶ φθοράς.

No me propongo intentar clasificar todos estos supuestos significados de σύντασις. Pienso que está claro que Cornford tiene que asumir que si σύντασις tiene un significado 'activo' este debe significar algo como 'unir mediante ensamblamiento'. Desconozco algún caso claro en el contexto de la ciencia física donde σύντασις (como opuesto a συνίστημι o συνιστάνω) tiene el sentido de ensamblar partes, pero en cualquier caso, no veo la razón para suponer que tiene tal sentido en el pasaje presente.²¹ Por lo tanto, no me parece imposible o difícil la interpretación que toma de σύντασις en el sentido B.II.2*, 'llegando a existir', 'formación', y tomar a *Timeo* como el que dice que la formación de los triángulos rudimentarios produce triángulos de diferentes tamaños y es responsable de esos diferentes tamaños.

Apéndice 2. 58d4-59a8

Quiero decir una palabra acerca de otro pasaje en el *Timeo* que Cornford interpreta en términos de transformaciones entre diferentes tamaños de sólidos del mismo tipo. En el pasaje *Timeo* distingue entre líquidos ordinarios y metales, que se convierten en fluidos cuando el fuego los funde. Se dice que los líquidos ordinarios aparentemente fluyen porque contienen pequeñas partículas de agua de tamaños desiguales [το μὲν

21. Aun si Cornford estuviera en lo correcto acerca del sentido requerido de σύντασις, él tendría enuncias que suponen que no tiene sentido para *Timeo* hablar de los triángulos rudimentarios (atómicos) que se ensamblan. Pero parece muy posible que *Timeo* podía tener en mente un ensamblamiento de los triángulos fuera de los principios más últimos, principios que, como ya he mencionado, él se rehúsa a discutir.

είναι τῶν γενῶν τῶν ὕδατος ὅσα σμικρὰ ἀνίσων ὄντων κινητικῶν αὐτὸ τε καθ' αὐτὸ καὶ ὑπ' ἄλλου διὰ τὴν ἀνωμαλιότητα καὶ τὴν τοῦ σχήματος ἰδέαν γένησεν).

Metals in their solid state are characterized by large particles of a single size. Melting is said to involve the entrance of fire which breaks the particles up (*dioluenai*) and makes the metal lose its uniformity. This description suggests that the loss of uniformity is due to the presence of fire particles among the water particles and the dissolution of some of the latter (and perhaps their recombination as air or fire particles). However, Timaeus goes on to describe the process of melting as a *kathairesis* of the *anglia*, which Cornford understands as a 'reduction in bulk' of the water particles.

Timaeus next describes the solidification of liquid metal as a matter of the departure of fire and the pressing together by the air of the liquid *anglia* into the spaces abandoned by the fire, which makes the liquid uniform again. Timaeus characterizes the process opposite to melting, which he calls cooling (*psucsis*), as the departure of fire. This characterization of cooling suggests that the most important and perhaps only issue of uniformity in the case of metals is the presence or absence of fire particles. Cornford's [1937, 250] description of solidification is pure chutzpah:

The thrust communicated to the air by the fire which is expanding it causes the metal to pass back from the liquid state to the solid. *This means that the small icosahedra reform themselves as large icosahedra of their original grade [...]* [my italics].

Cornford [1937, 250] seems to acknowledge the difficulty of his interpretation when he goes on to say:

Some details of the two processes are not completely explained. Plato would not have vouched for them all; he only means that something of this sort must happen, and the mechanical explanation can at any rate be carried thus far.

The only real support for Cornford's interpretation seems to me to be the phrase *kathairesis* of the *anglia*. I am inclined to think that Cornford's understanding of it depends on his interpretation of Timaeus' chemistry, and that the reading of Taylor and Archer-Hind which makes it pick up the reference to the dissolution of the solidified metal or of its particles is more likely. [Archer-Hind translates 'dissolution of the mass', and Taylor speaks of the splitting up of icosahedra].

οὐκ ἔγρδν διὰ τὸ μετέχον εἶναι τῶν γενῶν τῶν ὕδατος ὅσα σμικρὰ ἀνίστων ὄντων κινητικῶν αἰετὸ τε καθ' αὐτὸ καὶ ὑπ' ἄλλου διὰ τὴν ἀνωμαλότητα καὶ τὴν τοῦ σχήματος ἰδέαν γέγονεν].

Los metales en su estado sólido están caracterizados por partículas grandes de un sólo tamaño. Se dice que fundir involucra la entrada de fuego que rompe las partículas (*diaphorē*) y hace perder al metal su uniformidad. Esta descripción sugiere que la pérdida de uniformidad se debe a la presencia de partículas de fuego entre las partículas de agua y la disolución de algunas de las últimas (y a lo mejor su recombinación con partículas de aire o fuego). Sin embargo, *Timeo* continúa describiendo el proceso de fundición como un *kathairein* del *orgkta*, que Cornford entiende como una 'reducción en volumen' de las partículas de agua.

Después *Timeo* describe la solidificación del metal líquido como una cuestión de la salida del fuego y la presión del aire del líquido *orgkta* en el espacio abandonado por el fuego, que hace al líquido otra vez uniforme. *Timeo* caracteriza el proceso opuesto a la fundición, al que llama enfriamiento (*psukxis*), como la salida del fuego. Esta caracterización del enfriamiento sugiere que el asunto más importante o a lo mejor el único de la uniformidad en el caso de los metales es la presencia o la ausencia de partículas de fuego. La descripción de Cornford [1937, 250] de la solidificación es pura desfachatez:

El impulso comunicado al aire por el fuego que lo está expendiendo causa al metal pasar de regreso del estado líquido al sólido. *Esto significa* que los pequeños icosaedros se reforman a sí mismos como los icosaedros grandes de su grado original [.]. [Las itálicas son mías].

Cornford [1937, 250] parece reconocer la dificultad de su interpretación cuando continúa diciendo:

Algunos detalles de los dos procesos no están completamente explicados. Platón no tendría la garantía para todas ellas: el sólo intua que algo así debía pasar, y la explicación mecánica puede de cualquier modo ser llevada hasta este punto.

El único apoyo real para la interpretación de Cornford me parece que es la frase *kathairein* del *orgkta*. Yo me inclino a pensar que el entendimiento de Cornford de esto depende de su interpretación de la química de *Timeo*, y que la lectura de Taylor y Archer-Hind que lo hizo recoger la referencia a la disolución del metal solidificado o de sus partículas es más probable. [Archer-Hind traduce 'disolución de la masa', y Taylor habla de la división del icosaedro].

Bibliography

- AHLVERS, Arthur. 1952. *Zahl und Klang bei Platon*. Bern and Stuttgart: Paul Haupt (Noctes Romanae 6).
- BROUSS, E.M. 1951. "La chimie du Timée." *Revue de Métaphysique et de Morale* 56: 269-282.
- CYRINFORD, Francis. 1957. *Plato's Cosmology*. London: Routledge and Kegan Paul.
- DRIMMOND, John. 1982. "Indivisible Lines and the *Timaeus*." *Apeiron* 16: 63-70.
- HOLLE, William. 1971. "The mathematical foundation of Plato's atomic physics." *Isis* 62: 46-46.
- TAYLOR, A. E. 1928. *A commentary of Plato's *Timaeus**. Oxford: Clarendon Press.

Ian Mueller is professor of philosophy at the University of Chicago. He is the author of *Philosophy of Mathematics and Deductive Structure in Euclid's Elements* (1981) and the editor of *Peri Ton Mathématon: Essays on Greek Mathematics and its Later Development* (1991). He is currently preparing a translation of Alexander of Aphrodisias's commentary on Aristotle's modal logic.

Bibliografía

- AHLVERS, Arthur. 1952. *Zahl und Klang bei Platon*. Bism and Stuttgart: Paul Haupt (Nectes Rurnanic 6)
- BRUINS, F.M. 1951. "La géométrie du *Timeo*." *Revue de Métaphysique et de Morale* 56: 269-282
- CORNFORD, Francis. 1937. *Plato's Cosmology*. London: Rnuledge and Kegan Paul
- DRUMMOND, John. 1982. "Indivisible Lines and the *Timaeus*." *Apocritica* 16: 63-70.
- POHLE, William. 1971. "The mathematical fundacion of Plato's atomic physics." *isr* 62: 36-46
- PAYLOR, A.F. 1928. *A summary of Plato's Timaeus*. Oxford: Clarendon Press

Ian Mueller es profesor de Filosofía en la Universidad de Chicago. Es autor de *Philosophy of Mathematics and Deductive Structure in Euclid's Elements* (1981), y editor de *Peri Ton Mathêmatôn: Essays on Greek Mathematics and its Later Development* (1991). Actualmente, se encuentra preparando una traducción del comentario de Alejandro de Afrodisias sobre la lógica modal de Aristóteles.