

NOTAS

RHISMÓS, DIATHIGÉ, TROPÉ

ALEJANDRO RIVERO
Universidad Carlos III (Madrid)

RESUMEN

Se arguye que las propiedades de los átomos de Demócrito son similares a aquéllas de las formas de volumen en geometría diferencial. Este tipo de átomos no tiene tamaño de magnitud finita.

ABSTRACT

It is argued that properties of Democritus atoms parallel those of volume forms in differential geometry. This kind of atoms has not size of finite magnitude.

La cuestión de las propiedades de los átomos fue oscurecida en la antigüedad a partir de Aristóteles, que en [DK, 67 A 6] comenta la caracterización de los átomos dada por Demócrito. Ésta consiste en las tres palabras que encabezan esta nota, y Aristóteles parece traducirlas por *skhéma*, *táxis*, *thésis*. Aproximadamente, la descripción de Demócrito podría interpretarse como *estructura*, *contacto* y *dirección*, mientras que la traducción aristotélica correspondería a *figura*, *orden* y *posición*.

En cualquier caso, desconcierta a los comentaristas la ausencia de propiedades que sustenten las nociones de *peso* y *tamaño*. Parece ser que ya en la antigüedad se adscribe a la *figura* un tamaño, y a partir de ahí hay un debate de siglos acerca de cómo los átomos pueden ser indivisibles físicamente si resultan tener una extensión finita y por ello son divisibles matemáticamente. El error se reafirma en otras notas de Aristóteles sobre los átomos. Por ejemplo, en [DK, 68 A 60] se afirma que el peso de los átomos es proporcional a su magnitud o tamaño.

Uniendo los conceptos matemáticos y físicos, es posible sostener que este tamaño finito no estaba presente en la teoría original y que las dificultades para obtener (y/o comprender) los libros de los atomistas indujeron a imaginar tal propiedad.

Un resumen del estado de la cuestión en el siglo XIX puede encontrarse en [MARX 1841]. El debate de la divisibilidad del átomo se prolonga en este siglo, con Burnet y, quizás, Burnes en un lado y Guthrie y Furley en el otro (véase el resumen de [COHEN, 1999]). Furley apunta con acierto que los argumentos atomistas deben entenderse dirigidos hacia las paradojas de Zenón, y él mismo explota este punto de vista en la paradoja de pluralidad, pero se engaña, por falta de material matemático, en el enfoque de la paradoja de la flecha. Por ello se muestra aún desconcertado en su interpretación de la forma o figura.

Ocurre que los atomistas no atacan la paradoja de Zenón ni eliminándola aristóticamente, ni superando la contradicción, sino haciéndola consistente con su esquema del mundo, donde átomos y vacío (ἔν, μηδέν) tienen similar existencia, dependiente la de uno de la del otro. Un matemático moderno entiende este juego en la dualidad de homologías y cohomologías, que se conservan independientemente de si el espacio es un *continuum*, una discretización o incluso algo difuso sin coordenadas conmutativas. Estas herramientas se han desarrollado tardíamente, pues el análisis del continuo podía hacerse mediante el atajo de los infinitésimos newtonianos. Al menos no podría confiarse en que se hubiera ya analizado el concepto de *puesta en contacto*, *diathigé*, como un hecho geométrico relacionado con las formas de los átomos. Pero hasta entrado este siglo nos faltaba una pista relevante sobre la geometría de Demócrito.

De hecho, es posible que incluso los escoliastas de la época antigua tuvieran difícil acceso a esta mención clave: la carta de Arquímedes a Eratóstenes conocida popularmente como el *Método*, cuya única copia (parcialmente) conservada fue encontrada ya al final del siglo XIX. En el *Método*, Arquímedes explica que algunos resultados sobre el volumen de figuras planas y de sólidos pueden ser obtenidos asignando un *peso* a las rodajas infinitesimales que componen la figura y sumando los pesos mediante algún método propio de la mecánica; por ejemplo, contrapesando cada rodaja mediante la ley de la palanca. Arquímedes rechaza la validez matemática de pruebas que usen este método, pero sugiere que es una buena pista para buscar resultados que luego puedan ser probados usando métodos aceptables, como la exhaustión de Eudoxo.

Es más: Arquímedes comienza su carta dándonos una referencia que ningún otro autor ha preservado; nos dice que Eudoxo encontró la prueba de la relación entre el volumen del cono y el del cilindro, que fue Demócrito el primero en enunciar esta fórmula, y que no dio una prueba aceptable, esto es, matemáticamente rigurosa.

Esta noticia es tan reciente que [DK] no llega a darle número en el catálogo y se limita a relacionarla, al igual que [THOMAS] y varios autores posteriores, con el fragmento [DK 68 B 155], añadiéndola como nota al pie. Ello tiene la consecuencia funesta de que no se incluya en algunas traducciones o recopilaciones basadas en [DK]. Para colmo, la clandestinidad del *Método* durante el periodo de 1920 a 1970 ha impedido — pese a lo que anuncian algunas traducciones — una edición crítica del trabajo de Arquímedes, quedando las lecturas de Heiberg como única fuente. Hoy en día aún no

se han examinado todas las páginas del palimpsesto desencuadrado, y no sabemos cuánto de Heiberg hay en los dibujos que se proporcionan o si hay más pistas sobre el trabajo de Demócrito.

Sí que es, en cambio, ampliamente conocido el dicho fragmento [DK, 68 B 155], un extracto de Plutarco donde Crisipo estudia los segmentos obtenidos al cortar un cono por planos paralelos a la base y arbitrariamente cercanos. Se nos informa en él de que Demócrito no podía escoger ninguna de las dos alternativas presentadas: o bien las superficies de corte son desiguales, en cuyo caso el cono sería una especie de zigurat de escaleras microscópicas, o bien ambas superficies son iguales, con lo que su unión construiría un cilindro. El que Demócrito, fundador del atomismo, no se decidiera por la primera opción ha sido interpretado tradicionalmente como la marca de una diferencia esencial entre sólidos físicos y sólidos matemáticos: los primeros tendrían átomos de tamaño finito, los segundos serían continuamente divisibles. Pero entonces es igualmente sorprendente que no se decidiera por la segunda opción.

En la nota 179 [GREDOS] podemos leer un resumen de las posiciones encontradas a las que han dado lugar los estudiosos modernos en sus intentos de unir estas dos noticias. En los puntos más extremos cabe citar, por un lado, a A. Wasserstein, que [WASSERSTEIN, ref. HAHM] plantea que el dilema tenga como objetivo negar la existencia de unidades matemáticamente indivisibles y, por otro, a Mondolfo, cuya monografía *Infinito* postula [GREDOS], que Demócrito se plantea el problema de lo infinitesimal y anticipa el método de indivisibles de Cavalieri.

Aquí nuestra postura es aún más extrema que la de Mondolfo: nosotros sospechamos que los indivisibles matemáticos y los físicos son los mismos.

Que el corte del cono tiene que ver con Zenón lo podemos ver desde el punto de vista de [AGC], que en su ataque primero aborda la cuestión desde el punto de vista lingüístico de apuntar con un *ahora*. O, desde un punto de vista matemático, podemos pensar que la paradoja del cono corresponde a un cambio de una altura l y un área A a un área $A+dA$ y una altura l' que se presume casi igual a l , mientras que la paradoja de la flecha se pregunta acerca del cambio cuando desde un tiempo t con posición L se pasa a una nueva posición $L+dL$ en un tiempo que se presume casi igual a t . En cualquier caso vemos que responder a la flecha de Zenón es responder sobre la cuestión de las rodajas (quizás deberíamos mencionar aquí otras respuestas recientes, como la de J. Barbour: *no es la misma flecha*).

Esta cuestión de la diferencia entre rodajas del cono podría ser uno de los puntos considerados por Epicuro para afirmar [DK, 68 A 43] que *los átomos no pueden tener magnitud [...] pero hay entre ellos ciertas diferencias de magnitud*. En cualquier caso, Epicuro llega tras Platón y Aristóteles, así que cierta confusión relativa a la magnitud (*mégethos*) estaba ya presente. Deberíamos interpretar la ausencia de magnitud como la imposibilidad de comparar un átomo con cualquier magnitud en el sentido de

Euclides, sean longitudes, áreas o volúmenes. La diferencia de magnitud puede aún ser implementada si la asignamos a la propiedad llamada *rhismós*, cuyo nombre parece ser el único de los tres capaz de llevar aparejado un número. Entendiendo esta palabra con su significado original, en la línea de *estructura*, sin el significado geométrico que conlleva la traducción *figura*.

Esta diferencia de magnitud corresponde a una densidad que nos dice cuánto va a haber de una rodaja a la siguiente si introducimos externamente el dato de la distancia entre los cortes sucesivos de dos rodajas. No juega un papel espacial, sino uno similar al ángulo en el teorema de Tales: cuando fijamos un valor en una de las rectas, la proporcionalidad nos da una longitud correspondiente en la otra.

A pesar de no tener un papel métrico directamente como magnitud, el átomo sí que debe informarnos aún de propiedades relativas a la orientación espacial, justo para saber si es apropiado o no pivotar en tal segmento atómico para calcular magnitudes en tal dirección. Para comprender cómo juegan aquí las otras dos propiedades de los átomos de Demócrito, es útil intentar resolver la descomposición de un cono en rodajas y su suma. Cada rodaja plana tiene el área de un círculo, y debe ser colocada en un orden determinado. Estas rodajas no tienen magnitud en la dirección del eje de simetría, pero aún poseen magnitud finita, de área, en la dirección ortogonal (en este sentido el problema de la flecha es más sencillo que el del cono). La misma técnica analítica debe por tanto ser aplicada a estas áreas, y luego a las líneas resultantes. Los elementos finales no tendrán magnitudes, pero para poder sumarlos necesitamos preservar su ordenación y su orientación espacial, así como un peso.

Luego aquí tenemos las tres propiedades enunciadas. El análisis coincide con la observación de Galeno [BERNABÉ, noticia 5, y ORTH], donde la propiedad de orientación consiste en si un átomo debe estar situado *delante, detrás, a la derecha o a la izquierda* de otro. La propiedad de puesta en contacto, asociada con la *ganchudez* de los átomos, nos impide construir cilindros con átomos de conos, o viceversa.

El vocabulario democriteo refleja adecuadamente la construcción matemática. La traducción de Aristóteles pierde rasgos relevantes, no consigue incorporar su carácter operativo. La insistencia en esta nueva nomenclatura, que vemos en *Metafísica VIII 2 (1042b)*, en [DK 67 A 9], en [DK 68 A 45], en [DK 68 A 38] y en [DK 67 A 6], va borrando de la memoria el significado primitivo. Interesante es [DK 68 A 48 b], donde la figura ha pasado a tener distinto tratamiento que las otras dos diferencias.

Si revisamos ahora el cálculo de Arquímedes en el *Método*, vemos que usa una división en rodajas planas o lineales, dirigido por la simetría del problema que está enfocando. Entonces tenemos ahí nuevos ejemplos de *diathigé* y *rhythmós*, ambos necesarios para hacer la unión y suma de las rodajas. Un contacto ordenado o *diathigé* es también fundamental para la prueba rigurosa, ya que la convergencia del volumen se prueba (quizás por Eudoxo², y para el caso del cono) substrayendo una de otra dos

series ordenadas de rodajas finitas, inscritas y circunscritas, e iterando indefinidamente la división, obteniéndose la cancelación de ambas a partir de su ordenamiento en la substracción. Las rodajas del *Método* aún tienen una magnitud, la longitud, pero puede iterarse el método para eliminarla. Conviene recordar aquí que Arquímedes desarrolló en otros trabajos la cuestión de la densidad.

Entonces, recapitulando: ¿tienen los átomos tamaño? Debería ser ya claro que el peso está relacionado con el *rhythmós*, sin necesitar ninguna relación con un tamaño. En cuanto a los átomos matemáticos, si es que son diferentes de los físicos, puede seguramente decirse que no tienen tamaño, ya que sabemos que son las rodajas indivisibles que componen el proceso de integración. Podemos pensar sobre ellos bien como la forma infinitesimal de volumen bien como el producto ordenado de 1-formas diferenciales que construyen la de volumen. La puesta en contacto de unos átomos con otros corresponde a la mejor elección del sistema de coordenadas en el que integrarla (el peso de una forma de volumen moderna, recordemos, depende de las coordenadas escogidas), y la ordenación viene garantizada por el orden de integración o por la anti-conmutatividad de los diferenciales elementales. Pero si las propiedades de los átomos matemáticos son estas tres, sin ninguna adscripción de figura, y resulta que éstas eran también las únicas que se predicaban de los átomos físicos, no deberíamos dar tampoco a los átomos físicos ningún tamaño.

Con esta unificación de átomos físicos y matemáticos, ambos cuerpos sin magnitud, con estructura pero carentes de tamaño, es más interesante la disputa geométrica que un tiempo después sostendrían los epicúreos contra la fundación continua de la geometría. En matemáticas [SEDLEY], el debate que nos ha llegado versa sobre la posibilidad de construir un triángulo equilátero y de si ésta depende de la validez de un axioma no incluido por Euclides: que dos rectas que se intersecten no tengan ningún segmento común. En física, la cuestión era dar significado a la desviación mínima que un átomo puede y debe ejecutar (*en tiempo incierto, en lugar incierto*) y qué implicaba ello en términos de ángulos y desplazamientos. El acercamiento usual a estas cuestiones construye unos átomos con magnitud y figura, engarzados unos con otros para formar una línea. Tal solución tiene la grave dificultad de abjurar del vacío, y ni aun así puede explicar qué pasa cuando dos líneas se intersectan (sobre todo si no son perpendiculares entre sí): si lo hacen en un átomo común o si un átomo debe cortar a otros dos haciendo que éstos tengan partes. Pero aplicar el punto de vista de átomos sin longitudes y vacío espacial para suponer una recta compuesta de átomos sin tamaño separados por vacíos de la unidad mínima de medida resulta una solución demasiado ingenua. Puede ocurrir que dos rectas no se *intersecten* sino en el vacío intermedio, o que lo hagan tan sólo en un punto. Nuevamente, en ningún caso se ve ahí una duda razonable acerca de la existencia de segmentos comunes. Lo que parece conveniente es pensar en la recta como el camino más corto que un móvil realiza entre dos puntos, e imponer condiciones para que este camino sea dependiente de una composición de mínimas unidades perceptibles mediante alguna técnica dependiente de la *estructura* del átomo, propiedad ésta que el modelo

ingenuo no llega a usar. Las unidades mínimas tendrían que ver con cómo opera el átomo para atravesar el vacío entre los dos extremos.

Merece la pena notar que hoy en día conocemos alguna respuesta a estas dudas: las variaciones de posición de un átomo orbitando el espacio, cuando se suman no por sí mismas, sino multiplicadas por el momento correspondiente a cada situación, deben ser múltiplos enteros de una unidad mínima. Bohr y Sommerfeld saldan pues, sin saberlo, una vieja deuda con la matemática antigua.

Y sería interesante, como entorno de trabajo, pensar de qué manera la idea de 1-formas o campos de covectores infinitesimales podría ser visualizada en la vieja matemática. Estrictamente, en geometría moderna, estos covectores no tienen nunca tamaño, ya que sus propiedades de transformación no son las de un elemento geométrico. Una forma tradicional de representarlas en dimensión 3 es como dos planos paralelos cuya separación depende del módulo del covector. En cambio, la *propiedad de tamaño* sí que es asignable a sus duales, los campos vectoriales, y la integración se formula al actuar una forma sobre una corriente vectorial. En física, el dual al espacio de configuración tiene unidades de momento, y la integral de uno sobre el otro tiene las unidades de la constante de Plank y la propiedad de cuantización de órbitas cerradas que acabamos de mencionar.

En la teórica griega, al igual que una 1-forma no tiene tamaño, debería sugerirse que, ya que el tamaño no es una propiedad del átomo, lo es del vacío donde los átomos están. Si hay alguna diferencia entre átomos matemáticos y físicos, ésta sería que en los primeros el vacío es exhausto por infinitos planos, mientras que en los segundos, aun siendo semejantes a puntos que podrían moverse sin necesidad de espacio entre ellos, algo, quizás relacionado con la posibilidad de permitir interacción, cambio o movimiento, obstruye la posibilidad de llenar completamente el vacío.

Cuál podría ser el origen de la obstrucción no resulta claro, y su análisis se va fuera del alcance histórico de esta nota. Desde un punto de vista moderno, sabemos (gracias a construcciones como el cálculo deformado, o los grupoides tangentes, por nombrar dos vías) que la manera de obtener movimiento y evitar las complejidades de un límite es introducir un quantum, h , que nos da algún control del llenado pero que aún nos conduce a resultados clásicos (a través del teorema de Erhenfest o de límites clásicos o semiclásicos) a la vez que a los cuánticos. Estos argumentos necesitan de invariancia bajo dilataciones (o del grupo de renormalización) para evitar el límite infinitesimal, y están bien lejos de las posibilidades de los antiguos. Por otro lado, viendo la variación de áreas en los planos que cortan el cono, uno imagina que el movimiento, como cambio en distancia o posición, puede ser definido sin depender de llenar el vacío, y quizás esto cambiaría nuestra visión de las objeciones de Zenón. Podríamos también orientarnos a creer que el vacío es necesario para explicar los cambios como transformaciones de *moléculas* o para dar un campo de juego para las interacciones —lo que en la teoría atómica griega

ocurre a veces por medio de *éidola*, que serían un equivalente a fotones si los átomos fueran un equivalente a fermiones.

Aquí, saltando unos cuantos siglos, no debería dejar de señalarse la intuición del grupo de Cavalieri: con algún fundamento, decidieron llamar *átomos* a los componentes infinitesimales de una figura, y procedieron a construir el cálculo integral moderno como una suma de átomos. Independientemente de si Viviani u otros tenían acceso al trabajo de los antiguos, puede postularse que el usar esta palabra es obvio si pensamos que todo objeto geométrico con magnitud puede ser dividido. Sólo cuando los átomos (de esta geometría diferencial) no tengan extensión en el sentido usual, el postulado de división no les será aplicable. En cualquier caso, se ve que el atomismo no se enterró bien en la antigüedad. Lo reencontramos en Copérnico —que compara su sistema solar con un cuerpo compuesto de átomos—, o en problemas teológicos alrededor de la transustanciación. En el XVII está en el fondo de inspiración de todo géometra, llevando a anomalías tan divertidas como que el teorema fundamental del cálculo sea —¡correctamente!— atribuido a alguien que había dejado de publicar cuando Newton y Leibnitz hicieron sus hallazgos. Este géometra, Barrow, tiene al menos tres copias de Lucrecio en su biblioteca cuando Newton la cataloga.

Pero la presunta simplicidad del concepto de límite dejó a los átomos en la cuneta de la mecánica estadística. Corresponde a Plank provocar su resurrección en el marco original. Hoy, en física, la indeterminación en espacio de fase lleva a plantearse otras en espacio-tiempo, la ecuación de Dirac-Kähler formula las partículas de Dirac como campos de formas diferenciales, la teoría de campos cuánticos fuerza a sustituir la noción de límite por la de grupo de renormalización [R97, R98]. En matemáticas, la teoría de homologías y cohomologías se generaliza a la teoría de Connes y nos enseña cómo hacer geometría sin depender del análisis newtoniano. La constante de Plank actúa como hemos descrito arriba, en el punto angular de la dualidad, justo entre el espacio tangente y el cotangente.

La historia de la física teórica de este siglo, y puede que de la mitad del siguiente, es todavía la batalla por entender la necesidad de esta constante y sus consecuencias. Aquí hemos visto que los textos antiguos son compatibles con un razonamiento en el que los átomos tienen tan sólo *rhysmós*, *diathigué* y *tropé* como características propias, y donde el ser y el no ser dependen dualmente uno de otro a la hora de constituir la naturaleza. El no ser alberga magnitudes de longitud y distancia al igual que el ser alberga cantidades de momento o de masa. Como nota final, advirtamos lo que es quizás la coincidencia más divertida, una de notación, pero que puede servir como recordatorio: en la actualidad usamos la misma letra, *w*, como símbolo para *forma diferencial* pero también para *frecuencia*, *ritmo*.

Apéndice 1: Textos y traducciones

Noticia 67 A 6

ARIST. *Metaphys.* A 4 985b4

πλήρες καὶ στερεὸν τὸ ὄν, τὸ δὲ κενὸν τὸ μὴ ὄν (διὸ καὶ οὐθὲν μᾶλλον τὸ ὄν τοῦ μὴ ὄντος εἶναι φασιν, ὅτι οὐδὲ τοῦ κενοῦ τὸ σῶμα), αἷτια δὲ τῶν ὄντων ταῦτα ὡς ἕλην. καὶ καθάπερ οἱ ἐν ποιοῦντες τὴν ὑποκειμένην οὐσίαν τᾶλλα τοῖς πάθεσιν αὐτῆς γεννώσι, τὸ μανὸν καὶ τὸ πυκνὸν ἀρχὰς τιθέμενοι τῶν παθημάτων, τὸν αὐτὸν τρόπον καὶ οὗτοι τὰς διαφορὰς αἰτίας τῶν ἄλλων εἶναι φασιν. ταύτας μέντοι τρεῖς εἶναι λέγουσι, σχῆμά τε καὶ τάξιν καὶ θεσιν· διαφέρειν γάρ φασι τὸ ὄν ῥυσμῶ καὶ διαθιγῆ καὶ τροπῇ μόνον· τούτων δὲ ὁ μὲν ῥυσμὸς σχῆμά ἐστιν ἢ δὲ διαθιγῆ τάξις ἢ δὲ τροπῆ θέσις· διαφέρει γάρ τὸ μὲν Α τοῦ Ν σχήματι τὸ δὲ ΑΝ τοῦ ΝΑ τάξει τὸ δὲ Ι τοῦ Η θέσει.

[BERNABÉ] Leucipo y su compañero Demócrito dicen que los elementos son lo lleno y lo vacío —llamando a lo uno ser y a lo otro no ser—, y que de éstos lo uno es lleno y sólido, el ser, y lo otro vacío y sutil, el no ser, por lo que dicen que el ser no es más real que el no ser, porque tampoco el vacío lo es menos que el cuerpo. Asimismo dicen que éstas son las causas de los seres, a modo de su materia. Y así como los que consideran única la substancia subyacente generan las demás cosas de sus cualidades, postulando lo sutil y lo denso como principios de las cualidades, de igual modo dicen éstos que las causas de las demás cosas son las diferencias entre aquéllos. Dicen que éstas son tres: figura, disposición y posición, pues aseguran que el ser difiere sólo por la *configuración*, el *contacto* y la *orientación*. De estas diferencias, la *configuración* es la figura, el *contacto* es la disposición y la *orientación* es la posición. Difiere en efecto la A de la N en figura, AN de NA en disposición, Z de N en posición.

[GREDOS] Al igual que los que afirman que la sustancia subyacente es una y que todo lo demás es resultado de sus afecciones, sosteniendo que lo raro y lo denso son principios de las afecciones, también ellos [Leucipo y Demócrito] dicen que las diferencias <de los átomos> son causa de las otras <diferencias de las cosas>. Afirman en efecto que esas diferencias son tres: figura, orden y posición, pues dicen que el ser se diferencia únicamente por *estructura*, *contacto* y *dirección*; de éstos, la estructura es la figura, el contacto es el orden y la dirección es la posición. A difiere de N por la figura, AN de NA por el orden, I de H por la posición.

(Los dos traductores españoles coinciden en opinar que Aristóteles está efectuando una traducción de términos técnicos de los abderitas a términos propios. Un amigo

apunta, no obstante, que no es claro si la traducción es aristotélica o si viene ya de la propia escuela atomista).

(A.L.) Lleno y compacto lo que es [lo que sea], y vacío lo que no sea [lo que sea] (y

Pleno	sólido	es	es
	duro/terco		
	firme		

por ello dicen que en nada es más lo que es [...] que lo que no sea, porque tampoco

en absoluto

[es más] el cuervo que el vacío), y causantes de las cosas que son [lo que sean]

cadáver	son
---------	-----

serían estas como que leño. Así como los que hacen uno de la esencia subyacente

cosas	a modo de madera	una única cosa	substancia
	materia		

hacen nacer las demás cosas de los padecimientos de ésta, poniendo lo ralo y lo

ponen el origen de

pasiones/pasos

claro

atribuyen el nacimiento de

lo que le pasa a ésta

vano/vacío

flujo

tupido como principios de los padecimientos, de la misma manera también éstos

denso

guías

aflicciones

estos mismos

espeso

acontecimientos

apretado/prieto

lo que le pasa

dicen que las diferencias son las causas de las demás cosas.

culpas

Dicen por cierto que éstas son tres: figura, orden y posición.

Hablan de

configuración

puesto

apuesta

actitud

colocación

colocación

papeleta

sitio

situación

expediente

posición

imposición

continente

ordenación

postura

carácter

tesis

manera

Pues dicen que se diferencia lo que es [...] en ritmo, contacto y en manera

orientación

media

conexión

escansión

relación

vuelta

frecuencia

giro

regularidad

r/evolución

proporción

(?) solamente.

Y de éstos, el “ritmo” es “figura”, el “contacto” [es] “orden”, y la “manera”,

estas cosas

puesto

vueltagiro

“posición”. Pues difiere en primer lugar A de N en “figura”, AN de NA, en “orden” e I

postura

de H en “postura”.

posición

Y acerca del movimiento, de dónde o de qué modo les vendrá a las cosas que son

En cuanto al

la agitación

[...], también por “ritmo”, que es “figura”, o por “manera”, que es “postura”, o por

“vuelta”

posición

“contacto”, que es “orden”.
puesto

hacia dónde miran, se vuelven = Arist. punto de vista, colocación, situación
 cómo suenan o se miden = Arist. cómo quedan, figura, papel
 con qué pegan o entran en contacto = Arist. relación entre una serie ordenada,
 orden, sitio, puesto.

Noticia 68 a 60

ARIST. de gen. et corr. A 8. 326a 9

καίτοι βαρύτερόν γε κατὰ τὴν ὑπεροχὴν φησιν εἶναι
 Δ. ἕκαστον τῶν ἀδιαιρέτων.

ARIST. de caelo Δ 2. 309a 1

τοὺς δὲ στερεὰ [τὰ πρῶτὰ λέγουσιν] μάλλον ἐνδέχεται
 λέγειν τὸ μείζον εἶναι βαρύτερον αὐτῶν.

[GREDOS] Demócrito afirma, sin embargo, que cada uno de los [cuerpos] indivisibles es más pesado conforme a su preponderancia.

[GREDOS] Quienes dicen que [los elementos primeros] son sólidos, pueden muy bien afirmar que el más grande de ellos es también el más pesado...

Noticia en Arquimedes, Method, ed Heiberg II, 430, 1-9

... οὐ μικρὰν ἀπονείμαι ἂν τις Δημοκρίτῳ μερίδα πρῶτῳ τὴν
 ἀπόφασιν τὴν περὶ τοῦ εἰρημένου σχήματος χωρὶς
 ἀποδείξεως ἀποφηνάμενοι.

[THOMAS] This is a reason why, in the case of those theorems concerning the cone and pyramid of which Eudoxus first discovered the proof, the theorems that the cone is a third part of the cylinder, and the pyramid of the prism, having the same base and equal height, no small share should be given to Democritus, who was the first to make the assertion with regard to the said figure [type of figure?], though without proof.

(Heath, sobre la versión griega preliminar de Heiberg): But it is of course easier, when we have previously acquired, by the method, some knowledge of the questions, to supply the proof than it is to find it without any previous knowledge. This is a reason why, in the case of the theorems the proof of which Eudoxus was the first to discover, namely that the cone is a third part of the cylinder, and the pyramid of the prism, having the same base

and equal height, we should give no small share of the credit to Democritus who was the first to make the assertion with regard to the said figure though he did not prove it.

[GREDOS, 525] Acerca del cono y de la pirámide, <si bien> Eudoxo fue el primero que encontró la demostración de que el cono es la tercera parte del cilindro, y de que la pirámide [es la tercera parte] del prisma, siempre que tengan igual base y altura, habría *que adjudicar una parte no pequeña a Demócrito, que fue el primero en formular el enunciado respecto de la mencionada figura, aunque sin demostrarlo.*

Fragmento 68 B 155

Plutarco, de commun. not. 39 p. 1079 E.

ἔτι τοίνυν ὄρα τίνα τρόπον ἀπήνησε [Chrysippos]
 Δημοκρίται διαποροῦντι φυσικῶς καὶ ἐπιτυχῶς
 εἰ κῶνος τέμνοιτο παρὰ τὴν βᾶσιν ἐπιπέδῳ, τί χρὴ
 διανοεῖσθαι τὰς τῶν τμημάτων ἐπιφανείας, ἴσας ἢ
 ἀνίσους γιγνομένας; ἀνισοὶ μὲν γὰρ οὔσαι τὸν κῶνον
 ἀνώμαλον παρέξουσιν πολλὰς ἀποχαράξεις λαμβάνοντα
 βαθμοειδεῖς καὶ τραχύτητας, ἴσων δὲ οὐσῶν ἴσα τμή-
 ματα ἔσται καὶ φανεῖται τὸ τοῦ κυλίνδρου πεπονηθῶς ὁ
 κῶνος, ἐξ ἴσων συγκείμενος καὶ οὐκ ἀνίσων κύκλων,
 ὅπερ ἐστὶν ἀτοπώτατον.

[BERNABÉ] Si un cono se secciona por un plano paralelo a la base, ¿cómo debemos pensar que resultan las superficies de los pedazos, iguales o desiguales? Pues caso de ser desiguales comportarán que el cono es irregular y tiene muchas incisiones y rugosidades como escalones, pero de ser iguales serán iguales los pedazos y parecerá un cono con propiedades de un cilindro: la de estar configurado por círculos iguales y no desiguales, lo cual es totalmente absurdo.

[GREDOS] Si se seccionase un cono por un plano [paralelo a su base], ¿qué habría que pensar de las superficies de las secciones: que ellas son iguales, o que son desiguales? Si fuesen desiguales, harían que el cono fuera irregular, presentando muchas incisiones escalonadas y ásperas; pero si fuesen iguales, también lo serán las secciones, y el cono parecerá tener las propiedades de un cilindro, es decir, estará constituido por círculos iguales y no desiguales, lo cual es absurdo.

[THOMAS] Consider further in what manner it occurred to Democritus, in his happy inquiries in natural sciences, to ask if a cone were cut by a plane parallel to the base, what must we think of the surfaces forming the sections, whether they are equal or unequal? For, if they are unequal, they will make the cone irregular, as having many indentations, like steps, and unevennesses; but if they are equal, the sections will be equal, and the cone will appear to have the property of the cylinder, and to be made up of equal, not unequal, circles, which is very absurd.

[HAHM] If a cone were cut by a plane parallel to the base, how should one regard the surfaces of the (resulting) segments—equal or unequal? For if they are unequal, they will make the cone uneven with many step-like indentations and roughnesses. But if they are equal, the segments will be equal; and the cone will manifest the property of a cylinder, which consists of equal, not unequal, circles. And that is impossible. [Plutach then goes on to state that Chrysippus demonstrated Democritus ignorance by asserting that] the surfaces are neither equal nor unequal, but the bodies are unequal in that the surfaces are neither equal nor unequal.

Hahm apunta que τέμνοιτο parece indicar un proceso repetido de cortes.

[AGC, p. 53] se refiere al mismo texto: “Conviene examinar esto que digo sobre otro razonamiento antiguo, que nos ha llegado (trasmitido por Plutarco y confirmado por otro texto legible en palimpsesto: D-K II Demokritos B 155) a nombre de Demócrito, a quien, según Plutarco, se lo encontró una vez Crisipo debatiéndose con la cuestión: si a un cono se le corta por un plano paralelo a la base, las dos superficies resultantes del corte ¿son iguales o no son iguales? porque, si no lo son, el cono resulta *escalonado, con entrantes y salientes* (...), y si son iguales, entonces el cono es un cilindro. A lo cual, en puro y duro lenguaje matemático, hay que responder (como, según un arreglo probable del texto de Plutarco, respondió, como buen lógico, Crisipo) sencillamente, otra vez, por la negación conjunta: no son iguales ni desiguales”. El desarrollo de [AGC] prosigue apuntando algunos enlaces entre el corte en el cono y el corte en el tiempo.

Noticia 68 A 43

EPICUR. Ep. I 55 [p. 15, 12 Us.]

ἀλλά μὴν οὐδὲ δεῖ νομίζειν πᾶν μέγεθος ἐν ταῖς ἀτόμοις
ὑπάρχειν, ἵνα μὴ τὰ φαινόμενα ἀντιμαρτυρήῃ, παραλλα
γὰς δὲ τινὰς μεγεθῶν νομιστέον εἶναι.

[GREDOS] No debe pensarse que los átomos pueden poseer cualquier magnitud, porque esto está en contradicción con los fenómenos sensibles; debe admitirse, empero, que hay en los átomos ciertas diferencias de magnitudes.

Noticia en G. Helmreich, 'Handschriftliche Studien zu Galen' (ver [ORTH])

Ὁ Δεμόκριτος ἔλεγε ταῦτα δὴ τὰ πέντε ἀνδριρικά
(ἀνδριρικά)
ὀνόματα: ἔν, μηδέν, ῥυσμόν, τροπήν, διαθιγήν· ἔν μὲν
ὀνομάζων τὰς ἀτόμους, μηδέν δὲ τὸ κενόν, ῥυσμόν δὲ
τὸ σχῆμα αὐτῶν.

Ἔλεγε γὰρ ταῦτας διαφέρειν τῷ σχήματι τῷ τὰς μὲν αὐτῶν εἶναι
τριγώνους,

τάς δὲ κυβοειδεῖς, τάς δὲ ἀγκιστροειδεῖς, τάς δὲ σφαιρικός.

Ἔλεγε δὲ καὶ ὅτι πολλῶν σφαιρικών συννερχομένων γίνεται τῷ πυρὶ σχῆμα.

Τροπὴν δὲ τὴν θέσιν ὠνόμαζε τῷ τάς μὲν εἶναι πρόσω,

τάς δὲ ὀπίσω, τάς δὲ δεξιά, τάς δὲ ἀριστερά, διαθιγὴν δὲ τὴν τάξιν τῷ τάς μὲν εἶναι πρώτας, τάς δὲ δευτέρας.

[BERNABÉ] Demócrito decía que éstas eran efectivamente las cinco palabras determinativas: uno, nada, configuración, orientación, contacto. Le llamaba *uno* a los átomos, *nada* a lo vacío, *configuración* a la forma de aquéllos. Y es que decía que se distinguen por la forma, en que unos son triangulares, otros cúbicos, otros ganchudos, otros esféricos. También decía que al reunirse muchos esféricos se produce la forma del fuego. Llamaba *orientación* a la posición por los que unos están delante, otros detrás, otros a la derecha, otros a la izquierda, y *contacto* a la disposición según la cual unos están primero y otros después.

Para μηδέν , μηδέν y ἔν, vease [DK, 68 B 156].

Noticia 68 A 38

SIMPL. Phys. 28, 15 nach 67 A 8

παραπλησίως δὲ καὶ ὁ ἑταῖρος αὐτοῦ Δ. ὁ ὀΑβδηρίτης ἀρχὰς ἔθετο τὸ πλήρες καὶ τὸ κενόν, ὧν τὸ μὲν ὄν τὸ δὲ μὴ ὄν ἐκάλει ὡς <γάρ> ἕλην τοῖς οὐσί τάς ἀτόμους ὑποτιθέντες τὰ λοιπὰ γεννῶσι ταῖς διαφοραῖς αὐτῶν. τρεῖς δὲ εἰσιν αὐταί, ῥυσμὸς τροπὴ διαθιγὴ, ταῦτὸν δὲ εἰπεῖν σχῆμα καὶ θέσις καὶ τάξις.

ARIST. de gen. et corr. A 9. 327a 16

ὀρώμεν δὲ τὸ αὐτὸ σῶμα συνεχές ὄν ὅτε μὲν ὑγρὸν ὅτε δὲ πεπηγός, οὐ διαίρει καὶ συνθέσει τοῦτο παθόν οὐδὲ τροπῆ καὶ διαθιγῆ, καθάπερ λέγει Δ. οὔτε γὰρ μετατεθὲν οὔτε μεταβαλὸν τὴν φύσιν πεπηγός ἐξ ὑγροῦ γέγονεν.

[GREDOS] <D y L>, quienes sostienen que los átomos son materia de los entes, afirman que las demás <diferencias entre las cosas> son resultado de sus diferencias. Éstas son tres: *estructura, dirección y contacto*, lo cual equivale a decir *figura, posición y orden*.

[GREDOS] Vemos que el mismo cuerpo, que es continuo, se presenta a veces líquido, a veces sólido, sin que se haya producido en él división ni reunión <de partes> y sin que ello se deba a dirección ni contacto, como dice Demócrito: porque el cuerpo, de líquido se vuelve sólido sin transformarse <internamente> y sin modificar su naturaleza.

*Noticia 68 A 45,**Arist. Fis I 5, 188 a:*

Δ. τὸ στερεὸν καὶ κενόν, ὧν τὸ μὲν ὡς ὄν, τὸ δὲ ὡς οὐκ ὄν εἶναι φησιν· ἔτι θέσει, σχήματι, τάξει. ταῦτα δὲ γένη ἑναντίων· θέσεως ἄνω κάτω, πρόσθεν ὀπίσθεν, σχήματος γωνία εὐθὺ περιφερές.

[GREDOS] D, con lo pleno y lo vacío, a los que considera respectivamente ser y no ser y, además, con posición, figura y orden.

*Noticia 67 A 6**PHILOP. de anima p. 68, 3*

ῥυσμός λέξις ἐστὶν ὀβδηρικὴ, σημαίνει δὲ τὸ σχῆμα.

[GREDOS] *Estructura* es una expresión abderita que significa figura.

Noticia en Aristóteles Metapys. VIII 2, 1042 b

Δημόκριτος μὲν οὖν τρεῖς διαφορὰς ἔοικεν οἰομένῳ εἶναι (τὸ μὲν γὰρ ὑποκείμενον σῶμα, τὴν ὕλην, ἔν και ταῦτόν, διαφέρειν δὲ ἢ ῥυσμῶ, ὃ ἐστὶ σχῆμα, ἢ τροπῆ, ὃ ἐστὶ θέσις, ἢ διαθιγῆ, ὃ ἐστὶ τάξις).

[GREDOS, fr. 334] Demócrito, al parecer, pensó que tres son las diferencias [de las sustancias], pues el cuerpo sustrato, es decir, la materia, es uno y el mismo, pero difiere por estructura, que es figura, o por dirección, que es posición, o por contacto, que es orden.

*Noticia 67 A 9, parte**FARIST. de gen. et corr. A 1. 314a 21*

Δημόκριτος δὲ καὶ Α. ἐκ σωμάτων ἀδιαιρέτων τάλλα συγκεῖσθαι φασί, ταῦτα δὲ ἄπειρα καὶ τὸ πλῆθος εἶναι καὶ τὰς μορφάς, αὐτὰ δὲ πρὸς αὐτὰ διαφέρειν τούτοις ἐξ ὧν εἰσι καὶ θέσει καὶ τάξει τούτων.

ARIST. de gen. et corr. A 315b 6

Δημ. δὲ καὶ Α. ποιήσαντες τὰ σχήματα τὴν ἀλλοίωσιν καὶ τὴν γένεσιν ἐκ τούτων ποιούσι, διακρίσει μὲν καὶ συγκρίσει γένεσιν καὶ φθοράν, τάξει δὲ καὶ θέσει ἀλλοίωσιν. ἐπεὶ δὲ ὠιοντο τάλληθές ἐν τῷ φαίνεσθαι, ἑναντία δὲ καὶ ἄπειρα τὰ φαινόμενα, τὰ σχήματα ἄπειρα ἐποίησαν, ὥστε

ταῖς μεταβολαῖς τοῦ συγκειμένου τὸ αὐτὸ ἐναντίον δοκεῖν ἄλλωι καὶ ἄλλωι, καὶ μετακινεῖσθαι μικροῦ ἐμμειγνυμένου καὶ ὄλως ἕτερον φαίνεσθαι ἐνὸς μετακινήθεντος· ἐκ τῶν αὐτῶν γὰρ τραγωιδία καὶ κωμωιδία γίνεται γραμμάτων.

[GREDOS] ... las cosas difieren entre sí por sus constituyentes, así como por la posición y el orden de éstos.

[GREDOS] ... una tragedia y una comedia están, en efecto, compuestas de las mismas letras.

Noticia previa a 68 A 48 b, parte

ARIST. de gen. et corr. A 2. 315 ...

Διὸ μᾶλλον εὐλογον σώματα εἶναι ἀδιαίρετα. ὁλλὰ καὶ ταῦτα πολλὴν ἔχει ἀλογίαν. Ὅμως δὲ τούτοις ἀλλοίωσιν καὶ γένεσιν ἐνδέχεται ποιεῖν, καθάπερ εἴρηται, τροπῇ καὶ διαθιγῇ μετακινούντα τὸ αὐτὸ καὶ ταῖς τῶν σχημάτων διαφοραῖς, ὅπερ ποιεῖ Δημόκριτος.

[GREDOS] ... atribuyendo los cambios de una misma cosa a la dirección, al contacto y a las diferencias de figuras, como hace Demócrito.

Fragmento 68 B 162, in HOM. AB zu N 137

Δ. δέ τὸ κυλινδρικὸν σχῆμα ὀλοοίτροχον καλεῖ.

[GREDOS] D. llama *canto rodado* a la figura cilíndrica.

Noticia 68 A 48 a, escolio a Eucl. X I (a>b fi b>2ⁿa)

οὐκ ἔστιν ἐλάχιστον μέγεθος, ὡς οἱ Δημοκρίτεοι φασιν.

(LC, AR) No hay la tal unidad mínima que afirman los demócriteos.

Es interesante el uso de ἐλάχιστον, un término típicamente epicúreo, para referirse a la atómica abderita.

Respecto a esta unidad, no podemos resistirnos a citar el comentario de [SEDLEY]:

“Epicurus wrote a work *Περὶ τῆς ἐν τῇ ἀτόμῳ γωνίας*, *On the Angle in the Atom* (D.L. X 28)- I suspect that the Epicurean minimal unit, τὸ ἐν τῇ ἀτόμῳ ἐλάχιστον [D.L. X 58] was regarded as not having a geometrical shape of its own, since to have a shape is to have parts. Yet the atom composed of such minima does have a shape. The conceptual difficulties thus raised may have been the subject of this book”.

Fragmento 68 B 155 a*ARIST. de caelo* Γ 8. 307a 17

Δημοκρίτῳ δὲ καὶ ἡ σφαῖρα ὡς γωνία τις οὖσα τέμνεται.

SIMPL. de caelo p. 662, 10 ἔστι δὲ ... τὸ σφαιρικὸν ὄλον γωνία (Aristot. 307a 2): εἰ γὰρ τὸ συγκεκαμμένον ἔστι γωνία, ἡ δὲ σφαῖρα καθὸ ὄλην ἑαυτὴν συγκεκαμπται, εἰκότως ὄλη γωνία λέγεται.

[BERNABÉ] La esfera es toda ella una especie de ángulo (pues si todo lo que se dobla forma un ángulo, la esfera que toda ella está doblada, es toda ella un ángulo).

[GREDOS] La esfera es en cierto modo un ángulo.

Noticia 68 a 14*PHILO de prov. II* 13

propterea universas patriae leges dimovere visus est et quasi malus genius reputatus, ita ut periclitatus fuerit ne sepulcro ipso privaretur ob legem apud Abderitas vigentem quae insepultum prociendum statuebat qui patrias leges non observasset.

[GREDOS] Se le creyó subvertidor de todas las leyes patrias y se le vio casi como un espíritu maligno...

Apéndice 2: Cronología del palimpsesto de Arquímedes

Siglo X: Composición del texto matemático.

Siglos XII-XIII: Sobreescritura de un Eucologio.

¿? el manuscrito recibe un *ex-libris* de pertenencia a la biblioteca del monasterio de Mar Saba, la Gran Lavra de S. Sabas. Este monasterio fue fundado en el 483 y abandonado en 1440. El *ex-libris* fue examinado por von Tischendorf en 1846; al parecer se perdió en las posteriores peripecias del manuscrito.

1540: Joachim revitaliza el monasterio de Mar Saba.

1623: El monasterio, endeudado, es puesto a la venta.

1625: El monasterio es comprado por el Patriarcado Ortodoxo de Jerusalén.

1659: Isaac Barrow deja Constantinopla, donde ha estado entre uno y dos años. Su equipaje se pierde al incendiarse en Venecia el barco que lo transportaba, y vuelve por tierra a través de Alemania y Holanda.

1688: El patriarca Dositheos solicita autorización para restaurar Mar Saba.

1834: La biblioteca de Mar Saba contiene aún un millar de manuscritos.

Primer tercio del siglo XIX: Se efectúa al parecer un traslado de manuscritos desde Mar Saba al monasterio del Santo Sepulcro en Jerusalén, perteneciente al patriarcado.

1846: Von Tischendorf clasifica el palimpsesto en la biblioteca del Metochion del Santo Sepulcro en Constantinopla, *hija* de la del monasterio de Jerusalén. La hoja segunda del manuscrito es llevada a Cambridge.

1899: Papadopoulos-Kerameos clasifica el Euchologion en su catálogo de manuscritos del Metochion.

1906 y 1908: Heiberg lee el texto matemático en Constantinopla. Lo publica en 1913.

Década de 1920: Marie Louis Sirieix, funcionaria francesa, obtiene el manuscrito.

Década de 1930: Varios manuscritos son transportados a la Biblioteca Nacional de Grecia, pero el palimpsesto no se encuentra entre ellos.

1947: Anne Guersan, hija de M.L. Sirieix, pasa a custodiar el manuscrito.

1956: A la muerte de Sirieix en París, Anne y su hijo, Dr. Robert Guersan, quedan como depositarios.

Década de los 60: Jean Bollack, profesor de la Universidad de Lille y vecino de los Guersan, examina el manuscrito.

Década de los 70: El profesor A. Wasserstein y el padre J. Paramelle examinan el texto y sugieren su restauración. La restauración es llevada a cabo por *Etablissement Mallet* en París.

Entre los 70 y los 80: Los Guersan anuncian la venta del manuscrito con una discreta publicidad (200 copias) a diversas instituciones. Varias bibliotecas se interesan por el tema.

1984: un potencial comprador visita a los Guersan.

Marzo 1993: El manuscrito es consignado a Christie's para su venta.

29 de Octubre de 1998: El manuscrito es subastado en Nueva York. El comprador permanece anónimo, delegando en el anticuario londinense Simon Finch para la puja.

1999: Los juzgados de Nueva York emiten sentencia favorable a la venta del manuscrito.

1999-2000: Exposición pública del manuscrito en The Walters Art Gallery. El profesor Reviel Netz queda a cargo del trabajo científico sobre el palimpsesto.

Una cuestión abierta de relativa importancia es si I. Barrow pudo tener acceso al manuscrito. Durante sus últimos años, dedicados a la vida religiosa tras una conversión a la *Pascal*, su única referencia a lecturas bizantinas fue a la liturgia de S. Juan Crisóstomo, lo que implica cierto interés por los Eucologios griegos. Por otro lado, el viaje a Constantinopla siguió inmediatamente a una estancia con el equipo de Viviani, la mayor autoridad en Arquímedes de la época, y el propio Barrow divulgaría una serie de lecciones sobre Arquímedes como arranque de la cátedra Lucasiana.

Sería de interés un estudio de la trayectoria del resto de manuscritos con ex-libris de Mar Saba para determinar si algún envío fue realizado ya inmediatamente después de la compra del monasterio, quizás como precaución previa a la restauración, quizás por intereses del Metochion.

Agradecimientos

Quizás si el autor de este artículo hubiera caído en la cuenta de que lo de estudiar latín y griego de joven sirve justo para eso, para leer latín y griego, y no para la formación cultural y humana y esas zarandajas, quizás entonces, digo, habría puesto un poco de atención a ello. Como no fue así, mucho de esto ha necesitado la ayuda de amigos y compañeras de viaje que sí que son capaces de leer las cosas como eran antes de Aristóteles y han tenido la gentileza de sacar ratos entre Ateneos y cafés para discurrir tanto del texto principal como de fuentes y traducciones. Va aquí mi agradecimiento.

NOTAS

1 A preliminary version of this note, in English, can be found in [R00b], mirrored in <http://www.unizar.es/>

2 Para el área de cada círculo, una exhaustión no rigurosa es atribuida a Antifonte. Este sofista podría compartir con los atomistas su concepto de peso, v. [DK, 87 B 42].

BIBLIOGRAFÍA

[AGC] GARCÍA CALVO, A. (1993) *Contra el Tiempo*. Zamora.

[BERNABÉ] BERNABÉ, A. (1988) *Fragmentos presocráticos*. Madrid, 1997.

[COHEN] MARC COHEN, S. <http://faculty.washington.edu/smcohen/320/atomism.htm>

[DK] DIELS, H. & W. KRANZ, W. (1952) *Die Fragmente der Vorsokratiker*. Berlín.

[GREDOS] STA. CRUZ DE PRUNES, M.I.; CORDERO, N.L. y otros (1986) *Los Filósofos Presocráticos*. Madrid, vol. III.

[HAHM] HAHM, D.E. (1972) "Chrysippus' Solution...". *Isis*, v. 63, n. 217, 205-220.

[MARX 1841] Marx, K. (1971) *Diferencia de la filosofía de la naturaleza en Demócrito y en Epicuro*. Madrid.

[ORTH] ORTH, E. (1958) "Curae criticae I-II". *Emerita*, 26, 201-202

[R97] RIVERO, A. "Introduction to the tangent groupoid", <http://www.arxiv.org/abs/dg-ga/9710026>

[R98] RIVERO, A. "A short derivation of Feynman formula", <http://www.arxiv.org/abs/quant-ph/9803035>

[R99] RIVERO, A. "On the section of a cone", <http://www.arxiv.org/abs/math/9904021>

[R00a] RIVERO, A. "Dream of a Christmas Lecture", <http://www.arxiv.org/abs/physics/0001033>

[R00b] RIVERO, A. "Rhythμός, Diathigé, Tropé", <http://www.arxiv.org/abs/physics/0006065>

[SEDLEY] SEDLEY, D. (1976) "Epicurus and the mathematicians of Cyzicus". *Cronache Ercolanesi*.

[THOMAS] THOMAS, I. (1939) *Selections Illustrating the History of Greek Mathematics I*, 1991.

[WASSERSTEIN] WASSERSTEIN, A. (1963) Review of Sambursky "Physics of the Stoics", *J. Hell. Studies* v. 83, 189.

[WOOD] WOOD, Judge (1999) Southern District, "Greek Orthodox Patriarchate of Jerusalem v. Christie's, inc". QDS:02761536, *New York Law Journal*, September 3.