



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN HISTORIA
FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES HISTÓRICAS

La idea de infinito en el Renacimiento y el Barroco
Del problema cosmológico al infinito matemático

TESIS
QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:
DOCTOR EN HISTORIA

PRESENTA:
Francisco Javier Luna Leal

TUTOR PRINCIPAL: Dra. Laura Benítez Grobet, IIF-UNAM

COMITÉ TUTOR: Dr. Alejandro Herrera Ibáñez IIF,
Mtro. Ernesto Schettino Maimone FFyL,
Dr. José Antonio Rubial García FFyL,
Dr. Rafael Guevara Fefer FFyL,
Dr. José Antonio Robles García.
PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN HISTORIA

MÉXICO, D. F. Enero 2014



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

I gufi vedono che il cielo è fatto di numeri

‡

*Il cielo è fatto di numeri;
Hanno magnifiche storie,
Composte da cipressi e lauri;
In un vasto mare di stelle.*

†

*I gufi vedono di notte senza occhiali
I Pianeti con gli occhi razionali
La testimonianza delle stelle,
Che volano indifferenti come Farfelle.*

†

*Urla il lupo, rugge il leone,
Appresso applaude il cane.
Non vive chi non sa fingere,
Misurando meno di ombre.*

†

*Incantesimi per abbassare la luna,
Annunciando il futuro acuti.
Sorco, non seguire rana alcuna:2
Fino al termine non siamo vissuti.*

†

*Il cielo di numeri è fatto,
Ombre dell'ordine;
Magia nel vano dell'Astratto.
Fra la luce e le tenebre,
Il cielo di numeri è fatto.*

‡

Tabata Riva

Alla signora Morgana R,

Tiene ante sus ojos el motivo de todos mis afanes de estos últimos años, le presento con gusto ésta, mi historia sobre lo infinitamente grande y lo infinitamente pequeño, ambos desde una *lege Naturae inviolabili, ut diversa ista combinentur*. Esta es la historia del firmamento y el espacio, pero también de la Tierra y materia, de los números que desfilan majestuosos en el pensamiento y de las partes más remotas de un laberinto siempre continuo y siempre discreto. Es todo esto y muchas cosas más, porque es la historia de una idea que cambió la forma de ver el cosmos, que cambió todo desde la sombra más pequeña hasta lo inmenso. Las raíces profundas del tiempo se hunden mucho antes de los eventos narrados y los últimos brotes del árbol siguen floreciendo, sin embargo, nuestras fuerzas son finitas y sólo podemos contar una pequeña partícula de esa gran historia, aunque nuestra mente vuele libre por las eras y pueda intuir un antes y un después. Espero que en ese diminuto copo de nieve encuentre unidad y armonía, así como el gusto que da la razón y la imaginación cuando ambas se acompañan. Quisiera decirle que aunque las palabras son más, el trabajo vertido en este libro fue de muchos y gracias a todos ellos la historia de esta idea ha podido llegar a ser. Usted sabrá bien esto, pues esta historia no es más mía de lo que también es suya. Pero si el autor tiene algún derecho sobre sus letras, entonces le es válido ofrecerlas, máximo si es a quien ha compartido sus desvelos y apoyado con su tierna presencia .

il tuo Doctor

La idea de infinito en el Renacimiento y el Barroco
Del problema cosmológico al infinito matemático

Infinito, infinitésimo e Introducción	1
0 La cuestión pitagórica	11
0 ¹ El cielo está hecho de números	11
I Pitagorismo renacentista: magia y número	17
1. Historias maravillosas	17
2. Magia en el umbral	19
3. Anunciando el futuro	27
4. Alimenta al Gallo	31
5. Sombras del orden	39
II Nicolás Copérnico: la astronomía pitagórica	43
6. Aristarco y Copérnico	44
7. La antigua lira de Samos	52
8. El lobo que aúlla, el león que ruge y el can que se regocija	60
9. Quién no sabe disimular no sabe vivir	67
III Giordano Bruno: Unidad e infinito	71
10. Dejar las sombras y alcanzar lo verdadero	71
11. Si eres ratón no sigas a las ranas	84
12. Hasta el fin no hemos llegado	96
13. Unidos por una inefable ley: Máximos infinitos y Mínimos indivisibles	104
14. Cipreses por laureles	113
IV Johannes Kepler: armonía e indivisibles	118
15. Los búhos ven de noche sin anteojos	119
16. Perdido en un inmenso mar de estrellas	133
17. Planetas con ojos	142
18. Conjuros para bajar la Luna	151
19. Midiendo menos que sombras	167
V Galileo Galilei: Razón y Autoridad	177
20. El estudio de la verdad	177
21. No basta el testimonio de las mismas estrellas	190
22. Conjeturar en medio de sombras	206
23. Mariposas volando indiferentes	220
24. Inmenso y pleno	227
VI Wilhelm Leibniz: Todo conspira	234
25. Arena comparada con el firmamento	235
26. El Santuario de lo real: La dinámica sustancial	246
27. Entre luz y tinieblas	256
∞ Un loable interés	267
Glosario	270
Bibliografía	272

Infinito, infinitésimo e Introducción

*“Ma pur fussero i veri filosofi come l' aquile, e non più tosto
come la fenice.”*

Galileo, *Il Saggiatore*, §9.¹

La presente tesis trata de la idea de infinito que se tuvo en el Renacimiento y el Barroco, épocas comprendidas entre finales del siglo XV y principios del siglo XVIII. Son los siglos de la recuperación de lo clásico y la construcción de la ciencia, pero también de las quemadas de brujas y de las guerras de religión. Fue una gran época para los pensadores que estaban construyendo una nueva visión del mundo y también fue muy peligrosa, muchos descubrieron maravillas y luego fueron obligados a negarlas, ignorarlas u ocultarlas para salvar el prestigio, la fortuna o la vida. Dos de los conceptos con más hondas repercusiones en la visión del mundo que estaba surgiendo fueron los que nos proponemos a estudiar: infinito e infinitamente pequeño.

Ninguno de los dos conceptos fue totalmente propio de los inicios de la modernidad, ambos tenían ya una larga historia previa. Aunque el término “infinitesimal” como tal sí surgió en ese momento, es en muchos sentidos una refinación del concepto de “indivisible” que existe desde los griegos. Pero si no eran nuevos, fueron los pensadores de la modernidad quien los puso en el lugar central de la visión del mundo y también les hizo entrar en el mundo físico, los hizo reales, por decirlo así. Ambos conceptos son aspectos de la misma idea: aquello que está más allá de la medida, el infinito es lo que sigue de lo más grande y lo infinitamente pequeño, indivisible o infinitesimal, es lo menor entre lo más pequeño. No es raro que uno se relacione más con el universo y el otro con la materia; pero igual que la materia y el universo no son separables, tampoco son separables lo infinito y lo infinitesimal.

Matemáticamente ambas ideas tienen una serie de propiedades que en el mundo de lo finito nos resultan extrañas, inverosímiles, paradójicas o incluso imposibles. El orden de lo infinito desafía nuestra lógica, pero la idea cual sirena nos tienta y fascina. En este trabajo intento ensayar un orden de

1 “Más por qué los verdaderos filósofos son como las águilas y no más bien como el Fénix”

sucesión temático, aunque pueden existir otros muchos, quizás incluso infinitos otros. El tema lo estudio desde lo infinito en sentido astronómico y cosmológico y de ahí hasta llegar a lo infinitesimal físico y matemático. La sucesión no es causal, no es que el tema de lo infinitamente pequeño surja de lo infinitamente grande, tampoco es cronológico pues, de nuevo, ambos son muy antiguos. Pero mi camino no es arbitrario, pues al menos Nicolás Copérnico insinuó primero que el universo podía ser infinito y luego fue Giordano Bruno quien conectó lo infinito con lo infinitamente pequeño.

El viaje que propongo inicia con los fundamentos de una visión del mundo que insistía en el orden, la armonía, la unidad y la libertad intelectual. Esa visión del mundo se calificaba como pitagórica en el Renacimiento y es por ello que comienzo esta tesis con un breve apartado sobre el pitagorismo griego, para ver de dónde surgió esa denominación y cómo, en varios sentidos, a lo que los renacentistas nombraban como “pitagórico” se correspondía en buena medida lo que fue el pitagorismo antiguo. Las fuentes pitagóricas fueron valiosas en un sentido doble, pues fueron los antecedentes de los autores que vamos a tratar, pero también cada autor regresó a ellas a rescatar ideas o argumentos para complementar el legado recibido y construir mejor sus propias propuestas.

Después de ese pequeño previo y ya en el primer capítulo, muestro cómo esa tradición pitagórica fue recibida por los pensadores renacentistas y fue interpretada, depurada de muchas implicaciones medievales, y modernizada para servir como una filosofía para la investigación de la naturaleza. Los pensadores renacentistas, en específico los florentinos Ficino y Pico della Mirandola, insistieron en dos aspectos muy importantes para la investigación: uno, que el orden natural es absoluto, universal y que siempre produce con los mínimos principios los máximos efectos y, dos, que el hombre tiene la capacidad intelectual necesaria para comprenderlo y la libertad para investigar hasta las últimas consecuencias. Con ellos construyeron una visión de lo que era el mundo, hombre y su relación mutua, que escapaba a las normas cristianas. Sobra decir que hicieron esto inspirándose en la tradición pitagórica y, por ello, sus filosofías pueden ser vistas como una reedición del pitagorismo.

El segundo capítulo se centra en Nicolás Copérnico y su astronomía que cimentó con la filosofía

de la naturaleza de los florentinos. La astronomía copernicana puede ser vista como parte de una nueva visión del mundo, pues efectivamente alteró el orden y lugar de cada cosa en el universo. Cuando Copérnico puso al Sol en el centro del Mundo, modificó por completo cómo se pensaba la realidad, es por ello que además de admiradores tuvo muchos enemigos, como él mismo previó cuando escribiera sus ideas. Sin embargo, si las ideas de Copérnico eran radicales, no las llevó a su máxima expresión de radicalidad, ya que conservó muchos elementos de la astronomía tradicional.

En el tercer capítulo analizo las ideas de Giordano Bruno, quien retomó el heliocentrismo en el punto donde lo dejó Copérnico y lo llevó a sus últimas consecuencias. Bruno desarrolló las implicaciones de las ideas de Copérnico y mostró cuán incompatibles eran con la visión tradicional del mundo. En ese sentido marcó una diferencia, mientras Copérnico hizo una astronomía con tremendas implicaciones, Bruno ofreció una filosofía que abarcaba cada aspecto de la realidad y donde el heliocentrismo queda corto, pues para Bruno el Sol era un centro, pero no el centro absoluto del cosmos, sino únicamente el centro del sistema solar. Para Bruno, el cosmos sólo podía ser infinito, absoluto y eterno. Cabe aquí hacer una diferencia, si Copérnico se basó en el pitagorismo para hacer una astronomía copernicana, Bruno rehízo el copernicanismo en un nuevo pitagorismo, es decir, en un sistema filosófico y cosmológico completo. En base a lo anterior, entiendo por *copernicanismo* una teoría heliocéntrica con bases pitagóricas pero principalmente técnica, y en cambio *pitagorismo* (moderno) lo defino como una cosmología plena, coherente y racional. Así los uso a lo largo de este libro. Ahora bien, si los defensores del orden cristiano tradicional ya habían censurado a todos los pensadores antes mencionados, con Bruno dieron un paso más allá y declararon una guerra abierta a la nueva cosmología. La hoguera de Bruno se convirtió en el símbolo de la magnitud de esa lucha y en medio de esa guerra ideológica surgieron los sistemas de Kepler y Galileo.

El capítulo cuarto se dedica a Kepler, a cómo prosiguió la obra astronómica inconclusa de Copérnico y buscó terminar la construcción del sistema heliocéntrico. Kepler rechazó en principio el universo infinito de Bruno, pero aceptó las bases pitagóricas de éste y de Copérnico. Después,

conforme más avanzó en sus propósitos fue descubriendo que era imposible separar ambas cosas y hacia el final de su carrera se contentó con rechazar únicamente la homogeneidad del cosmos, una consecuencia del infinito, pero el infinito lo aceptó dentro de la armonía, que era lo mismo que aceptarlo completamente. Incluso Kepler puso las bases de una nueva matemática, la de indivisibles moderna, que se basaba en la idea de la existencia real de lo infinitamente pequeño.

El capítulo quinto trata sobre Galileo y el ocultamiento de la cosmología pitagórica en medio del aparente triunfo de los defensores de la visión tradicional del mundo. Galileo silenció casi por completo el problema del infinito, ocupándose más de completar la nueva física, compañera de la nueva astronomía, que de ofrecer nuevos argumentos cosmológicos. Las obras de Galileo son el testimonio de cómo la guerra cosmológica se ganó en el terreno teórico, pero se perdió temporalmente en el terreno de la política y el poder. Las condenas de la Iglesia, contra el copernicanismo-pitagorismo primero y luego contra el propio Galileo, dan cuenta de que el tema sobre el universo infinito estaba definitivamente cerrado para ella. Ante la imposibilidad de seguir desarrollando la cosmología pitagórica, Galileo optó por impulsar el camino de la matemática de los infinitamente pequeños, en apariencia un tema aparte del cosmológico.

Pero la matemática de indivisibles era la hermana menor de la nueva cosmología, surgía de los mismos ideales, de las mismas ideas, de la misma forma de ver el mundo. Desarrollar la matemática de indivisibles era continuar en cierta forma la cosmología pitagórica. Con la nueva matemática se refinaron argumentos y se descubrieron nuevas conexiones entre fenómenos y finalmente, cuando el peligro de morir en la hoguera terminó, la matemática de indivisibles sirvió para la reconstrucción de la cosmología del infinito. Este viaje inverso, de la matemática a la física y de ésta a la cosmología del infinito, es el capítulo sexto y final de esta tesis, dedicado a Wilhelm Leibniz, quien completó el cálculo de infinitesimales y también defendió de nuevo de forma abierta la existencia real de lo infinito y de lo infinitamente pequeño.

Que los capítulos sean seis, el primero de los números perfectos de los pitagóricos es sólo una

feliz coincidencia.

Como todo proyecto, este libro tuvo sus limitaciones; textos y autores completos no pudieron ser incluidos por la falta del espacio, tiempo y energía necesarios para poder abarcarlos. Entre los autores que no pude trabajar a fondo son destacables en gran medida: Cavalieri, Torricelli, Wallis y Harriot; aunque por diversos motivos, todos complementaban esta investigación. Algunos de estos personajes son breves menciones en el texto, como Cavalieri y Torricelli, quienes son un puente valioso entre Galileo y los matemáticos de finales del siglo XVII. John Wallis, quien perfeccionó el concepto de infinitesimal, aparece brevemente en el capítulo de Leibniz. Mientras que Thomas Harriot, un autor cuya importancia apenas va saliendo a la luz, fue apenas una nota a pie de página, aunque ese inglés, contemporáneo de Kepler y Galileo, tuvo una visión completa de la ciencia, que incluía un atomismo muy sofisticado, y hubiera sido un complemento valioso para sus contrapartes alemanas e italianas. Quizás lo que parece la ausencia mayor es la de ese destacado místico, alquimista y matemático que fue Isaac Newton, contemporáneo de Leibniz y autor de la otra gran síntesis de todas las ideas del infinito y de lo infinitesimal, su inclusión sería de gran valor como contraste a la línea de pensamiento que estudio aquí, pero eso implicaría profundizar en hechos y autores que bien valen para hacer otro doctorado.

Cambiando de los autores a las temáticas, un tema que quedó apenas esbozado es el de la astrología, la otra cara de la astronomía, que apenas ocupa unas líneas en diversos capítulos; sin embargo si uno desea comprender muchos de los temas astronómicos, de los símbolos que se manejan, de las bromas que se hacen, habría que conocer más a fondo esta extravagante disciplina. De entre todas las ramificaciones de la astrología hay una que es digna de mención y es que esa disciplina se conecta con la visión de un mundo ordenado, la astrología judiciaria; ésta proclamaba que incluso el destino del hombre estaba determinado por las estrellas. Aunque esa idea nos parece hoy carente por completo de valor científico, el trasfondo de ella es una de las bases de la ciencia. La idea de que las partes del universo se conectan unas con otras y que existe un orden que podemos interpretar son

presupuestos de toda investigación científica, esto es tan importante que incluso Kepler rechazó tirar al basurero de la historia toda la astrología, pues creía que podían existir vínculos ocultos, pero efectivos, como por ejemplo que la Luna podía controlar las mareas terrestres, aunque en ese momento no se conociera cómo lo hacía.

Pero si finalmente no incluí ni a los autores antes mencionados, ni desarrollé temas como los de la astrología, fue por buenos motivos. Por ejemplo, la astrología no ocupa espacios mayores porque desviaban el tema principal, lo hacía conectarse con el pasado, con la gran tradición medieval y helenística de los vínculos y las simpatías, tema apasionante sin duda. Pero mi intención era hacer avanzar la historia, proyectar el problema del infinito en la cosmología y la visión del mundo del Renacimiento hacia adelante, hacia el futuro y lo nuevo, no hacia atrás y al pasado. Respecto a Torricelli, Cavalieri y Wallis, fue en gran medida doloroso asignarles tan breves menciones, pero ellos forman parte de la historia del cálculo infinitesimal y sus tesis han sido trabajadas largamente por la historia de las matemáticas. En ese sentido, no era necesario insistir en la cohesión que existió entre ellos con Galileo antes y con Leibniz después, aunque sin duda volver a contar esa historia a la luz pitagórica de las conexiones que pude establecer en el Renacimiento sería apasionante y quizás en otro momento sea posible hacerlo.

Si sigo el orden propuesto anteriormente y con los autores específicos que elegí es porque existe una serie de ideas que espero demostrar conforme avance este libro. Primero, que el pitagorismo fue depurado hasta convertirlo en una ideología científica, incluso cuando no existía el concepto moderno de ciencia y se llamaba a menudo a la investigación de la naturaleza como "filosofía natural" o incluso "magia natural". Segundo, que ese pitagorismo fue la base común ideológica y filosófica que usó Copérnico para proyectar sus ideas astronómicas. Tercero, que Bruno recoge la herencia copernicana y florentina, que además rescata una tercera vía pitagórica, la dialéctica de contrarios, y con todo ello construye la cosmología implícita de Copérnico, cuya principal tesis para Bruno era la del universo infinito. Cuarto, que lo indivisible y lo infinitamente grande se relacionan dialécticamente, que son

opuestos y complementarios, y para abarcar algo infinito se necesitan bases indivisibles. Quinto, que la misma dialéctica de la cosmología la usó Kepler para hacer sus matemáticas de indivisibles. Sexto, que la condena del copernicanismo y luego la de Galileo cierran la libertad de seguir investigando la cosmología. Séptimo, que en la matemática de indivisibles, luego llamada 'cálculo', perviven los temas cosmológicos, como lo muestra que Leibniz usara la primera para reconstruir la segunda.

Finalmente, respecto al estado de la cuestión es difícil hacer una valoración justa pues existe ingente bibliografía sobre autores tan importantes como Copérnico, Bruno, Kepler, Galileo y Leibniz. Pero respecto al tema específico y a los vínculos entre los autores que sostenemos es mucho más fácil hablar. Alexander Koyré hizo la historia de la cosmología del infinito, el mismo título de su obra *Del Mundo cerrado al universo infinito* es más que explícito al respecto. Pero aunque Koyré recogió algunas discusiones sobre lo infinitesimal, sobre todo del atomismo físico, no relacionó ambas cosas de forma explícita. Miguel Ángel Granada ha insistido en la conexión de Bruno con varios aspectos de la ciencia moderna de Galileo y Kepler, y en varios momentos me dio valiosísimas pistas para seguir esta tesis. Massimo Bucciantini hizo el camino inverso, desde Galileo y Kepler hacia Bruno. Antonio Beltrán ha estudiado a Galileo con una profundidad que pocas veces he visto y aunque le da poco peso a la cosmología pitagórica del florentino, su estudio de la confrontación entre Galileo y la Iglesia me permitió trazar muchos puentes entre ambas cosas. Carlos Solís sí se adentró en un artículo sobre la “cosmología oculta” de Galileo y en ese sentido complementó para mí a Beltrán. De Copérnico hay poco accesible que sea de calidad o esté actualizado en el tema del pitagorismo renacentista o en el problema del universo infinito. Mientras que de Kepler hay mucho y actualizado, pero inconexo en términos globales. Bruce Stephenson y Field son grandes autores que estudian las ideas matemáticas y físicas de Kepler respectivamente, sin embargo las ponen un poco distantes entre sí, cuando el astrónomo alemán en realidad integró todo. Otro autor que intentó tratar más globalmente a Kepler fue Voelkel y me fue muy útil; creo que si se ponen los tres juntos, la imagen de Kepler adquiera una profundidad que le hace justicia. Respecto a Leibniz, los estudios sobre su persona son múltiples, y

afortunadamente la bibliografía, aunque un poco dispersa, es abundante y de gran calidad incluso en español. Finalmente, la novela de Koestler *Los Sonámbulos*, trata casi el periodo que manejo, aunque el tema de lo infinitesimal no aparece ahí, la considero como una bonita forma de iniciar a alguien en los temas de la cosmología, pese a sus exageraciones y algunos exabruptos del autor que no dejan de ser simpáticos. El tema de lo infinitesimal, que insisto, no tratan casi los autores que mejor manejan la cosmología, está en libros muy buenos de historia de la matemática y de ahí lo tomé. Pero dichos libros tienen el inconveniente de ser muy técnicos y nada históricos; así que el humanista que intente acceder a ellos deberá tener conocimientos de matemáticas nivel superior en muchos casos.

Finalmente pero nunca al último, muchas de las ideas que están presentes en este libro se las debo a mis asesores. Laura Benítez me mostró las múltiples conexiones y la riqueza del pensamiento moderno, Alejandro Herrera me guió a través de los problemas de lógica y de los laberintos de Leibniz. La erudición de Ernesto Schettino sobre Giordano Bruno, Galileo, filosofía griega y un largo etc., fue invaluable no sólo para mi doctorado sino para todo el camino desde mis estudios de licenciatura. Con todos tengo una deuda que no podré pagar, pero respecto a al tema de este libro le debo especialmente a José Antonio Robles, pues la lectura de su libro *Las ideas matemáticas de George Berkeley* me mostró las implicaciones cosmológicas de las matemáticas; la idea central de mi tesis la encontré ahí y luego con su amabilidad y con la confianza que me tuvo siempre fue como encontré el valor para seguir adelante en este infinito tema.

Además, agradezco a el CONACYT por la beca doctoral para la realización de esta tesis.

Nota sobre el aparato crítico.

El sistema de citación que uso trata de respetar el uso de originales y a la par dar las referencias de las ediciones modernas. En las citas primero aparecen los autores antiguos, luego el nombre original de la obra (y si existe una subdivisión en la obra antigua) y finalmente entre corchetes el apellido del editor/traductor moderno, el año de edición y la página. Los libros de autores modernos aparecen sólo

con el formato [apellido, año: página]. En el presente libro trato de contrastar a la mayor parte de las citas con las ediciones de los originales más usadas. Las citas normalmente tienen el contraste entre las traducciones al español y el original. Las citas más importantes tienen los textos completos tomados de los originales y cuando la cita es de particular relevancia aparece primero el original y la traducción al español a pie de página. Cuando las traducciones no las tomo de algún autor estas aparecen al final de la nota correspondiente entre comillas. Todas las traducciones que no tienen referencia son propias, excepto las del italiano al español que me fueron proporcionadas generosamente por Tabata Riva. También el Dr. Herrera me apoyó en varias ocasiones con los textos latinos. Sin embargo, cualquier error en las traducciones son responsabilidad absolutamente mía.

$$\rho(x) = -G(-x^2)/[$$

$$\pi k \leq p\theta - \alpha_0 \leq \pi/2 + 2\pi k, \quad p = 2$$

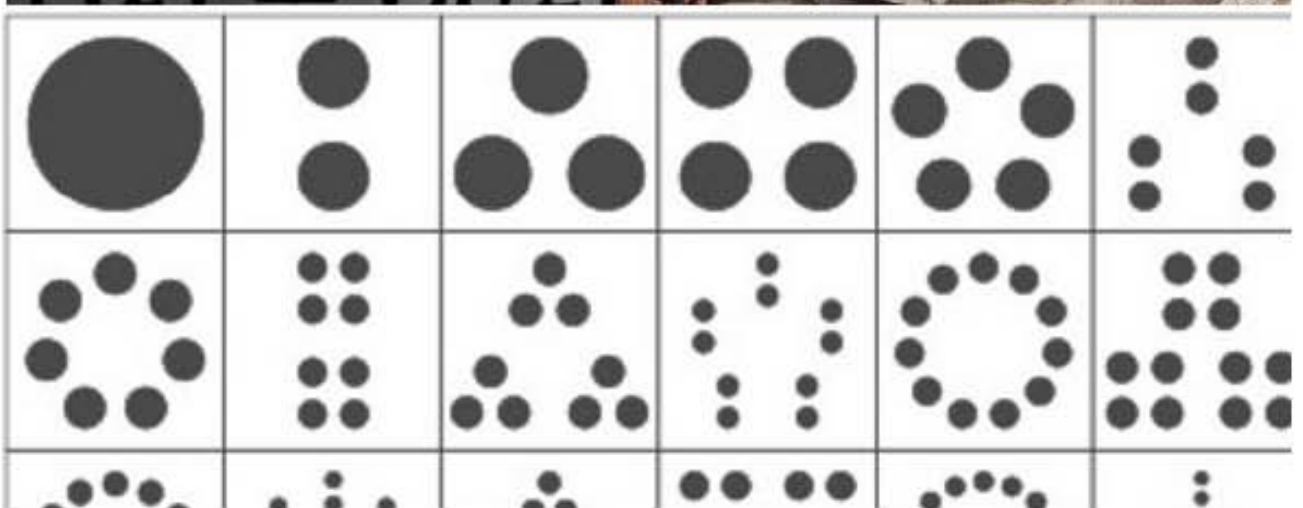
$$= \sum_{j=0, j \neq p}^n A_j \rho^j \cos [(p - j)\theta - \alpha_j] + \rho^n.$$

$$\rho^n > \sum_{j=0, j \neq p}^n A_j \rho^j, \quad \Delta_L \arg$$

$$f(z) = \prod (z + \mu_j) G(z)$$



$$f(z) = (\pi/2)$$



0. La cuestión pitagórica

0¹. El cielo está hecho de números

“τὸν γὰρ ὅλον οὐρανὸν κατασκευάζουσιν ἐξ ἀριθμῶν,”

Aristóteles²

“*The Pythagorean question remains one of the most intricate in the history of the early Greek science...*”

Leonid Zhmud³

Antes de iniciar con este libro conviene hacer dos advertencias al lector: en primer lugar, seguiremos una línea del pensamiento occidental que es difícil y problemática de delimitar, el pitagorismo, el cual desde sus orígenes es más un misterio que una explicación; en segundo lugar, nos basaremos en esa tradición para estudiar el desarrollo de la cosmología moderna, desde la cuestión heliocéntrica hasta el problema del infinito, y desde éste hasta la matemática de indivisibles. Para evitar una complicación mayor, en lugar de construir un concepto global sobre el pitagorismo, preferimos reconstruir qué se entendía por pitagorismo en el Renacimiento y, desde ahí, avanzar hacia autores e ideas en concreto. Sin embargo, el pitagorismo antiguo es un tema demasiado fascinante para no permitirnos caer en la trampa y, al menos, dar un pequeño recorrido a vuelo de búho por él.

Para estudiar el pitagorismo antiguo hace falta señalar su complejidad, pues casi todo lo referente a estos antiguos griegos es difícil de estudiar, desde el mismo hecho de delimitar quiénes fueron los pitagóricos sobre los que queremos saber, pues, sólo por dar un ejemplo de esto, se ha mostrado que si hablamos de la *escuela pitagórica*, no siempre es lo mismo que hablar de aquellos que a menudo recibían el título de pitagóricos.⁴ Pero si conocemos esa complejidad es porque nos han llegado las fuentes que nos permiten, cuando menos, dar una hojeadada al mundo pitagórico a través de su historia y, en ese sentido, el tema no es tan inaccesible como a veces pudiera parecer.

La literatura sobre el pitagorismo y su fundador es muy abundante desde la misma época

2 Aristóteles, *Met.* XIII 6, 1080b. “sostienen, en efecto, que el cielo está fabricado de números” [Eggers, 2001: 183].

3 Zhmud, 2012: 5. “La cuestión pitagórica permanece como una de las más intrincadas en la historia de la temprana ciencia griega...”

4 Zhmud lo refiere principalmente a la diferencia entre aquellos aceptados por el círculo de la escuela pitagórica y aquellos otros que eran miembros de las sociedades pitagóricas o practicaban un modo de vida pitagórico [Zhmud, 2012: 5].

helénica, pero como bien señaló Zeller: “Sobre el pitagorismo y su fundador la tradición es capaz de decirnos tanto más cuanto más se aleja en el tiempo de tales fenómenos, y, a la inversa, en la misma medida va acallándose cuando nos acercamos cronológicamente a su mismo objeto.”⁵ Sobre Pitágoras y los primeros pitagóricos (s. VI a.C.) prácticamente no tenemos escritos de ellos mismos o de sus contemporáneos. Tenemos que esperar hasta el siglo V para encontrar referencias que hablan del tema. Una de las fuentes más importantes del pitagorismo antiguo son los fragmentos de Filolao (470a-380a a.C.),⁶ analizados por A. Böckh con maestría apenas hace 200 años,⁷ y más recientemente por Walter Burkert, Mondolfo y Huffman,⁸ a los cuales llamó Böckh “*ein lichter Punkt*”.⁹ Si a los restos del libro de Filolao le sumamos otros fragmentos y pasajes de los autores que han llegado hasta nosotros de forma más completa, en especial Platón y Aristóteles, podemos reconstruir partes importantes del pensamiento pitagórico griego.

Ahora bien, así como tenemos un problema con la falta de fuentes contemporáneas de Pitágoras y de los primeros pitagóricos, tenemos otro con la abundancia de intereses que los pitagóricos tenían en diversas ramas del saber. La tradición pitagórica estuvo viva y activa durante varios siglos, y sus intereses se extendían de la política a la medicina y de la matemática a la cosmología. En particular nos interesan sus ideas cosmológicas, pues las podemos considerar como la base de su visión del mundo, así que en ellas vamos a centrarnos en los párrafos siguientes.

Los fundamentos del pitagorismo están en la concepción de armonía y unidad [*mónada*]. La primera es un desarrollo de la teoría musical, vinculada por los pitagóricos con el tratamiento

5 Zeller-Mondolfo, *La filosofía dei Greci nel suo sviluppo storico*, I, 2 1938, p. 364, citado por Eggers, 2001: 94.

6 Existen unas dos docenas de fragmentos que según Diles pertenecen a Filolao, obviamente no todos los investigadores están de acuerdo con esta interpretación e incluso algunos, como Erick Frank, creen que ni siquiera existió Filolao. Otros, como Raven, consideran los fragmentos como falsificaciones elaboradas a partir de los datos que Aristóteles proporciona sobre el pitagorismo. En lo particular yo comparto junto con Kirk y Burkert la creencia de que al menos en parte esos fragmentos son auténticos y que lo que dicen son opiniones que mantuvieron algunos pitagóricos griegos (entre ellos Filolao).

7 Böckh, *Philolaos des Pythagoreers nebst den Bruchstücken seines werkes* (1819, Berlin).

8 Burkert, *Weisheit und Wissenschaft: Studien zu Pythagoras, Philolaos und Platon* (1962, Nürenberg), Mondolfo, “*Sui frammenti di Filolao*” (1937, RFIC 15), y Huffman, *Philolaos of Croton: Pythagorean and Presocratic* (1993, Cambridge).

9 Böckh, 1819: 3. “un punto de luz”.

matemático de la música y con la idea de “armonía de las esferas”¹⁰, que tiende un puente entre la musicología y la astronomía. La armonía es la convicción de que ciertas combinaciones particulares, en el caso de la música de sonidos, se complementan y producen belleza. En cambio, el concepto de unidad tiene una acepción más ontológica, pues la mónada es la unidad de la realidad en un conjunto absoluto, representa la conjunción de todas las cosas, incluso las más opuestas; o, como escribe García Fernández, “la mónada ha de ser entendida como producto de lo limitado (*péras*) y lo ilimitado (*ápeiron*).”¹¹

Otro tema importante dentro de la tradición pitagórica es la idea de número. La escuela de Pitágoras creía que detrás de la multiplicidad de los fenómenos físicos, en apariencia caóticos o aleatorios, existía una regularidad armónica gobernada por *el número*, en singular, pues todos los números y, con ellos, todas sus combinaciones, partían de Lo Uno [*tò èn*¹²]. Según Aristóteles, los pitagóricos tenían al número como el principio de todas las cosas;¹³ en ese sentido el concepto de *número* sería central en la filosofía pitagórica. Esto se refuerza con citas como la de Estobeo, quien escribe respecto a la idea de número pitagórica: “Todos los entes conocidos tienen, en verdad, número; pues sin él nada se puede pensar o conocer.”¹⁴ La fama de matemáticos que tuvieron los pitagóricos, así como los descubrimientos que aportaron a esta disciplina, en especial el concepto de demostración, hacen creíble que tuvieran una concepción muy elaborada sobre el número, que incluye una numerología, donde cada número tiene un simbolismo, comenzado por el Uno, como unidad absoluta.¹⁵

10 “...generated by the movement of the heavenly bodies.” Zhmud, 2012: 286. La música “generada por el movimiento de los cuerpos celestes”.

11 García Fernández, 2009: 158.

12 Aristóteles, *Fis.* IV, 6, 213b 22. Efectivamente los pitagóricos estudiaron con atención los números y sus combinaciones, descubrieron diversas relaciones, como los números perfectos (aquellos que son la suma de sus divisores), los primos y otros. Entre estos los números amigos son de los más interesantes y hermosos, son aquellos cuya suma de divisores es exactamente el otro, los primeros de estas ternas son el **220** y **284**. En la antigüedad se creía que si se grababan estos números en dos objetos ambos objetos se buscarían uno al otro.

13 Aristóteles, *Met.* I, 6, 987b 24. “afirmar que los números eran las causas de la substancia para las demás cosas.” [García V, 1998: 47]

14 Estobeo, *Anth.* 1. 21, 7b.

15 Zhmud, afirma categóricamente que la ontología del número y la numerología son productos de la Academia [Zhmud, 2012: 414]. Lo cual choca con la afirmación de 'plagio' a los pitagóricos de Platón; pero incluso si fue así, eso no impide que sea *creíble*, como efectivamente lo fue por muchos siglos, que esas ideas tuvieran un origen anterior.

Pero no todas las noticias concuerdan con el papel de centralidad que asignó Aristóteles a la idea de número. Otros autores antiguos afirmaban que los conceptos centrales fueron el de *péras* y *ápeiron*.¹⁶ Ejemplo de esto último es el pasaje de Diógenes Laercio: “La naturaleza en el mundo advino harmónica [sic.] a partir de *ilimitados* y *limitantes*, tanto el universo todo como lo que contiene.”¹⁷ Probablemente esta dualidad límite-ilimitado formaba parte de una concepción más amplia. El mismo Aristóteles nos transmite una lista de ternas pitagóricas que incluyen límite-ilimitado. Estas ternas son opuestas y también principios de los cuales estaría conformada la realidad. Aristóteles incluye diez: “Límite-Ilimitado, Par-Impar, Unidad-Pluralidad, Derecha-Izquierda, Masculino-Femenino, Descanso-Movimiento, Recto-Curvo, Luz-Oscuridad, Bien-Mal y Cuadrado-Oblongo.”¹⁸ Cada pareja tiene como característica ser extremos opuestos, sin embargo, si nos atenemos a la idea de que la unidad contiene todos los opuestos, cada pareja se debe resolver en Lo Uno, pues como bien señaló Cornford, la mónada está más allá de la oposición, pues contiene y resuelve.¹⁹

En ese sentido, el pitagorismo es una filosofía de la unidad y la diversidad, pero una diversidad de contrarios. Para esa cosmología, los opuestos se complementan, están siempre en tensión y diálogo mutuo, o para usar un concepto filosófico, los opuestos están en tensión dialéctica. Según esa visión pitagórica, comprender la realidad no es optar por uno de los opuestos, sino abarcar ambos. Qué tan fuerte o importante fue esa dialéctica para el pitagorismo antiguo no nos es posible más que conjeturarlo entre las sombras, pues las mismas fuentes que nos dan acceso al pensamiento pitagórico, al recoger las noticias también matizan, modifican o agregan cosas. Pero es muy posible que armonía, unidad y dialéctica de opuestos fueran temas centrales desde el pitagorismo antiguo pues los vemos aparecer una y otra vez en las fuentes a través del tiempo y al despuntar el mundo moderno ocupan un lugar central.

16 Los conceptos de *péras* y *ápeiron* pueden ser traducidos como límite-ilimitado, pero también como determinado-indeterminado y como finito-infinito, todas son traducciones válidas, pero cada una conlleva una carga de sentido diferente, hay que anotar que los diversos autores renacentistas utilizaron una o varias de ellas de acuerdo a sus intereses, intenciones y matices que buscaron lograr.

17 Diógenes Laercio, VIII, 85 [García F, 1987: II, 167]. El subrayado es mío.

18 Aristóteles, *Met*, I, 186a.

19 García Fernández, 2009: 158. Cfr. Cornford, *Plato and Parmenides* (1939).

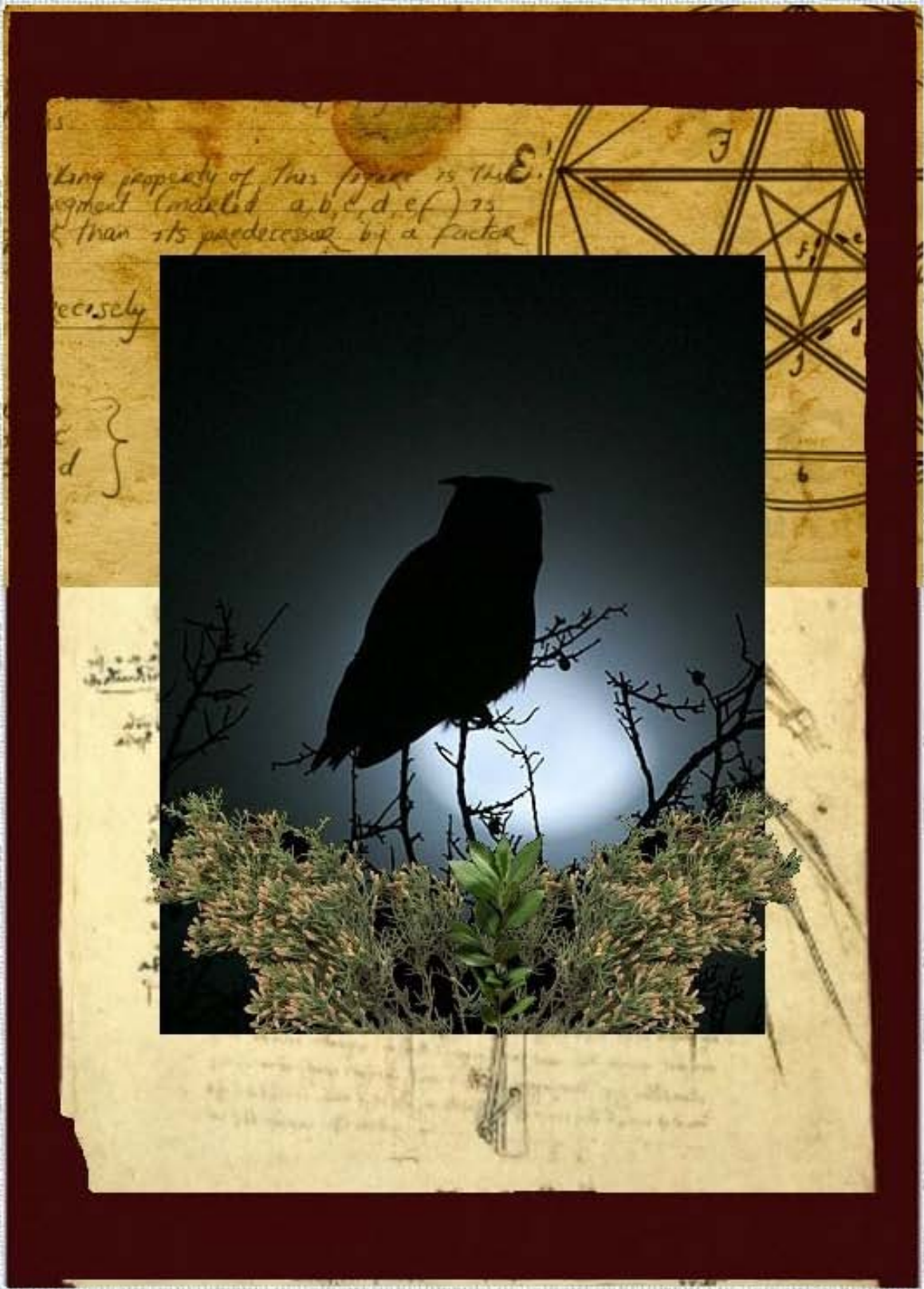
La filosofía pitagórica, de la forma en que nos aparece en las fuentes, es un pensamiento sumamente elástico. La grandiosidad y poética de la armonía universal y la unidad que existe en el cosmos, encajaba bien con muchas de las filosofías racionalistas: Platón admiró y recogió varias ideas de los pitagóricos, algunos dirían que las plagió;²⁰ el atomismo de Leucipo y Demócrito fue tomado por algunos como una forma de pitagorismo,²¹ la filosofía eleática de Parménides y Zenón también.²² La historia del pitagorismo se asoció y fundió con la del platonismo, prácticamente desde sus inicios, desde la misma Academia de Platón, pues Jenócrates, el segundo director después de la muerte de Platón, identificó la Idea del Bien, máximo concepto del platonismo, con lo Uno pitagórico.²³ La versión que se transmitió a través de los siglos siguientes fue esta mezcla de platonismo y pitagorismo, en la cual es indistinguible dónde empieza uno y termina el otro. Mezclado con el platonismo fue como el pitagorismo se transmitió al Renacimiento, además de portar una carga importante de interpretaciones medievales, sobre todo lo referente a la posición del cristianismo como verdad revelada. Pero esa mezcla continua con otras ideas, con todos los cambios y mutaciones a lo largo del tiempo, no es más que la historia de todo pensamiento vivo.

20 Jámbli., *Intr. Arit. Nicóm.* 105, 10, y también Cic., *Rep.* I 10, 16.

21 Así lo hacen tanto Aristóteles [Gadamer, 1999: 99], como Diógenes Laercio, en su vida de Demócrito. Además sabemos que sí hubo al menos un pitagórico atomista: “*Ecphantus one of the last Pythagoreans, united in his physics the theories of the atomists and of Anaxagoras.*” [Zhmud, 2012: 412].

22 Estr., *Vi* 1, 252. y *D. L.*, IX 21.

23 Ingemar Düring remite esa identificación a las doctrinas no escritas de Platón sobre el *Bien*: “Que Platón sustentó lecciones y las anunció con el título “Sobre el Bien”, está bien comprobado por Aristoxeno, quien remite a Aristóteles mismo... la lección platónica estaba llena de matemáticas y desembocaba en que el Bien era lo Uno.” [Düring, 1990: 291]. También hay que considerar que tanto el *Fedón* y sus tesis sobre la inmortalidad del alma y el *Timeo* con su cosmología armónica se consideraron desde la antigüedad como fusiones del pensamiento de Platón con ideas pitagóricas.



I. Pitagorismo renacentista: magia y números

1. *Historias maravillosas*

“Πολλὰ δὲ καὶ θαυμάσια λέγεται περὶ αὐτοῦ.”

Diógenes Laercio²⁴

“Pitágoras... el abuelo de todos los copernicanos”

Kepler, Carta a Mästlin, 11 Junio 1589.

Cuando Nicolás Copérnico sacó a la luz pública sus ideas heliocéntricas éstas fueron de inmediato calificadas de pitagóricas por sus contemporáneos,²⁵ pues nunca habían olvidado por completo que en la antigüedad un pitagórico ya había propuesto un sistema astronómico similar. Ese personaje fue Aristarco de Samos, astrónomo del siglo III a. C., quien había propuesto que si se consideraba que el Sol estaba fijo en el centro del Mundo y que la Tierra era quien se movía, es decir, si se partía de un modelo heliocéntrico, entonces se explicaban mejor los movimientos planetarios. Las ideas de Copérnico iban mucho más allá de un sistema para hacer cálculos, el astrónomo polaco pretendió descubrir la realidad. En otras palabras, Copérnico creía que en verdad la Tierra sí se movía alrededor del Sol y que, de ello, se deducían una serie de consecuencias para la física, tanto terrestre como celeste. No sólo lo estrictamente heliocéntrico, sino varias de las ideas que expresó Copérnico fueron reconocidas como pitagóricas. Es evidente que sus contemporáneos veían algo en ellas que les indujo a darle este adjetivo. Para comprender por qué ocurrió, es necesario primero dar un panorama de qué se entendía por “pitagórico” en el ambiente del Renacimiento en que se formó Copérnico.

Hemos señalado que la idea de lo pitagórico es problemática de precisar cuando menos. Pero eso no impide que existan una serie de características generales que siempre se le han asociado. Hagamos una enumeración rápida y comencemos por las matemáticas, por las que siempre fueron reconocidos los pitagóricos y hasta hoy es una de las asociaciones más comunes y prácticamente no necesita comentarse. En segundo lugar la música y la armonía universal, entendida como una cosmología que

²⁴ D.L., I, 11. “Muchas maravillas se han contado sobre él.”

²⁵ Sobre el calificativo de “pitagórico” del sistema copernicano véase el capítulo siguiente.

“llegó a su esplendor durante el Renacimiento”,²⁶ también se vincularon con lo pitagórico, en especial la búsqueda de la armonía como una forma de alcanzar la belleza. Otras asociaciones un poco menos conocidas son la misma idea de filósofo, de la cual se narra que el inventor de esa palabra fue Pitágoras en persona. Tanto Cicerón como Diógenes Laercio cuentan la misma historia con pocas variantes. En los escritos de Cicerón aparece así:

Tras quedar admirado León [tirano de Fliunte] del Talento y elocuencias de Pitágoras, le preguntó en qué arte confiaba más, a lo que éste respondió que no conocía arte alguno, sino que era filósofo. Asombrado León por la novedad de la denominación, le preguntó quiénes eran los filósofos y en qué se diferenciaban de los demás. Pitágoras le respondió que la vida de los hombres se parece a un festival celebrado con los mejores juegos de toda Grecia, para el cual algunos ejercitan sus cuerpos para aspirar a la gloria [...], y otros eran atraídos por el provecho y lucro [...], mientras que otros, que eran de una cierta estirpe y del mejor talento, no buscaban el aplauso y el lucro, sino que acudían para ver y observar cuidadosamente qué se hacía y de qué modo.²⁷

La historia, más allá de su ficción o realidad, nos muestra que a lo pitagórico se relaciona la idea de filósofo, pero de un filósofo no escolar o, en el caso del Renacimiento, no escolástico. La idea del filósofo pitagórico se centra en la curiosidad, la observación del mundo y la búsqueda de la verdad. Además es una búsqueda del “conocimiento de las cosas con empeño”²⁸ personal. Es decir, no es una tradición que se base en la autoridad, sino en la libertad de cada persona. Quizás esta énfasis en la interioridad explique por qué Pitágoras era visto desde la antigüedad como un maestro de la virtud y por qué se le atribuyó la obra llamada los *Versos de Oro*, que gozó de gran aceptación en toda la Edad Media, pues su influencia puede notarse desde San Jerónimo²⁹ hasta el *Roman de la Rose*.³⁰

26 Heninger 1974; 16 y 55. Además de lo anterior, Heninger afirma que la cosmología pitagórica no deja de ejercer influencia directa hasta el arribo de los trabajos de Newton y de la filosofía de Hume. La influencia de Pitágoras es difícilmente medible con este tipo de parámetros tan generales, pues mientras Daniel Boorstin [1983: 298] la extiende a todo el periodo moderno, William Irwin Thompson [1978: 110] la hace la base de la civilización occidental, mientras que posiciones más moderadas como Cornford [1966: 65 y 66] la retraen al ámbito antiguo como “germen” de otros desarrollos.

27 Cic., *Tusc.* V 3, 8-10 [Eggers, 2001: 127].

28 *Ibid.*

29 Véase: Bergua [1995: 311 y ss.], quien además de trazar su influencia discute la autenticidad de los *Versos*.

30 Joost-Gaugier, 2006: 75.

Al final, pero no menos importante, la figura de Pitágoras también era bien conocida por los tintes legendarios y prodigiosos de su vida. Su supuesta divinidad, el poder estar en dos lugares al mismo tiempo, sus viajes míticos hasta los infiernos, sus múltiples vidas; todo ello se creía no sólo hechos de la vida del fundador del pitagorismo, sino también parte de sus enseñanzas. A los pitagóricos se les vinculó con los cultos místicos, con la numerología y con la magia. Al despuntar el Renacimiento, Pitágoras era considerado como un mago, pero no un simple mago, sino uno de los más grandes que alguna vez existieron.

2. Magia en el umbral

“La magia verdadera ¿quién podrá ensalzarla como se merece? Mas, enseñar palabras, tonterías, mentiras, cuentos alquímicos, ritos impíos, venenos y filtros es propio del malvado y del loco, y dañoso.”

Gerolamo Cardano³¹

La magia siempre ha ejercido una fascinación que no es muy difícil de comprender; la capacidad de cambiar la realidad, de realizar prodigios o de lograr lo que parece imposible. Pero algunos pensadores del Renacimiento, lejos de tomar la magia como una fantasía, un sueño o como producto del poder del demonio, como era vista por la importantes teólogos cristianos, la consideraron como un saber de las propiedades ocultas del Mundo. Esta idea, al parecer con una fuerte influencia del pensamiento tardío bizantino, proclamaba que existía una serie de saberes secretos sobre la naturaleza ocultos a los sentidos, un conocimiento que permitía comprender relaciones e interacciones existentes de la realidad. También se pensaba que existían una serie de sabios que habían alcanzado una comprensión profunda de esos misterios y que habían transmitido sus enseñanzas a unos cuantos iniciados.

Dentro de estos sabios, se incluía a Pitágoras. En el Renacimiento, la figura de Pitágoras usualmente formaba parte de una lista de sabios, algunos míticos y otros históricos, conocidos para el pensamiento hermético como los *prisci theologi* o primeros teólogos. Considerados todos como venerables sabios, versados tanto en el conocimiento de la materia como del espíritu, y poseedores de

31 Cardano, *Mis libros*, [Socas, 2002: 158-159].

poderes sobrenaturales. Como bien ha señalado Frances Yates, es sumamente complicado separar el pensamiento renacentista, acerca de teología y filosofía natural, de las diversas tendencias herméticas, estrechamente ligadas con la magia, la alquimia y la cábala.³² La búsqueda por comprender a los *prisci theologi* y su sabiduría, que los autores del Renacimiento creían al menos tan antigua como la mosaica, fue vista como una tarea prestigiosa, convicción que compartían pensadores de la categoría de Marsilio Ficino o Fray Luis de León. Entre estos teólogos prístinos estaban personajes míticos como Orfeo, Museo o Aglaofemo, figuras claves en cultos místicos de la época helénica. En la misma lista estaban personajes históricos como Pitágoras o Platón, aunque con una biografía igualmente mitificada y adornada con todo tipo de acciones prodigiosas.³³

Entre todos esos personajes, el sacerdote egipcio Hermes Trismegisto ocupó, sin duda, un lugar especial. Hermes, el Tres Veces Sabio o Trismegisto, era considerado como el primer iniciado y encabezaba muchas de las listas del siglo XV de los primeros sabios paganos.³⁴ Dos cosas impresionaban a los renacentistas sobre Trismegisto: una que fuera egipcio y la otra que se le creía increíblemente antiguo. Lo primero ejercía la fascinación de lo exótico, sumado a que Egipto se veía, desde los griegos, como la más antigua cuna de la sabiduría. Según la biografía de Pitágoras, tanto en la versión de Diógenes Laercio, como la de Jámblico e Isócrates, Pitágoras había hecho una serie de viajes para aprender de la sabiduría de otros pueblos. Entre esos viajes, se le dio particular relevancia a los supuestamente hechos a Egipto.³⁵ En palabras de Isócrates:

“También está Pitágoras de Samos. Éste, después de viajar a Egipto y hacerse discípulo de los egipcios, introdujo por primera vez entre los griegos esta otra filosofía, tanto en lo concerniente a los sacrificios [θυσίας] cuanto en lo relativo a los ritos [ἁγιστείας] en los templos.”³⁶

32 Yates, 1964; *passim*. La tesis central de Yates, de hecho, es que la búsqueda de los filósofos renacentistas se centra en la tradición mágica. Tesis replicada por varios autores, aunque sin invalidar algunos de sus argumentos particulares.

33 Aunque no es el Renacimiento quien realiza esta mitificación, sí la continúa, apoyándose en una rica literatura grecorromana que lleva hasta el Olimpo a Pitágoras y Platón.

34 Ocasionalmente antepuesto (según Plethón) o compartiendo la primera posición con Zoroastro. Al respecto: Yates, 1983: 32.

35 Diógenes Laercio (VIII, 2) también señala viajes con los Caldeos y magos (Mesopotámica y Persia).

36 Isócr., *Bus.* 28 [Eggers, 2001: 138].

La versión de Isócrates de ese viaje, que arriba citamos, es de particular utilidad para nosotros, pues expresa varias cosas con suma claridad. En primer lugar el mismo viaje a Egipto, cosa en que coinciden todos los biógrafos antiguos; en segundo lugar, que Pitágoras fue discípulo de los egipcios y que, después de aprender de ellos, fue el primero en transmitir esos conocimientos a los griegos. Finalmente, la naturaleza del conocimiento que aprendió ahí, que se centra en el tema de los “sacrificios” y en los “ritos”, es decir en el aspecto religioso. Es importante esto último, pues ya para los griegos la capacidad de obrar prodigios no se concebía separada del aspecto religioso, en ese sentido, Pitágoras, en tanto mago, era también un experto sobre los dioses.

Si se parte de la importancia que se confería a la sabiduría egipcia y esos supuestos viajes, no fue difícil asociar los nombres de Pitágoras y Hermes. Trismegisto se consideró por muchos renacentistas como el maestro filosófico de Pitágoras, y por medio de éste de Platón. Conviene detenernos a examinar el impacto que tuvo Hermes Trismegisto en los albores de la Edad Moderna, pues el hermetismo fue parte importante de la idea de pitagorismo que tenían los renacentistas. Aunque los mitos de Trismegisto circularon desde época helenística, atravesaron el Medioevo y fascinaron a los autores renacentistas; junto a ellos, circularon algunas obras en griego que se le atribuían a Hermes conocidas como el *Corpus Hermetico*. Según los mitos, Hermes fue el artífice de la alquimia, la astrología y la magia, por ello llamadas artes herméticas. Este Hermes se asimilaba a la figura de Toth, referida por Platón en el *Fedro*, como un sacerdote egipcio antiguo que inventó la escritura.

El *Corpus*, traducido en parte al latín, circuló ampliamente en forma de manuscritos durante toda la Edad Media, en especial el tratado astrológico-médico llamado *Asclepius*. Esto a pesar de que las enseñanzas esotéricas no eran bien vistas por los teólogos cristianos, debido a que la mayor parte de los autores cristianos veían a la magia como un arte asociado a los demonios.³⁷ Esa asociación de magia y demonología es fácil de explicar, pues como dijimos arriba la magia y la religión iban de la mano desde

³⁷ Interpretación reforzada por las mismas fuentes grecorromanas que llaman demonios a todos los espíritus inferiores a los dioses. Para salvar ese problema Ficino y otros renacentistas señalaron que los demonios pueden ser clasificados en buenos (ángeles) y malos (demonios en sentido cristiano), los primeros forman parte de la naturaleza y con los segundos nunca tienen tratos los magos cristianos. Cfr.: Ficino, *De amore*, VI, III [Villa, 2001: 127].

la antigüedad, y después del triunfo del cristianismo sólo quedaban dos poderes, Dios y el diablo,³⁸ así que la magia tenía que venir de uno o de otro. Pero retornemos a nuestra historia: a pesar de su importancia, hasta el siglo XV no existía una edición compilada de las obras herméticas. Fue el príncipe de Florencia, Cosme de Medici (1389-1464), quien adquirió en 1463 un manuscrito bizantino con varias obras de Trismegisto, incluidas algunas no conocidas o perdidas en Occidente, y comisionó al filósofo Marsilio Ficino (1433-1499) para que lo tradujera del griego de inmediato. El encargo fue tan importante que Ficino suspendió la traducción de las obras completas de Platón, en la cual estaba trabajando, y concentró sus fuerzas en la nueva traducción de Hermes.

Además de ser su traductor, Ficino también fue uno de los principales defensores de la validez de las enseñanzas de Trismegisto y de su compatibilidad con el cristianismo. Al tratar de dar coherencia a las obras que tradujo con los mitos que la tradición había legado, Ficino rehízo la historia de Hermes. En la versión de Ficino, Hermes-Toth, el que aparece en el mito del *Fedro* de Platón, fue el abuelo de Hermes Trismegisto, el supuesto autor del *Corpus*. Además, Ficino afirmaba que Trismegisto era contemporáneo de Moisés,³⁹ aunque sospechaba que podía ser Moisés mismo. En el pensamiento de Ficino, el hermetismo es una teología revelada a los gentiles (los no cristianos), paralela y concurrente con la revelación cristiana. En otras palabras, Ficino afirmó que la hermética provenía de Dios y no del diablo. Pero esto no convenció a los teólogos cristianos. La defensa del hermetismo puso a Ficino en una situación muy comprometida con la Inquisición, pues si bien las ideas del florentino no cuestionaban directamente las doctrinas católicas, sí implicaban que existía una tradición alterna de sabiduría (de naturaleza divina) no controlada por la Iglesia cristiana.

38 Aunque según el principio del monoteísmo no puede existir más que una única potencia activa, la imagen popular del demonio lo muestra como un ser activo y poderoso. El problema de la incongruencia entre un dios omnipotente y bondadoso y la existencia del mal lo expresó maravillosamente Epicuro en una paradoja que Hume recogió siglos después: “*EPICURUS's old questions are yet unanswered. Is he willing to prevent evil, but not able? Then is he impotent. Is he able, but not willing? Then is he malevolent. Is he both able and willing? Whence then is evil?*” Hume, *Diag.* (1779) X [1980: 198]. “La vieja pregunta de Epicuro está todavía sin respuesta: ¿Está [Dios] dispuesto a impedir el mal, pero no es capaz? entonces es él impotente. ¿Es capaz, pero no está dispuesto? entonces es malévol. ¿Es capaz y dispuesto? de dónde, pues, proviene el mal”.

39 Ficino, “*prefatio*” a *Mercurii Trismegisti Pymander* [1532: 3]: “En la época en que nació Moisés, florecía Atlas el astrólogo, hermano del físico Prometeo y tío materno de Mercurio el Viejo, cuyo sobrino fue Mercurio Trismegisto” [Copenhaver, 2000: 62]. Además, uno de sus mosaicos de la catedral de Siena, casi contemporáneo a la obra de Ficino, dice: “*Hermis Mercurius Trimegistus contemporaneus Moysi*”.

Esta clase de osadía era coherente con las ideas que Ficino y otros de su época tenía; se pensaba, como antes los griegos, que la fuente de toda la sabiduría estaba en Egipto y de ahí se dispersaba tanto hacia los judíos como a los griegos. Como señaló René Taylor: “el Renacimiento consideró a Egipto como el gran depósito de la sabiduría antigua. Se creía que todos los insignes sabios de la antigüedad, incluyendo a Pitágoras y Platón, habían ido a Egipto en algún momento de la vida, para aprender de sus sacerdotes.”⁴⁰ En ese sentido, Trismegisto era visto como el gran maestro, y antecedente, por una parte, de los filósofos y sabios griegos, y por otra de los profetas hebreos; y su obra gozó de gran aceptación por creerla la primera de una serie de revelaciones para la humanidad. Esta creencia fue cuestionada hasta principios del siglo XVII, gracias a la difusión de la obra filológica de Isaac Casaubon, escrita entre 1588 y 1607, quien probó que los escritos herméticos eran, en realidad, obras neoplatónicas provenientes, en su mayor parte, del siglo III d. C.⁴¹

Sin embargo, en el siglo XV no era la autenticidad del hermetismo lo que estaba a debate sino la concordancia de esos escritos plagados de magia, astrología y adivinación, con la doctrina cristiana. En la literatura doctrinal bajo medieval es común la prohibición de la magia y otras artes herméticas. Manuales de confesión como el *Tratado de los diez mandamientos* (siglo XIII), escrito en lengua vernácula aragonesa, precisamente comienza con la sentencia de que “pecan los que hacen encantamientos o conjuros por mujeres, echan suertes por las cosas perdidas o catan augurios o van con adivinos.”⁴² La magia era proscrita utilizando como fundamento el primer mandamiento: adorar a falsos dioses, en este caso a demonios. Quienes recurrían a tales artes cometían “pecados horribles y escandalosos.”⁴³ Las distintas fuentes teológicas se ensañaban en especial con las mujeres, acusándolas de ser las principales artífices de encantamientos y de obtener sus poderes gracias a pactos satánicos.⁴⁴

40 Taylor, 2006: 149.

41 Aunque esto no afecta la fe que muchos fervientes seguidores del ocultismo tenían y tienen en la antigüedad y validez del hermetismo, como cualquiera puede comprobar con una simple visita a los sitios de internet de grupos ocultistas.

42 *pecan los que façen encantaciones o conjuros por mulleres getan suertes por las cosas perdidas o catan agueros o uan a deuinos*”. Folio 126v. [Franchini, 1992: 34].

43 Sínodo diocesano de Cádiz, 1591 [García, 1999: 71].

44 Tratados como el del arcipreste de Talavera, su *Corbacho*, perfilan a las mujeres como de “corto juicio” [1, 4], además las acusa de la caída en el pecado original: “Y por quanto a cualquier sabio les manifiesto poco más o menos la mujer quién es, y cómo por ellas en el mundo vino destrucción, y hoy dura, no es honesto de ellas más hablar” [1,15], además

Aunque los hombres tampoco estaban exentos de ser acusados, procesados y, desde el siglo XV, posiblemente condenados a arder en la hoguera.

Una pregunta válida que nos podemos hacer es el por qué fue tan odiada la magia, al grado de mandar quemar a personas vivas que la simple acusación de practicarla. Para comprender ese complejo fenómeno hay que resaltar el control del pensamiento y con ello de la sociedad que la Iglesia cristiana medieval y moderna ejercía, declarando que poseía la única verdad. Como señalamos atrás, la magia desde siempre se consideró ligada a lo religioso y si se aceptaba, como pretendía Ficino, que la hermética provenía de Dios, eso implicaba que existía una segunda revelación no controlada por la institución. Esto era simplemente intolerable para los teólogos cristianos que guardaban la ortodoxia. Las reiteradas condenas a la magia, muestran lo incompatibles que eran el hermetismo y la teología cristiana.

Ya con lo anterior, el experimento de Ficino de unir hermética y cristianismo nos parece condenado al fracaso. Pero si a eso le sumamos que hacia los albores de la modernidad, la Inquisición se asienta como un aparato de control doctrinal y social, y lo que antes era un pecado pasó a ser considerado un crimen punible, la traducción de Ficino de Hermes y su defensa pública nos aparecen como algo por completo fuera de lugar. Parece paradójico que en un contexto de creciente rechazo de la magia y el pensamiento ocultista por parte del aparato doctrinal cristiano, se realice la traducción y defensa de un legendario mago-sacerdote egipcio. Aquí conviene hacer una advertencia que quizás aclare un poco las cosas: la figura del mago-astrólogo, en especial cuando estaba al servicio de los reyes y nobles, distaba socialmente mucho de la bruja de aldea.⁴⁵ La adivinación del futuro, la curación por medios sobrenaturales y la transmutación de metales eran conocimientos anhelados tanto por los ricos de Europa durante toda la Edad Media, como por otros muchos antes, y por muchos otros después. Pero esta diferencia basada únicamente en el prestigio social y protección de los potentados

inclinadas al mal por sus “desordenados apetitos”[Gerli, 1979: 4, 1].

45 La dignidad del oficio mágico y el porte que debe tener quien lo practica es un tema recurrente de los defensores de la magia renacentista. En especial Gerolamo Cardano se esfuerza por que el mago siga ciertas reglas en su trato con la sociedad para que no se le confunda con un vulgar hechicero [Socas, 1991: 262].

explica por qué pervivió la actividad de los cultivadores del ocultismo en el Renacimiento, mas no por qué algunos se empeñaron en la defensa pública y difusión del hermetismo, en los mismos momentos en que se construía el sistema de caza de brujas de la Inquisición.⁴⁶

Para ofrecer una respuesta completa es pertinente resaltar que la Inquisición es una institución medieval y, en cambio, la caza sistemática de brujas es un fenómeno más bien moderno. Desde que surge la Inquisición (s. XII) tiene como misión velar por la defensa de la visión del mundo cristiana, la cual comenzaba un largo proceso de crisis debido a los cambios económicos y sociales que trajo el enriquecimiento de la civilización occidental y la consolidación de la burguesía, primero de las ciudades italianas y de los Países Bajos, y después de Europa en general. La misma crisis afectó al aparato educativo occidental que se expresaba de forma más acabada en las grandes sumas que elaboraron Santo Tomás, Alberto Magno, San Buenaventura y otros. Esta forma de educación conocida como *escolástica*, compilaba el conocimiento del mundo, del hombre y su destino, con base en las escrituras, la filosofía de Aristóteles y la autoridad de los santos y teólogos cristianos. La escolástica expresaba a su vez los ideales cristianos, donde el primero y mayor problema de la existencia constituía alcanzar la salvación o bienaventuranza eterna. Por ende, el fin de la vida del hombre estaba en el trasmundo, pues como afirmó Santo Tomás: “si se considera aquello en que consiste especialmente la bienaventuranza, es decir la visión de la esencia divina, que no puede ocurrir al hombre en esta vida.”⁴⁷

En contraste con el ideal cristiano de trascendencia espiritual, la sociedad burguesa tendía cada vez con mayor fuerza a la acción en el mundo. Cuando los moldes medievales dejaron de ser suficientes para enmarcar las actividades civiles, mercantiles y, en general, humanas, que la sociedad burguesa medieval desarrollaba, empezó un proceso de recuperación del pensamiento e ideales de la antigüedad grecorromana. Dicho proceso culminó en el siglo XV con el Renacimiento y no es gratuito que se desarrollara con mayor fuerza y esplendor en la Italia de las ciudades-estado comerciales, como

46 Sobre la Inquisición existe una caudal de historiografía, las obras de Ranke como *Geschichten der romanischen und germanischen Völker von 1494 bis 1535* o *Historia de Los Papas en la época Moderna*, se mantienen como clásicos al respecto. Un resumen de la cuestión más moderno y que explica con mucha sencillez en Harris [2005].

47 Tomas de Aquino, *Sum. Theo.*, II, 5, q. 3.

la Florencia de los Medici. Ese proceso no sólo consistió en recuperar la literatura, sino todo tipo de textos de sabiduría: Platón, Pitágoras y Hermes incluidos. Pues esos textos ofrecían modelos de pensamiento alternos a la escolástica, más afines a la nueva sociedad y gracias a los cuales los autores modernos podían expresar más libremente sus ideales de vida, donde la acción, el disfrute y la realización de los individuos se buscaba en el mundo y no en el trasmundo.⁴⁸ Como afirma Eugenio Garin:

[La tradición hermética] Conquistó todos los espíritus que anhelaban una religión desvinculada de la rigidez de las formas y de la estrechez de las autoridades tradicionales. A través del hermetismo se difundía la idea de una revelación perenne, tan antigua como la humanidad; no obstante, en lento pero seguro progreso.⁴⁹

Justamente al entrar en la era moderna, finalizando el siglo XV e iniciando el siglo XVI, el Renacimiento alcanzó sus mayores logros arquitectónicos, como la basílica de San Pedro en Roma (1506-1626), e intelectuales, como la Academia Platónica de la rica ciudad de Florencia (1459-1499a); se realizaron al mismo tiempo los viajes de descubrimiento portugueses (1498 llegada a la India) y españoles (1521 llegada a Tenochtitlán) con un afán de buscar riquezas y abrir mercados, y justamente en esas décadas se alcanzó un punto culminante en la agitación social y religiosa que culminó en la Reforma Protestante (inicia en 1520). Así, con el advenimiento de la modernidad, la Inquisición se radicalizó para, más que cazar, propagar el miedo a las brujas por toda Europa, atacando a todo aquel que se consideraba como un disidente y enemigo del cristianismo, en un desesperado intento de mantener la supremacía de la visión del mundo cristiana sobre la ola de cambios que estaban ocurriendo. Al mismo tiempo, Ficino defendió el pensamiento hermético para evitar que dicho la censura religiosa cortara consigo la libertad intelectual que habían logrado aquellos que habían optado por la filosofía de Pitágoras y Platón, en lugar del aristotelismo escolástico.

48 Como lo muestra la alabanza del hombre que se hace en el *Asclepius*, en tonos aún más grandilocuentes que la que elabora después Giovanni Pico della Mirandola: “maravilloso ser es el hombre, digno de reverencia y honor, que adopta la naturaleza de un dios, como si él mismo fuese un dios.” *Asclepius*, 6 [Copenhaver, 2000: 202].

49 Garin, 1997: 54. Aunque Garin se centra en el aspecto religioso, podemos ampliar dichas afirmaciones y decir que el anhelo incluía las formas mismas de conocimiento.

3. Anunciando el futuro

“El movimiento de traslación de los astros atiende a la conservación del universo [...] mirando hacia los astros como si fuesen letras, todo el que conoce este alfabeto reconoce los hechos del futuro en las figuras de aquellos [...] Es como si se dijese: un pájaro que vuela a gran altura, anuncia acciones de carácter elevado.”

Plotino, *Eneadas* III, 1.

Es de resaltar el enorme esfuerzo que realizó Ficino para mostrar cómo los escritos herméticos y el cristianismo no eran antagonistas, sino que, antes bien, se complementaban. La gran erudición de Ficino le permite buscar y trazar convergencias en autores de épocas y filosofía muy distintas. Rocío de la Villa lo expresó de la siguiente forma:

[Ficino] recoge, casi con espíritu medieval, la autoridad indiscutida de una larga lista de pensadores que a su vez se encuentran enmarcados en la idea de tradición platónica, o en el concepto más extenso de *pía filosofía* desde Orfeo y Hermes Trismegisto -al cual, como a otros autores, datará sin escrúpulos filológicos en fechas muy anteriores a las reales- a un Platón superior pero reconciliable con Aristóteles, y una extraña cadena formada por su síntesis personal del pensamiento alejandrino e imperial de los siglos III y IV, añadiendo, por fin, el cristianismo de S. Agustín a Sto. Tomás. Con todo este material, Marsilio Ficino forma una nueva psicología, un nuevo ideal de vida, una nueva opción religiosa, una cosmología..., y todo ello traspasado por la dimensión estética.⁵⁰

Trismegisto, como señalamos más arriba, era un autor fundamental de esa tradición. Pues si se le creía el maestro de Pitágoras y Platón, entonces la validez de estos últimos dependía de la validez del primero. Para su proyecto de legitimar el hermetismo, Ficino encontró un aliado en la obra de Lucio Cecilio Firmiano Lactancio, apologista cristiano del siglo III, quien había elogiado a Hermes Trismegisto y a los oráculos Sibilinos como precursores del cristianismo:

Trismegisto, que de una manera u otra ha buscado en casi toda la verdad, a menudo describe la excelencia y majestad del Verbo, como la instancia antes mencionada declara, en la que reconoce que hay un discurso inefable y sagrado, cuya relación es superior a la medida de la capacidad del hombre.⁵¹

⁵⁰ Villa, 2001: XIII.

⁵¹ Lactancio, Div. Inst. IV, IX. “*For Trismegistus, who by some means or other searched into almost all truth, often described the excellence and majesty of the word, as the instance before mentioned declares, in which he acknowledges that there is an ineffable and sacred speech, the relation of which exceeds the measure of man’s ability.*” [Roberts, 1985,

Sobre esa misma línea de interpretación siguió Ficino y casi todos los que querían ocupar los textos herméticos sin atraer sobre sí mismos a la Inquisición. La asimilación de Hermes como un piadoso teólogo que incluso anticipó (o profetizó) el cristianismo era un tópico recurrente.⁵² El mismo San Agustín había sancionado la antigüedad de Hermes haciéndolo retroceder hasta épocas mosaicas, y dicha antigüedad daba un aura de veneración en el ambiente de rescate de los clásicos.⁵³ El empeño de Ficino era mostrar a esa antigua verdad como compatible con los valores cristianos, depurándola de lo que a sus ojos eran incomprensiones y falsas asociaciones. Dichos errores fueron para Ficino la causa de que santos cristianos rechazaran a Trismegisto o prohibieran por completo la magia.⁵⁴

En contra de la imagen de la vulgar hechicería popular, Ficino concibe la actividad del mago cristiano,⁵⁵ como aquel que practica el arte de descifrar las imágenes y los símbolos⁵⁶ que esconden las cualidades ocultas de la naturaleza. En palabra de Ficino, la magia natural es “otra clase de magia [la cual] es practicada por aquellos que subsumen oportunamente los materiales naturales a las maravillosas formas naturales”.⁵⁷ En tal sentido, la magia de Ficino no era sobrenatural sino completamente natural, pues no operaba con fuerzas místicas, ni tenía tratos con demonios (malignos).⁵⁸ Ficino y los platónicos florentinos creían que podían incorporar la obra hermética, y lograr la “*unione divina della sapienza et della religione.*”⁵⁹; hermanando al cristianismo con la cultura neoplatónica pagana.

Los problemas que posteriormente tendría Ficino con la Inquisición muestran cuán difícil fue su

VII, p. 19].

52 Assman, 2006: 90.

53 Agustín, *Civitas Dei*, XVIII, 29. Aunque San Agustín no acepta a Hermes como parte de los antecedentes cristianos.

54 Dos ejemplos de claro rechazo a la magia de Hermes fueron: Agustín, *Civitas Dei*, VIII, 23; y Alberto Magno, “*De imaginatibus scientia*” en *Speculum astronomiae*, [Alberto Magno, 1615: 142].

55 “*Quidnam profitetur Magus ille, venerator Christi primus?*” Ficino, *Apología*, 67 [Ficino, 1529: 254]. “¿No fueron los magos quienes primero veneraron a Cristo?”

56 Expósito, 1995: 21.

57 “*Alterum vero eorum, qui naturales materias opportune causis subiciunt naturalibus mira quadam ratione formandas.*” Ficino, *Apología*, 78-79 [1529: 398].

58 Pico della Mirandola hizo también una defensa de esta magia en sus *900 Tesis*, “*Conclusiones magicae 26 secundum opinionem propriam*” §2 ahí afirma: “*Magia naturalis licita est et non prohibita*” [Farmer, 1998: 495] “La magia natural es lícita y no está prohibida”.

59 Ficino, “Proemio a Lorenzo de Medici” en *La religione Cristiana* [2005: 28].

tarea, aun con el apoyo de un protector tan influyente como Cosme de Medici. Pues, aunque es cierto que el hermetismo fue del interés de prelados y papas, como lo era de príncipes y académicos, por otra parte también existía una profunda desconfianza de los teólogos cristianos, quienes veían en el hermetismo y sus bases platónicas un pensamiento rival, que proponía una visión del mundo que no partía de bases cristianas y que, por ende, no podían dominar plenamente. El extenso control que la Iglesia intentó ejercer sobre la recientemente inventada imprenta y su “maldita lujuria de estampar libros”⁶⁰, y, con ello, de las ideas, demuestran bien hasta qué punto se desconfiaba de cualquier cosa, y no sólo del hermetismo, que se apartara de las bases de la tradición patristica, “la antigua y segura doctrina”⁶¹, tal y como era entendida por la cúpula de la Iglesia. En tal sentido, la mejor defensa del hermetismo fue asimilarlo a la filosofía natural y depurarlo de todas las implicaciones y tendencias sobrenaturales, al mismo tiempo que se proclamaba su origen pío.

Esto cuadra muy bien con la actitud que adoptó Ficino para defender el hermetismo y al problemático mago cristiano. Sin embargo, la pregunta que flota en el aire es si lo hizo para aprovechar el caudal filosófico (pitagorismo y platonismo) presente en dichos escritos o para justificar un nuevo paganismo (hermetismo). En otras palabras, la cuestión es si a Ficino en verdad le interesaba seguir una línea de pensamiento naturalista o sólo era una fachada para habilitar un pensamiento mágico sobrenaturalista. La principal defensora de la segunda tesis es la especialista en historia del ocultismo Frances Yates. Ella hizo hincapié en el entusiasmo de Ficino por las partes del *Corpus* que más se asemejaban al *Antiguo Testamento*, o por aquéllos pasajes que podían ser interpretados como una prefiguración del cristianismo. Ella afirmó que: “las partes que impresionaron básicamente a Ficino fueron aquellas que guardaban cierta semejanza con las de Moisés (no tanto las que recordaban a Platón)”;⁶² asegurando que se ponía en igualdad a Hermes, el mago egipcio, con Moisés, el profeta.⁶³

Para Yates, la prioridad de Ficino era estudiar a Hermes como fuente teológica y mágica. Así, la

60 Francisco Peña, *Manual de inquisidores*, citado por Claro [1996: 14].

61 *Ibid.*

62 Yates, 1983: 43.

63 En esto Ficino tuvo muchos seguidores que veían en Trismegisto a un segundo Moisés [Asencio, 93 y ss.].

autora inglesa nos pintó un cuadro donde Ficino pone a la magia por encima de la tradición filosófica del platonismo. Creo que dicha interpretación es errónea, pues sin menospreciar el interés de Ficino por la magia, explícito en varias partes de su obra, él siempre se declaró alumno de Platón. Yates pierde de vista que Hermes era la base de una importante tradición naturalista de la cual era partícipe Ficino. El vínculo de Trismegisto, a través de una genealogía de preceptores mitológicos, hasta Pitágoras, Filolao y Platón, emocionaba indudablemente a Ficino. Precisamente porque si él y muchos otros dedicaron tantos esfuerzos a entregar carta de naturalización cristiana, a quien creían era el principio de esa cadena, era porque así estaban en posibilidad de asimilar sin reservas a todos los pensadores de dicha vía. Si se mostraba la compatibilidad de Hermes con el cristianismo, se fortalecía la línea platónica y pitagórica, otorgándole una nueva dignidad al conectarle con la más primordial de las sabidurías de los gentiles, que además era, según Ficino, moralmente (casi) idéntica a los preceptos cristianos.

En su traducción del *Corpus Hermetico*, Ficino trazó la genealogía de preceptores desde Trismegisto a Orfeo, Aglaofemo, Pitágoras, Filolao “que es el maestro del divino Platón, nuestro preceptor.”⁶⁴ Es claro en el pasaje anterior que Ficino se vinculó directamente con Platón, no con Trismegisto.⁶⁵ Además, reunió los nombres de Pitágoras, Filolao y Platón, en una sucesión inmediata, resaltando la importancia de estos filósofos. En otros pasajes Ficino redujo esta lista de sabios antiguos a tres figuras principales: Hermes, Pitágoras y Platón.⁶⁶ Ese énfasis de Ficino en la tríada de sabios fue compartido por muchos otros de su época.⁶⁷ Es claro que el interés de los pensadores del Renacimiento por el Hermes Trismegisto, no excluyó a otros *teólogos* destacados, y entre ellos, fue evidente la veneración especial por las enseñanzas de Pitágoras y Platón. En ese sentido, la afirmación de Andrés

64 “*Quem Philolaus lectatus est, divi Platonis nostri praeceptor*” Ficino, “*Prefatio*”, *Mercurii Trismegisti, Pymander* [1532: 3]. Pico en su *Discurso sobre la dignidad del hombre*, modificó un poco esta genealogía de los primeros teólogos: Pitágoras, Aglaofemo, Filolao, Platón y los platónicos antiguos. [Pico, 2004: 49].

65 “Platón fue para Marsilio Ficino más que el maestro, la encarnación misma de la sabiduría divina.” [Garin, 1997: 54].

66 Ficino, *De vita*, I, X.

67 La lista de sabios, en especial de Hermes-Pitágoras-Platón se repite en muchas obras y autores: Juan Luis Vileta (*In acraomaticam aristotelis philosophiam*. Barcelona, 1569), enlaza a Pitágoras-Platón y finalmente Raimundo Lull, a quien llama el verdadero Trismegisto, en una cadena de revelaciones. Antonio de Torquemada [1570, 229] (*Jardín de Flores Curiosas*, 1570, 229) englobó en la misma categoría a “Pitágoras, Sócrates, Platón, Trismegisto, Próculo [Proclo], Porfirio, Jámblico”. En una época tan tardía, como 1788, Julián Romero y Moya [Romero, 1788: II, 65] escribió, con convicción, sobre las enseñanzas de Hermes que fueron transmitidas a Pitágoras y Platón. Sobre este tema, véase el estudio de Antoine Faivre: *The Eternal Hermes*.

Claro de que “en el umbral de la revolución científica está la magia” es cierta y falsa a la vez, pues si bien los autores renacentistas creían en la magia, ésta era de un tipo especial, filosófica y natural.

4. *Alimenta al Gallo*

“Es el mismo gallo que Sócrates, cuando esperaba reunir lo divino de su alma con la divinidad del Todo, lejos del peligro de la enfermedad corpórea, ya moribundo, dijo ser deudor a Esculapio.”

Giovanni Pico della Mirandola.⁶⁸

Dado su lugar entre Hermes y Platón, Pitágoras quedó en el Renacimiento temprano como el puente entre las crípticas enseñanzas herméticas y el racionalismo filosófico. Desde tal perspectiva, pitagorizar era conectar lo inefable egipcio con la filosofía griega, traducir el pensamiento mágico a una clave racional y comprensible. Esta unión fue lo que intentó edificar el pensamiento de Ficino a través del concepto de magia natural.⁶⁹ La magia natural era lograr efectos por medio del conocimiento de la naturaleza, en tal sentido sólo podemos definirla como 'técnica'. Pico define la magia como parte práctica de la filosofía natural: “*Magia est pars practica scientiae naturalis.*”⁷⁰

Algo que caracteriza a la idea de magia natural era precisamente la ordenación del mundo en un sentido absoluto.⁷¹ La naturaleza era vista como una red de vínculos, donde cada cosa estaba sometida a una serie de influencias que modelaban lo que fue, lo que era y lo que iba a ser. Todo el proceso natural ocurría por necesidad y, según Andrés Claro, esa era una de las cuestiones que menos gustaban a los inquisidores. Claro escribe: “Es aquí donde puede percibirse la amenaza a la ontología inquisitorial; la astrología, la astronomía, la meteorología, son condenadas debido a su idea de que todo está escrito en el cielo para ser interpretado.”⁷² En otras palabras, la imagen del mundo hermética no dejaba lugar a milagros, pues aun éstos, si existían, eran operaciones de los vínculos, sólo que más secretas que las

68 “*Hunc gallum moriens Socrates, cum divinitatem animi sui divinitati maioris mundi copulaturum se speraret, Sculapio, idest animarum medico, iam extra omne morbi discrimen positus, deberese dixit.*” Pico, *Oratio*, §22, 135 [traducción de: <http://es.scribd.com/doc/128984722/La-Dignidad-Del-Hombre>].

69 “las obras de la magia son obras de la naturaleza, y el arte, un instrumento” Ficino, *De amore* (1484), VI, X [Villa, 2001: 154].

70 Pico, *900 Tesis*, “*Conclusiones magicae 26 secundum opinionem propriam*” §3 [Farmer, 1992: 494].

71 “Las partes de este mundo, como miembros de un solo animal, dependiendo todos de un solo autor, se unen entre sí por su participación de una sola naturaleza.” Ficino, *De amore*, VI, X [Villa, 2001: 154].

72 Claro, 1992: 394.

otras.

Para interpretar esos vínculos, la matemática tenía un lugar especial⁷³ y, dado su vinculación con lo pitagórico, toda la numerología ocupó un gran espacio en el imaginario pitagórico. Pitágoras se ha considerado desde siempre como el padre de la filosofía matemática, ya que era visto como un gran matemático y numerólogo, inmortalizado con el teorema que lleva su nombre y que es una de las bases de la geometría. La imagen de Pitágoras, como maestro de los matemáticos, quedó atestiguada en las pinturas de la época, como la *Escuela de Atenas* de Rafael en el Vaticano, los frescos del Escorial o incluso antes, en los grabados medievales, o en la imagen en piedra de la fachada de la catedral de Chartres; en todas esas imágenes aparece Pitágoras siempre como un maestro enseñando su teorema.

Durante todo el siglo XVI, el saber de los números y la geometría eran relacionados directamente con el pitagorismo. Las ideas pitagóricas sobre los números y su relación con el descubrimiento de las cualidades del mundo elevaron en dignidad a la matemática, de un saber inferior hasta una forma de filosofía. Así fue para Giovanni Pico della Mirandola (1463-1494), en cierta forma el heredero intelectual de Ficino. Pico formuló sus *Novecientas Tesis* en 1486,⁷⁴ cuyo fin era unificar todos los saberes, e incluyó catorce “según las matemáticas de Pitágoras.”⁷⁵ Las *Novecientas Tesis* están enmarcadas por el interés de Pico por la cábala⁷⁶, un arte gnóstico medieval de interpretación de las escrituras judías, que pretendía descifrar sentidos ocultos y mensajes cifrados de Dios en los textos sagrados. La cábala manejada sobre la base de relaciones numéricas, acercó a Pico a las doctrinas

73 Ficino le concede un lugar particular a los números, pues ellos proceden directamente de la Unidad que es el principio de todo (Dios): “[la] unidad, que es el origen de todo número, y es necesario que ésta salga de un principio de todas las cosas, que llamamos Uno en sí mismo. Por tanto, la luz absolutamente simple del Uno en sí mismo, es la belleza infinita”. Ficino, *De amore*, VI, XVIII [Villa, 2001: 184].

74 Giovanni Pico della Mirandola publicó sus *900 Tesis de omni re scibili o Conclusiones philosophicae, cabalisticæ et theologicae*, en el año de 1486.

75 Pico, *900 Tesis*, [1532: 91]. La tesis que surgen de la filosofía de los pitagóricos son tanto de teoría de números, como numerológicas. Algunos ejemplos son: “1. El uno, la alteridad, y lo que es son la causa de los números: el uno de unidades, la alteridad de los números generadores, lo que es sustancial. 3. Cuando la unidad de un punto cae en la alteridad de lo binario, el primero triángulo existe. 4. Quien entienda el orden de i, ii, iii, iiiii, v, xii, tendrá exactamente la distribución de la providencia.”. Cfr.: Farmer, 1998: 335.

76 “El término 'Cábala', *qabbalah*, significa, en hebreo, "tradición". Con este término se designa una serie de especulaciones que es común considerar como parte de "la filosofía judía", aunque se reconocen en la Cábala elementos muy diversos... la Cábala surgió hacia el siglo XIII, en España y en Provenza, como una doctrina esotérica.” [Ferrater, 1994: I, 245].

pitagóricas, máxime que éstas últimas alimentaron muchas de las doctrinas numerológicas medievales, por lo que la unificación con el pitagorismo era relativamente fácil.

Emocionado por las posibilidades que la cábala abría para la filosofía cristiana, Pico formuló sus *Novecientas Tesis* como un llamado al debate público en la capital de la cristiandad, Roma. Posteriormente hizo un escrito que tituló como *Oratio de hominis dignitate*, que pensaba usar como un prefacio a las *Tesis*. Como nos lo informa el propio Pico, muchos desaprobaban su proyecto:

Desde ya que hay quienes desaprueban por completo esta clase de discusiones y censuran esta iniciativa mía de debatir en público cuestiones doctas argumentando que no es más que un artilugio para realizar una bella exhibición de ingenio y de doctrina que para abrirse al conocimiento. También están aquellos que, aunque no desaprueban esta suerte de ejercicio, no la aceptan en absoluto, simplemente por la razón de que yo, a mi edad, esto es, habiendo cumplido apenas veinticuatro años, he tenido la audacia de proponer una discusión sobre los misterios más altos de la teología cristiana, sobre las doctrinas más profundas de la filosofía, en una amplísima reunión de hombres doctísimos, ante el Senado Apostólico.⁷⁷

A manera de respuesta a sus críticos, Pico compone la *Oratio*, retomando el famoso pasaje del *Asclepius* sobre el valor del hombre: “*miraculum est homo.*”⁷⁸ En la versión de Pico, el hombre es la imagen del cosmos, el intermediario entre las criaturas inferiores y superiores⁷⁹, pues cuenta dentro de él con una parte de todos los elementos de la creación.⁸⁰ La idea que Pico desarrolla tiene una connotación muy especial, pues coloca un punto donde todo converge justo en medio del mar de vínculos que determinan el cosmos. Ese punto, que es el hombre, tiene como característica ser totalmente libre en medio de la determinación absoluta del Mundo.

El estado en el centro de la creación más que un ideal contemplativo, era para Pico la posibilidad de realización. Pues el hombre queda como algo indefinido, al converger sobre de él todas las

77 Pico, *Oratio*, §26, 164.

78 Pico, *Oratio*, §1. 2.

79 “*Esse hominem creaturarum internuntium, superis familiarem, regem inferiorum.*” Pico, *Oratio*, §2. 3. “familiar de las criaturas superiores y también de las inferiores. [Ruiz, 2004: 8].

80 “*Statuit tandem optimus artifex, ut cui dari nihil proprium potera commune esset quicquid privatum singulis fuerat.*” Pico, *Oratio*, §5. 17. “Estableció por lo tanto el óptimo artífice que aquel a quien no podía dotar de nada propio le fuese común todo cuanto le ha sido dado separadamente” [Ruiz, 2004: 13].

determinaciones. Al poseer esa naturaleza indefinida, el hombre puede moldear su destino, eligiendo entre las múltiples determinaciones y llegando a ser lo que quiere. Pico llamó al hombre “camaleón” por su capacidad de cambiar, de transformarse y sobre todo, cosa que más alabó, de lograr:

“¡Oh suma libertad de Dios padre, oh suma y admirable suerte del hombre al cual le ha sido concedido obtener lo que desee, ser lo que quiera!”⁸¹

Es de resaltar la conexión entre esta nueva forma del libre albedrío, que ya no se basa en la tradición medieval del dualismo del pecado y la redención. Pues en el sentido tradicional cristiano un hombre no es libre, sino que puede ser libre sólo al recibir la gracia de la redención. Es decir, se es verdaderamente libre únicamente en la muerte. En cambio, en la concepción de Pico el hombre es libre porque tiene la capacidad de la acción y la elección dentro del mundo. Esta nueva libertad radical que proclamaba Pico, transforma la visión del mundo hermética que había heredado de Ficino, pues la determinación del Mundo ya no incluye al hombre. La distinción de Pico de dos astrologías en dos ramas diversas es, según el florentino, muestra de ello la astrología judiciaria, es decir, la que predice el destino del hombre, es una farsa. En cambio acepta otra llamada matemática, que pretende comprender el influjo de los astros en los fenómenos naturales.⁸²

En ese último sentido, el hombre es libre para Pico porque posee la capacidad racional que le permite comprender la naturaleza. Esa capacidad es la libertad humana y, por lo tanto, es la esencia de lo que es el hombre. Por eso fue Pico tan enfático, cuando escribió, invocando el nombre de “Pitágoras, sabio entre los sabios”, que “no [debemos] dejar inactiva aquella parte racional con la cual el alma mide todo, juzga y examina, sino ejercitarla, conducirla y mantenerla lista”⁸³. Ese fue precisamente el objetivo de sus *Tesis*, investigar los vínculos ocultos que existen en el Mundo, desde la convicción en la capacidad individual. Consciente de su propia originalidad, Pico sostuvo en la *Oratio* que existen dos tipos de filosofía: la propia de la dialéctica tradicional, pero también:

81 Pico, *Oratio*, §6. 25. [Ruiz, 2004: 15]. “*O summam Dei patris liberalitatem, summam et admirandam hominis foelicitatem cui datum id habere quod optat, id esse quod velit.*”

82 Pico incluso ataca a la astrología adivinatoria o judicial en otra obra: *In astrologiam Libri XII*, [Expósito, 1995: 22].

83 Pico, *Oratio*, §22. 127 [Ruiz, 2004: 30].

Otra forma nueva de filosofar por vía de números; forma antigua que fue practicada por los teólogos primitivos, por Pitágoras el principal, por Aglaofemo, Filolao, Platón y los primeros platónicos, pero que en este tiempo, como otras cosas preclaras, por la incuria de los posteriores, tanto cayó en desuso que apenas se hallan de ella vestigios.”⁸⁴

Esta forma nueva (y vieja a la vez) era la que se plasma en la Cábala y era tal su fuerza, que Pico incluyó, en sus *Novecientas Tesis*, 74 cuestiones que afirmaba se podían resolver mediante números;⁸⁵ estas cuestiones incluyen a la existencia de Dios (1), si Dios es infinito (2), qué método se tiene que tener en la investigación de cualquier cosa que se puede saber (11), si la naturaleza corpórea como tal es activa o solamente pasiva (21), qué y cuál será el estado de las cosas en la consumación de los siglos (39). Es decir, estas cuestiones van desde la teología, de hecho, desde la primera y mayor cuestión de la teología, pasando por la investigación de la naturaleza, hasta la adivinación del futuro. En resumen, en la visión que nos aportó Pico coexisten dos cuestiones complementarias: la determinación racional del Mundo y la libertad intelectual del hombre.

Habría que advertir, que si la defensa de la magia por parte de Ficino fue problemática, la integración de un saber de origen judío como la cábala entrañaba dificultades no menores. Los judíos medievales fueron un grupo particularmente estigmatizado. Objeto de las iras populares y esquilados por los nobles, los judíos se asocian en el imaginario popular con el prestamista y con los acólitos del Anticristo.⁸⁶ Incluso profecías, como el oráculo sibilino de la *Tiburtina*, proclamaban que el Anticristo nacería de los judíos, de la tribu de Dan, y que tendría a los judíos como sus favoritos y servidores.⁸⁷ Esta combinación de características hizo muy creíble que los conocimientos judíos sobre los números fueran de gran profundidad y que contaran con otros conocimientos secretos que les permitían manipular la realidad, aunque el origen de dichas artes distara de ser benéfico.

Para evitar una condena de la cábala, Pico se esforzó en ligar esta tradición al resto de la

84 Pico, *Oratio*, §36. 220. [Ruiz, 2004: 49].

85 “*Quaestiones ad quas pollicetur se per numeros responsurum.*” [Pico, 1532: 138].

86 Le Goff, 1996: 54.

87 Holdenried, 2006: xxi. La *Tiburtina* no es la única fuente que repite ideas semejantes, tampoco este tipo de creencias eran exclusivas de los medios populares, pues San Ireneo en su *Contra Herejes*, V, 3, 30.2, las repite.

hermética, y también por definirla de una manera particularmente cristiana como: “Aquella veraz interpretación de la ley comunicada a Moisés por Dios que llamaba cábala”⁸⁸. Pero, si partimos de que en los albores de la edad moderna hasta la lengua hebrea estuvo prohibida,⁸⁹ nos podemos dar una idea de la enorme tarea que era la defensa de la cábala. Pico, como todos los hebraístas, se esforzó en proclamar la utilidad del estudio de la lengua judía, así como del griego y del latín, para los estudios bíblicos y la correcta interpretación de las Escrituras. En esa lucha, Pico no fue una figura aislada, nos dice Taylor:

Entre las huestes de los hebraizantes y cabalistas católicos militaban figuras tan destacadas como los cardenales Julio de Medicis, más tarde papa con el nombre de Clemente VII, Bernardo López de Carvajal, Pedro Galitano (*De arcanis catolica resitatis*), Egidio da Viterbo (*Libelus de literate hebraicis, Scehina*, etc.), el canónigo y camarero del papa Paulo III, Teseo Ambrosio (*Introductio ad Linguam chaldeam*), y Juan Pistorius de Nidda, confesor de Rodolfo II (*Artis cabalasticae tomas 1*). Tampoco escapaban beatos y santos, como el beato Juan de Tejada y San Lorenzo de Bríndisi, de quien se decía que era capaz de reconstruir de memoria el texto del Antiguo Testamento en hebreo.⁹⁰

Dados todos esos problemas, fue necesario hacer aparecer la cábala como lo más afín y concordante posible con el cristianismo. Es por ello que Pico enfatizó el vínculo entre este arte y la filosofía de Platón y Pitágoras, que tenían una larga tradición de aceptación dentro de la Iglesia. Además de su importancia para la filosofía, las enseñanzas de Pitágoras y Platón eran para Pico, quien apelaba a la autoridad de san Agustín, perfectamente congruentes con el cristianismo. Pico escribió en la *Oratio*:

“En lo que respecta a la filosofía [la de la cábala], parece que oímos sin más a Pitágoras y Platón, cuyas afirmaciones son tan afines a la fe cristiana que nuestro Agustín da grandísimas gracias a Dios por haberle caído en las manos los libros de Platón.”⁹¹

Pico, como antes Ficino, buscó legitimar la tradición pitagórica-platónica para servirse de ella, en

88 Pico, *Oratio*, §41. 267. [Ruiz, 2004: 59].

89 Claro, 1992: 13-16. Un buen ejemplo de esto es la prohibición del Talmud, que en Europa estuvo vigente desde 1230.

90 Taylor, 2006: 156.

91 Pico, *Oratio*, §41. 279 [Ruiz, 2004: 60].

el marco de una cábala cristiana (al menos en apariencia), como forma de filosofía. Para explicar el funcionamiento de dicha cábala, Pico recurrió a una concepción marcadamente pitagórica, explicando que Dios dispuso las cosas según el número,⁹² lo que justificaba sus esfuerzos de encontrar relaciones numéricas que expliquen la realidad y que, una vez descubiertas, permitieran manipularla.

Si nos atenemos a la expectación que generó el debate público de Pico en Roma en 1478, podemos deducir dos cosas: primero, existía interés en los temas que estaba proponiendo y, segundo, la censura eclesiástica estaba decididamente en contra de la difusión de tales ideas. No le fue posible a Pico la aceptación plena del pensamiento cabalístico, ni siquiera su debate público en Roma avanzó más allá de cuatro sesiones.⁹³ La Inquisición tomó de inmediato cartas en el asunto y trece de las tesis fueron encontradas como posiblemente heréticas y el mismo Pico fue excomulgado, teniendo que huir a Francia. Las tesis de Pico fueron tachadas de “falsas, erróneas, supersticiosas y heréticas.”⁹⁴ La conclusión a la que llegaron los teólogos católicos y que plasmaron en un dictamen fue:

Las tesis son en parte heréticas, en parte tienen sabor de herejía; algunas escandalosas y ofensivas para los oídos piadosos; la mayoría renovadoras de los errores de los filósofos paganos...; otras encaminadas a fomentar las pertinacias de los hebreos; muchas, en fin, bajo un cierto color de filosofía natural, quieren favorecer las artes enemigas de la fe católica y del género humano.⁹⁵

Para responder a sus fiscales, Pico escribió su *Apología*, que tampoco logró conmovier a los inquisidores.⁹⁶ La oportuna intervención del Carlos VIII de Francia y de Lorenzo de Medici logró que fuera perdonado y que se instalara en la seguridad de Florencia. El ideal de unificación de todos los saberes de Pico, similar al árbol de las ciencias de ese otro gran cabalista, Raimundo Lull, donde todo

92 “*sed omnia Deus per suam sapientiam [...] ita in numero disposuit*” Pico, *De magia naturali et Cabala Haebraeorum, Apologia* [1532: 41] Esta afirmación se encuentra también en Agustín de Hipona en *De Genesi ad litteram*, IV, 3,7 y, con palabras casi idénticas, Ficino describe la ordenación del mundo por Dios en una carta a Canisiano.

93 Primero el debate público quedó cerrado, después de la breve papal *Cum ex injuncto nobis* 20-febrero-1487, luego al propio Pico se le prohibió participar en los encuentros. Finalmente el dictamen final condenó varias de las tesis de Pico. [Bastitta, 2011: 3-4].

94 “*...falsa, erronea, supersticiosa et heretica.*” León Dorenz y Louis Thuasne han reproducido el Dictamen y varias de las cartas como apéndice de su libro. [Dorenz, 1976:131].

95 Minecam, 210: 73.

96 Bastitta, 2011; 4-5.

conocimiento comparte una profunda raíz, no fue suficiente para convencer a los teólogos católicos, quienes veían en la nueva filosofía un conjunto de herejías y errores.

Existía ciertamente un elemento subversivo en lo que Ficino y Pico estaban proponiendo, pero no era alguna de las ideas en concreto lo que causaba tanta irritación en los teólogos cristianos, cuanto el planteamiento en conjunto. La visión del mundo que la hermética florentina proponía, la hemos caracterizado hasta aquí como determinista en las cuestiones naturales y, a la vez, propulsora de una nueva libertad de acción y pensamiento. Existía una tercera característica, la disolución de la jerarquía de los saberes, tan valorada en la Edad Media, que además fue una de las bases del control de las ideas por parte de los teólogos cristianos. La jerarquización consistía en considerar a la teología como la ciencia primera, y a la filosofía como su esclava (*philosophia ancilla theologiae*),⁹⁷ en tal sentido el resto de los saberes, como la matemática, eran meros auxiliares de una esclava; estos últimos eran las artes liberales: música, geometría, astronomía y aritmética, junto a la retórica, gramática y dialéctica. Pero en la tradición hermética, desde el uso de la denominación *Prisca theologia*, ponían la filosofía pagana, saber que los teólogos cristianos no aceptaban como teología, al mismo nivel que la cristiana. En ese sentido la diferencia entre filosofía y teología desaparecía, y la misma matemática pasaba al nivel de filosofía, en el sentido de que quien la cultivaba, ofrecía un saber sobre el mundo.

La libertad que la hermética propuso, ayuda a explicar que, pese a todos los recelos, impregnaba el ambiente social del Renacimiento. El pitagorismo, el neoplatonismo y el hermetismo siguieron los cursos de difusión del Renacimiento, en especial la familia Medici llevó muchos de los ideales a Roma donde ordenaron a dos papas y luego a París cuando Catalina de Medici se convirtió en esposa de Enrique IV. También en la Alemania de antes y después de la Reforma el pensamiento hermético gozó de gran aceptación. Cornelio Agripa de Nettesheim, famoso mago, (1483-1535), le dio un lugar especial a las cuestiones numéricas y matemáticas, y con ellas al pensamiento pitagórico.⁹⁸ En su *De*

97 La imagen medieval del saber se puede apreciar en la ilustración sobre las artes liberales del *Hortus deliciarum* de Herrad von Landsberg (siglo XII).

98 Es de notar que Agripa no provino directamente de la Academia Florentina de Ficino, sino que se formó en Alemania con Johann Reuchlin (1455-1522), en un ambiente más cercano a los estudios hebreos. [Burke, 1998: 84-86].

Occulta Philosophia (1510), Agripa hizo una división triple de la magia: en natural, celeste y teológica. De éstas, la segunda, también llamada matemática, al estar conectada con la astronomía-astrología, servía para entender y dominar los influjos celestes de las estrellas, pero también funcionaba para entender y estudiar el mundo natural. Así, al inicio de su segundo libro, Agripa afirmó que:

Las ciencias matemáticas son tan necesarias para la Magia, y se relacionan tanto con ella, que quienes se dedican a ésta sin emplear aquéllas, no realizan nada de valor, pierden su tiempo, y jamás llegan al fin de sus designios; pues todo lo que existe y se realiza en las cosas de aquí abajo, a través de virtudes naturales, es hecho y conducido o gobernado con número, peso, medida, armonía, movimiento y luz, y todo lo que vemos en las cosas de aquí abajo, toma su raíz y fundamento de allá.⁹⁹

5. Sombras del orden

“No obran ni a tontas ni a locas los pitagóricos y académicos cuando hacen a los números la base de la realidad... los números son sombras del orden con que Dios dispuso, hizo y ordenó todas las cosas.”

Gerolamo Cardano¹⁰⁰

La valorización de la matemática, que trajo consigo la nueva forma de pensamiento es uno de los fenómenos más característicos del Renacimiento. De forma clara van apareciendo nuevos campos de aplicación para los números, como la mecánica. Agripa señaló que con las puras matemáticas, es decir sin el auxilio de la magia, “solamente, se pueden producir, sin virtud natural, algunas operaciones semejantes a las naturales”¹⁰¹ Estas operaciones semejantes a la naturaleza son la construcción de objetos por el arte mecánico:

...como cuerpos que ambulan, hablan y carecen de virtud animal, como lo fueran otrora los ídolos o imágenes de Dédalo; se los llama autómatas (...) donde los invitados eran servidos por estatuas de oro que oficiaban de sumilleres y conserjes. En la historia se observa, además, que las estatuas de Mercurio hablaban; y que la paloma de madera de Arquito volaba; y las maravillas de Boecio, que cuenta Casiodoro; Diomedes hacía sonar la trompeta; una serpiente de bronce silbaba; y había pájaros que entonaban melodiosas canciones.¹⁰²

99 Agripa, *De Occulta*, II, I. (traducción: Nettesheim, 1992: 121).

100 Cardano, *Liber de libris propriis* (1562) [Socas, 2002: 215].

101 Agripa, *De Occulta*, II, I. (traducción: Nettesheim, 1992: 121).

102 *Ibid.*

En esta misma línea, Campanella definió la mecánica, como “magia artificial real”:

La magia artificial real produce efectos reales. Así, Arquitas fabricó una paloma voladora de madera, y recientemente en Nüremberg, según Boterus, han sido fabricadas por el mismo procedimiento un águila y una mosca. Arquímedes, empleando un juego de espejos, incendió la lejana flota enemiga. Dédalo fabricó estatuas que se movían bajo la acción de pesos o del mercurio.¹⁰³

A pesar de que Agripa reprochaba que estos objetos sólo imitaban a los cuerpos reales, no dejó de sorprenderse y maravillarse por su construcción, posible gracias a las ciencias matemáticas, y afirmaba que: “las maravillas derivadas de la Geometría y la Óptica son de esta índole.”¹⁰⁴ Cosas que el vulgo, dijo Agripa, confunde con “un milagro a las obras de las ciencias naturales o matemáticas”¹⁰⁵, pero, en realidad, provienen de una increíble y mágica relación entre el mundo natural y los números. Doctrina enseñada por los pitagóricos y que Agripa resumió usando como fuente a Boecio:

Severino Boecio dice que todo lo creado por la naturaleza parece formado en los Números, pues ése ha sido el principal modelo en el espíritu del Creador, de allí Él derivó la cantidad de elementos, de allí las revoluciones de los tiempos, de allí subsiste el movimiento de los astros, el cambio del cielo, y el estado de los números a través de su relación. Los números tienen, pues, virtudes grandísimas y elevadísimas, y no hay que asombrarse porque posean tan grandes virtudes ocultas y en tan gran número en las cosas naturales, existentes en los números más grandes, ocultos, maravillosos y eficaces.¹⁰⁶

Esa creencia, en las “virtudes ocultas de los números... [presente] en tan grande número en las cosas naturales”¹⁰⁷, ayuda a explicar la multiplicación de diversos intentos por aplicar las matemáticas a la naturaleza, que estaban apareciendo en la época. Estos intentos provenían, tanto desde el campo del ocultismo, como del de las nacientes ciencias naturales; aunque conviene recordar que muchos autores siguieron ambas vías. También ayudan a apreciar el impulso que dio la nueva dignidad de las matemáticas, vistas como una forma de filosofía (ciencia), que estudia la naturaleza. Así, al menos lo

103 Campanella, 1957: 181. Para un estudio más amplio del tema: Rey, 2001: 165 y ss.

104 Agripa, *De Oculta*, II, i.

105 *Ibidem*.

106 Agripa, *De Oculta*, II, ii.

107 *Ibid*.

planteó Leonardo da Vinci, quien en su *Tratatto della pittura* escribió:

“*Nissuna umana investigazione si può dimandare vera scienza; s'essa non passa per le matematiche dimostrazioni.*”¹⁰⁸

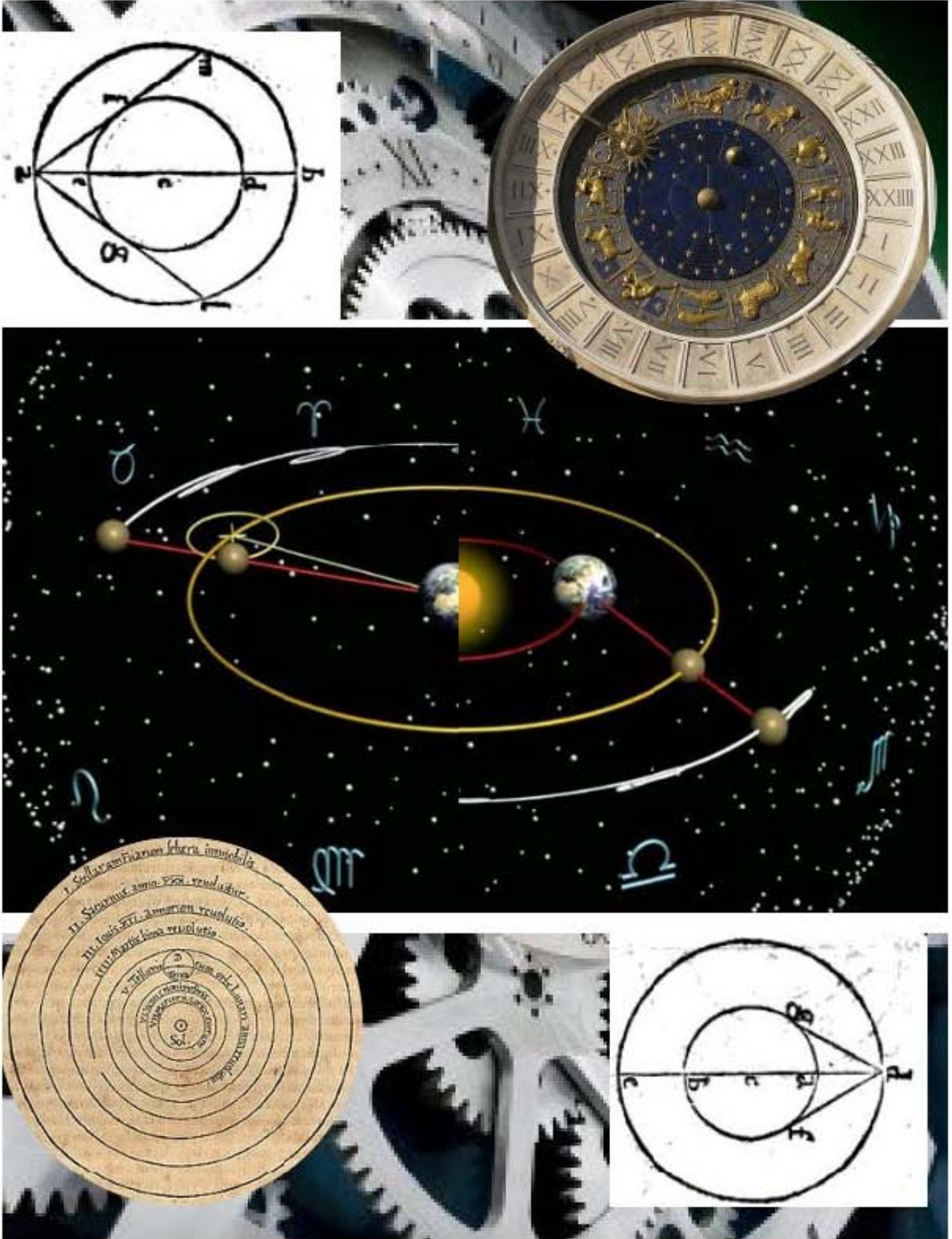
Además, es interesante constatar por el testimonio de Agripa el gran desarrollo que las ciencias matemáticas habían tenido en el Renacimiento. Así, además del clásico *quadrivium* (música, geometría, astronomía y aritmética), Agripa habló de la óptica, la mecánica “y las ciencias que se ejercitan con pesos, medidas, proporciones, artículos y junturas.”¹⁰⁹ Un par de años después, por la obra de Niccolò Fontana (1499-1557), apodado Tartaglia (tartamudo), *La Nova Scientia* (1537), nos enteramos del enorme cambio que se operaba en las disciplinas matemáticas. Tartaglia afirmó que el vulgo creía parte de las matemáticas a la aritmética, geometría, música, astronomía, astrología, cosmografía, corografía [topología], perspectiva, especularia, la ciencia de los pesos y arquitectura; aunque también advirtió que diversos sabios dieron clasificaciones diferentes.¹¹⁰ Tartaglia mismo admitió, como parte de las matemáticas, a las cuatro artes del *quadrivium*, añadiéndoles la perspectiva y la “nueva ciencia” de la balística, llamándoles “puras” sólo a la aritmética y a la geometría, e “intermedias” a las otras por estar entre las primeras y la filosofía natural. Un poco después, Nicolás Copérnico (1473-1543) puso a la cabeza de las artes a la astronomía, seguida de la aritmética, geometría, óptica, geodesia, mecánica y “si hay alguna otra más”¹¹¹. Estas nuevas musas matemáticas, a las que pronto se les agregó la trigonometría, formaron el coro pitagórico, que dio impulso a diversas búsquedas científicas y mágicas del Renacimiento.

108 Leonardo, 1817: 3. “ninguna humana investigación se puede llamar ciencia verdadera, si ésta no pasa por las demostraciones matemáticas.”

109 Agripa, *De Oculta*, II, ii.

110 Martínez, 1998: 5. En su estudio preliminar a la *Nueva Ciencia* de Tartaglia, Rafael Martínez cita a Commandino y a Clavius y habla de sus diversas clasificaciones de las ciencias matemáticas.

111 Copérnico, 1987, I, I [Mínguez, 1987: 13].



II. Nicolás Copérnico: la astronomía pitagórica

“Cuando el Sol brilla sobre ellos, ven nítidamente y parece como si estos mismos ojos tuvieran claridad [...] Del mismo modo piensa así lo que corresponde al alma: cuando fija su mirada en los objetos sobre los cuales brilla la verdad y lo que es, inteligente, conoce y parece tener inteligencia.”

Platón, *República*, VI 508c-d.

Hasta aquí hemos tratado de mostrar qué se entendía por pitagorismo en el Renacimiento, desde la figura de Pitágoras hasta la hermética, y después cómo dicha definición se amplió con las ideas de la Academia florentina. En este capítulo veremos cómo Nicolás Copérnico usó esas ideas para construir una nueva forma de comprender, literalmente, el cosmos. En ese punto todo cambia, por la actividad de Copérnico, lo que se comprendía por pitagorismo se vincula de forma permanente al tema astronómico y así va a aparecer por los siguientes dos siglos. Pero también cambia el contexto, la relativa libertad de pensamiento que abrió el Renacimiento con su lucha constante se quiebra por una serie de acontecimientos religiosos, denominados en conjunto la Reforma Protestante y posteriormente la Contrarreforma Católica. Estos acontecimientos fueron tan importantes que cierran la época del Renacimiento y abren un nuevo periodo, la época del Barroco.

Más adelante hablaremos de los cambios más importantes que trajeron la Reforma y la Contrarreforma en nuestra historia. Por ahora sólo vamos a mencionar la importancia que los protestantes concedieron al estudio. Lutero, el reformador cristiano, basó en parte su teología en la lectura directa y personal de la Biblia. Pero para poder acceder a la Biblia hacía falta saber leer, eso implicaba que todas las personas debían tener acceso a la educación básica. Uno de los cambios más profundos que originaron los ideales luteranos fue el fomentar, en las zonas ganadas por la Reforma, la creación de un sistema de enseñanza para dar educación básica a todos los niños. Complemento de lo anterior fue el sistema de universidades reformadas. El modelo de casi todas ellas fue la Universidad de Wittemberg, bajo la dirección de Melanchthon, el “pequeño griego” como lo llamaba Lutero,¹¹² la cual

112 Kepler, *Astronomia Pars Optica*, VI, 10 [Frisch, 1863: II, 290].

se convirtió en un centro de saber de gran importancia. La universidad de Wittemberg se especializó en teología luterana, pero también tuvo una cátedra de astronomía donde se formaron astrónomos muy capaces. Uno de los primeros titulares de dicha cátedra fue Georg Joachim Rheticus (1514-1574), quien se impuso como misión personal animar a un poco conocido astrónomo polaco a publicar su sistema astronómico largamente prometido.

6. Aristarco y Copérnico

“Aristarco con su discípulo Copérnico.”

Kepler, *Pars optica*¹¹³

En su juventud, Nicolás Copérnico (1473-1543) vio cómo la cultura renacentista florentina se esparcía por Europa. Copérnico, polaco por nacimiento, germano por ascendencia, se formó en las universidades de la Italia del Renacimiento (Bologna 1496-1501 y Padua 1501-1503) apenas una generación posterior a la de Ficino y Pico. En su vida fue testigo de la actividad de Lutero, de la Reforma Protestante, de los conflictos religiosos y murió cuando los preparativos para el Concilio de Trento estaban ya en marcha. Entre grandes astrónomos de esa época, la figura de Nicolás Copérnico se destaca por su decisión, llena de dificultades, de adoptar el sistema pitagórico de Aristarco de Samos, donde el Sol, y no la Tierra, ocupa el lugar central del universo.

Sobre las ideas astronómicas de Aristarco nos informa Plutarco:

Aristarco de Samos en este asunto se le condenó de blasfemia contra los dioses, por sacudir los cimientos del mundo, porque este hombre, tratando de salvar las apariencias, supuso que el cielo se mantenía inamovible, y que la tierra se movía a través de un círculo oblicuo, al mismo tiempo que giraba alrededor de su propio eje.¹¹⁴

¹¹³ “But Aristarchus of Samos brought out a book consisting of some hypotheses, in which the premises lead to the result that the universe is many times greater than that now so called. His hypotheses are that the fixed stars and the sun remain unmoved, that the earth revolves about the sun in circumference of a circle, the sun lying in the middle of the orbit, and that the sphere of the fixed stars, situated about the same center as the sun, is so great that the circle in which he supposes the earth to revolve bears such a proportion to the distance of the fixed stars as the center of the sphere bears to its surface.” Heath, 2007: 221-222.

¹¹⁴ Plutarco, *De facie in orbe lunae*, 6. “Aristarchus the Samian into question and condemned him of blasphemy against the Gods, as shaking the very foundations of the world, because this man, endeavoring to save the appearances, supposed that the heavens remained immovable, and that the earth moved through an oblique circle, at the same time turning about its own axis.” [Goodwin, 1874: 123].

La misma noticia nos la transmite Arquímedes en su *Contador de arena*, donde explica con más detalle las ideas de Aristarco así como su originalidad:

*Now you are aware that 'universe' is the name given by most astronomers to the sphere whose centre is the centre of the earth and whose radius is equal to the straight line between the centre of the sun and the centre of the earth. This is the common account (τά γραφόμενα) as you have heard from astronomers. But Aristarchus of Samos brought out a book consisting of some hypotheses, in which the premisses lead to the result that the universe is many times greater than that now so called. His hypotheses are that the fixed stars and the sun remain unmoved, that the earth revolves about the sun in the circumference of a circle, the sun lying in the middle of the orbit, and that the sphere of the fixed stars, situated about the same centre as the sun, is so great that the circle in which he supposes the earth to revolve bears such a proportion to the distance of the fixed stars as the centre of the sphere bears to its surface.*¹¹⁵

Es interesante constatar por las citas anteriores la complejidad del sistema de Aristarco, así como que la principal objeción que enfrentó estuvo en el problema del tamaño del universo e incluso que fue acusado de impiedad, problemas todos que guardan un paralelismo con la versión moderna del mismo sistema de Copérnico. Al igual que Aristarco, Copérnico no hizo una construcción para poder predecir el movimiento de los astros, o como se decía en esa época: “salvar las apariencias” astronómicas. Copérnico utilizó no sólo un sistema astronómico, sino todo el modelo de pensamiento que conllevaba el término pitagórico. El astrónomo polaco utilizó como sustento de su astronomía la idea pitagórica del *filósofo*, con los ideales que Pico le había dado, en combinación con la idea de que la naturaleza está ordenada por esas sombras del orden, que son los números. La astronomía de Copérnico se alejó de los estrechos límites medievales, donde se consideraba a la astronomía como un mero medio de calcular los movimientos celestes, y se convirtió en cosmología o física de los cielos. En otras palabras,

115 Arquímedes, *El contador de arena*, [Heath, 1897: 221-222]. “Ahora tú estás enterado que '*universo*' es el nombre dado por la mayor parte de los astrónomos a la esfera cuyo centro es el centro de la Tierra, mientras que su radio es igual a la línea recta entre el centro del Sol y el centro de la Tierra. Ésta es la descripción común que has oído de los astrónomos. Pero Aristarco ha sacado un libro que consiste en ciertas hipótesis, en donde la premisa da como resultado que el universo es muchas veces mayor que así mencionado. Sus hipótesis son que las estrellas fijas y el Sol permanecen inmóviles, que la Tierra gira alrededor del Sol en la circunferencia de un círculo, el Sol está en el centro de la órbita, y que la esfera de las estrellas fijas, más o menos con su centro en el del Sol, es tan grande que el círculo en el cual él supone que la Tierra gira guarda tal proporción a la distancia de las estrellas fijas cuanto el centro de la esfera guarda a su superficie.”

Copérnico pretendió haber descubierto la forma auténtica del cosmos.

Como un hombre formado en el ambiente humanista de recuperación de los clásicos del Renacimiento italiano, Nicolás Copérnico no sólo se familiarizó con los diversos autores de su época, sino también con las fuentes antiguas de la astronomía. Discutir si Copérnico se consideraba a sí mismo como un pitagórico es muchos menos interesante que revisar a los autores que él mismo cita, mismos que le sirvieron tanto de soporte teórico, como de fuente en sentido técnico, para el desarrollo de sus concepciones.¹¹⁶ Los nombres de Pitágoras, Filolao, Ecfanto, Hicetas y Heráclides, además de la carta apócrifa de Lysis a Hiparco, aparecen en la “Carta a Pablo III”, que Copérnico usó como prefacio al *De Revolutionibus*; todos esos nombres se asocian a círculos pitagóricos. Como un dato curioso, de entre todos esos nombres de pitagóricos griegos falta el principal antecedente del heliocentrismo: Aristarco de Samos, cuya referencia está presente en el manuscrito de Copérnico, pero ausente de la obra impresa,¹¹⁷ esto induce a pensar que prefirió omitirlo en éste último previendo problemas con la censura.

Pero esas referencias no se quedan en sólo nombres, es claro que Copérnico conocía bastante bien las fuentes disponibles en su época sobre la astronomía pitagórica: el *Contador de arena* de Arquímedes, donde habla de Aristarco de Samos; de Plutarco, *De facie in orbe lunae* y *Platonicae questiones*, por medio de la obra de Giorgio Valla, *De expetendis et fugiendis rebus* (1501);¹¹⁸ de Aetius (pseudo-Plutarco) sus *Placita philosophorum*, donde habla de Aristarco y Filolao; y la *Academica* de Cicerón, donde cita a Hicetas. Copérnico no sólo utilizó como antecedentes las obras astronómicas de los pitagóricos, sino que incluso se preguntaba si debía actuar como pitagórico y guardar silencio en la difícil cuestión que enfrentaba, pues claramente pretendía reformar la ciencia astronómica.

116 El pitagorismo de Copérnico ha sido un tema, si bien no demasiado comentado, sí al menos del interés de algunos estudios. Al respecto: África, 1961 y 1962; Rosen, 1962; Bilinski, 1977 y Gatti, 1999.

117 Rosen en *Revolutions* (Commentary, 360-361) maneja la hipótesis de este conocimiento de Aristarco por parte de Copérnico, aunque en su obra final no citara el sistema astronómico del griego. Para un desarrollo de este problema véase: André Goddu, *Copernicus and the Aristotelian Tradition: Education, Reading, and Philosophy in Copernicus's Path to Heliocentrism* [2010: 234].

118 África, 1961: 406 y Rose, 1931:138.

El problema que enfrentaba Copérnico no era la novedad tal cual de sus concepciones, ya que él mismo nos dio sus antecedentes. El verdadero conflicto estaba en que Copérnico proponía un cambio de paradigma, argumentando que la Tierra no estaba inmóvil en el centro del universo, sino que orbitaba alrededor del Sol. Dicha afirmación contravenía la evidencia sensorial inmediata, la astronomía que existía, toda la tradición física de la escolástica y también pasajes explícitos de la Biblia. Incluso Andreas Ossiander, el editor de la obra cumbre de Copérnico, *De Revolutionibus* (1543), creyó que este problema podía significar un obstáculo insalvable y decidió solucionarlo él mismo con un prefacio no firmado al lector, donde reduce el heliocentrismo a un asunto meramente hipotético. Ossiander dice:

Divulgada ya la fama acerca de la novedad de la hipótesis de esta obra, que considera que la Tierra se mueve y el Sol está inmóvil en el centro del universo, no me extraña que algunos eruditos se hayan ofendido vehementemente [...] Pero si quieren ponderar la cuestión con exactitud, encontrarán que el autor de esta obra no ha cometido nada por lo que merezca ser reprendido. Pues es propio del astrónomo calcular la historia de los movimientos celestes con una labor diligente y diestra. Y además concebir y configurar las causas de estos movimientos, o sus hipótesis.¹¹⁹

Dicho prefacio, que declaraba que la tesis maestra del *De Revolutionibus* no debía ser tomada como verdadera, ni siquiera como verosímil, causó durante un tiempo confusión entre los lectores del libro, agravada por el hecho de que Copérnico murió el mismo mes que su obra salió de la imprenta, razón de que no tengamos una réplica de su propia mano. El alumno de Copérnico y principal promotor de la edición del *De Revolutionibus*, Georg Joachim von Lauchen, apodado Rheticus, se encargó de protestar por dicha modificación, aunque el asunto no quedó en claro y las primeras ediciones de Copérnico salieron con el prefacio sin firmar y sin ninguna nota aclaratoria.¹²⁰ Aun así, muchos notaron que el prefacio no era obra de Copérnico, por ejemplo Giordano Bruno, quien habló de “cierta epístola preliminar añadida por no sé qué asno ignorante.”¹²¹ Finalmente fue Kepler quien aclaró la cuestión y

119 Copérnico, Prefacio. [Mínguez, 1987: 3].

120 Elena, 1985: 128.

121 Bruno, *Cena de las cenizas*, II.

en 1600 hizo pública la autoría del prefacio.¹²²

En opinión de Bruno y Kepler, Copérnico rechazó firmemente que su obra fuera sólo una hipótesis. A favor de esto, está el punto de que Copérnico considerara que la Astronomía, la primera de las artes matemáticas, no puede obtener resultados verdaderos de hipótesis falsas. Incluso Copérnico declaró que los sistemas de Ptolomeo y Eudoxo tenían serias inconsistencias, que demostraban que sus hipótesis eran falsas, “pues si las hipótesis supuestas por ellos no fueran falsas, todo lo que de ellas se deduce se podría verificar sin lugar a dudas.”¹²³ Bajo esta afirmación, es difícil suponer que Copérnico no considerara como verdadera la imagen del mundo que proponía. Pero al hacerlo, debía demostrar, o al menos justificar, cabalmente sus ideas. Pues mientras el geocentrismo era una suposición natural y las evidencias parecían estar de su parte, el heliocentrismo era algo anti intuitivo, de difícil aceptación y, como lo demostró la historia, de más difícil demostración.

Es evidente que Copérnico temía reacciones adversas a sus ideas, pues en el *De Revolutionibus* se narra que pensó en ocultar sus descubrimientos y “seguir el ejemplo de los pitagóricos y algunos otros [...] y transmitir los secretos de su filosofía únicamente a amigos y próximos.”¹²⁴ Copérnico narró que desechó esta idea gracias a sus “amigos” como el cardenal Schönberg, secretario del Papa y sin duda un poderoso protector. Rheticus en su *Encomium* amplió un poco esta cuestión, afirmando que el obispo Tiedemann Giese, amigo de Copérnico, le había propuesto que publicara únicamente unas tablas astronómicas basadas en su nueva idea:

Así no provocaría la discusión entre los filósofos; los matemáticos [*vulgares*] tendrían un instrumento para calcular correctamente los movimientos de los astros, y los verdaderos sabios [*veros autem artifices*], aquéllos a los que Júpiter ha lanzado una mirada favorable, deducirán fácilmente, a partir de los valores numéricos, las fuentes y los principios que habían servido de base para el cálculo... Así se observaría el principio pitagórico según el cual, la filosofía debe practicarse de tal modo que sus secretos más íntimos queden

122 Kepler, *Apologia tychonis contra Ursum*, [Frisch, 1937: 6].

123 Copérnico, *De Revolutionibus*, Prefacio. [Mínguez, 1987: 9].

124 Copérnico, *De Revolutionibus*, Prefacio. [Mínguez, 1987: 7].

reservados a los doctos y matemáticos iniciados.¹²⁵

Rheticus finalizó el pasaje explicando que la idea que sustentaba a las *Tablas Alfonsinas*, modelo que proponía Giese a Copérnico, era el principio de autoridad o, como dijo Rheticus: que *el maestro ha dicho*, el cual es una “proposición que en matemáticas tiene nulo valor.”¹²⁶ Con esa frase, Rheticus aludía a los títulos que Copérnico reivindicó para sí mismo en su libro: los de filósofo y matemático, poniendo en evidencia la contradicción que hubiera significado para el astrónomo polaco, esconder sus ideas detrás de un conjunto de cálculos, sin especificar las hipótesis de los cuales éstos partían.

De ser correctas las apreciaciones de Rheticus, Bruno, Kepler y otros, la obra de Copérnico, en lugar de ocultarse en la autoridad del erudito, o usar el subterfugio de pretender presentar sólo hipótesis para salvar los fenómenos, se adentró en explorar la verdadera imagen de los cielos. Copérnico, según sus propios términos, contra la actitud pasiva de los matemáticos vulgares, pretendió asumir un papel activo de libre investigación como un *doctis & mathematicae*. Para lograrlo se escudó en la figura del filósofo, en el sentido pitagórico y también de Pico. Copérnico escribió en el *De Revolutionibus*:

“el hombre-filósofo” [*hominis philosophi*] cuyos pensamientos están lejos del vulgo... sobre todo porque su afán es buscar la verdad en todas las cosas”.¹²⁷

El polaco, para darle justo las resonancias que deseaba, elaboró una palabra donde funde la *hominis dignitate* y la *filosofía*. En ese sentido, el filósofo de quien habla Copérnico es tanto alguien alejado de los filósofos escolásticos, como también convencido de la dignidad que porta. Según sus propias palabras, la intención de Copérnico fue buscar la verdad en todas las cosas, no calcular los fenómenos. Así, para cualquiera que leyera la obra con atención, quedaba claro que esa era una astronomía planteada como física de los cielos, o cosmología, y no como hipótesis computable. Este punto es muy importante, pues de acuerdo a la jerarquía de los saberes, los únicos capacitados para hacer cosmología eran los filósofos, en el sentido escolástico, mientras que los matemáticos no

125 Rheticus, 1540: 65. Cito la traducción de pasaje que hace Vernet [2000: 48-49] con algunas correcciones.

126 Rheticus, 1540: 65.

127 Copérnico, 1566, prefacio [Mínguez, 1987: 7].

explicaban la realidad, sólo computaban datos, sólo salvaban las apariencias. Copérnico en cambio invadió el campo vedado a los astrónomos, en tanto que matemáticos, y escribió una cosmología sustentada matemáticamente. Dicho paso fue una ruptura con la tradición.¹²⁸

Dado lo anterior, cabe recalcar los dos sentidos de la palabra “filósofo” que usaron tanto Copérnico como Reticus. Uno era de uso corriente de la época y venía a significar peripatético y teólogo, y en ese sentido se usó a veces en el *De Revolutionibus* siempre en sentido negativo, casi con desprecio;¹²⁹ en contraste, el título de “filósofo”, o más concretamente *hominis philosophi*, al que se refería Copérnico y reivindicaba para sí mismo era aquel iniciado en las matemáticas y también un buscador de la verdad. Finalmente, a los teólogos los llamó Copérnico “charlatanes” [ματαιολόγοι¹³⁰], quienes “aun siendo ignorantes en todas las matemáticas, presumiendo de un juicio sobre ellas por algún pasaje de las Escrituras, malignamente distorsionan su sentido.”¹³¹ Copérnico citó como ejemplo de lo anterior a Lactancio, quien se burló de la forma esférica de la Tierra sin tener el mínimo conocimiento de astronomía, física o geometría. “Las matemáticas se escriben para los matemáticos”, concluyó Copérnico, “y así, no debe parecernos sorprendente a los estudiosos, si ahora otros se ríen de nosotros.”¹³²

Para Copérnico, el ampararse bajo la idea del filósofo, concepto atribuido a Pitágoras,¹³³ justificaba el estudio libre de los cielos; incluso contra la autoridad de Aristóteles, cimiento de la escolástica de su época, quien afirmaba la inmovilidad de la Tierra y se burlaba de las ideas pitagóricas sobre la posibilidad de que la Tierra y los demás planetas estuviesen girando alrededor de un fuego

128 En tal sentido, el título que Koestler dio a Copérnico como el “tímido canónigo” [Koestler, 2007: 113.] carece de sustento, pues si su carácter fue tímido, sus ideas no.

129 Por ejemplo, en el prefacio, Copérnico escribió: “comenzó a enojarme que a los filósofos... no les constara ningún cálculo seguro sobre los movimientos...” [Mínguez, 1987: 9].

130 Copérnico, *De revolutionibus*, prefacio, 1566. En griego en el original, literalmente *vanilocuente*.

131 Copérnico, *De revolutionibus*, prefacio [Mínguez, 1987: 11].

132 *Ibid.* Copérnico estaba abogando por una separación de la astronomía de la interpretación de la *Biblia*, lo que, en el fondo, eran ya los primeros pasos para separar ciencia de religión; por esa misma vía irían tanto Bruno, como después Galileo en su famosa carta a Cristina de Lorena.

133 Cicerón, *Tusculanae Quaestiones*, V, 9. Cic. Tusc. 5.9 y Diógenes Laercio, VIII, 1, 8-9. También y más cercana de Copérnico era la opinión de Nicolás de Cusa, quien nombró a Pitágoras: “primer filósofo tanto por el nombre como por los hechos” [Fuentes, 2011: 51]. Cusa remarcó la idea de que el éxito del pitagorismo era que investigaba la verdad a través del número.

central.¹³⁴ La cosmología de la época se basaba casi por entero en Aristóteles, quien concebía a la Tierra como el lugar donde se mezclaban y separaban los cuatro elementos, situándola en el centro del universo, mientras que las esferas celestes (planetas y estrellas) estaban formadas de un quinto elemento perfecto (*ether* y después en la Edad Media *quintaesencia*) que hacía que los cuerpos formados de él giraran en circunferencias perfectas y regulares. Posteriormente, Claudio Ptolomeo le dio una sólida base matemática al modelo astronómico de Aristóteles, aunque con problemas, pues sólo pudo salvar la exclusividad del movimiento circular y la regularidad de la velocidad angular por medio de una serie de artificios. Los filósofos escolásticos contemporáneos de Copérnico, amparados en Aristóteles, sostenían que los cielos eran perfectos,¹³⁵ hechos de la quintaesencia inmutable, y que giraban eternamente en círculos.¹³⁶

Sin embargo, el modelo de Ptolomeo no encajaba tan bien como las ideas de Aristóteles aseguraban. Una vez que el astrónomo griego hiciera los cálculos, encontró que el centro del mundo no era la Tierra, sino un punto vacío vecino a ella. Esto se explicaba deformando las órbitas circulares ligeramente, es decir, haciéndolas *excéntricas*. Pero, ni siquiera ese centro vacío explicaba todos los fenómenos, ya que la velocidad de los planetas o Estrellas Errantes no era constante, excepto si eran vistas desde un punto imaginario, situado en el mismo diámetro donde estaba la Tierra, a igual distancia que ésta del centro del universo, salvo que en sentido contrario, llamado *ecuate*.¹³⁷ Finalmente, para explicar los erráticos movimientos de los planetas por el cielo, preservando la idea de trayectoria circular, se ideó el 'epiciclo' o pequeño círculo añadido a la órbita. El resultado final fue un complicado sistema cuya representación gráfica puede asemejarse a una grandiosa rueda de la fortuna. Debido a estas discordancias, Copérnico señaló que “no pudieron encontrar lo más importante, esto es la forma del mundo y la simetría exacta de sus partes.”¹³⁸

134 *De Caelo*, II, 13, 293a.

135 *De Caelo*, II, 3, 286b 5-10.

136 *De Caelo*, I, 2, 269 a 30– b17.

137 Se puede notar que la Tierra y el Ecuante son los dos focos de una elipse, como después demostrará Kepler, utilizando un modelo heliocéntrico, lo que es obvio que en retrospectiva implicó uno de los mayores esfuerzos astronómicos en su momento.

138 Copérnico, *De Revolutionibus*, prefacio. [Mínguez, 1987: 9].

De estas varias inconsistencias, sobre todo el problema de la velocidad atrajo la atención de Copérnico. Él afirmó que los astrónomos de tradición tolemaica, “admitieron entre tanto muchas cosas que parecen contravenir los primeros principios acerca de la regularidad del movimiento.”¹³⁹ De arreglar dicho problema surgió la larga búsqueda de Copérnico. Según cuenta Rheticus, ésta inició cuando Copérnico, como estudiante, conoció en Ferrara a Celio Calcagnini, profesor de astronomía que creía que la Tierra describía un movimiento de rotación. La idea de poder explicar de forma más clara y precisa los fenómenos celestes por el movimiento de la Tierra, parece que fascinó a Copérnico, al grado de consagrarle a ella el resto de su actividad astronómica. En su intento de reformar y mejorar el sistema de Claudio Ptolomeo, Copérnico llevó a la astronomía al umbral algo nuevo.

7. *La antigua lira de Samos*

“Hymnum Sacrû Deo Conditori novo carminis genere, sed ad vetustissimam et veluti primaevam Samia philosophiae lyrâ attemperaro”

Kepler, *Epitome Astronomicae Copernicana*. (Dedicatoria)

De su época en Italia, Copérnico compuso el primer esbozo de su concepción heliocéntrica, el llamado *Commentariolus*,¹⁴⁰ donde afirmaba que se podía simplificar, sensiblemente, el complicado aparato anterior, siempre que se le concedieran siete axiomas. De estos nos son importantes sobre todo los tres primeros: “No existe un único centro para todas las esferas o círculos celestes”; “El centro de la Tierra no es el centro del universo, sino su centro de gravedad y el centro de la órbita de la Luna”; y “Todos los planetas giran alrededor del Sol, el cual está en su centro y en consecuencia, el Sol se encuentra en el centro del universo.”¹⁴¹ Siendo el resto de los axiomas consecuencias directas de estos tres.

Cuando estas ideas fueron llevadas a los cálculos en el *De Revolutionibus*, el sistema de Copérnico resultó más complicado de lo que proclamó en su manuscrito inicial. Finalmente, el Sol no

139 *Ibid.*

140 *De hypothesibus motuum caelestium a se constitutis commentariolus*, manuscrito nunca impreso de Copérnico, pero de amplia difusión en los círculos astronómicos, compuesto, según Rose [1995: 107], entre 1502 y 1514.

141 Vernet, 2000: 101. “*Prima petitio: Omnium orbium caelestium sive sphaerarum unum centrum non esse Secunda petitio: Centrum terrae non esse centrum mundi, sed tantum gravitatis et orbis Lunaribus; Tertia petitio: Omnes orbis ambire Solem, tanquam in medio omnium existentem, ideoque circa Solem esse centrum mundi.*” [Copérnico, s/a: 1].

ocupó el centro exacto, sino que, nuevamente, ese lugar fue un punto vacío,¹⁴² calculando una excentricidad de 323 unidades de un radio de 10,000. Aunque Copérnico hizo la aclaración de que dicha cantidad es “apenas 1/31 parte del radio, [mientras] que era considerada por Ptolomeo 1/24.”¹⁴³ Copérnico tampoco pudo mantener su intención inicial, de simplificar, enormemente, el sistema de Ptolomeo, ya que mantuvo la idea de órbita circular, junto con sus necesarios epiciclos, para salvaguardar los fenómenos.¹⁴⁴

Otro problema, que el viejo heliocentrismo ya había conocido, fue el del tamaño del universo que se consideraba finito, pero según los cálculos desde el heliocentrismo debía ser mucho más grande de lo que todos pensaban. En su *Arenario*, Arquímedes abordó el problema de la enorme distancia que el heliocentrismo introduciría entre la Tierra y las llamadas Estrellas Fijas, lo cual venía a ser un tanto chocante con la idea de finitud. Aunque no parezca un asunto de gran importancia, el heliocentrismo ensanchaba los límites del cosmos en contra de toda la tradición astronómica. Prácticamente todas las escuelas de filosofía de la Antigüedad, con excepción de los atomistas, creían que el universo era finito, que el sistema solar (o sistema terrestre) era único y que todo el universo media escasos 10 mil radios terrestres.¹⁴⁵ Pero desde el heliocentrismo esa distancia estaba totalmente errada; si la Tierra se movía, las estrellas no deberían de aparecer siempre en los mismos lugares, el paisaje debía cambiar conforme transcurriera el año. Como esto no ocurría, las estrellas debían estar a una distancia inmensa, tan grande que la mínima variación en el paisaje celeste, que provocaba la traslación terrestre, fuera imperceptible. Así en un instante, se derrumbaba el pequeño Mundo que se pensaba y en su lugar aparecía un gigantesco universo de proporciones inimaginables.

Copérnico, consciente de ese nuevo tamaño y de lo difícil que dicha idea iba a resultar de aceptar,

142 “El movimiento del centro de la Tierra y su revolución anual no se efectúan totalmente alrededor del centro del Sol. Lo que puede entenderse correctamente de dos modos: o por un círculo excéntrico o por un epiciclo en el homocéntrico.” Copérnico, *De Revolutionibus*, III, xv [Mínguez, 1987: 196].

143 Copérnico, *De Revolutionibus*, III, xvi [Mínguez, 1987: 203].

144 Un interesante problema al respecto es el tamaño aparente de la imagen lunar. El complejo sistema para explicarlo, junto con el extraño movimiento de trepidación que usa Copérnico (III, 4) complicó enormemente el sistema.

145 Pavlenko, 2009: 79-80.

calificó la distancia entre la Tierra y las estrellas simplemente de inmensa (*inmensum*),¹⁴⁶ quizás influido por Nicolás de Cusa, quien había calificado al universo de ilimitado.¹⁴⁷ Para ilustrar el problema de credibilidad para la teoría heliocéntrica que la nueva magnitud del cosmos abría, podemos citar a Kepler, quien se mostraba temeroso de que dicho cambio alienase a los posibles lectores de la obra de Copérnico. Kepler escribió:

Estoy plenamente convencido de que a muchos de mis lectores les hará gracia el delirio de Copérnico, aunque a otros, que admiten sus teorías por razones de orden físico, astronómico, o de cualquier clase, sin embargo se sentirán defraudados por su inmensidad y comenzarán a dudar sobre si se ha expuesto en este tan importante tema, toda la verdad con todos los argumentos que se aportan en apoyo de las conclusiones del propio Copérnico, tomadas de otras ciencias, para ver si acaso se puede hallar algún indicio por el que se pueda rechazar su teoría y demostrar de paso, que los que siguen a Copérnico están completamente equivocados.¹⁴⁸

Un universo increíblemente grande sería motivo de objeciones por muchos, mientras que otros, como Giordano Bruno, encontrarían en esa idea la inspiración para desarrollar nuevas ideas cosmológicas. Copérnico defendió su sistema, revirando la crítica, al afirmar que la existencia de una revolución diaria del cielo de las Fijas, implicaba que éste tenía velocidad casi infinita, lo cual es imposible de acuerdo a las mismas bases del aristotelismo.¹⁴⁹ En realidad Copérnico renunció a discutir el problema del tamaño del universo, “dejemos la discusión a los fisiólogos si el mundo es finito o infinito”¹⁵⁰. Copérnico escribió, no sin antes lanzar la observación de que, si fuera de los círculos del cielo no hay nada, decía el astrónomo, “sería realmente admirable si algo puede ser contenido por la nada” [*à nihilo potest cohiberi aliquid*].¹⁵¹ El argumento anterior es de importancia para la cosmología y de hecho tiene una conexión directa con el problema del tamaño del universo, pero por ahora sólo señálemosla y sigamos adelante.

146 Copérnico, *De Revolutionibus*, I, vi, [Mínguez, 1987: 22]. Vernet [2000, pp. 22-23] da varios datos al respecto.

147 Cusa, *Docta ignorantia*.

148 Kepler, *De Stella Nova*, XVI [González Sánchez, 2009: 249].

149 Copérnico, *De Revolutionibus*, I, viii, [Mínguez, 1987: 26].

150 *Ibid.*

151 *Ibid.*

Pese a los problemas y objeciones que se le podían hacer, Copérnico estuvo convencido de que colocar al Sol en el centro del Mundo era la vía para resolver las complicadas cuestiones que surgían de las observaciones astronómicas. No es de extrañar que el heliocentrismo copernicano captara la imaginación de importantes astrónomos y astrólogos. La idea de un universo girando alrededor del Sol era muy sugestiva, en especial para aquellos pensadores de tendencias platónicas y pitagóricas, para quienes la idea del Sol era una metáfora cargada de significados. Entre las razones que da en el *De Revolutionibus* para poner al Sol en el centro del universo, Copérnico dice:

Parece bastante más absurdo adjudicar un movimiento al continente o localizable y no más bien al contenido y localizado, que es la tierra (...) siendo manifiesto que las estrellas errantes se aproximan o se alejan de la tierra, entonces será el movimiento de un solo cuerpo que se desarrolla alrededor del punto medio, desde el punto medio y también hacia éste (...) a partir de todas estas cosas se advierte que es más probable la movilidad de la tierra que la quietud.¹⁵²

Párrafos después, Copérnico emprende una alabanza al Sol, “¿Pues quién en este bellísimo templo pondría una lámpara en otro lugar mejor, desde el que pudiera iluminar todo?”,¹⁵³ y luego cita a continuación a Hermes Trismegisto y Sófocles. Ciertamente, la influencia del pensamiento hermético, donde se hablaba del Sol como “quien gobierna todas las cosas” o “el supremo de todos los dioses celestes”,¹⁵⁴ pudo captar la imaginación de Copérnico; también la alegoría platónica del Sol, representación visible de *la idea del bien*, debió estar en su pensamiento.¹⁵⁵ Pero más allá de estos encomios y metáforas, el objetivo de Copérnico, al colocar como centro del mundo al Sol, era resolver los problemas astronómicos de una mejor manera que como lo hacía el sobrecargado aparato que se había vuelto el modelo de Ptolomeo.

Pero esas simpatías herméticas surgieron sólo en círculos limitados. Recordemos que lo que

152 Copérnico, 1987, I, viii, [Mínguez, 1987: 28].

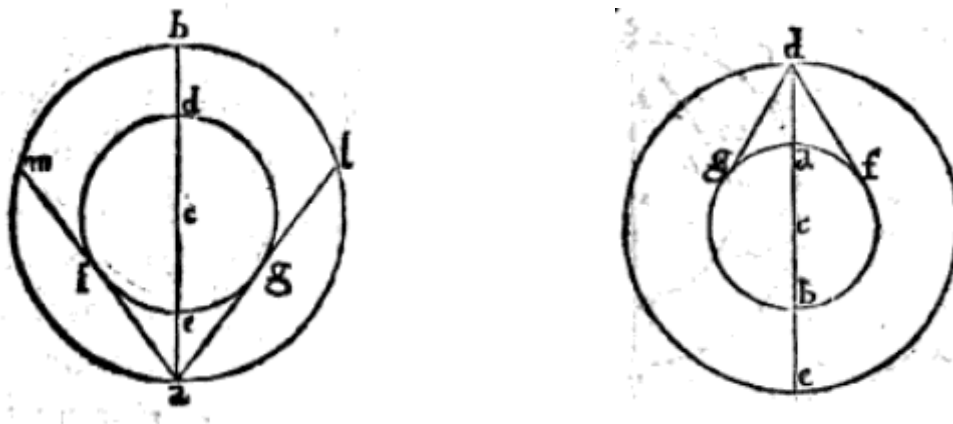
153 Copérnico, 1987, I, x, [Mínguez, 1987: 34].

154 Yates [1938: 55 y 71] citando el *Asclepius* y en *Corpus Hermetico*. También Rheticus llamó al Sol, “*naturae gubernator et rex dictus est.*”, “gobernador de la naturaleza y rey”. [Rheticus, 1540: 23].

155 “*The Sun as a source of motion is found in pseudo-Dionysius the Areopagite, as well as in Marsilio Ficino, Patrizi, Telesio, Rheticus, Bruno, Gilbert, and Campanella, among others.*” Applebaum, 2001: 382.

proponía Copérnico iba en contra de todas las convicciones de las personas comunes, de los escolares y de los teólogos cristianos; Copérnico había rechazado la autoridad de la escolástica y la Biblia y propuso un cambio de paradigma. Dada la magnitud de lo que sustentaba, su mejor defensa era mostrar la veracidad de su teoría por medio de resultados prácticos. Uno de los mayores triunfos del heliocentrismo copernicano fue explicar, de forma unificada, los movimientos aparentes de los llamados planetas inferiores (Mercurio y Venus) con los superiores (Marte, Júpiter, Saturno). Copérnico dedicó el quinto libro del *De Revolutionibus* al movimiento de los estrellas errantes; ahí, explicó que los planetas tienen dos movimientos, uno aparente que llama de “conmutación” que causa las regresiones y es debido al movimiento de la Tierra; el segundo, es el movimiento propio de cada planeta y siempre es en la misma dirección.¹⁵⁶

Ahora, debido a la diferencia de perspectiva desde la Tierra, los planetas inferiores cambian el sentido de su revolución cuando están en conjunción, quedando entonces ocultos por el Sol; mientras que para los segundos es durante la oposición, es decir, cuando la Tierra está alineada con el planeta. De ahí que los inferiores parezcan desaparecer, por lo que los astrónomos antiguos creyeron que tenían un movimiento diferente a los planetas superiores, cuestión aclarada sólo hasta Copérnico. Analicemos las figuras de los esquemas que se usan en el *De Revolutionibus* para aclarar esta cuestión.



Si la Tierra está en *a* y el otro planeta está en *e* (fig. Derecha), éste desaparece oculto por el brillo del Sol *c*. Si en el movimiento de los círculos *ab* y *ed* estuviera *e*, éste desaparece oculto por el brillo

¹⁵⁶ “Pues afirmo que el movimiento de conmutación [paralaje] no es otra cosa sino aquel en que el movimiento regular de la Tierra excede... o es excedido.” Copérnico, *De Revolutionibus*, V, i, [Mínguez, 1987: 302].

del Sol. Si el movimiento de los círculos *ab* y *ed* estuviera sincronizado, el planeta inferior parecería en un lugar fijo en el cielo. Pero como el movimiento de los planetas inferiores es mayor que el de la Tierra, el planeta inferior parece avanzar por el cielo. Cuando éste recorre *gdf* traza sobre el cielo un gran arco, luego desacelera aparentemente al entrar a *feg*, hasta llegar a *e*, donde cambia de dirección. Dada la diferencia de tamaños, el planeta recorrerá el arco mayor *gdf* en un tiempo mayor que el que le toma recorrer el arco menor *feg*. Así, de forma aparente, el planeta avanza con rápido movimiento, luego parece detenerse, mientras traza en el cielo un bucle, cuyo vértice más bajo queda oculto por el brillo del Sol.

De forma análoga Copérnico explicó el movimiento de los planetas superiores. Esta vez el círculo menor *ab* representa la órbita terrestre y el mayor *de* a alguno de los planetas superiores (fig. Izquierda). Así como el movimiento de *ab* y *de* no estaba sincronizado para los planetas inferiores, tampoco lo está para los superiores. Pero a diferencia del anterior, en este caso, la órbita terrestre es más veloz que la de los planetas exteriores y, al rebasarlos, surgen las retrogradaciones.

Estos logros astronómicos fueron posibles porque fueron éxitos matemáticos. Copérnico no revivió un sistema antiguo, sino que se inspiró en antiguos conceptos, dándoles un complejo soporte matemático. La mayor parte de su *De Revolutionibus* está tapizada de demostraciones geométricas y trigonométricas, que mucho le deben al sistema de numeración índico-arábigo. El capítulo XII del libro I, está dedicado a la trigonometría esférica, donde conviven números como CXLIII con otros 141,422. Copérnico explicaba que “con las figuras de los números índicos” es posible y fácil dividir un diámetro en un millón doscientas mil partes, en dos millones u otra medida “pues estos números superan a cualquier otro, sean griegos o latinos.”¹⁵⁷

El impresionante aparato numérico fue la mejor carta de presentación del copernicanismo entre los astrónomos y, por medio de éstos, en los círculos comerciales y las cortes de los reyes, que buscaban resultados prácticos aplicables sobre todo a la navegación. Incluso entre quienes rechazaban

157 Copérnico, *De Revolutionibus*, I, xii, [Mínguez, 1987: 40].

el heliocentrismo, hubo admiradores de los cálculos de Copérnico. Así, por ejemplo, pasó con el famoso astrónomo Erasmo Reinhold, quien nunca aceptó el heliocentrismo, pero creó por encargo unas tablas astronómicas usando los cálculos de Copérnico, las llamadas *Pruténicas*, que alcanzaron gran difusión en Europa por su precisión. Fue precisamente la coherencia matemática del sistema y la posibilidad de predecir el comportamiento de los fenómenos, lo que confirmó en gran medida la validez de la nueva cosmología.

Como mencionamos al principio de este libro, el sistema matemático de Copérnico fue asociado como pitagórico por sus contemporáneos. Así lo atestigua tanto el título que le dio a su traducción al inglés Thomas Digges: *A perfit Description of the Caelestiall Orbes according the most ancient doctrine of the Pythagoreans, lately revived by Copernicus* (1576); como también el carmelita Antonio Foscarini, con su opúsculo: *Lettera sopra l'Opinione de' Pittagorici, e del Copernico della Mobilità della Terra, e Stabilità del Sole, e del Nuove Pittagorica Systema del Mondo* (1615). El mismo Rheticus expresó que su “maestro [...] sigue a Platón y a Pitágoras,”¹⁵⁸ y Copérnico con sus palabras contribuyó a reafirmar esta asociación, como hemos visto. Pero más allá de portar el título de *pitagórico*, el trabajo de Copérnico transformó lo que se entendía por pitagorismo; en su búsqueda de coherencia, entre principios y demostraciones, y su unificación de las físicas terrestre y celeste, Copérnico transformó el pitagorismo de un conjunto de nociones más o menos enlazadas por la idea de armonía y la importancia del número, a un sistema astronómico completo basado en el heliocentrismo, organizado no en vagas relaciones numéricas, sino en una completa forma matemática.

Copérnico, al igual que Aristóteles, creía en la existencia de un mundo perfectamente ordenado. Pero mientras que, para el griego, el mundo estaba organizado lógicamente, para Copérnico, como pitagórico, la perfección consistía en la armonía numérica. Así lo proclamó Rheticus, haciendo eco de la numerología, cuando afirmó que con la nueva ordenación de *seis* planetas alrededor del sol (de Mercurio a Saturno, considerando ahora la Luna como un satélite), quedaba patente una nueva y

158 Rheticus, 1540: 30.

maravillosa armonía, pues Dios no podía elegir número más “conveniente y digno (...) como la filosofía y religión pitagórica lo celebra.”¹⁵⁹ Rheticus lo nombró “perfectísimo número”.¹⁶⁰ Mientras que Copérnico insistía, en varias partes de su obra, en su búsqueda de “una admirable simetría del mundo y un nexo seguro de armonía”.¹⁶¹ Esta armonía se muestra por matemática, pues se tiene la idea de un mundo natural comprendido por los números, cuyas formas adoptan la máxima simpleza y eficacia, pues el universo, “la máquina del mundo fue construida para nosotros por el mejor y más regular artífice de todos”.¹⁶² Como afirma Bienkowska:

La economía de la naturaleza, la finalidad y armonía de la construcción del universo reveladas por Copérnico, constituían un poderoso argumento ideológico en manos de heliocentristas. Wright, Bruno, Galileo, Kepler, Burelle, Murallarán y toda una pléyade de heliocentristas de diferentes credos, desarrollarán persistentemente la idea de que sólo Copérnico demuestra cabalmente el poder y la sabiduría del Creador, revelando la perfección de su obra.¹⁶³

Sin embargo, si habláramos de forma estricta, Copérnico no desarrolló la parte cosmológica que implicaba el heliocentrismo, sólo la esbozó. Salvo los capítulos iniciales del *Revolutionibus*, la obra fue más una astronomía técnica. Copérnico no llegó más allá, no revisó las bases físicas de su sistema y tomó mucho del bagaje aristotélico, como la perfección del círculo y la regularidad del movimiento de los astros, que presuponen la perfección de la quintaesencia, o incluso aceptó la vieja idea de orbe celeste cristalino, pues describía a las Fijas como si estuvieran pegadas al último orbe cristalino. A la astronomía que había fundado Copérnico, le hacía falta una cosmología completa y una física. Tarea que pronto ocuparía las mentes y encauzaría los esfuerzos de aquellos que recibieron el mensaje copernicano.

159 Rheticus, 1540: 31. El 6 se consideraba para los pitagóricos un número perfecto pues es la suma de sus divisores: $1+2+3$.

160 *Ibid.*

161 Copérnico, *De Revolutionibus*, I, 10. [Mínguez, 1987: 35].

162 Copérnico, *De Revolutionibus*, Prefacio. [Mínguez, 1987: 9].

163 Bienkowska, 1973: 176.

8. *El lobo que aúlla, el león que ruge y el can que se regocija*

(La difusión del copernicanismo hasta Bruno)

“Las matemáticas se escriben para los matemáticos”

Copérnico, *Revolutionibus*, prefacio.

“Vedi che sopra il lupo è Iam, sopra il leone Modo, sopra il cane Praeterea, che son dizioni che significano le tre parti del tempo.”

Bruno.¹⁶⁴

La difusión del trabajo de Copérnico a lo largo del siglo XVI no siguió un único camino. De inicio el libro fue poco editado. El *Revolutionibus* apareció originalmente en Nüremberg en 1543, 23 años después se imprimió la segunda edición en Basilea (1566), mientras la tercera edición tendría que esperar hasta 1617 en Amsterdam;¹⁶⁵ lo que muestra que las ideas de Copérnico se difundieron más bien de manera lenta. Si bien, que una obra tan complicada, técnicamente hablando, fuera poco demandada por el público general, no es de extrañar.¹⁶⁶ El libro de Copérnico fue mayoritariamente recibido y comentado por la comunidad a quien originalmente iba dirigido: los astrónomos, ya puestos sobre aviso tanto por el *Commentariolus*, como por la *Narratio Prima*.

Es de notar que hubo pocos conversos y defensores del copernicanismo que siguieran el ejemplo de Rheticus, entre los astrónomos ya formados. Ni Pedro Apiano (1495-1552), matemático de Carlos V, ni Erasmo Reinhold (1511-1553), colega de Rheticus en Wittemberg, abandonaron nunca el geocentrismo. Mientras que Tycho Brahe (1546-1601), astrónomo imperial de Rodolfo II, elaboró su propio sistema intermedio, donde la Luna y el Sol giraban alrededor de la Tierra, y los demás planetas lo hacían alrededor del Sol, inspirado también en un viejo modelo griego de Alcmeón.¹⁶⁷ De las únicas

164 “Observa que sobre el lobo está escrito “Jam”, sobre el león “Modo” y sobre el can “Praeterea”, que son términos que significan las tres partes del tiempo.” Bruno en *De gli eroici furori*, “*Seconda parte de gli Eroici furori*”, I [González Padra, 1987: 136].

165 Véase: Baranowski, 1958. y también Jersy Dobrzycki, “Bibliografía copernicana escogida” publicada por Barbara Bienkowska [1958: 183-186].

166 Concuerdo con la aguda observación de Alberto Elena, respecto a que se ha tendido a minimizar el impacto de la obra de Copérnico; Elena escribió: “Gingerich demostró, sin embargo, cómo las distintas ediciones de la gran obra de Copérnico tuvieron amplias tiradas y circularon profusamente en el continente” [1995: 14 y 15].

167 Brahe presentó su sistema en el *De Mundi Aetherei* (1577). El sistema de Brahe es importante en repercusiones, pues prácticamente llegó a ser el sistema astronómico oficial de la Compañía de Jesús. Jesuitas como Horacio Grassi, quien entró en una célebre disputa con Galileo, apoyaron dicho sistema. [Feingold, 2003: 40]. Biagioli afirma que el apoyo abierto de los jesuitas al sistema tycónico, fue hasta después de 1620. [Biagioli, 2008: 350].

excepciones fue Fray Diego de Zúñiga (1536-1597), profesor de astronomía en Osuna, quien hizo una defensa de la compatibilidad del heliocentrismo con la *Biblia*.¹⁶⁸ Entre los jóvenes astrónomos de la generación posterior se dio de diferente manera, pues muchos de ellos, como Michel Mästlin, Thomas Digges, Johannes Kepler o Galileo, se lanzaron a una apasionada defensa del heliocentrismo de Copérnico.

Regresando a la historia del libro de Copérnico, apenas éste salió de las prensas, Sebastian Kurtz le mandó un ejemplar del *Revolutionibus* a Carlos V. El matemático imperial, Pedro Apiano, debió conocer de esa forma las ideas copernicanas y posteriormente inició en ellas a su hijo Philipp. En 1570, Philipp Apiano llegó a Tübingen a ocupar la cátedra de astronomía, ahí tuvo como alumno a Michel Mästlin (1550-1631). Sabemos que ese mismo año, Mästlin compró su copia del *Revolutionibus*,¹⁶⁹ y que posteriormente se convirtió en copernicano, aunque sin ser nunca un apasionado propagandista. Tras la partida de Apiano de Tübingen, por conflictos con las diferentes confesiones (la protestante y la católica), debido a que se negó a firmar la *Formula Concordiae* (1577)¹⁷⁰, Mästlin ocupó su cátedra, y un par de años más tarde sería el maestro que enseñaría el heliocentrismo a Johannes Kepler (1571-1630).

Un camino similar al de la familia Apiano, lo realizaron los Wursteisen; Christian Wursteisen (1544-1588), profesor de matemáticas en Basilea, estudió la obra de Copérnico en su segunda edición e introdujo a su hijo, Christopher Wursteisen (1570a-?), al heliocentrismo. Christopher fue estudiante en Padua y al parecer es el mismo “Cristiano Vurstisio”, del que escribió Galileo,¹⁷¹ que dio algunas

168 La obra en cuestión de Zúñiga era *In Job commentaria* (1584), la defensa de Copérnico, le valió a Zúñiga ser citado en la condena de 1616 de la Inquisición, por el caso Galileo. [Pérez, 2005: 265].

169 Jarrell, Richard, “*Astronomy at the university of Tübingen: the work of Michel Mästlin.*” en Seck, 1981: 100-120.

170 Declaración de fe luterana promovida alrededor de 1577, obligatoria de suscribir en muchos estados para los pastores y también para funcionarios públicos.

171 “*Essendo assai giovanetto, che appena avevo finito il corso della filosofia, tralasciato poi per essermi applicato ad altre occupazioni, occorse che certo oltramontano di Rostochio, e credo che 'l suo nome fosse Cristiano Vurstisio, seguace dell'opinione del Copernico, capitò in queste bande, ed in una Accademia fece dua o ver tre lezioni in questa materia, con concorso di uditori, e credo più per la novità del soggetto che per altro: io però non v'intervenni, avendo fatta una fissa impressione che tale opinione non potesse essere altro che una solenne pazzia. Interrogati poi alcuni che vi erano stati, sentii tutti burlarsene, eccettuatone uno che mi disse che 'l negozio non era ridicolo del tutto; e perché questo era reputato da me per uomo intelligente assai e molto circospetto, pentitomi di non vi essere andato, cominciai da quel tempo in qua, secondo che m'incontravo in alcuno che tenesse l'opinione Copernicana.*” Galileo, *Diálogo*, I

lecciones sobre Copérnico en Italia dándolo a conocer. Galileo Galilei (1564-1642), hijo del músico Vincenzo Galilei, asistió a las lecciones de Wursteisen y ahí tuvo su primer acercamiento a Copérnico. Kepler y Galileo fueron los principales promotores del copernicanismo durante el siglo XVII.

Un caso para tomarse en cuenta en la difusión del copernicanismo fue el de Reinhold, ya antes mencionado, a quien su amigo Rheticus no pudo convencer de la verdad del heliocentrismo. No obstante, Reinhold admiraba el aparato matemático de Copérnico y lo usó, haciendo caso omiso de sus fundamentos, para elaborar unas tablas astronómicas para el duque Alberto de Brandemburgo. Los datos de las *Tablas Prutenicas* [Tablas prusianas] fueron muy importantes en la época, al grado de que se tomaron en cuenta en la reforma del calendario de 1582, promovida por Gregorio XIII; por lo que en dicho calendario, está implícito Copérnico.¹⁷²

El éxito de las *Tablas* en hacer más exactas muchas de las predicciones de los movimientos planetarios, le abrió camino al conocimiento de Copérnico, entre astrónomos y astrólogos, pero esto no siempre se tradujo en aceptación para el heliocentrismo. Esto lo ejemplificó bien Giuseppe Moletti (1531-1588), predecesor de Galileo en la universidad de Padua, quien utilizó los cálculos de Copérnico en sus efemérides, pero omitió por completo el tema del heliocentrismo. Moletti escribió en su obra *Dialogo intorno alla Mechanica* (1576), que la finalidad de Copérnico en el *Revolutionibus* no era defender el heliocentrismo, sino salvar *l'apparente*:

PR. *Iddio! Volesse che fosse mia! È del Copernico, uomo doctissimo, nel suo libro Della revolutione de cieli.*

AN. *È il Copernico quello che s' imagina la terra mobile per salvar l'apparente?*

PR. *È quello.*

AN. *Mi ricorde ch' mio vassallo mi leggeva La sfera et Euclide, et tratto per tratto le dava addosso, adducendo molti inconvenienti contra di lui.*

PR. *Questo nasceva forse perché non intendava il fine del Copernico ma di questo un' altra volta se pare à Vostra Signora.*¹⁷³

[Favaro, 1890-1909: xxx]. Las negritas son mías.

172 Owen Gingerich, 'The role of Erasmus Reinhold and the Prutenic Tables in the dissemination of Copernican Theory', *Studia Copernicana* 6 (1973), 43-62.

173 Laird, 2000: 106. “¡Dios, quisiera que fuese mi idea! Es de Copérnico, hombre doctísimo, en su libro *De la Revolución del Cielo*. AN. ¿Es Copérnico quien se imagina la Tierra moviéndose para salvar las apariencias? PR. Es aquél. AN. Me acuerdo que un vasallo mío me leía *la Esfera* y a Euclides, pasaje por pasaje los usaba para atacarlo, poniendo muchos

Esta interpretación, que Copérnico no afirmaba en la realidad el modelo heliocéntrico, sino que lo usaba como un artificio para simplificar los cálculos, fue moneda de uso corriente entre muchos astrónomos formados en el viejo geocentrismo. Una actitud muy parecida a la de Reinhold y Moletti fue la del contemporáneo de Copérnico, Regnier Gemma Frisius (1508-1555), quien mostró gran entusiasmo por las Tablas de Reinhold, aunque nunca aceptó el movimiento de la Tierra.¹⁷⁴

Las autoridades religiosas, que también eran las autoridades educativas, se convirtieron en un problema, como el propio Copérnico ya había anticipado. Mientras la fama de sabio del astrónomo polaco aumentaba y, como se ha descrito, muchos tenían en gran estima sus cálculos,¹⁷⁵ muchos otros hacían una cruzada contra el heliocentrismo, pues el movimiento de la Tierra contradecía pasajes de la *Biblia*.¹⁷⁶ Por ejemplo, el dominico Giovanni Maria Tolosani, “sólo tres años después de la muerte de Copérnico”¹⁷⁷, defendió el modelo geocéntrico, por concordar éste con la *Biblia*, y realizó una extensa crítica a Copérnico por haber puesto una ciencia inferior (la astronomía) como guía, sin el auxilio de una ciencia superior (la teología). Años después, el libro de Tolosani sirvió como fuente para Tommaso Caccini, otro dominico, para realizar su famoso sermón en Santa Maria Novella (Florencia), en contra de las ideas de Galileo.¹⁷⁸

En Alemania, una actitud de rechazo análoga fue adoptada tanto por Lutero, cabeza del movimiento de Reforma, como por su sucesor Philipp Melanchthon. Ambos expresaron opiniones en contra del heliocentrismo, por estar éste en desacuerdo con algunos pasajes de las Escrituras. Lutero

argumentos en su contra. PR. Eso surgía quizás por no entender la finalidad de Copérnico, mas sigamos, si a Vuestro Señor le parece.” No hay mención exacta de quienes son PR y AN ya que la obra quedó inconclusa, PR es un príncipe y AN es un hombre que representa al propio Moletti; para una mayor referencia ver el prólogo de Roy Laird.

174 Gemma escribió una carta en 1555 a Johannes Stadius, urgiéndolo a publicar sus efemérides. Dicha carta muestra la admiración de Gemma por Reinhold y el respeto que le tenía a los cálculos de Copérnico [Thorndike, 1982: X, 14 y 15]. Un año después Stadius publicó sus Efemérides y en su epístola preliminar explica por qué decidió basarse en las *Tablas* de Reinhold en lugar de las Alfonsinas [Stadius, 1556: 25 y 26].

175 Como lo atestigua la inclusión de Copérnico en la *Bibliotheca universalis* (1545) de Konrad Gesner [Bienkowska, 1973: 174].

176 Aunque las reacciones varían mucho, desde el rechazo absoluto, la aceptación de los cálculos de Copérnico, o incluso quienes creían que debía existir una solución de compromiso (que después encontraron con Brahe) entre muchos de los postulados de la nueva astronomía y el modelo fundamental del geocentrismo. Al respecto: Grant, 1984: *passim*.

177 Rossi, 2001: 60. El caso de Tolosani es importante, pues sus ideas fueron retomadas, en el caso de la Inquisición, contra Galileo.

178 Hellyer, 2003: 66.

afirmó que "Ese loco [Copérnico] pretende hundir todo el arte de la astronomía."¹⁷⁹ Melanchthon, fiel a su estilo, fue más diplomático pero no menos contundente. La opinión de Melanchthon fue fundamental para la historia del heliocentrismo en la Alemania reformada, pues se convirtió en el líder de la Reforma después de la muerte de Lutero. En su *Initia doctrinae physicae* (1550), Melanchthon atribuye la idea del heliocentrismo a Aristarco,¹⁸⁰ a quien reconoce como ingenioso, pero reprueba lo "absurdo" [*absurdae*]¹⁸¹ de sus ideas.¹⁸² Apoyándose específicamente en el *Eclesiastés*, Melanchthon condena al heliocentrismo y las ideas atomistas, en específico a Demócrito, y su tesis sobre la multiplicidad de mundos.¹⁸³ Las opiniones de Melanchthon sobre temas cosmológicos se difundieron rápidamente al resto de las universidades reformadas, debido tanto a su prestigio personal, como a que muchos jóvenes profesores formados en Wittenberg ocuparon luego cátedras en otras instituciones.

Al mismo tiempo, en el Londres isabelino, la difusión de Copérnico encontró un fértil terreno en los ámbitos prácticos. No es del todo claro el momento exacto de su arribo, a pesar de las noticias de que Henry Savile (1549-1622) dio algunas lecciones en Oxford sobre Copérnico,¹⁸⁴ lo más probable es que sólo utilizara algunos cálculos de su libro y es casi improbable que enseñara su cosmología.¹⁸⁵ Las ideas astronómicas de Copérnico seguramente no fueron bien recibidas en las reformadas universidades inglesas, marcadamente aristotélicas. Más notable fue la recepción de Copérnico en los círculos navieros. Robert Recorde (1510-1558), matemático y médico del Rey Eduardo VI, en su *The Castle of Knowledge, containing the explication of the Sphere both Celestiall and Materiall* (1556), realizó una

179 Lutero expresó claramente su opinión sobre Copérnico en una Charla de Sobremesa (*Tischreden*): En tanto que Melanchthon en una carta pidió "poner freno al desencadenamiento de los espíritus." [Granada, 2001: 12, nota 12]. Además, Melanchthon había formulado algunas otras objeciones basadas en la física aristotélica, v.g., que la Tierra al ser un cuerpo simple no podía (si es que tenía) poseer más de un movimiento [Melanchthon, 1550: 41v].

180 La obra de Aristarco despertó cierto interés en el Renacimiento. Incluso se hizo una recopilación, que apareció en 1572, gracias a Commandino: *Aristarchi de magnitudinibus, et distantis Solis, et Lunae, liber cum pappi Alexandrini explicationibus quibusdam*.

181 Melanchthon, 1550: 40r.

182 Con ese mismo calificativo se expresó Caspar Peucer, astrónomo y yerno de Melanchthon [Menéndez, 2003: 8]. Peucer mostró siempre un particular interés en Copérnico, y aunque permaneció en el campo del geocentrismo, intentó conciliar algunas tesis copernicanas con la astronomía y astrología tradicional. [Alonso, 1997: 32].

183 Melanchthon, 1550: 42v y ss. Podemos decir que la conexión entre heliocentrismo y atomismo no pasó desapercibida para Melanchthon, en especial si se les considera, a ambos, como ramas de la filosofía pitagórica.

184 Feingold, 1984: 101.

185 Yates, 1983: 20.

defensa de Copérnico como “*a man of great learning, of much experience, and of wonderful diligence in observation*”,¹⁸⁶ aunque Recorde evitó comprometerse con la veracidad del heliocentrismo. Thomas Digges (1546-1595), una generación más joven, abiertamente partidario de Copérnico y del heliocentrismo, tradujo algunas partes del *Revolutionibus* al inglés y las ilustró él mismo. En el libro de Digges, la última esfera, la de las Estrellas Fijas, se extiende infinitamente, ya que el inglés la interpreta como el espacio divino en que habita Dios.¹⁸⁷ Un reconocimiento similar le concedió William Gilbert (1544-1603) a Copérnico en su *De Mundo Nostro Sublunari Philosophia Nostra* (1651), donde afirma que la Tierra debe de rotar sobre su propio eje.¹⁸⁸

Además de los astrónomos, el bagaje de Copérnico, como seguidor de Pitágoras, hizo particularmente sensibles hacia sus ideas a los círculos ya influenciados por la Academia de Florencia de Ficino. El heliocentrismo de Copérnico tendió a ser leído como una restauración de cultos solares precristianos, de inspiración hermética y mágica, a veces de forma alegórica y otras de forma literal.¹⁸⁹ Lo cierto es que el copernicanismo siguió en parte la difusión de la cultura renacentista florentina. Así ocurrió con las academias literarias cortesanas francesas, bajo el patronazgo de la reina Catalina de Medici. Este fue el caso de Pontus de Tyard (1521-1605), un literato y poeta, que fue defensor del copernicanismo, como se ve en su libro *L'Universe* (1552), si bien un tanto ajeno a la parte más técnica de la obra. Lo mismo ocurrió en la propia Italia, con Giordano Bruno (1548-1600), formado en mucho del bagaje neoplatónico, quien llegó a Copérnico en su juventud, según narraría en su *De Immenso*, tratando de resolver el problema del movimiento terrestre:

Considerando el asunto seriamente, estuve de acuerdo con las cosas que me imaginaba, cuando era joven, sirviéndome a saber la relación entre el Sol y la Tierra en el transcurso del año, y para aclarar el hecho, que parecía importante, de acuerdo con que la luna junto con la

186 “Un hombre de grandioso conocimiento, de mucha experiencia, y de maravillosa diligencia en las observaciones.” Citado por: Hall, 1994: 95.

187 Hall, 1994: 107. Véase también Koyré, *Del Mundo cerrado al Universo infinito*.

188 Wilbert, *De mundo*, II, XI [1651: 166]. Además, vale la pena mencionar a Thomas Harriot, quien hizo observaciones sobre la Luna con telescopio y también propuso una teoría atómica, aunque ya no se basa en Copérnico sino en los desarrollos de la nueva física, es otro continuador de esta línea de pensamiento. Cfr.: Schemmel, 2008: 232 y ss.

189 Véase: Garin, 1984: 271-302.

Tierra completa una revolución anual alrededor del Sol. Entonces me fijé el propósito de elevarme hacia una alta contemplación oculta, y tener la certeza de que, dado un ligero cambio a la Tierra, de un polo hacia el otro, la posición de nuestro ábside con respecto al ábside de las estrellas fijas variaba, dando lugar a nuevos horizontes. Decidí consultar a Copérnico sobre esta cuestión, después de haber oído hablar de él que está de acuerdo con los antiguos sobre el movimiento de la Tierra alrededor del Sol y sobre su propio centro, de acuerdo con un movimiento anual y diurno.¹⁹⁰

Existen dos hipótesis sobre el primer contacto de Bruno con el copernicanismo: según Yates, éste ocurrió en París gracias a la influencia de Tyard y su círculo ocultista.¹⁹¹ Gatti, en cambio, basándose en la referencia arriba citada del *De Immenso*, retrocede este contacto hasta su época italiana. Gatti se apoya en un testimonio de Gilbert contenido en su obra *De Mundo*, donde éste afirmó que uno de sus dibujos es “*Alius movendi modus Nolani cum esset junior.*”¹⁹² En caso de que la hipótesis de Gatti sea correcta, significaría que Bruno comenzó desde temprano con sus inquietudes cosmológicas, recurriendo a Copérnico, como muchos otros, para que lo apoyara con información sobre los cálculos.

190 El fragmento traducido por Gatti al inglés [Gatti, 1999: 31 y 32], dice: “*Whoever considers the matter seriously will agree that those things which I imagined when I was young have been little use except to illustrate the relationship between the sun and the Earth during the course of the year and to clarify the fact, which seemed important, according to witch the moon, together with the Earth completes an annual revolution around the sun. Then the desire took me to raise my inquiring gaze into a higher sphere, being certain that, given a slight shift to the Earth from one polo toward the other, the position of our apse with respect to the apse of the fixed stars varied, giving rise to new horizon. At that point I decided to consult Copernicus on this matter, having heard of him that he agreed with the ancients on the movement of the Earth about the sun and about its own center, according to an annual and a diurnal motion*” La versión de Bruno, *De Immenso*, III, 10, dice: “*ad pauca ergo respicienti potuit mea illa imaginatio, quam iunior habui, deservire: nempe ad solam relationem eam quae est inter solem et tellurem pro anni varietate, et ad reliquum nobis luminare maius, quod est Luna socialiter cum Tellure solem annua revolutione circumlustrans: sed ubi propositum fuit, altius contemplationis oculos ad tollere, cum certissimum sit, vel modica Telluris facta a polo ad polum recessione, respectum eum qui est verticis nostri ad fixarum stellarum verticalem variari et horizontem alium fieri: curavi ut ea de re Copernicum consulerem, de quo tantum audieram quod cum antiquis terram circa solem et proprium centrum moveri ad annum diurnumque motum consentiret.*”

191 La interpretación de Yates, seguida también por Granada, [1984: 22] sobre Tyard y Bruno se basa en un error de comprensión de un pasaje del *Revolutionibus* que cometió Tyard y que Bruno calcó en *La Cena*.

192 Gilbert, *De mundo*, III, XXII [1651: 199].

9. *Quién no sabe disimular no sabe vivir*

“e benché molti dicano: 'Qui nescit fingere nescit vivere?', anche da molti altri si afferma che sia meglio morire, che viver con questa condizione”

Torquato Acetto, *Della dissimulazione onesta*.¹⁹³

Compañera de la vida de Copérnico fue la Reforma Protestante, y compañera del proceso de difusión del copernicanismo, fue el desarrollo de la reacción católica al movimiento protestante. No es necesario narrar los avatares de tan complicados procesos, pues sólo nos interesan unos pocos aspectos directamente. Sobre la Reforma, hemos visto que promovió el sistema de educación, desde la básica hasta la universidad. Pero eso no significó que sus jerarcas fueran más sensibles al valor de la ciencia. Especialmente Lutero centraba la vida del hombre en el problema de la salvación y su teología se basó en la carencia de libertad por parte del ser humano, el cual no puede salvarse por sí mismo, sino que necesita la gracia divina, que es un don gratuito recibido a cambio de tener fe. En ese sentido la idea de hombre de Lutero no puede estar más lejos de la de Pico.

Philipp Melanchthon (1497-1560), el sucesor de Lutero, profesor de griego y también hombre universal formado por el Renacimiento, imprimió una vena académica en la Reforma alemana. A pesar de eso, Melanchthon tampoco se sintió más cerca de las nuevas ideas astronómicas, y hemos visto que en la cuestión copernicana fue tajante. Sin embargo, el astrónomo y yerno de Melanchthon, Caspar Peucer, tenía una opinión ligeramente distinta de Copérnico. Aunque también calificó las ideas del polaco como absurdas,¹⁹⁴ Peucer mostró siempre un particular interés en Copérnico, y a pesar de que permaneció en el campo del geocentrismo, intentó conciliar algunas tesis copernicanas con la astronomía y astrología tradicional.¹⁹⁵ Siguiendo el prólogo de Ossiander, para justificar que Copérnico no había querido ofrecer nada más que una astronomía técnica, Peucer opinaba que las ideas de Copérnico se podían utilizar *ex suppositione* [como hipótesis]. Esta fue, por decirlo así, la

¹⁹³ “y aunque muchos digan: 'quien no sabe simular no sabe vivir', también muchos otros consideran que es mejor morir que vivir con esta condición”

¹⁹⁴ Menéndez, 2003: 8

¹⁹⁵ Alonso, 1997: 32

interpretación oficial de Wittemberg.¹⁹⁶

Regresemos a la historia del problema religioso. La iglesia de Roma, después del impacto inicial y pasado el desconcierto, se reorganizó gracias al Concilio de Trento (1545-1563).¹⁹⁷ Este concilio, que en principio parecía iba traer grandes cambios, finalmente terminó en una vuelta a la más cerrada jerarquización. La Iglesia católica reforzó la obediencia y la ortodoxia, combatiendo las novedades en el pensamiento, las interpretaciones alternas en teología, pues quedaba prohibido traducir la Biblia a lenguas vernáculas e interpretarla por los seculares (Sesión IV, 8 de abril de 1546), y también las filosofías que no se integraran a la estructura doctrinal. Para controlar mejor las ideas, en 1559 surgió la Congregación del Índice, como un apéndice de la Inquisición; dicha congregación tenía por misión censurar cualquier escrito que circulara públicamente. A partir de 1563 todos los libros sobre adivinación, magia y hechicería pasaron a ser considerados heréticos. En realidad todas las especulaciones sobre la naturaleza que no partieran de las bases escolásticas parecían quedar prohibidas, y el dictamen de la Comisión del Índice de Libros Prohibidos excluía únicamente

“las determinaciones y las observaciones naturales que estén escritas para bien de la náutica, la agricultura o la farmacia.”¹⁹⁸

Esto significaba dos cosas, por una parte que la Iglesia, en lugar del variado colorido de la ciencia renacentista, había optado por reafirmar el viejo aristotelismo escolástico siguiendo el modelo de Tomás de Aquino; y que la única ventana que oficialmente quedaba abierta para la nueva ciencia era ceñirse a ofrecer resultados prácticos. Aunque la filosofía escolástica de la Iglesia no quedó sin cierta modernización en sus conceptos, no es incorrecto nombrarla una reacción ante el avance de la Reforma y también de la ciencia nueva.¹⁹⁹ El delicado tema de la cosmología fue uno de los puntos más

196 Elena, 1995: 15

197 La bibliografía sobre el tema es inmensa, pero siempre se puede acceder a través de clásicos como Marcel Bataillon, *Erasmus y España*; Heinrich Lutz, *Reforma y Contrarreforma*; Werner Weisbach, *Barroco: el arte de la contrarreforma*.

198 Carbonero, 1873: 46.

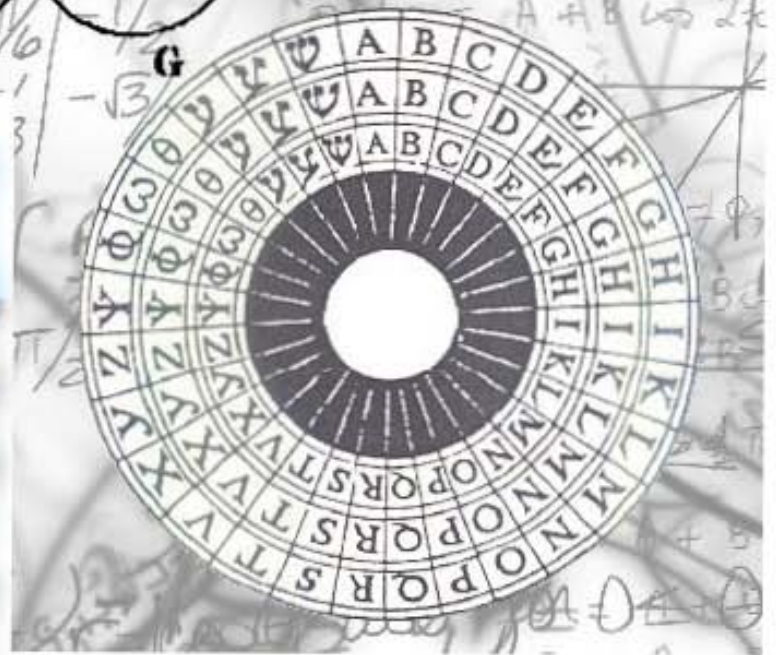
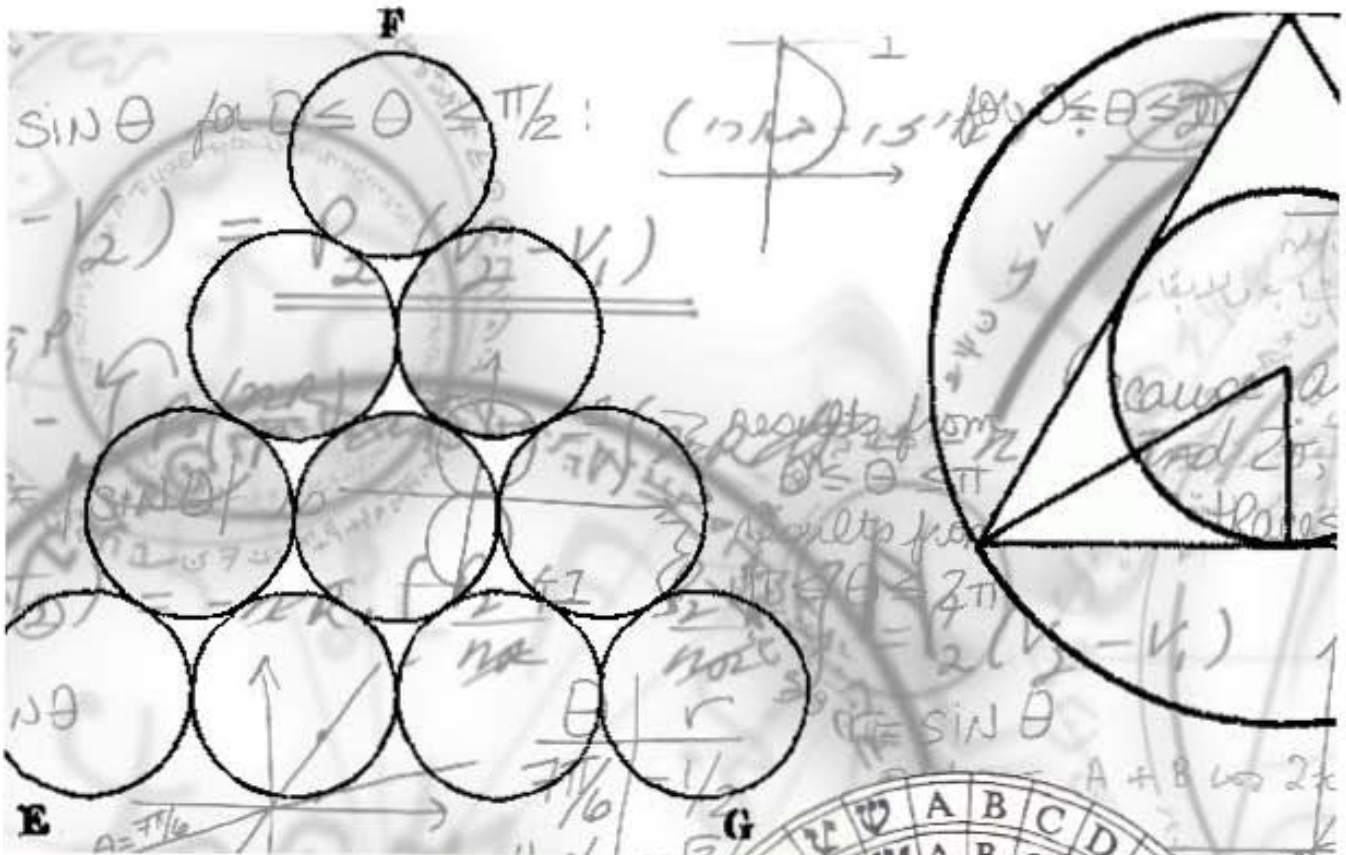
199 Kuri Camacho, como casi todos los autores que rescatan el legado jesuítico, lo describe con palabras más dulces: “Más cautos y prudentes frente a las frenéticas búsquedas de certezas graníticas y transformaciones totales los [jesuitas] iberos acompañaron los problemas clave a lo largo de la última parte de la Edad Media y luego, en el umbral de la modernidad (por razones circunstanciales) retrocedieron ante las implicaciones últimas de las dos revoluciones [la religiosa y la científica]” [Kuri, 2000: 22].

controlados en los discursos científicos por parte de la censura oficial. Pues toda teoría que cuestionara las bases aristotélicas era considerada como herética o al menos sospechosa de herejía. El control de la censura y el control de la enseñanza estaban en las mismas manos, principalmente en la orden de los dominicos y posteriormente también en la Compañía de Jesús, nacida expresamente para recuperar y retener lo perdido durante la Reforma Protestante.

La Iglesia contrarreformista en su afán de control construyó una división artificial en la investigación de la naturaleza entre investigaciones legítimas y supersticiones, permitiendo las primeras y condenando las segundas. Pero dicha división no prevenía de una distinción sobre realidades efectivas, pues en parte las supersticiones eran ridiculizadas y en parte temidas por su capacidad de actuar; en los hechos la división intentaba excluir cualquier pensamiento alternativo al dogma cristiano y al discurso de control social sobre del mismo construido. En otras palabras, la Iglesia, atemorizada por perder su posición central en la sociedad, cercaba la libertad intelectual y prohibía extraer de las ciencias conclusiones sobre la organización de la vida humana o del cosmos en conjunto, ya que ambas cosas eran fácilmente equivalentes, pero permitía a las mismas ciencias aportar soluciones prácticas que resolvieran problemas o permitieran obtener ganancias a los príncipes. Pero esto sólo era válido desde el paradigma oficial, que era la autoridad de la Biblia, los concilios y los Santos, seguida de la filosofía escolástica, todo enmarcado en el geocentrismo de acuerdo al modelo de Ptolomeo.

Así, los autores del Barroco nacieron bajo la cultura de la simulación; el “*qui necit fingere necit vivere*” [quien no sabe fingir no sabe vivir] de Torquato Accetto o el “*larvatus prodeo*” [avanzo enmascarado] de Descartes eran más que frases ingeniosas; ambas expresa la necesidad de aparentar seguir la ortodoxia, mientras de forma velada se sugerían las conclusiones más radicales (y muchas veces las más valiosas) de la investigación.²⁰⁰

200 Beltrán, 2006: 18-19.



Ora l'esterna indica gli uomini, la media le loro azioni, l'interna invece le insegne in questo modo:

- | | | | | | |
|---|-----------|---|--------------------|---|----------------|
| A | Lione | A | nel torceto | A | incatenato |
| B | Donalione | B | nelle pietre | B | beudato |
| C | Apofo | C | nel fitone | C | con la cinnara |
| D | Argo | D | a guardia dei buci | D | col guinzaglio |
| E | Arcoide | E | in Calisto | E | con la bluzola |

III. Giordano Bruno: Unidad e infinito

La concepción heliocéntrica de Copérnico sirvió como base para el pensamiento de Giordano Bruno, quien desarrolló las implicaciones cosmológicas que conlleva la tesis de la movilidad de la Tierra. Para lograr eso, el método lógico de investigación de Bruno se fundamenta en los principios de la unidad, armonía y dialéctica de opuestos pitagórica. Estos aspectos se complementan para lograr constituir un *corpus* físico que se opuso y superó la versión aristotélica dominante de la época. Sin embargo, el rechazo de Bruno a aceptar la matematización de la naturaleza, y sus múltiples consideraciones simbólicas en torno a ellas, sumados a los intereses de Bruno en problemas mágicos y teológicos propios de la cultura renacentista, han servido para negarle al Nolano un papel importante en la revolución científica moderna; Se ignora por completo el hecho de que tanto Kepler como Galileo construyeron sus sistemas, el astronómico y el físico, usando tesis brunianas.

10. Dejar las sombras y alcanzar lo verdadero: el método de Bruno

*Mentre l'ombra desia di quel ch'ha in bocca.
Lasciate l'ombre, ed abbracciate il vero;
Non cangiate il presente col futuro.
Io d'aver di miglior già non dispero;
Ma, per viver piú lieto e piú sicuro,
Godo il presente e del futuro spero:
Cossí doppia dolcezza mi procuro.*

Tansillo, *Il vendimiatore*, XVIII-XIX.

Giordano Bruno fue el primer defensor abierto de Copérnico y sus teorías. Bruno consideró al heliocentrismo como algo más que un sistema astronómico, para él fue un sistema filosófico y científico que representaba una imagen del universo más exacta y verdadera que cualquiera que hubiera existido antes. Pero Bruno no tomó ese sistema como ya algo terminado, sino como la base de una cosmología por construir. La imaginación y audacia con las que Bruno extrajo las implicaciones cosmológicas del heliocentrismo copernicano lo pusieron en la mira permanente de la Inquisición y le acarrearón el desprecio de los académicos que enseñaban el viejo modelo físico de Aristóteles. Bruno fue heredero intelectual del neoplatonismo florentino y del hermetismo, pero su feroz defensa de la

libertad intelectual y, además, la transformación del mundo debido al drama de la Reforma y luego la Contrarreforma, hicieron que, en lugar de sufrir la censura, padeciera el martirio, terminando sus días en la hoguera romana.

Bruno nació en Nola en 1548, (de ahí su gusto por llamarse el Nolano), zona Napolitana, en ese momento controlada por España. Desde pequeño, Bruno se formó en la cultura laica del Renacimiento italiano a través de las escuelas particulares que enseñaban a los autores clásicos. Después de trasladarse a Nápoles, a los 14 o 15 años, decidió entrar a la orden de los dominicos.

“Sono stato in Napoli”, racconta il Bruno nel primo costituito veneto, “a imparare lettere de umanità, logica e dialettica, sino a 14 anni; e solevo sentir le lezioni pubbliche d’ uno che si chiamava il Sarnese, ed andavo a sentir privatamente la logica da un padre Augustiniano, chiamato fra Teofilo da Vairano... e de 14 anni o 15 incirca pigliai l’abito de san Dominico.”²⁰¹

Por los maestros que lo formaron, a los que él mismo menciona, podemos constatar la orientación intelectual que desde épocas tempranas tomó el joven Bruno. El *Sarnese*, Giovanni Vincenzo Colle, era partidario del averroísmo, un tipo de aristotelismo alejado del tomismo oficial católico; el averroísmo proclamaba la existencia de un alma universal del Mundo, acercándose así al panteísmo, y también proclamaba la necesidad de separar la filosofía de la religión. Fray Teófilo, su otro maestro, pertenecía al grupo de erasmistas napolitanos.²⁰² Tanto la lectura poco ortodoxa de Aristóteles que hizo el averroísmo, como el erasmismo, humanismo de tipo intelectual, anticlerical y pacifista, se convirtieron en constantes del pensamiento de Bruno. Es posible que el mismo Vairano introdujera a Bruno en la obra del cabalista catalán Raimundo Lull y su arte combinatorio, las cuales serían tan importante para su filosofía a la postre.

201 Declaración de Bruno en Venecia, citada por Spampanato, [1927, I, 80]. “Estando en Nápoles’, recordaba Bruno en el proceso veneciano, ‘fui a tomar lecciones de literatura humanista, lógica y dialéctica, a los 14 años; y solía oír las lecciones públicas de uno que se llamaba *Sarnese*, y asistía [también] a las lecciones privadas de un padre agustino llamado fray Teófilo de Vairano...; y con 14 o 15 años tomé el hábito de santo Domingo.”

202 Véase el artículo de Ingrid Rowland "Giordano Bruno and the Neapolitan Neoplatonism" [Gatti, 2002: 97-120]. Es interesante resaltar que el nombre de Teófilo (o Filoteo) lo usó el propio Bruno en sus diálogos italianos y que era el portavoz de sus ideas; probablemente en su elección estuvieran presentes algunos ecos de la influencia de este maestro. El Erasmismo es un tipo de humanismo marcado por el énfasis que puso en la reforma de las costumbres y la cristiandad (crítica a la superstición, inmoralidad, religiosidad formalista, etc), sin descuidar los aspectos de rescate de los clásicos y el problema de la filología.

Además de esa orientación temprana, en la obra de Bruno se notan las influencias claras de Ficino, Pico y Agripa. Tras su entrada con los dominicos, Bruno pudo completar su formación estudiando la patrística cristiana, así como muchas de las obras de filosofía griega, e incluso llegó a dominar el aristotelismo. Finalmente, en sus años como dominico, Bruno tuvo acceso a la biblioteca del convento de San Domenico Maggiore y su colección de textos prohibidos de magia, cábala y astrología. Si sumamos todo lo anterior, no es extraño que con el tiempo la heterodoxia de Bruno se hiciera patente y que hacia 1576 fuera acusado finalmente de hereje, esto según Spampanato, debido a sus opiniones en favor de la herejía antitrinitaria del arrianismo.²⁰³

Mientras Bruno era llamado a Roma para responder ante sus superiores, sus hermanos de Nápoles descubrieron dentro su celda unos libros prohibidos. Al enterarse de ello Bruno y viéndose amenazado con un severo castigo, finalmente decidió abandonar su orden y escapar. Así comenzó su peregrinaje por Italia, Suiza, Francia, Inglaterra, Alemania y de nuevo Italia, siempre en busca de un lugar seguro para desarrollar sus ideas. Según recordaba él mismo, en sus primeros años de destierro enseñó gramática “a los niños”²⁰⁴ y también cuestiones de astronomía, basándose en la *Sphera* de Sacroboso, popular libro de astronomía-astrología geocéntrica de la época.

Las ideas astronómicas de Bruno empezaron con el geocentrismo de tipo aristotélico hasta que conoció la obra de Copérnico, pero en lugar de adoptar el heliocentrismo, avanzó más allá del mismo. Sin embargo, pese a que el Nolano se interesó desde temprano por la astronomía, su principal foco de atención durante la época anterior a 1580 fue el arte de la memoria. Probablemente este interés comenzara desde época muy temprana, ya que cuando Bruno llegó a París, protegido temporalmente por Enrique III²⁰⁵, era conocido por sus escritos y autoridad en mnemotecnia.

203 Spampanato, 1921: I, 211.

204 “*A insegnare la grammatica a putti*” [Spampanato, 1921: I, 270].

205 Enrique III, hijo de Catalina de Medici y Enrique II, interesado en la magia bruniana (arte de la memoria). Sobre la llegada de Bruno a París explica Mondolfo: “No se apagaba la enemistad de los peripatéticos con su salida de Tolosa, sino que le perseguía aun en París, adonde Bruno se trasladó en 1581 y donde permaneció hasta 1583. Sin embargo, las mismas causas que excitaban la oposición de sus adversarios, despertaban por otro lado en favor de él gran interés y admiración entre los discípulos y parte de los profesores de la magna Universidad parisiense... Despertábase de esta manera un interés intenso por estas artes, que parecían prometer a cada cual una posibilidad o esperanza de alcanzar resultados asombrosos en la conquista de los conocimientos; y el propio rey de Francia, Enrique III, hondamente

En París, Bruno publicó *De umbris idearum* (1582), la primera de sus obras que nos ha llegado sobre mnemotecnia,²⁰⁶ aunque también es una obra que condensaba mucho de su pensamiento sobre cosmología. Es significativo que desde el poema que sirve de carta al lector, Bruno se pusiera bajo el auspicio de Pitágoras.²⁰⁷ En concordancia con lo anterior, la lectura de ese libro nos muestra qué tan cercano estaba Bruno del neoplatonismo de la Academia Florentina.²⁰⁸ Aunque el mismo Bruno declaró que no se circunscribía a ninguna tendencia filosófica en específico²⁰⁹ sino que se sirvió de un eclecticismo amplio. Entre sus influencias es posible notar una fuerte carga de pitagorismo que provino de la Academia florentina. Aunque también su obra denota otra forma de pitagorismo además del florentino. Esa segunda tradición, con raíces provenientes también del pitagorismo griego y Platón, adquirió características propias con Plotino, el Pseudo-Dionisio y su traductor al mundo latino, Juan Escoto Erígena, y culminó en Nicolás de Cusa. Esa segunda línea llamada usualmente “teología negativa” jugó un papel importante en el pensamiento del Nolano, como veremos más adelante.

Gracias a todo ese bagaje, el arte de la memoria de Bruno sobrepasó el proyecto de una técnica de recordar, constituyéndose como una forma de comprender todas las cosas (*enciclopedia*) y de descubrir sus relaciones y conexiones mutuas (*inventio*).²¹⁰ Como escribió Vinatea en su prólogo a *De umbris*:

De umbris idearum es la primera de las obras de carácter mnemónico en la que Bruno expone lo que metafóricamente llama escritura interna, pues del mismo modo que se escribe con un cálamo sobre un pergamino, la memoria y la facultad imaginativa pueden articular una escritura interior, con su morfología, su sintaxis y su semántica propias. Y ese lenguaje puede plasmar en el alma todos aquellos contenidos que la memoria natural no alcanza, ampliando los límites del entendimiento mediante el uso de imágenes y símbolos.²¹¹

interesado en el asunto, invitaba a Bruno a su corte.” [Mondolfo, 1980: 33].

206 Adicionalmente publicó el mismo año *Cantus Circaeus* y *De architectura et commento artis Lulli*, desarrollando más los temas del arte de la memoria y de la combinatoria luliana.

207 Bruno, *De umbris*, “*amico et studioso lectori*”: “Y la letra de Pitágoras; trazada con bicorde trazo...” [Reventós, 2009: 24].

208 El texto cita abundante y explícitamente a Ficino y a Plotino en varios lugares, además de Aristóteles con quien polemiza básicamente. Además, el *De umbris* refleja bien las lecturas que Bruno hizo de Cornelio Agripa y de Pico.

209 Bruno, *De umbris*, “*Dialogus praelib*”: “Quienes tengan en sus manos este arte han de saber que no tenemos ningún interés en circunscribirnos a un tipo determinado de filosofía y que no despreciamos en su conjunto ninguna otra tendencia filosófica” [Reventós, 2009: 36]. Aunque podemos destacar tres figuras de particular relevancia para Bruno, Pitágoras, Cusa y Copérnico.

210 El libro de Yates, *El arte de la memoria*, traza los antecedentes y analiza esta y otras obras de Bruno. [Yates, 2005].

211 Vinatea, “Prólogo” en Reventós, 2009: 10.

El arte de la memoria de Bruno fue una propuesta compleja que buscó una forma de sintetizar el cosmos entero. En contraste con ese ambicioso proyecto, el Nolano fue particularmente claro en sus pretensiones y objetivos. En contra del espíritu de su época de ocultar las ideas propias por temor a la burla o a ser perseguido, siendo además un paria del mundo cristiano con muchos enemigos, increíblemente Bruno no se ciñó a la “simulación” [*fingere*]. Ya en el *De umbris*, Bruno comenzó afirmando que los autores debían atreverse a que sus descubrimientos salieran a la luz. El Nolano escribió: “Ciertamente, si todos tuvieran que temer y precaverse de ello, nadie habría intentado escribir nunca obras de mérito; jamás habría aparecido nada bueno y destacado.”²¹² Además del llamado a la sinceridad intelectual, también Bruno afirmó que su escrito estaba destinado a aquellos “que estén suficientemente versados en metafísica y en las doctrinas platónicas,”²¹³ por lo que su público natural se convirtió en aquellos cercanos a las obras de Ficino y Pico della Mirandola.

El tema central del *De umbris* era la exploración de las operaciones del “alma”, concepto que se alejó de la concepción cristiana y recreó la idea platónica del principio de movimiento e inteligencia.²¹⁴ Dichas operaciones, Bruno las representó con dos ruedas lulianas, ilustradas con letras, donde se asocia lo que él nombró como la “rueda de las sombras” y la “rueda de las ideas”. Cada una de esas ruedas está dividida en treinta secciones, llamadas las treinta intenciones de la sombra y los treinta conceptos de las ideas. Las sombras están pensadas a la manera platónica, cual proyecciones de las cosas verdaderas, que participan de la luz de la verdad y de las tinieblas del error.²¹⁵ Bruno afirmó al respecto: “La sombra no es lo mismo que las tinieblas, pero sí es un vestigio de las tinieblas en la luz o un vestigio de la luz en las tinieblas, o participan de la luz y la tiniebla.”²¹⁶

Pero mientras las sombras representan una multiplicidad capaz de acercarse a la verdad o caer en

212 Bruno, *De umbris*, “*Dialogus praelib*” [Reventós, 2009: 30].

213 Bruno, *De umbris*, “*Dialogus praelib*” [Reventós, 2009: 36].

214 Además, el alma de Bruno, “principio que asiente y gobierna”: Bruno, *De umbris*, “*De triginta idearum conceptibus*”, *Conceptus* IV [Reventós, 2009: 58], es también una esencia divina conectada con el alma del Mundo y capaz de trascender la existencia terrena a través de su ascenso “por la cadena áurea.” Bruno, *De umbris*, “*Triginta intentiones umbrarum*”, *Intentio* XIII [Reventós, 2009: 45].

215 Sigo en este punto el análisis de Granada [1984: 23 y ss.].

216 Bruno, *De umbris*, “*Triginta intentiones umbrarum*”, *Intentio* II [Reventós, 2009: 40].

el error, la verdad sólo existía para Bruno en la unidad. *Lo Uno* sería entonces la superación de lo múltiple, pero no su negación sino su perfecta congregación.²¹⁷ Es en ese punto donde entra la combinatoria de Lull, pues gracias a ésta Bruno afirmó que podía construir un sistema, donde las sombras se vinculen unas con otras: “Así pues, a través de una semejanza compartida, podemos acceder de las sombras a sus vestigios, de sus vestigios a imágenes especulares, y de éstas a otras.”²¹⁸ Sobre la fusión de la combinatoria de Lull con el arte de la memoria, Mondolfo explica que Bruno pretendió por ese medio ampliar la mnemotecnia para poder investigar el cosmos entero:

El arte luliano quiere ofrecer la solución de un problema lógico-metafísico, es decir, construir el sistema de las relaciones entre las ideas, teniendo la firme convicción, de carácter francamente platónico, de poder con este medio reconstruir el sistema de la realidad. Para lograr su fin el arte combinatorio procede por medio de tablas y figuras. Ante todo determina los elementos primeros del pensamiento (sujetos y predicados), y los representa mediante letras, que constituyen el «alfabeto del gran arte»; dispone luego estas letras en una especie de tabla pitagórica, y después las inscribe en triángulos y círculos que sobrepone y hace rodar para lograr todas las distintas combinaciones. La convicción que inspira este proceso de combinaciones, que genera el «silabario» y el «diccionario» del gran arte, consiste en la creencia de que al conocer las maneras de combinar los sujetos con los predicados, se tenga la posibilidad de contestar a todas las cuestiones que la mente humana pueda plantear. Hay que recordar que esta misma ilusión, que Bruno compartía con Lulio, se reproduce luego en Leibniz, quien por este camino quería llegar al descubrimiento de un lenguaje universal.²¹⁹

La idea de fondo del arte de la memoria de Bruno era que todas las cosas son expresiones de la Unidad y, por ende, la combinatoria sólo era un intento de reproducir la unidad primigenia. El punto

217 Bruno junto con Cusa cree en la coincidencia de los opuestos, pues afirma Bruno que si cada cosa va “en la persecución del otro, su opuesto y contrario, no hay contrariedad, sino armonía.” [Reventós, 2009: 46]. “*sed concordantia in fuga unius, et prosecutione alterius oppositi, atque contrarii.*” *De umbris*, “*Triginta intentiones umbrarum*”, *intentio XX*. [Tocco-Vitelli, 1879-1891: I, 32]. La idea de que en la unión de las cosas y su contrario está la verdad, idea que existe desde Heráclito y que pasa por Platón, Bruno la magnifica y hace del universo la unión completa de todos los contrarios y, por ende, la Verdad.

218 Bruno, *De umbris*, “*Triginta intentiones umbrarum*”, *Intentio VIII* [Reventós, 2009: 43].

219 Mondolfo, 1980: 33. Que Mondolfo hable de *ilusión* no es un adjetivo afortunado; el método de investigación de Bruno quedó como una curiosidad histórica ante el triunfo del método científico basado en la experimentación y el análisis matemático, sin embargo, lejos de ser un arte supersticioso, el método lógico de Bruno además de efectivo (pues analiza y apunta con éxito a las consecuencias del heliocentrismo), es un estadio válido y aun necesario del método científico pues la idealidad del arquetipo, en el doble sentido de abstracción extrema del entorno y acto creativo de la mente del científico, da el carácter universal a la experimentación física, que de otro modo se quedaría en un empirismo particularista.

central, que diferencia a Bruno de otras formas de neoplatonismo, que recuperan los mismos conceptos, es que la unidad que buscaba era tanto metafísica como física. Pues lo material no era para Bruno lo opuesto de lo ideal, sino que ambas cosas las reunía en “unidad de opuestos” [*Coincidentia oppositorum*].²²⁰ El *pensamiento* y la *materia* o el *alma* y el *Mundo* fueron conceptos para Bruno complementarios y armónicos. El tema de la unidad era central en todo el pensamiento bruniano, retomado directamente de las fuentes pitagóricas y platónicas, representaba la superación de todas las aparentes contradicciones y dualidades. Pues, como remarca en el *Candelaio*:

“El tiempo todo lo quita y todo lo da, cada cosa cambia y nada se aniquila; sólo hay Uno que no puede cambiar, uno solo es eterno, y sólo es uno el que no cambia, semejante e igual a sí mismo.”²²¹

Este Uno era la congregación, superación y armonización de toda la diversidad existente. Para representar la complejidad de lo diverso, el Nolano recurrió a las imágenes mitológicas, o más propiamente astrológicas, con las cuales construyó intrincadas alegorías muy del gusto del Renacimiento. Según Frances Yates, la inclusión de temas astrológicos prueba que el arte de la memoria de Bruno se enmarcaba en una búsqueda cabalística y mágica; la autora cree que el arte era una técnica para controlar los diversos vínculos mágicos. Yates enlaza la obra mnemotécnica de Bruno directamente con la *De vita coelitus comparanda*,²²² donde Ficino enseña cómo crear talismanes mágicos, según las enseñanzas de Hermes. En contraste con esa interpretación que muestra a Bruno como un mago renacentista, Hilary Gatti considera que es necesario enlazar la obra de Bruno con la intención de formular un sistema de investigación de la naturaleza.²²³ Si interpretamos la mnemotecnia

220 Esta tesis según Mondolfo se presenta por primera vez en el *De umbris*, aunque se seguirá desarrollando en el resto de las obras. Mondolfo lo caracteriza como una superación del materialismo, pero ésta “no se produjo en Bruno, así como ocurrió a San Agustín, al primer contacto con aquella doctrina; ni lo llevó, como a aquél, al reconocimiento de una realidad espiritual distinta y opuesta a la material, sino a la intuición de la unidad universal, inculcándole precisamente la idea de la unidad del principio que anima eternamente todo el universo, en la multiplicidad y mutabilidad de las cosas particulares.” [Mondolfo, 1980: 34].

221 “*Il tempo tutto toglie e tutto dà; ogni cosa si muta, nulla s' annichila; è un solo che non può mutarsi, un solo è eterno, e può perseverare eternamente uno, simile e medesimo.*” Bruno, *Candelaio*, “*Alla signora Morgana B*” [Spampanato, 1909: III, 7]. Además, es pertinente destacar la crítica ácida que Bruno hace de la magia en el *Candelaio*.

222 “La obra que preside y dirige básicamente el pensamiento de Bruno es el *De vita coelitus comparanda*.” Yates, 1983: 228.

223 Véase Gatti [1999: 178 y ss.] donde discute las tesis de Yates sobre el lugar de Bruno en la historia del arte de la memoria.

de esta última forma, el sistema lógico de conexiones y permutaciones que construyó Bruno, tendría como finalidad permitir a su usuario organizar en su memoria los conocimientos adquiridos, para posteriormente indagar en ellos sus múltiples interacciones.²²⁴

Sobre este debate me inclino mucho más por la interpretación de Gatti, pues el mismo Bruno afirmó que su arte no es una forma de magia sino de ciencia:

Al leerse aquella obra extraordinaria, adquirí renombre tal, que un día el rey Enrique III me mandó llamar, inquiriéndome si el arte de la memoria que poseía yo y que profesaba era natural o hecho por artes mágicas; di satisfacción al rey; y con aquello que le dije y le hice probar, supo que yo no obraba por magia alguna, sino por medio de la ciencia.²²⁵

Lo anterior no significa que Bruno despreciara la magia, de hecho fue uno de los temas sobre los que más escribió. De lo que intentó separarse era del sentido vulgar de la magia, que según Bruno fue un invento de los “encapuchados”²²⁶ (monjes). Bruno siempre afirmó que la magia auténtica “está basada en las fuerzas de la naturaleza mediante la observación de los tiempos y de las disposiciones del cielo.”²²⁷ Como vemos, el concepto de magia de Bruno sigue el camino de depuración que ya habían iniciado los florentinos, presentándose como un arte natural y racional.²²⁸ Para Bruno, como para Agripa, la magia auténtica permitía el dominio de la naturaleza por medio de una red de simpatías. Pero la búsqueda de la verdad no era en estricto sentido lo mismo que la magia. La verdad es un camino de perfeccionamiento interior y sólo se da en el alma.²²⁹ En ese sentido, la magia se orientaba a lo operativo, y la ciencia a desvelar la verdad, y aunque ambas eran variaciones de una misma

224 Carlos Muñoz afirma que el arte de la memoria de Bruno es “una arquitectura de la mente para saberlo todo, para tener disponible todo el saber.” [Muñoz, s/a: 1].

225 “*E leggendo quella straordinaria, acquistai nome tale che il re Enrico terzo mi fece chiamare un giorno, ricercandomi se la memoria che avevo e che professava, era naturale o pur per arte magica; al qual diedi sodisfazione; e con quello che li dissi e feci provare a lui medesimo, conobbe che non era per arte magica ma per scienza*” Spampinato, 1921: II, 701. Declaración de Bruno que forma parte de los documentos venecianos.

226 Bruno, *De magia*, [Gatto, 2007: 16]. Bruno afirmaba que la idea de que la magia se relaciona con demonios es un invento de los monjes, en especial de la Inquisición, lo cual no está muy lejos de la realidad.

227 Giordano Bruno, Décima declaración del Proceso Veneciano [Benavent, 2004: 62].

228 Podemos también hablar de una depuración. Pues ya el mismo Pico della Mirandola hablaba de dos tipos de Magia: “hay dos clases de magia; una consistente toda ella en obra y poder de los demonios, cosa, por Júpiter, execrada y horrenda; otra que, si bien se examina, no es sino consumada filosofía natural.” [Ruíz Díaz, 2004: 62]. A la segunda magia o filosofía natural fue a la que se suscribió Pico, y sobre ella seguiría la obra de Bruno.

229 Bruno, cuando habló de la Verdad en *De Umbris*, siempre se refirió a una búsqueda del alma y no del cuerpo; Bruno, *De umbris*, “Triginta intentiones umbrarum”, *Intentio* I [Reventós, 2009: 39]. En este sentido, la búsqueda de la verdad es un proceso de perfeccionamiento interno.

investigación sobre la naturaleza, la distancia entre ambas era significativa, tal y como nos los deja ver la cita de arriba.

Con base en lo anterior, podemos decir que el *De umbris* es una indagación científica sobre la verdad. La importancia de la verdad estaba en que permitía mejorar al hombre mismo. Como escribió Bruno en otro de sus libros: “*Con questa filosofia l'animo mi s'aggrandisse, e me si magnifica l'intelletto.*”²³⁰ Para el Nolano, el camino para adquirir la verdad se encontraba en una dialéctica en sentido pitagórico, es decir, en comprender la armonía de los opuestos. Precisamente esa armonía Bruno pretendió plasmarla en un sistema compacto de retención e indagación de la naturaleza que era su arte de la memoria. Aunque la idea de armonía fue importante para todas las formas de pitagorismo, la idea específica de armonía de los opuestos, donde la unidad es unión de contrarios, llegó al Renacimiento por un camino propio. Su historia se remonta desde el neoplatonismo helénico y de ahí pasó a lo que se conoce como la teología negativa, la cual fue una forma alterna de la teología cristiana caracterizada por un racionalismo universal, implicaciones panteístas y la concepción de que Dios era incognoscible excepto por su expresión en la naturaleza.²³¹ Según esa teología, no existía un quinto elemento perfecto del que estarían hechos los cielos; por el contrario, las estrellas estarían formadas de fuego y aire, igual que los ángeles.²³² Tampoco se creía en la existencia del empíreo medieval o noveno cielo, separado de lo material y constituido únicamente por el espíritu, donde habitaba Dios.²³³ Para esa teología sólo existía una ininterrumpida continuidad en el universo, que era tanto material como espiritual. De esa forma, los límites entre el mundo natural y el espiritual se desvanecían y todo formaba parte de una única realidad, natural y divina a la vez, donde el orden y la unidad eran Dios

230 Bruno, *Candelaio*, “Alla signora Morgana B” [Spampanato, 1909: III, 7]. “Con esta filosofía (estos principios), mi alma se engrandece y mi intelecto se magnifica.”

231 Ningún concepto es bueno para describir a Dios, pues la misma idea de “ser” no logra abarcarlo: “Pues el ser de todo es la divinidad que está más allá del ser.” Dionisio, *De Caelestis hierarchia*, IV, I.

232 Erígena afirma (III, 701A) que todos los cuerpos se forman “por la unión de los cuatro elementos, desde los máximos hasta los mínimos.” [Velázquez, 2007: 419]. Estos cuerpos incluyen a los cielos y el éter, todos se componen de los mismos elementos “simples e indivisibles.” (701B).

233 El poeta Dante, quien resume la cosmovisión medieval en su *Comedia* describe al último cielo así: “Del mayor cielo físico, en la cumbre / Hemos subido hasta éste que es luz pura / luz pura intelectual, de amor relumbre / amor del sol bien, toda delicia;” *Paraiso*, XXX, 38-42. [Echeverría, 1995: 607].

mismo.

Como se puede apreciar, las ideas de la teología negativa complementaban bien los desarrollos del pitagorismo renacentista. En especial servían para explicar las dualidades contradictorias, como el concepto de magia, que los florentinos hicieron divina y natural a la vez. Para entender el alcance de esas ideas en la obra de Bruno, conviene hacer una pausa en el análisis del arte de la memoria y revisar brevemente la obra del filósofo medieval Juan Escoto Erígena (810-877), donde se plasman de forma clara muchas de las ideas que impactaron en el pensamiento del Nolano. Erígena afirmó en su libro *Sobre la naturaleza o Periphyseon*, que el universo es un acto necesario de Dios:

“Por lo tanto, no existía Dios antes de que creara a los seres. No existía. Pues si existiera, le sucedería crear a todos los seres; y, si le sucediera crear a todos los seres, se comprendería en Él el movimiento y el tiempo.”²³⁴

Según las palabras de Erígena, Dios mismo no existía sino como creador del universo, del tiempo, del espacio y de la materia. Por lo tanto, para Erígena, Dios debe crear y no elige crear, esto implica que en el universo nada ocurre por azar o es arbitrario, sino que todo está determinado, de lo mínimo a lo máximo. Además, toda la creación se concebía como material, incluso el espíritu era materia sólo que más sutil y refinada. Por ende la materia era de particular relevancia para ese pensamiento, porque ella era la sustancia que permite la existencia y contenía en sí misma el orden universal. Según este argumento, si Dios era el orden y el orden estaba en la materia, entonces en la materia estaba Dios mismo. En ese aspecto, la materia sería la concreción del poder divino. Así, para Erígena, Dios y la materia eran los dos extremos inefables de la realidad:

Hay dos cosas que de ningún modo pueden definirse, a saber Dios y la materia. Ciertamente, Dios es infinito e informe, porque por ninguna es informado, siendo la forma de todos los seres. Semejante, la materia es informe e indefinida; pues necesita ser formada y definida desde fuera, cuando por sí misma no es forma sino informable.²³⁵

Erígena calificaba a Dios de infinito y a la materia de indefinida, relacionándolos dialécticamente

²³⁴ Erígena, *Periphyseon*, I, 517C-D. [Velázquez, 2007: 180].

²³⁵ Erígena, *Periphyseon*, I, 500A. [Velázquez, 2007: 156].

como lo informado que forma y lo informable. La materia, en tanto expresión del poder divino, era eterna. Eso hacía que la realidad de Erígena fuera eternamente cíclica, inmune a la destrucción, pues lo que en apariencia perece, en realidad únicamente se descompone; pues sus partes constitutivas mínimas, sus átomos, son eternas. Erígena escribió: “hay debajo algo incorruptible. Pues los géneros, las especies y los *ἄτομα* siempre existen por esta causa y permanecen porque hay en ellos algo único indivisible, que no puede ser corrompido, ni destruido.”²³⁶ Estos átomos regresaban al todo básico que era la unidad infinita y eterna. Raimundo Lull (1232-1315), en la misma tradición, llamó a esta unidad, donde las múltiples determinaciones se confunden, “el Caos.” En su *Liber Chaos*, afirmó Lull: “el caos es una masa confusa que contiene las esencias de los cuatro elementos.”²³⁷ Lull lo interpretó como el estado primordial antes de la creación, mientras que Nicolás de Cusa (1401-1464) puso la unidad en la mente divina, lugar por excelencia, para él, de la coincidencia de contrarios.²³⁸

Como se puede apreciar, la teología negativa afirmaba la existencia de dos infinitos, Dios y la materia, aunque suavizando este último con el concepto de *indefinido*. También rescata al atomismo como parte integral de la explicación cosmológica y lo diviniza conectándolo con la idea del dios creador. Esta tradición de pensamiento convergió con el platonismo florentino en la obra de Bruno. Ahí se reunieron las bases intelectuales de los florentinos que afirmaban la existencia de un mundo ordenado y de la libertad de razón, con los desarrollos de la teología negativa sobre la armonía de los contrarios. Si atendemos a estos antecedentes, fuertemente cargados de cosmología, no es extraño que *De umbris* contenga la primera declaración de adhesión al copernicanismo por parte de Bruno. En el “diálogo preliminar”, Bruno afirmó que el Sol está fijo y es la Tierra la que se mueve:

El intelecto, que no se equivoca, muestra que el Sol permanece inmóvil, pero el engañoso sentido induce a creer que se mueve. Nace por la zona de la rotatoria tierra a él expuesta, y al mismo tiempo se oculta por la zona situada en la parte contraria. El mismo Sol gira

²³⁶ Erígena, *Periphyseon*, I, 479C. [Velázquez, 2007: 129].

²³⁷ Yates, 1990: 177.

²³⁸ Sin embargo, para Cusa esos contrarios se realizan únicamente en el universo. Así, en la *Docta ignorantia*, IV, [Fuentes; 2011: 72] Cusa afirma: “el universo es el máximo contracto y uno.” Sobre esta base, no es de extrañar que el contemporáneo de Cusa, Johannes Wenck, filósofo peripatético y profesor en Heidelberg, entendiera la *Docta ignorantia* como un llamado al panteísmo, incompatible con el cristianismo. [D’Amico, 2005 : 411].

aparentemente alrededor de los horizontes llamados árticos con arreglo a las diferencias entre la derecha y la izquierda, si bien a muchos les parece que recorre un arco por la región superior e inferior. Se manifiesta más grande que la Tierra cuando ésta ocupa el punto más alto que su órbita, en tanto que, cuando ésta ocupa el más bajo- ya que está más alejada de él-, se manifiesta más pequeño. En unas zonas de los hemisferios se oculta lentamente; en otras, en cambio, se oculta de prisa. Se muestra más al norte con respecto a la Tierra cuando ésta se inclina hacia el sur, pero más al sur cuando ésta se aproxima al norte.²³⁹

La afirmación anterior sobre la verdad del heliocentrismo es increíblemente clara y no deja duda de la convicción de Bruno respecto a su posición. La misma cita ilustra bien un punto importante, el heliocentrismo es una verdad del intelecto y no de los sentidos, que son engañosos. En ese aspecto, una cosmología heliocéntrica sólo se podía desarrollar desde la razón, dejando a la percepción un lugar secundario. Ahí es donde encajó bien el arte de la memoria, como una forma de investigar la realidad desde el intelecto. El sistema que expuso en líneas generales *De umbris* fue el método de investigación de Bruno. Sin embargo, el arte de la memoria estaba alejado de las formas matemáticas y se centraba en la inducción lógica, por lo que ha causado problemas entre los intérpretes del Nolano, al considerarlo como poco científico.²⁴⁰ En la práctica, ese arte lejos de ser un lastre para el pensamiento de Bruno, éste lo refinó al punto de poder extraer serias y rigurosas implicaciones del heliocentrismo, fundamentando fenómenos y permitiéndole heredar una cosmología plena a la segunda generación de copernicanos.

En sus siguientes obras, Bruno puso en práctica su arte dialéctico y dedicó muchos esfuerzos en defender, complementar y ampliar a la cosmología copernicana. El heliocentrismo, o mejor dicho la imagen del universo que parte del heliocentrismo, fue al mismo tiempo para Bruno tema de

239 Bruno, *De umbris*, “*Dialogus praelib.*” [Reventós, 2009: 29 y 30.] “*Hunc intellectus non errans stare docet: Sensus autem fallax suadet moveri. Hic terrae girantis parti huic expositae oritur: occidit simul aliter dispositae. Idem orizontes quos dicunt arcticos per differentias dextri atque sinistri apparenter circuit: aliis vero multis supernum atque infernum perlustrare videtur arcum. Hic terrae sui circuitus altum habenti maior apparet: imum vero tenenti (ut potè ab eodem magis elongatae) minor. In aliis emicircuitum portionibus tardè; in aliis vero velociter absentatur. Hic terrae incumbenti in Austrum Borealior: in Boream vero properanti Australior efficitur. Rectum habentibus Orizonta, in lances aequales hinc inde latitudinem recipit De umbris, Dialogus praelib. apologeticus pro umbris idearum ad suam memoriae inventionem.*” [Tocco-Vitelli, 1879: I, 7].

240 Incluso Koyré no terminó por aceptar del todo a Bruno como científico moderno, para leer sobre ésta y otros casos, Mauricio Shojjet hizo un estudio detallado de la desvalorización de Bruno en la historia de la ciencia [Benítez-Robles, 2002: 123 y ss.].

investigación para su método y complemento necesario de su arte de la memoria.²⁴¹ Sin embargo, el Nolano no estaba satisfecho con el estado del heliocentrismo en su época, así que se ocupó, además de la difusión y defensa, también en la reforma de las ideas de Copérnico. Bruno extrajo del copernicanismo sus diversas implicaciones cosmológicas y esto lo alejó de la imagen tradicional del cosmos, geocéntrica y dual respecto al problema materia-espíritu, y de todo lo que se basara en esa imagen, incluyendo al aristotelismo, la teología cristiana tradicional e incluso la astrología. El mismo Bruno aceptó ese alejamiento como algo positivo, pues avanzó con la convicción de que la nueva imagen del cosmos era una liberación de las viejas prisiones mentales y de los errores que se basaban en las falsas convicciones, en especial de la idea que la Tierra es el lugar más bajo y sujeto de toda la creación.

Con esa consigna, en 1584, dos años después del *De umbris*, apareció en Londres *La cena de le ceneri*, el primer tratado serio e integral de defensa del copernicanismo y también una declaración de principios de la reforma que pretendía efectuar Bruno. Ahí quedaron finalmente detrás los orbes celestes, la diferencia entre la Tierra y los planetas, la distancia entre Dios y sus creaturas, en suma, las prisiones mentales que habían impedido comprender a la naturaleza, incluyendo las que el mismo Bruno antes tenía. Como dice la invocación de Bruno de la musa de la memoria que simbolizan esta ruptura:

“Y tú Mnemosine mía, escondida bajo treinta sellos y encerrada en la oscura cárcel de las ideas, susúrrame un poco al oído”²⁴²

Como se ve, los resabios del viejo sistema del cosmos geocéntrico, aun los contenidos del *De umbris*, son rechazados a la luz de la nueva verdad. El pensamiento de Bruno apuntó con ello a nuevos terrenos, aunque la terminología que usó seguía modelos astrológicos, mágicos o incluso aristotélicos, lo que ha causado no pocas confusiones. Como afirmó Dilthey:

“Sus conceptos explicativos acerca de la naturaleza pertenecen todavía al pasado, pero el

241 Pues el arte de la memoria y los contenidos de la memoria no son separables.

242 Bruno, *La cena*, I, [Granada, 1984: 69].

aliento que los anima es ya moderno: se anuncia como en un amanecer en el que las sombras de la noche se mezclan todavía con las luces del sol que nace.”²⁴³

En el futuro despuntaba un nuevo Sol y detrás quedaban las sombras.

11. Si eres ratón, no sigas a las ranas: La defensa de Copérnico

“*Se sorce sei, non seguitar le rane*”

Bruno, *La cena de le ceneri*.

La trilogía de diálogos italianos: *La cena de le ceneri*; *De la causa, principio e uno*; y *De l'infinito, universo e mondi*, junto con los poemas latinos de 1591 editados en Frankfurt: *De triplici minimo et mensura*; *De monade, numero et figura*; y *De innumerabilibus, immenso et infigurabili*; exponen las ideas de Bruno sobre las consecuencias de un universo copernicano, cuya principal cualidad, para Bruno, era ser infinito. Esta cualidad, ausente, aunque no por completo ajena a Copérnico, que calificó al universo de “*immenso*”, transformó definitivamente la imagen tradicional de un universo esférico y concéntrico e inauguró una forma diferente de pensar la realidad. También reformó al heliocentrismo, separando plenamente la nueva versión de la antigua griega. En esas obras, Bruno le dio cuerpo al copernicanismo como una plena cosmología.

El primero de esa serie cosmológica, *La cena de le ceneri*, tuvo como su tema central la exposición del heliocentrismo de Copérnico y su defensa. Escrito durante la estancia que realizó Bruno en Londres acompañando al embajador francés, el Nolano plasmó en su escrito el ambiente académico de la universidad de Oxford y el rechazo de sus profesores a las ideas copernicanas. La acción dramática es una charla entre cuatro personajes, uno de los cuales, Teófilo (en los otros diálogos llamado Filoteo), representa usualmente al mismo Bruno.²⁴⁴ Teófilo narra al grupo la cena ocurrida el

243 Dilthey, “Giordano Bruno” [Ímaz, 1978: 311].

244 Se puede recalcar el *usualmente*, pues la misma estructura dialógica de la narración le permite a Bruno jugar con los argumentos y muchas veces dejar en el aire algunas de sus tesis más radicales o hacer que otros personajes las complementen o desarrollen, poniendo de esa forma distancia entre su persona y algunas conclusiones; la misma estrategia que usará después Galileo. Además de Teófilo, quien es la parte sensata de Bruno, en el diálogo aparecen Smitho, Frulla y Prudencio; quienes caracterizan el buen sentido común, el hombre vulgar y al aristotélico obtuso. Tanto Teófilo como Smitho pueden convertirse en portavoces de las ideas de Bruno, mientras que Frulla es el encargado de aplicar las burlas y mofas hacia los enemigos del Nolano y también, en ese sentido, es una parte del mismo Bruno, la más grosera, vulgar y graciosa. En cambio Prudencio nunca representa a Bruno, pues hasta cuando retoma tesis de Aristóteles que Bruno admite como válidas, lo hace de una forma dogmática y errónea.

Miércoles de Ceniza a la que Bruno asistió y donde debatió con dos profesores de Oxford sobre la doctrina de Copérnico.

El “Diálogo Primero” sirve como presentación del tema y además nos muestra la gran estima que Bruno le tenía a Copérnico. Sobre el polaco, Bruno escribió que:

Era [Copérnico] de ingenio grave, elaborado, diligente y maduro; no inferior a ningún astrónomo anterior a él excepto en lo que hace a la sucesión en el tiempo, y en cuanto a la capacidad natural de juicio, muy superior a Ptolomeo, Hiparco, Eudoxo y a todos aquéllos que caminaron después tras las huellas de éstos, superioridad que le viene de haberse liberado de algunos presupuestos falsos de la común y vulgar filosofía, por no decir ceguera.²⁴⁵

Para Bruno, Copérnico fue el último eslabón de una cosmología pitagórica que afirmaba la movilidad de la Tierra. Dicha cadena incluía a “Copérnico, el pitagórico Hicetas, Filolao, Heráclides de Ponto, Ecfantano el pitagórico, Platón en el *Timeo* (aunque de forma tímida y vacilante porque lo sostenía más por fe que por ciencia) y el divino Cusano en el segundo libro de su *Docta ignorantia*.”²⁴⁶ Pero ese pitagorismo no era para Bruno una doctrina antigua, sino una serie de investigaciones sobre la naturaleza que seguían vigentes pues desvelaban la verdad del universo. En otras palabras, el heliocentrismo era parte de una imagen verdadera, que aunque no completamente certera, pues necesitaba reformas, sí era superior a la imagen geocéntrica tradicional.

Como hemos visto en el capítulo anterior, no eran muchos quienes consideraban valiosa la obra de Copérnico y eran aún más pocos quienes compartían la convicción de que la movilidad de la Tierra alrededor del Sol era una verdad del cosmos. Para facilitar su defensa, Bruno resumió en dos las

245 Bruno, *La cena*, I, [Granada, 1984: 71]. “Lui avea un grave, elaborato, sollecito e maturo ingegno; uomo che non è inferiore a nessuno astronomo che sii stato avanti lui, se non per luogo di successione e tempo; uomo che, quanto al giudizio naturale, è stato molto superiore a Tolomeo, Ipparco, Eudoxo e tutti gli altri, ch'han caminato appo i vestigi di questi. Al che è dovenuto per essersi liberato da alcuni presuppositi falsi de la comone e volgar filosofia, non voglio dir cecità. Ma però non se n'è molto allontanato; perché lui, piú studioso de la matematica che de la natura, non ha possuto profundar e penetrar sin tanto che potesse a fatto toglier via le radici de inconvenienti e vani principii, onde perfettamente sciogliesse tutte le contrarie difficoltà e venesse a liberar e sé ed altri da tante vane inquisizioni e fermar la contemplazione ne le cose costante e certe.” [Gentile-Aquilecchia, 1985: I, 28].

246 Bruno, *La cena*, III, [Granada, 1984: 119 y 120]. “che il Copernico, Niceta Siracusano Pitagorico, Filolao, Eraclide di Ponto, Ecfanto Pitagorico, Platone nel *Timeo*, benché timida- ed inconstantemente, perché l'avea piú per fede che per scienza, ed il divino Cusano nel secondo suo libro *De la docta ignorantia*, ed altri in ogni modo rari soggetti l'abbino detto,” [Gentile-Aquilecchia, 1985: 91]. Siguiendo tal cadena, tanto Lucrecio como Copérnico estarían conectados.

actitudes de quienes no aceptaban la validez del heliocentrismo: primero estaban los que seguían la interpretación de Wittemberg, basándose en Ossiander, y veían en el heliocentrismo sólo una hipótesis para facilitar los cálculos y salvar mejor las apariencias; en segundo lugar, estaban quienes consideraban simplemente absurdo al copernicanismo con base en creencias comunes o prejuicios religiosos o quienes lo rechazaban por ser contrario a los sentidos o a la ciencia aristotélica.

Contra la interpretación de Wittemberg, Bruno denunció el prólogo de Ossiander como un añadido al libro de Copérnico y defendió la intención del polaco de haber formulado el heliocentrismo como una verdad. Esto limitaba el debate a dos campos, aceptar o rechazar el heliocentrismo. En otras palabras, una vez que el prólogo de Ossiander se quitó de la mesa de debate, el camino intermedio de aceptar el copernicanismo como una astronomía en su acepción tradicional quedó cerrado. Superado ese punto, Bruno agrupó los prejuicios que sustentaban la actitud de considerar como evidentemente absurdo al heliocentrismo en tres tipos. Primero, quienes afirmaban que Copérnico escribió buscando sorprender con una idea nueva, aunque dicha idea no tuviera ninguna justificación. En segundo lugar estaban quienes defendían que todo lo verdadero provenía del pasado, por lo que una nueva idea no podía ser cierta. Finalmente, estaban aquellos que objetaban el heliocentrismo recurriendo a la Biblia como una fuente de autoridad que afirmaba, en algunos pasajes, que la Tierra estaba fija y era el Sol el que se movía. Así, después de clasificar las objeciones, *La cena* de Bruno avanza refutando cada una de ellas de manera puntual.

En primer lugar, Bruno comenzó por rechazar que Copérnico escribió su libro por ser “amigo de las novedades”.²⁴⁷ Dicho apelativo, de uso común en esa época, se aplicaba de forma totalmente peyorativa tanto por escolásticos como por humanistas a todos los que introdujeran nuevas ideas en las tradiciones del pensamiento. En realidad el rechazo de la novedad no se fundaba sino en un segundo prejuicio, igualmente arbitrario que era la veneración del pasado, la cual fue el prejuicio clásico del

²⁴⁷ Bruno, *La cena*, I, [Schettino, 1972: 83]. “*come pensate voi ed altri amici di novità*” [Gentile-Aquilecchia, 1985: I, 41]. Con palabras similares Leibniz defendió su filosofía de sus críticos, rechazando que: “habiéndome forjado una opinión nueva, me era muy gustoso emplearla más bien para darme tono de innovador [*nouveauté*] que por haber reconocido su utilidad.” Leibniz, *Eclaircissement du nouveau système de la communication des substances, pour servir de réponse à ce qui en est dit le Journal du 12 Septembre 1695*, [Quintero, 2004: 34-35]. Cfr. Gerhardt, 1880: IV, 496.

Renacimiento.

Por principio, Bruno afirmó en *La cena* que Copérnico no escribió por buscar la novedad, sino porque existen razones auténticas para sustentar el movimiento de la Tierra alrededor del Sol y de su propio eje. Posteriormente, en contra de la veneración del pasado *per se* del Renacimiento, actitud que hemos visto hasta en el rescate de la hermética, Bruno rechazó que la simple antigüedad otorgue un aura de veneración a las cosas.²⁴⁸ Este punto es fundamental para comprender el alcance de la ciencia bruniana, pues implica una superación tanto del humanismo renacentista como de la teología positiva de la religión.

Para entender lo anterior hay que recordar que los intelectuales humanistas y los teólogos positivos compartían la idea de la veneración del pasado como un presupuesto en su forma de ver la realidad. Como acertadamente ha señalado Gadamer, tanto el humanismo como la teología positiva buscaban en el pasado una “preceptiva”²⁴⁹ correcta a imitar, tanto en los clásicos, como en la Biblia. En ambos casos las ideas del pasado eran vistas como superiores y más venerables que cualquier idea contemporánea. Además, el prejuicio de la autoridad del pasado esconde dos aristas contra las que Bruno combatió: la veneración dogmática del pasado en sí y el prejuicio del consenso general, pues era creencia común de la época que el pasado era superior al presente.

Por contraste, el argumento de la autoridad del pasado Bruno lo rechazó mostrando su incoherencia, pues, “en vista que no existe cosa nueva que no pueda ser vieja y no hay cosa vieja que no haya sido nueva.”²⁵⁰ Por ello es absurdo conceder que lo viejo es verdadero, pues era falso cuando fue nuevo. A los críticos de Copérnico y defensores de Aristóteles, Bruno les escribió: “si esta opinión vulgar y vuestra es verdadera precisamente por ser antigua, no cabe duda que resultaba falsa cuando era nueva”²⁵¹. Así, el prejuicio de la veneración del pasado implica que algo falso nuevo se convierte, por el

248 Sobre la lucha de Bruno contra el escepticismo cristiano véase la introducción de Granada [1985: 38 y 39].

249 Gadamer, 2001; 230-237.

250 Bruno, *La cena*, I [Schettino, 1972: 83]. “*Poniamo dunque da canto la ragione de l'antico e novo, "atteso che non è cosa nova che non possa esser vecchia, e non è cosa vecchia che non sii stata nova, come ben notò il vostro Aristotele"* [Gentile-Aquilecchia, 1985: I, 41].

251 Bruno, *La cena*, I [Granada: 1984: 81]. “*si questa volgare e vostra opinione per tanto è vera in quanto che è antica, certo era falsa quando la fu nova.*” [Gentile-Aquilecchia, 1985: I, 41]. Este señalamiento de Bruno alcanza también a

mero paso del tiempo, en algo verdadero cuando ya es viejo.

Ahora bien, si Bruno se detuvo bastante con el argumento de la veneración del pasado, la opinión común la desechó sin más como un argumento vulgar y carente de valor. Mostrando el desprecio por las masas típico de quien se tuvo que valer por sí mismo, Bruno afirmó que:

“todos los orbes no valen por un hombre que ve y todos los tontos [*stolti*] del mundo no pueden suplir al sabio [*savio*].”²⁵²

Bruno opuso a la multitud de estúpidos [*stolti*] la figura del sabio [*savio*], agrupando entre los primeros a aristotélicos, teólogos cristianos y gente vulgar. Esta idea ya había aparecido con variantes en Copérnico, pero en Bruno adquirió una radicalidad propia. A los *stolti* los califica de ciegos y sordos [*ciechi e sordi*] y al sabio lo valora por su lucha “aunque solo, puede y podrá vencer y al final habrá vencido, triunfando sobre la general ignorancia.”²⁵³ Ese dualismo radical lo condujo a un cierto intelectualismo aristocrático, donde priva la actitud heroica.²⁵⁴ Parece en esos pasajes que sólo los sabios o aquellos dotados de un talento especial pueden alcanzar a entrever las verdades del mundo y ofrecer ideas valiosas.

Sin embargo, Bruno también admitió que no todo puede ser producto del esfuerzo personal y que, en ciencias tales como la astronomía, el conocimiento se construye de un modo cooperativo. El Nolano afirmó que la astronomía llegó a un nuevo estadio con Copérnico, como la culminación de la tradición

los mismos hermetistas y desmonta muchas de las bases en que se montaban tanto Pico como Ficino. Aunque Bruno se desligue de la veneración al pasado, propia del Renacimiento, Granada cree que Bruno mantiene la misma actitud, aunque para el Nolano la verdad sea la del antiguo Egipto, en lugar de la griega o romana. En el prólogo de *La Cena* [Granada, 1984: 37], siguiendo a Yates, Granada afirma que Bruno tiene una visión del tiempo cíclica, por lo que espera la renovación de la vieja (y auténtica) verdad egipcia de Hermes [Yates, 1983: 278 y ss.]. En ese sentido, el Nolano creería en una verdad antigua y ya enunciada, que paradójicamente no estaría en el pasado, sino en el futuro. El propio Granada, en obras posteriores, matiza sus opiniones: “Es verdad que Bruno se concibe como un 'Mercurio' (restaurador de la luz) contrapuesto a los falsos Mercurios (Aristóteles, Cristo)... Ello no significa, sin embargo, que Bruno se vea a sí mismo como un profeta instaurador de una nueva religión... Al contrario; en el *Spaccio de la Bestia Trionfante* reconoce que la religión antigua (presentada en la constelación de Capricornio como culto a la naturaleza en tanto que divinidad: *natura est deus in rebus*) 'se ha perdido'.” [Granada, 2005: 17]. Otra interpretación, menos rebuscada, es la de Gatti, quien cree ver un cierto dualismo en el pensamiento de Bruno, por el cual comparte algo del escepticismo de su época sobre sus propios logros, pero también, un optimismo sobre alcanzar (algo) de la verdad [Gatti, 1999: 6.].

252 Bruno, *La cena*, I [Schettino, 1972: 78]. Con los orbes se refiere a los orbes celestes, la idea es que todo el sistema astronómico de lo geocéntrico no vale por un solo Copérnico (o un Bruno).

253 Bruno, *La cena*, I [Schettino, 1972: 78]. Cfr. Gentile-Aquilecchia, 1985: I, 41.

254 Al respecto la obra de Bruno *De gli eroici furori* es más que ilustrativa.

pitagórica, gracias en parte al conocimiento acumulado:

No pudo ser tan maduro el juicio de Eudoxo, que vivió poco después del renacimiento de la astronomía, que acaso incluso renació con él, como el de Calipo, que vivió treinta años después de la muerte de Alejandro Magno y que, sumado años más años, pudo también añadir a las suyas las observaciones anteriores. Por la misma razón, Hiparco debió saber más que Calipo, pues vivió la mutación ocurrida hasta ciento noventa y seis años después de la muerte de Alejandro [...] Todavía más ha visto Copérnico, casi en nuestros días, mil ochocientos cuarenta y nueve años después de dicha muerte.²⁵⁵

Ese matiz acercó a Bruno a la idea de progreso, pero siempre con una última precaución. En *La Cena* se advierte que el vivir en una época más reciente y disponer de los mejores conocimientos heredados del pasado no hace que las personas sean mejores. Bruno escribió que: “Algunos de los más recientes no hayan sido por eso más avisados que la mayoría”²⁵⁶, y con ello mostró la disparidad entre un avance real de la ciencia y el mejoramiento de las facultades humanas.²⁵⁷ La ciega adhesión a la opinión ajena (nueva o vieja) transforma en ciegos a los hombres, en cambio, quien se esfuerce por comprender e investigue desde cimientos sólidos, encuentra el camino del conocimiento:

“por eso, allí donde el conocimiento avanza por sus grados, avanza desde sus principios y fundamentos establecidos y confirmados, hasta el edificio entero y la totalidad de aquellas cosas que mediante dicho conocimiento puedan descubrirse.”²⁵⁸

El avance “por grados” y la inducción desde los “principios” era otra forma de afirmar que, en

255 Bruno, *La cena*, II [Granada, 1984: I, 80 y 81]. “Non ha possuto essere si maturo il giudicio d'Eudosso, che visse poco dopo la rinascete astronomia, se pur in esso non rinacque, come quello di Calippo, che visse trent'anni dopo la morte d'Alessandro magno; il quale come giunse anni ad anni, possea giungere ancora osservanze ad osservanze. Ipparco, per la medesima ragione, dovea saperne più di Calippo, perché vedde la mutazione fatta sino a centononantasei anni dopo la morte d'Alessandro. Menelao, romano geometra, perché vedde la differenza de moto quatrocentosessantadui anni dopo Alessandro morto, è raggione che n'intendesse più ch'Ipparco. Più ne dovea vedere Macometto Aracense milleducento e dui anni dopo quella. Più n'ha veduto il Copernico quasi a nostri tempi” [Gentile-Aquilecchia, 1985: I, 39 y 40]. La cita anterior, muestra que Bruno confiaba en un avance de la ciencia y, por ende, no creía en una adhesión ciega a una doctrina antigua por el mero hecho de ser más vieja que otras.

256 *Ibid.*

257 Bruno desconfía de los hombres, pero no de su naturaleza misma, como de su educación. Como afirma Smitho, personaje de *La cena* que representa al hombre dotado de buen sentido común, criticando a los maestros, “bajo cuya guía los estudiantes no habrán ganado a fin de cuentas otra cosa que el ser elevados de no saber (que es la privación de la verdad) a pensarse y creerse sabios, que es una locura y falsedad.” Bruno, *La cena*, I, [Granada, 1985: I, 46].

258 Bruno, *La cena*, I [Granada, 1984, 84]. “Però, dove la dottrina va per i suoi gradi, procedendo da posti e confirmati principii e fondamenti a l'edificio e perfezione de cose, che per quella si possono ritrovare, l'auditore deve essere taciturno, e, prima d'aver tutto udito ed inteso, credere che con il progresso de la dottrina cessaranno tutte difficultadi.” [Gentile-Aquilecchia, 1985: I, 45].

cuestiones científicas, sólo un sistema coherente, metódico y racional era válido y podía aspirar a representar la realidad de forma verdadera. Para que ese avance de la ciencia fuera posible, Bruno creía que el sabio auténtico tenía la obligación de compartir la verdad con los otros, lo que marca una diferencia con la actitud más reservada de Copérnico.²⁵⁹

Lo anterior nos ayuda a comprender por qué en *La cena*, además de la alabanza a Copérnico, también se le crítica, afirmando que el astrónomo polaco dejó inconcluso su trabajo:

“porque al ser más estudioso de la matemática que de la naturaleza [*piú studioso de la matematica che de la natura*], no ha podido profundizar y penetrar hasta el punto de poder arrancar completamente, las raíces de los principios vanos e inapropiados [*inconvenienti e vani principii*].”²⁶⁰

La crítica a Copérnico se concentra en la frase “*piú studioso de la matematica che de la natura*”, la cual parece ser un menosprecio de la matemática. Esa interpretación se sostiene debido a que el mismo Bruno, en varias partes de su obra, mostró una opinión desfavorable de las matemáticas.²⁶¹ Sin embargo, si notamos el sentido de la comparación “más... que” [*piú... che*], el reproche de Bruno a Copérnico no fue por ser matemático en sí, sino por no avanzar más allá de la parte matemática. Lo que a Bruno no le agradó del copernicanismo fue que, pese a sus pretensiones de realismo, se quedó como una astronomía técnica y no desarrolló la cosmología pitagórica más que superficialmente. Pues no pasó desapercibido para el italiano que Copérnico se contentó con retomar mucho de la cosmología aristotélica tradicional. De ahí que el Nolano escribiera sobre “principios vanos e inapropiados” que no fueron arrancados, que eran la cosmología aristotélica y la astronomía tolemaica.

Hasta ahí, Bruno había mostrado que el sistema de Copérnico fue formulado con pretensiones de verdad y aunque dicha opinión necesitaba complementarse, era válida y no una novedad carente de

259 Al respecto, véase el análisis de Gatti de la figura de Smith, como clave para entender este tema en Bruno. [Gatti, 1999: 20 y 21].

260 Bruno, *La cena*, I, [Granada, 1984: 66]. “*Ma però non se n'è molto allontanato; perché lui, piú studioso de la matematica che de la natura, non ha possuto profundar e penetrar sin tanto che potesse a fatto toglier via le radici de inconvenienti e vani principii*” [Gentile-Aquilecchia, 1985: I, 28].

261 Por ejemplo, *Del infinito*, III, donde Bruno afirma: “De suerte que, cuando podemos hablar como naturalistas, no es necesario recurrir a fantasías matemáticas” [Cappelletti, 2008; 89]. La idea peyorativa que tenía Bruno sobre las matemáticas se basa en gran medida en la defensa de lo real en contra de la abstracción extrema.

valor ante la luz de la autoridad del pasado o de la opinión común. Quedaba entonces sólo el problema de aquellos que recurrían a la Biblia como una tercera y más problemática fuente de autoridad que afirmaba lo contrario a lo dicho por Copérnico.²⁶² La sección de *La cena* dedicada a refutar esto último es mucho más cuidadosa que las anteriores, pues Bruno se enfrentaba con un dogmatismo que no era sólo intelectual, sino que contaba tanto con el consenso de la mayoría del pueblo y nobles, así como con el aparato de censura de la Inquisición. Escribiendo en plena Contrarreforma, Bruno se esforzó por confinar el problema de la Escritura al ámbito de la moral y desechar la idea de que los textos sagrados aporten verdades sobre la naturaleza:

*Or, quanto a questo, credetemi che, se gli Dei si fussero degnati d'insegnarci la teorica delle cose della natura, come ne han fatto favore di proporci la pratica di cose morali, io più tosto mi accostarei alla fede de le loro rivelazioni, che muovermi punto della certezza de mie raggioni e proprii sentimenti.*²⁶³

En este punto no hay más que agregar, pues el conflicto entre la nueva cosmología pitagórica y el cristianismo no fue un debate teórico, y los enemigos de Bruno no respondieron con argumentos, sino ejerciendo el poder que tenían. Si bien en ese sentido la estrategia de Bruno (por no hablar de estratagema) falló, pues no pudo guarecerse finalmente de la Inquisición, sí adelantó el tema largamente desarrollado por Galileo de separar a la ciencia de la tutela de la religión.

Rebasadas entonces las cuestiones dogmáticas, Bruno se enfrentó con las objeciones internas a la obra de Copérnico. Éstas estaban formuladas desde la física aristotélica y Bruno las resumió en dos cuestiones básicas: el problema del centro y los efectos del movimiento en el planeta. Sobre el primer punto, los aristotélicos afirmaban que el centro absoluto del cosmos era la Tierra, debido a que estaba formada por todos los elementos pesados (tierra y agua principalmente). La argumentación de Bruno

262 Bruno, *La Cena*, IV: *Perché la divina Scrittura (il senso della quale ne deve essere molto raccomandato, come cosa che procede da intelligenze superiori che non errano) in molti luoghi accenna e suppone il contrario* [Gentile-Aquilecchia, 1985: I, 120]. Porque las Sagradas Escrituras (en el sentido de las cuales debe tenerse en cuenta, como cosa que procede de inteligencias superiores, que no yerran) indica y supone lo contrario, en diversos pasajes [Schettino, 1972: 167]. El problema es tan delicado que Bruno lo pospone hasta la jornada cuarta, quizás buscando afianzar primero la posibilidad del heliocentrismo, antes que enfrentar a sus lectores con el espinoso asunto.

263 *Ibid.* “Creedme que, en cuanto a esto se refiere, si los dioses se hubieran dignado a enseñarnos la teoría de las cosas de la naturaleza, como nos han hecho merced de suministrarnos la práctica de las cosas morales, yo antes que nada me plegaría a la fe de sus revelaciones, en vez de guiarme por la certeza de mis propias razones y sentimientos.”

sobre ese punto puso de relieve las endeble bases que tal idea conlleva. En la “Diálogo Tercero” de *La cena* escribió Bruno:

Dijo en seguida Nundinio que 'no puede ser verosímil que se mueva la Tierra, estando ella en el centro y medio del universo, al cual corresponde ser fijo y constante fundamento de todo movimiento.' Respondió el Nolano que esto mismo puede ser afirmado por quien sostiene que el Sol está en el centro del universo y, por lo tanto, es inmóvil y fijo, como comprendió Copérnico y muchos otros, que han dado confín circunferencial al universo.²⁶⁴

En realidad, la centralidad absoluta de la Tierra que proclamaban los aristotélicos no se basaba en una prueba empírica, sino en la coherencia lógica de su física.²⁶⁵ Bruno criticó las pruebas lógicas de Aristóteles pues era consiente que si se trastocaban las bases de esa física, la centralidad de la Tierra aparecía de inmediato como algo arbitrario. Lo significativo del escrito de Bruno no es tanto como desmonta el argumento aristotélico, más importante fue la introducción de la idea de centro relativo. Bruno afirmó que tanto la Tierra como el Sol podrían ser centros absolutos, pero dichos centros no existen en la realidad, al ser fruto de la aplicación de las ideas matemáticas abstractas a las formas naturales concretas²⁶⁶ y, más aún, afirmó que no existe la necesidad de un centro de ese tipo. Esto último fue de gran importancia para su sistema, pero también para toda la historia posterior del copernicanismo y de la cosmología pitagórica. Con su idea de los centros relativos, Bruno allanó el camino para dar respuesta al problema de los efectos del movimiento en la Tierra.

Analícemos brevemente el problema revisando sus antecedentes. En el sistema de Aristóteles, la caída de los cuerpos graves (pesados) se explica por ser la Tierra el centro absoluto del cosmos,²⁶⁷ mientras que otros fenómenos como el movimiento de las nubes, se consideran simplemente como

264 Bruno, *La Cena*, III, [Schettino, 1972: 145]. “*La terza proposta del dottor Nundinio: Teofilo. Disse appresso Nundinio, che "non può essere verisimile che la terra si muove, essendo quella il mezzo e centro de l'universo, al quale tocca essere fisso e costante fundamento d'ogni moto". Rispose il Nolano, che questo medesimo può dir colui che tiene il sole essere nel mezzo de l'universo, e per tanto immobile e fisso, come intese il Copernico ed altri molti, che hanno donato termine circonfenziale a l'universo.*” [Gentile-Aquilecchia, 1985: 103].

265 Precisamente cuando se demostró que eran falsos algunos aspectos de esa física entonces el sistema entero quedó comprometido. Esto lo veremos en los siguientes capítulos con Kepler y Galileo.

266 Bruno, *La Cena*, III: “No se ha comprobado que alguno de los cuerpos naturales sea absolutamente redondo, y por consiguiente tenga de modo absoluto centro”. [Schettino, 1972: 146].

267 También de esta consideración se deduce la unicidad de la Tierra (que la Tierra es el único mundo formado por el elemento Tierra). *De Caelo*, I, 8.

cambios locales. Además, los aristotélicos afirmaban que si la Tierra se moviera, muchos fenómenos deberían ocurrir de forma distinta, por ejemplo las cosas que se despegan del suelo deberían ir hacia 'atrás',²⁶⁸ pues la Tierra (suelo) se mueve al tiempo que ellas están en el aire. Incluso algunos creían que si la Tierra se moviera, ésta debería de destruirse al lanzar hacia el aire todo lo que estuviera en la superficie, incluyendo árboles, casas, montañas y mares.

Para responder a ambas cosas, Bruno desarrolló el tema de la “gravedad”, que ya había perfilado Copérnico, despojándola de su sentido aristotélico equivalente a pesadez y convirtiéndola en la tendencia de la parte hacia el centro relativo de cada cuerpo celeste.²⁶⁹ Esta reforma del concepto de gravedad fue necesaria, pues en el heliocentrismo no podría existir (sólo) la tendencia hacia el centro absoluto, ya que de existir éste sería el Sol y no la Tierra. Si el Sol fuera el único centro del cosmos, no se explicaría, por ejemplo, la caída de una piedra hacia el suelo, ya que si la piedra busca el centro absoluto, entonces debería 'caer' hacia el Sol. Dado lo anterior, era necesario que existiera un segundo centro local, el centro del planeta, el cual ejerce una atracción en los cuerpos hacia él. La demostración de esto da pie a uno de los más bellos pasajes de la obra de Bruno, el ejemplo del barco en movimiento:

Con la terra dunque si muovono tutte le cose che si trovano in terra. Se dunque dal loco extra la terra qualche cosa fusse gittata in terra, per il moto di quella perderebbe la retitudine. Come appare nella nave... la qual, passando per il fiume, se alcuno che se ritrova nella sponda di quello venga a gittar per dritto un sasso, verrà fallito il suo tratto per quanto comporta la velocità del corso. Cossí, se... alcuno che è dentro la nave, gitta per dritto una [La nave del moto relativo] pietra, quella per la medesima linea ritornerà a basso, muovasi quantosivoglia la nave, pur che non faccia degl'inchini.²⁷⁰

268 En realidad ésta es sólo una de varias consideraciones, que van desde este punto tan sencillo hasta que la Tierra se destruiría si se pusiera en movimiento. Esas objeciones provienen de Ptolomeo [Solís, 1992: 17] y fueron repetidas por los aristotélicos en abundancia durante los siglos XVI y XVII.

269 Bruno, *La Cena*, III: “toda cosa va al encuentro de su semejante y huye de lo contrario. Todo acontece mediante principio interior suficiente por el cual naturalmente viene a agitarse y no por principio exterior...” [Schettino, 1972: 152]. “*e finalmente ogni cosa va a trovar il simile e fugge il contrario. Tutto avviene dal sufficiente principio interiore per il quale naturalmente viene ad esagitarse, e non da principio esteriore*” [Gentile-Aquilecchia, 1985: I, 109].

270 Bruno, *La Cena*, III [Gentile-Aquilecchia, 1985: I, 116-117]. “Con la Tierra por lo tanto se mueven todas las cosas que se encuentran en ella. Por consiguiente, si desde un lugar fuera de la Tierra se arrojara algún objeto hacia ella, perdería la rectitud debido al movimiento de ésta. Como se muestra en el caso de la nave... la cual cruza el río; si alguien que se encuentra en la orilla de éste, lanza directamente una piedra hacia un punto determinado de la nave, errará su tiro por cuanto comporta la velocidad del curso; pero si, por el contrario, lo hace alguno colocado sobre el mástil de dicha nave, por veloz que se transite, no errará para nada su tiro... De igual forma, si alguien que está dentro de la nave, lanza una piedra en línea recta... ésta retornará a lo bajo por la misma trayectoria, aunque se mueva mucho la nave, pero siempre y

Con el nuevo concepto de gravedad se podía explicar la caída de una piedra hacia la Tierra (centro local) y también que la Tierra y los otros planetas acompañaran siempre al Sol (centro del sistema). También se explicaba que las nubes y nuestros cuerpos no vayan hacia 'atrás' sino que avancen con la Tierra, pues la idea de un sistema inercial se desprende de la cita anterior. Unas décadas después y usando el mismo ejemplo del barco y la piedra que cae desde el mástil, Galileo amplió el ejemplo para mostrar como los objetos siguen a la Tierra en su rotación diaria. Galileo escribió que:

Encerraos con algún amigo en la cabina principal bajo la cubierta de un barco grande, y llevad con vosotros moscas, mariposas, y otros pequeños animales voladores [...] si el movimiento es uniforme y no fluctuante de acá para allá, vos no reconoceréis la mínima mutación [...] vos al saltar sobre el entablado atravesaréis el mismo espacio, [...] no daréis un salto mayor hacia la popa que hacia la pro, aunque el tiempo que estéis en el aire el entablado que está a vuestros pies se deslice hacia la parte contraria [...] las mariposas y las moscas continuarán sus vuelos indiferentemente en todas direcciones y nunca sucederá que se junten en la parte de popa, como si estuvieran cansadas de seguir el curso veloz de la nave.²⁷¹

En los dos textos anteriores, la idea de barco vale por toda la Tierra y su contenido. Con la idea de gravedad y de sistema inercial, fue posible refutar los argumentos aristotélicos y también sentar las bases para una nueva física del movimiento. Utilizando sólo deducciones lógicas, Bruno pudo desarrollar el concepto de gravedad que es capaz de explicar la caída de una piedra y, aunque quedó en ciernes, también explica el movimiento de los planetas alrededor del Sol.

Pues una vez que se afirmó que no existe una propiedad de pesadez en el elemento Tierra, sino la atracción hacia el centro relativo, Bruno en *Del infinito* se pregunta entonces: “si sucediese que una piedra estuviera en el medio del aire, en un punto equidistante entre dos tierras, ¿cuándo debemos creer que permanecería fija? ¿Y cuándo se determinaría a ir más pronto hacia un astro que hacia otro?” La respuesta de Filoteo es que la piedra se quedaría quieta:

Digo que la piedra, por su figura, al no estar relacionada con uno más que con el otro, al tener uno y otro la misma relación con la piedra, y al ser, en efecto, igualmente afectados por ella, por lo dudoso de la resolución y por existir la misma razón en dos términos opuestos,

cuando no se tambalee. [Schettino, 1972: 161-162].

271 Galileo, *Diálogo*, I [Beltrán, 1995: 163-164]. Cfr. Favaro, 1890-1909: VII, 212 y 213.

permanecería inmóvil, al no poder resolverse a ir hacia el uno más bien que hacia el otro, pues éste no la atrae más que aquél y entre ambos ella no se halla más impulsada a éste que a aquél.²⁷²

La idea de gravedad se complementa con la de centro relativo, o como escribió Bruno: “que los cuerpos y las partes de los mismos no tienen un determinado arriba y abajo, sino en cuanto el lugar de la reunión está aquí o allí”.²⁷³ Pero la idea de gravedad como atracción hacia el centro no explica por completo los sistemas planetarios que giran alrededor de un sol, pues la gravedad sólo atrae los planetas hacia un sol, pero no responde a la pregunta de por qué se mueven los planetas y no 'caen'. Sobre esto último, el Nolano especuló que los planetas giran alrededor del Sol debido a que buscan su “principio vital”²⁷⁴: el calor. Esta idea de Bruno, llamada termodinámica por Gatti, basada en el dualismo frío/calor que toma del filósofo Telesio,²⁷⁵ da una explicación de orden físico y tiene un paralelismo enorme con la llamada *hipótesis física* que posteriormente guió las investigaciones de Kepler. Complementario a lo anterior fue la idea de que cada planeta posee un alma, “no sólo sensitiva... sino también intelectual”²⁷⁶, que manCappelletti;tiene el curso de cada planeta, idea que podríamos decir que es de orden metafísico. Resumiendo la imagen completa del sistema planetario, Bruno escribió:

[Los astros] se mueven en torno a su propio centro, para participar de la luz y las tinieblas, del día y la noche, de lo caliente y lo frío; también, en torno al Sol para participar de la primavera, verano, otoño e invierno; así mismo, hacia los llamados polos y opuestos puntos hemisféricos, para la renovación de los siglos y la mutación de su aspecto... y finalmente, sea de todas las cosas vicisitud, como en éste así en los otros astros, no sin razón llamados mundos por los antiguos y verdaderos filósofos.²⁷⁷

272 Bruno, *Del infinito*, IV [Cappelletti, 2008: 122]. Kepler usa exactamente el mismo ejemplo para explicar la gravedad en su *Somnium*, “*Notae Kepleri*”, § 77: “En efecto, conviniendo en que cualquier masa de la Tierra equivale al globo lunar atraería con la misma fuerza un cuerpo colocado entre los dos globos de tal manera que la proporción de sus distancias a uno y otro sea la misma que los cuerpos entre sí, ese cuerpo permanecería inmóvil, ya que atracciones opuestas se anulan.” [Socas, 2001: 127 y 128]. Cfr. Frisch, 1863: VIII, I, 48.

273 Bruno, *Del infinito*, prefacio [Cappelletti, 2008: 19]. Idea ya presente en Copérnico, *De revolutionibus*, I, vii y viii.

274 Bruno, *La cena*, III [Granada, 1984: 136].

275 Véase la doctrina frío y calor también en *Del infinito*, III [Cappelletti, 2008: 89] y su discusión por Gatti [Gatti, 1999: 84].

276 Bruno, *La cena*, III [Schettino, 1972: 152].

277 Bruno, *La Cena*, IV [Schettino, 1972: 180].

Como corolario Bruno afirmó que tanto tierras como soles, empezando por nuestro Sol, giran sobre su propio eje. Esta idea que surge desde *La cena*, y se amplía en *Del infinito*, donde se explica que dicho movimiento es causado por un principio interno (*tutti se muovono dal principio interno*).²⁷⁸ Si esto era cierto, entonces no sólo los planetas se movían sino también las estrellas. Bruno especula en *De Immenso*, que la causa del titilar de las estrellas es la rotación de las mismas.²⁷⁹ Con esta última idea, Bruno pone en movimiento la totalidad de los astros en una danza (*Hinc illa saltationis species*) entre fuegos y aguas. La hipótesis de la rotación solar se convirtió en la piedra fundamental de la nueva cosmología pitagórica, pues si el Sol rota, entonces se puede especular que su rotación y la rotación del resto de los planetas están conectadas, como si de un vórtice se tratara. Esta idea la vemos a ver retomada por Kepler, Galileo y después Descartes.

12. *Hasta el fin no hemos llegado*

“chiave di solertissima inquisizione aperti que' chiostrì de la verità, che da noi aprir si posseano, nudata la ricoperta e velata natura, ha donati gli occhi a le talpe”

Bruno, *La cena*.²⁸⁰

Como vimos antes, Bruno no sólo agradeció a Copérnico por revivir al heliocentrismo pitagórico, sino que también tomó constante distancia de sus ideas. Recurriendo a la metáfora de que conocer es mirar con los ojos de la mente, el Nolano proclamó que el objetivo de los pensadores no es repetir lo que otros han dicho, sino que “reconocemos de una manera muy sincera que debemos abrir los ojos ante lo que ellos han observado y visto, y no dar el consentimiento a lo que han concebido, entendido y determinado.”²⁸¹ Esta metáfora visual constituye un puente entre el idealismo platónico y el empirismo, postulando que la investigación de la naturaleza es razonar sobre lo que otros afirmaron y poder constatar los fenómenos que les sirvieron como prueba. Bruno no sólo afirmó que se debía “abrir los

278 Bruno, *Del infinito*, I, [Granada, 1993: 124.

279 “*Quod vero a rotatione et superficiei illa inconstantia scintillatio proficiscatur,*” Bruno, *De immenso*, III, VIII [Tocco-Vitelli, 1888: I, II, 252].

280 “llave de diligentísima inquisición, que abrió los claustros de la verdad, desnudada la escondida y velada naturaleza, [por la cual] dio los ojos a los topos.”

281 Bruno, *La Cena*, I [Schettino, 1972: 69].

ojos”, sino que lo puso en práctica y defendió insistentemente su libertad intelectual, el poder actuar como un verdadero filósofo, que no “ve” [*vedea*] por los ojos de otros, “sino por los suyos propios” [*ma per i proprii*].²⁸² Esta defensa la mantuvo incluso frente a sus jueces en la Inquisición, y la expresó en múltiples párrafos de su obra. Por ejemplo, en *De triplici* afirma:

Quien desee hacer filosofía debe dudar primero de todos los principios, no definirse por una parte en una disputa, sin antes escuchar y razonar desde varias perspectivas, sin importar si es la opinión de muchos, famosos, antiguos, títulos y ornatos, sino que se debe buscar y defender con vigor, una doctrina de las cosas verdaderas iluminada por la razón.²⁸³

La cosmología de Bruno se comprende sólo cuando se acepta que éste *vedea per i proprii occhi*, pues aunque en principio la filosofía de Bruno estaba basada tanto en el neoplatonismo como en el heliocentrismo, durante toda su obra el Nolano la desarrolló de forma independiente hasta ir más allá de sus bases. El heliocentrismo anticipó la verdad para Bruno, pero no la alcanzó de forma plena, pues para ello se tiene que ir más allá de “lo que aparece, que se ofrece a los sentidos”.²⁸⁴ Es decir, para comprender el cosmos en un sentido último, se debía avanzar hasta donde los ojos físicos no podían ver. Bruno afirmaba que debía dejarse detrás la evidencia sensorial y atenerse únicamente a la razón, pues el Nolano pretendía traspasar de los fenómenos hasta las bases de la realidad.

Hemos señalado que el método de Bruno es una forma de lógica de investigación, con elementos de empirismo. Este método le permitía plantear problemas que iban más allá de la evidencia sensorial y explorara las relaciones que dicha idea compartían con otras cercanas y también opuestas. Bruno utilizó esa particular manera de plantearse relaciones de conceptos para indagar qué existe más allá del movimiento de la Tierra y del resto de las estrellas errantes, más allá de la existencia de los centros e incluso más allá de todos los fenómenos. En otras palabras, Bruno se preguntó por como funciona la

282 “*Al che rispose il Nolano, che lui non vedea per gli occhi di Copernico, né di Ptolomeo, ma per i proprii*”. [Gentile-Aquilecchia, 1985: I, 27].

283 “*Qui philosophari concupiscit, de omnibus principio dubitans, non prius de altera contradictionis parte definiat, quam altercantes audierit, et rationibus bene perspectis atque collatis non ex auditu, fama, multitudine, longaevitate, titulis et ornatu, sed de constantis sibi atque rebus doctrinae vigore, sed de rationis lumine veritate inspicua iudicet et definiat*” Bruno, *De Triplici*, “*De minimi existentia liber*”, I, § 122 [Tocco-Vitelli, 1879-1891: I, 137].

284 Bruno, *De la causa*, III. “la inconstancia de los sentidos muestra que éstos no son principio de certeza y no la producen sino por medio de cierta comparación y referencia de un objeto sensible a otro y de un sentido a otro”, *Del infinito*, prefacio [Cappelletti, 2008: 8].

naturaleza, entendida como realidad.

Las consecuencias del heliocentrismo que había extraído Bruno mostraban que el viejo sistema del mundo no funcionaba. Pues una vez explicado el movimiento orbital de la Tierra alrededor del Sol debido a la atracción hacia el centro del sistema y a la búsqueda del principio vital, la diferencia aristotélica entre los cuatro elementos y el quinto elemento perfecto que supuestamente hacía girar en círculos a las estrellas errantes se vuelve obsoleta. Bruno afirmó, coincidiendo con la tradición teológica negativa, que el quinto elemento no existe y, por lo tanto, todos los astros estaban conformados por los mismos elementos que existían en la Tierra. La diferencia entre planetas y estrellas se explicaba entonces por la predominancia de algún elemento frente a los demás. De nueva cuenta, hilando dialécticamente, Bruno deduce dos formas principales de astros. El Nolano divide a dichos astros en soles y tierras,²⁸⁵ los primeros son las estrellas y nuestro Sol, y en ellos predomina el fuego; los segundos son nuestro planeta y el resto de los llamados entonces estrellas errantes (Mercurio, Venus, Marte, Júpiter y Saturno), además de otros muchos que Bruno deducía que debían existir en el universo, en ellos predominaba el agua y la tierra.²⁸⁶

Una consecuencia directa de ello es que entre las estrellas y el Sol no se establece más diferencia que la cercanía del segundo con la Tierra. De ahí que, si los planetas son de características similares a la Tierra en composición y propiedades, los soles también sean similares entre sí. Establecido ese punto, Bruno fue capaz de deducir la existencia de múltiples sistemas planetarios [*synodus ex mundis*], que debían girar alrededor de cada estrella del universo. Así, el sistema solar pierde su exclusividad cósmica y pasa a formar parte de un conjunto con propiedades similares. Si eso era cierto, la pregunta era entonces cuántos de esos “innumerables” mundos existían. Ahí surge uno de los cambios más significativos del pensamiento moderno, pues Bruno dejando atrás la tradición de finitud del universo, no estableció un nuevo límite para el cosmos, sino que lo liberó del límite y lo pensó como *infinito*.

285 Bruno, *La Cena*, IV: “unos son efectivamente calientes como el Sol y otros innumerables fuegos, otros son fríos, como la Tierra, la Luna, Venus y otras innumerables tierras.” [Schettino, 1976: 180].

286 Bruno, *La Cena*, IV: “De esta forma, se torna distinto el universo en fuego y agua, que son sujetos de dos principios formales y activos, lo frío y lo caliente.” [Schettino, 1976: 173].

Dadas todas esas conclusiones, es más fácil entender por qué la gran verdad del heliocentrismo, que la Tierra no es el centro del Mundo, Bruno la concibe como un cambio en esa actitud anquilosada, como un despertar de los sueños que construyeron un sistema fundado en fantásticas ilusiones. Pero la verdad del heliocentrismo copernicano era para el Nolano sólo el inicio y no el final, ésta era parte de una verdad mayor; pues Bruno entiende que una vez removida la Tierra del centro del universo, el resto del viejo sistema carece de sentido. Para el Nolano, el cosmos no está organizado por “motores extrínsecos que al mover fantásticas esferas vengan a transportar estos cuerpos como si estuvieran clavados en ellas.”²⁸⁷ En otras palabras, Bruno desechó la idea de los orbes cristalinos y, con ello, de que el universo fuera finito. Bruno hiló magistralmente sus dos tesis anteriores, la ausencia de una centralidad absoluta por innecesaria y la inexistencia del quinto elemento, el resultado de ello fue una nueva imagen del cosmos, donde no existe ni centralidad absoluta, diferencias insalvables o límite último. Pues una vez destruido por Copérnico el dogma de que la Tierra es el centro del cosmos, la idea de que el Sol sea el centro auténtico del Mundo no encuentra más fundamento que las mismas apariencias que sostenían al viejo geocentrismo.

En lugar de proclamar un nuevo centro, Bruno afirmó que el universo carece de centro real,²⁸⁸ siendo el Sol sólo un centro relativo del sistema solar, y la Tierra el centro de gravedad de los cuerpos en su superficie. Esta nueva visión del cosmos acéntrica, contrariamente a la del universo aristotélico finito de las esferas cristalinas de quintaesencia concéntricas, proclamaba que el universo es infinito. Bruno escribió:

Llamo al universo “todo infinito” [*tutto infinito*] porque no tiene borde, término o superficie; digo que el universo no es totalmente infinito [*non essere totalmente infinito*] porque cada parte de él podemos considerar es finita, y de los innumerables mundos que contiene, cada uno es finito.²⁸⁹

287 Bruno, *La cena*, III, [Granada, 1984:135]. “*Motori estrinseci, che col muovere fantastiche sfere vengano a trasportar questi corpi come inchiodati in quelle.*” [Gentile-Aquilecchia, 1985: 109].

288 Esta afirmación Bruno la retoma de Cusa.

289 Bruno, *Del infinito, universo y mundos*, I, [Cappelletti, 2008: 41]. “*Io dico l'universo tutto infinito, perché non ha margine, termino, né superficie; dico l'universo non essere totalmente infinito, perché ciascuna parte che di quello possiamo prendere, è finita, e de mondi innumerabili che contiene, ciascuno è finito*” [Gentile-Aquilecchia, 1985: 382].

La cita anterior es tajante, ahí se afirma que aunque cada parte del universo es finita en tamaño, el universo como unidad de unidades es infinito en extensión. Este punto lo sustentó Bruno con dos argumentos, uno retomado de la tradición griega de los atomistas y el otro deudor de las especulaciones de la teología negativa.²⁹⁰ El primer argumento proclama que el universo es infinito debido a una necesidad lógica, pues no puede estar contenido por un algo, puesto que ese algo sería parte del todo que es el universo y menos aún por la nada que carece de realidad.²⁹¹ Bruno acompañó ese primer argumento con la siguiente cita de Lucrecio:

Puesto que todo el espacio es ilimitado,
 si alguien llegara a sus confines últimos
 y desde ahí arrojara un dardo alado,
 ¿piensas tú que, después de haber hendido
 el aire, seguirá su derrotero,
 o prefieres creer que algún obstáculo
 ha de impedir su camino?
 Porque ya sea que algo obstaculice
 su marcha y no lo deje hasta su meta
 arribar, ya se lance aún más lejos,
 es claro que hasta el fin no habrá llegado.²⁹²

Este es precisamente el argumento que Copérnico había dejado en el aire, cuando escribió: “sería realmente admirable si algo puede ser contenido por la nada.”²⁹³ Pero a diferencia del polaco, el Nolano se adentró en ella hasta sus últimas consecuencias. Este primer argumento sobre la infinitud surge de la paradoja que contiene la pregunta que se hizo Lucrecio: “¿piensas tú que, después de haber hendido el aire, seguirá su derrotero, o prefieres creer que algún obstáculo ha de impedir su camino?” Dicha paradoja no se puede resolver por los sentidos, sólo por la razón: qué hay en el límite, porque si no hay límite entonces el universo sigue, pero si hay límite, entonces hay algo con lo que limitamos, y finalmente, si no hay nada sería absurdo que la nada contuviera al ser. Todos los caminos parecen absurdos, Copérnico señaló la paradoja, Bruno la abrazó e hizo suya, y para ello se atuvo a la implicación que se deduce del argumento de los atomistas griegos: haya o no haya límite, es evidente

290 Bruno, *Del infinito, universo y mundos*, I, [Cappelletti, 2008: 41]. “*Io dico l'universo tutto infinito, perché non ha margine, termino, né superficie; dico l'universo non essere totalmente infinito, perché ciascuna parte che di quello possiamo prendere, è finita, e de mondi innumerabili che contiene, ciascuno è finito*”: [Gentile-Aquilecchia, 1985: 382].

291 Bruno, *Del infinito*, I [Cappelletti, 2008: 32].

292 Lucrecio, *De rerum natura*, I, 968-973. Citado por Bruno en su introducción a *Del infinito*. [Cappelletti, 2008: 9].

293 Copérnico, *De Revolutionibus*, I, viii, [Mínguez, 1987: 26].

que *siempre* hay algo más después. Si siempre hay algo más, entonces el universo es infinito.

Como corolario de ese argumento, cabe señalar lo importante que fue la influencia del atomismo griego de Demócrito y Epicuro, que llegó a Bruno por vía de Lucrecio. Pues el atomismo no sólo marca muchos de los principales temas cosmológicos de Bruno, ya que éste retomó de los filósofos griegos, además de la infinitud del universo, el propio atomismo y la existencia del vacío; también marcó su estilo, pues Bruno imita la forma de poesía de Lucrecio en su trilogía de Frankfurt. Pero, como en el caso de Copérnico, Bruno no se limitó a copiar, sino que interpretó y reformó. Un buen ejemplo de los cambios que el Nolano realizó, es cuando rechazó la opinión de Epicuro, de que basta un único sol para un universo infinito.²⁹⁴

Si el primer argumento de la infinitud es muestra de la influencia del atomismo griego, el segundo lo es de la teología negativa. Éste último abarca lo que podría denominar la metafísica bruniana, regida por el principio de la infinita potencia divina o principio de plenitud. El Nolano afirmó que cada uno de los infinitos mundos es “conveniente, bueno y necesario”²⁹⁵, pues fueron creados por la omnipotencia divina, para la cual no hay límite creativo, pues “la omnipotencia se vería censurada (bajo la acusación de no querer o de no poder) por dejar un vacío o, si no quieres hablar de vacío, un espacio infinito.”²⁹⁶ El Dios de Bruno, como el de Cusa o Erígena antes o el de Leibniz después, actúa siguiendo su necesidad de crear y desplegar todo su poder. En otras palabras, el universo está predeterminado por la necesidad de crear de Dios. Según esa lógica, al ser Dios un ente creador y al ser omnipotente, el resultado es una creación infinita, pues crear un Mundo finito sería contrario a la capacidad del artífice.

294 “se rechaza la opinión atribuida a Epicuro, la cual pretende que un sol es suficiente para el universo infinito.” Bruno, *Del infinito*, prefacio [Cappelletti, 2008: 16].

295 Como afirma Granada: “Bruno expone su adopción de la cosmología copernicana y sobre todo el desarrollo radical de la misma en la dirección de un universo necesario (rasgo del universo aristotélico conservado, frente a la devaluación del mismo por el cristianismo a rango de criatura contingente), pero (y aquí ya se procedía contra el aristotelismo en general y el aristotelismo cristiano en particular) necesariamente infinito y homogéneo.” [Granada, 2001²: 109].

296 Bruno, *Del infinito*, I [Granada, 1993: 117]. “*l’omnipotenza non invidia l’essere; e senza li quali quella, o per non volere o per non possere, verrebbe ad esser biasimata per lasciar un vacuo o, se non vuoi dir vacuo, un spacio infinito*” [Gentile-Aquilecchia, 1985: 383]. La idea que la omnipotencia y el vacío son incompatibles es una tesis que cuestiona las bases del atomismo, Bruno no avanza en el desarrollo de la misma, pero señala un camino que Leibniz desarrolla y hace posible concebir el vacío como un *plenum* no material.

Aquí cabe resaltar que, aunque el universo esté predeterminado por el poder infinito de Dios, Bruno hizo la misma salvedad que había marcado Pico antes. Para Bruno, ni siquiera esa determinación podía limitar la libertad intelectual del ser humano. Al respecto, escribió Bruno:

“Afirmar en Dios la necesidad y la inmutabilidad, no afirma menos la libertad moral y nuestra facultad de elegir... son entre sí compatibles esta necesidad y esta libertad”²⁹⁷

Años después, el Nolano escribirá, en el *De Immenso*, su famosa sentencia dialéctica: “*necessitas et libertas sunt unum.*”²⁹⁸ Para Bruno, el universo puede ser necesario, pero el intelecto no está condicionado, puesto que su propia naturaleza es la libertad. Nueva unión de contrarios que ya estaba presente en el planteamiento de Pico, pero sólo hasta Bruno parece brotar con todas sus implicaciones.

En este punto podemos apreciar la grandiosidad poética de la dialéctica nolana, que va subsumiendo en la unidad la multiplicidad de opuestos, para con ellos afirmar una nueva armonía universal. Esa coincidencia de opuestos, donde se resuelve toda dialéctica del Nolano, abarca incluso los fundamentos del universo infinito, pues lo que antes eran dos cosas, como el principio y la causa, esto es Dios y la naturaleza, queda reducido a la unidad. “Lo supremo y divino es todo lo que puede ser” afirmó Bruno en *De la causa*, y más adelante añadía: “y el universo es todo lo que puede ser.”²⁹⁹ Esta identificación le da una nueva dignidad a la naturaleza, pues cada mundo y cada cosa dentro de él participa del *anima mundi*.³⁰⁰ Pues el universo y todo lo que hay en él es óptimo:

“puesto que todos estamos sujetos a la mejor causa eficiente, no debemos creer, pensar y esperar otra cosa sino que, así como todo procede de lo bueno, así todo es bueno, a través de lo bueno y hacia lo bueno; del bien, por el bien y hacia el bien.”³⁰¹

El Nolano afirmó, como antes Aristóteles, que todos los cambios y transformaciones se dan desde la naturaleza misma:

297 Bruno, *Del infinito*, I [Cappelletti, 2008: 43]. “*con ponere la necessità ed immutabilità in Dio, non poneno meno la libertà morale e facultà della nostra elezione*” [Gentile-Aquilecchia, 1985: 386]. Una nueva dialéctica que también está en Leibniz.

298 Bruno, *De Immenso*, I, XI. [Tocco-Vitelli, 1879-1891: 243] “Libertad y necesidad son una”.

299 Bruno, *De la causa*, “*Proemiale epistola*”, [Cappelletti, 2008: 22].

300 “el movimiento de los mundos infinitos no proviene de un motor extrínseco sino de la propia alma”, Bruno, *Del infinito*, “*Proemiale epistola*” [Cappelletti, 2008: 13].

301 Bruno, *Del infinito*, “*Proemiale epistola*” [Cappelletti, 2008: 22].

Así como desde lo interior de la semilla o raíz echa y desarrolla el tronco; de lo interior del tronco extrae las ramas; de lo interior de las ramas, las conformadas ramitas; de lo interior de éstas despliega los brotes; desde dentro forma, configura y teje como si fuera con nervios las hojas, las flores, los frutos; y desde dentro, también, en ciertas épocas, desde las hojas y los frutos reenvía sus humores a las ramitas, de las ramitas a las ramas, de las ramas al tronco, del tronco a la raíz.³⁰²

Pero, contrariamente al peripatético, Bruno creyó que la causa final (el objetivo de las cosas) y eficiente (quien produce las cosas) estaban ambas dentro de las cosas mismas; en tal concepción la naturaleza, sin coacción interior, se organiza, crea y existe para sí misma, siendo entonces cada cosa siempre tan perfecta como puede ser. Por ende, al ser cada cosa en el universo causada necesariamente, cada partícula es independiente y se mueve por su principio interno ya dado, de acuerdo a la gran armonía universal. Además, el cosmos es uno, no tiene límites ni divisiones a su interior. Bruno desecha definitivamente la idea de que los cielos estén hechos de quintaesencia cristalina y con evidente emoción proclamó: “no hay confines, términos, límites o murallas que nos roan y sustraigan la infinita cantidad de cosas.”³⁰³ El universo de Bruno está en el espacio y también es el espacio. Bruno afirmó que no se debe hacer dos cosas de una sola: el contenido y el contenedor, pues el universo y el espacio son uno y lo mismo.

En resumen, el universo infinito de Bruno estaba poblado de infinitos soles y mundos, “sostenemos que hay infinitas tierras, infinitos soles y un éter infinito.”³⁰⁴ Bruno debate contra la “significación impropia”³⁰⁵ del concepto de *Mundo*, haciendo de la Tierra, las tierras; y del Sol, los soles; la palabra, que en el mundo clásico y en la Edad Media definía al universo entero, *el Mundo*, la convierte en *los mundos*. Estos globos, como los denomina Bruno, no son esferas perfectas, ni se mueven en círculos perfectos,³⁰⁶ pero son inteligentes, están vivos y giran alrededor de sus centros relativos. Además el universo en cuanto espacio es infinito y dentro de ese espacio existen infinitos

302 Bruno, *De la Causa*, I, [Gentile-Aquilecchia, 1985: I, 66].

303 Bruno, *Del infinito, "Proemiale epistola"*, [Cappelletti, 2008: 23].

304 Bruno, *Del infinito*, II [Cappelletti, 2008: 63].

305 Bruno, *Del infinito*, IV [Cappelletti, 2008: 114].

306 Bruno, *La cena*, III: “No hay alguno [de los cuerpos físicos] que con mucho no difiera del simplemente circular y regular respecto algún centro.” [Schettino, 1973: 146].

mundos, pero dichos mundos no son totalmente infinitos pues cada uno es finito en extensión y cada parte del mismo es también finita.³⁰⁷

13. Unidos por una inefable ley: Máximos infinitos y Mínimos indivisibles

“et fieri lege Naturae inviolabili, ut diversa ista combinentur”

Bruno, *De Immenso*, I.

Cada mundo era finito en extensión para Bruno y tenía límites muy claros, como su circunferencia y su cantidad de materia asignada, aunque si se sumaba cada mundo a los demás el resultado era una cantidad incontable infinita. En lo máximo cualquier límite se pierde, pero también en lo mínimo de lo mínimo ocurre algo similar. Al igual que investigó sobre el máximo, Bruno se preguntó por el mínimo.³⁰⁸ Para el Nolano la materia debía tener partes últimas, que fueran indivisibles e infinitas en número. En oposición a la doctrina de la materia de Aristóteles, que afirmaba la finitud del universo pero la infinita divisibilidad de la materia, Bruno retomó la idea de la existencia de partículas indivisibles que son las últimas partes de lo real: los *átomos*. Así, en lugar de los orbes de éter de la cosmología peripatética, para el Nolano los infinitos mundos están hechos todos de la misma materia que flota en el vacío, la cual trasmite las mismas propiedades y, por ende, uniformaba los principios naturales a los cuales están sujetos todos los fenómenos y todo lo real.³⁰⁹

Esto comporta una diferencia crucial con la idea de la materia anterior basada en la tradición de los cuatro elementos y la ordenación del cosmos. La existencia de los cuatro elementos era congruente con la existencia de los lugares naturales, así la tierra era pesada y el fuego liviano, una caía hacia el centro del mundo y la otra ascendía hacia la circunferencia. Pero superada la idea de lugares y

307 Bruno, *Del infinito*, I: “Digo que el universo no es totalmente infinito porque cada parte de él podemos considerar es finita” [Cappelletti, 2008: 41]. Véase supra.

308 Como bien señaló Schettino, la preocupación de Bruno sobre el mínimo queda patente desde el *Spaccio de la bestia trionfante*, I (1584): “de igual modo que las cosas grandísimas y principalísimas no permanecen sin las mínimas y abyentísimas. Todo, por consiguiente, aunque mínimo, está bajo la infinitamente grande providencia, cada cosa, por vilísima minucia que se quiere que sea, es importante en el orden del todo y del universo, porque todas las cosas grandes están compuestas por las pequeñas, y las pequeñas por las pequeñísimas y éstas por los individuos y mínimos.” [Schettino, 1991: 110-111].

309 Bruno, *Del infinito*, III: “Eso habría que decir, teniendo en cuenta que todas las tierras merecen tener la misma razón [norma] y todos los soles también.” [Granada, 1993: 165].

existiendo únicamente el vacío homogéneo,³¹⁰ surgía la necesidad de construir una teoría de la materia coherente con el nuevo planteamiento. Para explicar el funcionamiento del nuevo universo, Bruno recurre al atomismo griego de Demócrito y Epicuro. El universo infinito de la filosofía nolana está hecho de una multiplicidad de átomos, los cuales conforman todo lo físico.³¹¹

La unidad del átomo comporta su eternidad y por ende la eternidad del universo. De los materiales más pequeños, Bruno cree poder sustentar el funcionamiento de su universo infinito, pues éstos hacían coherente la infinita pluralidad en que se presentaban las formas físicas desde unos principios que eran siempre los mismos. Pero lejos de quedarse como una simple teoría de la materia, el atomismo de Bruno se impregna de toda su metafísica, pues dado que la causa del universo infinito era la omnipotencia divina y, por ende, las partes más pequeñas de lo real eran unidades activas de las transformaciones³¹² y no simples bloques de construcción pasivos.³¹³ Es por ello que Bruno rechazó tajantemente la doctrina de Platón y Aristóteles, de que la materia es lo más indigno de todo el universo. El Nolano escribió que:

La materia, pues, por el príncipe de los peripatéticos y preceptor del alto espíritu del gran Macedonio, [es] *non minimus* que por el divino Platón y otros, ya *chaos*, ya *hyle*, ya *sylva*, ya *masa*, ya potencia, ya capacidad, ya *privationi admixtum*, ya *cai causa*, ya *ad maleficium ordinata*, ya *per se non ens*, ya *per se non scibile*, ya *analogiam ad formam cognoscibile*, ya *tabula rasa*, ya *indepictum*, ya *subjectum*, ya *sustratum*, ya *substerniculum*, ya *campus*, ya *infinitum*, ya *indeterminatum*, ya *prope nihil*, ya *neque quid*, *neque quale*, *neque quantum*;³¹⁴

310 Bruno, *Del infinito*, III: “¿Dónde queda, pues, aquel bello orden, aquella bella escala de la naturaleza, por la cual se asciende desde el cuerpo más denso y grosero, cual la tierra, al menos grosero, cual el agua; al sutil, cual el vapor: al más sutil, cual es aire puro; al sutilísimo, cual el fuego; al divino, cual el cuerpo celeste? [...] ¿Queréis saber dónde está este orden? Allí donde están los sueños, las fantasías, las quimeras, las locuras.” [Granada, 1993: 174-175].

311 Esta teoría el atomismo no significaba la negación automática de la idea de los cuatro elementos, pero sí transforma su presentación y por ende de la forma cómo se pensaba y de lo qué representaba.

312 La actividad intrínseca de la materia es uno de los puntos que marcan una distancia más clara entre Bruno y la teoría aristotélica, como bien señala Schettino en su artículo “Innovaciones brunianas a la idea de elemento”: “Aristóteles anula las posibilidades de la autonomía material, con lo que hace a la materia dependiente de un 'dador de formas' externo [...] cayendo así en contradicción” [Benítez-Robles, 2004: 48].

313 En *De la Causa*, III, Bruno narra que prefirió el atomismo sobre la doctrina de Aristóteles, pero que el materialismo puro (pasivo) no lo satisfacía por lo que admitió la dualidad materia-forma.

314 Bruno, *De la causa*, IV [Vassallo, 1941: 111]. “*La materia, dunque, di peripatetici dal prencipe e dell'altigrado ingenio del gran Macedone moderatore, non minus che dal Platon divino e altri, or chaos, or hyle, or sylva, or massa, or potenza, or aptitudine, or privationi admixtum, or peccati causa, or ad maleficium ordinata, or per se non ens, or per se non scibile, or per analogiam ad formam cognoscibile, or tabula rasa, or indepictum, or subiectum, or substratum, or substerniculum, or campus, or infinitum, or indeterminatum, or prope nihil, or neque quid, neque quale, neque*

Bruno en *De la Causa* rechaza que la materia sea una “privación máxima” o “causa del pecado” o “llamado maléfico” o “nada por sí misma” o “una analogía a una forma cognoscible” o “tabla rasa” o “una propia nada”, o cualquiera de las otras definiciones negativas. “La materia **no es** ese *prope nihil*, esa pura y desnuda potencia sin acto, poder, ni perfección.”³¹⁵ Por el contrario, todas las formas están contenidas en ella y de ella.”³¹⁶ Bruno hace de la materia, lo que Cusa hizo de la mente divina, el lugar de la máxima *complicatio*, el lugar de la coincidencia de todos los opuestos. En ese sentido, la materia (los átomos) de Bruno es el lugar de todas las determinaciones. Como afirma Gatti:

“la característica central del atomismo de Bruno es la idea de que cada átomo contiene todo el poder y virtud de la infinitud divina. Los átomos son, pues, el receptáculo definitivo en todo el universo de la potencia absoluta de Dios.”³¹⁷

La materia, y más concretamente, lo indivisible, es el contrario y complemento dialéctico de la idea de infinitud pues, dice Bruno, siguiendo a Cusa, en el infinito no se diferencia el centro de la circunferencia; mientras que en el mínimo no hay diferencia entre el punto y el cuerpo:

Por lo tanto, lo indivisible no es distinto de lo divisible; lo más simple, del infinito; el centro de la circunferencia. Y pues el infinito es todo lo que puede ser, es inmóvil; porque en él todo es distinto, es uno; y porque posee la magnitud y la perfección que puede darse, es máximamente y óptimamente inmenso. Si el punto no difiere del cuerpo, ni el centro de la circunferencia, ni lo finito de lo infinito, lo máximo de lo mínimo, podemos afirmar con certidumbre que el Universo es todo centro o que el centro del universo está en todas partes y que la circunferencia no existe en ninguna de ellas.³¹⁸

quantum;”: [Gentile-Aquilecchia, 1985: I, 289 y 290].

315 Bruno, *De la causa*, IV [Vassallo, 1941: 126]. “*la materia non è quel prope nihil, quella potenza pura, nuda, senza atto, senza virtù e perfezione*” [Gentile-Aquilecchia, 1985: I, 307]. Las negritas son mías.

316 Bruno, *De la causa*, “*Proemiale epistola*”: “*se tutte le forme son come contenute da quella, e dalla medesima per virtù dell'efficiente*” [Gentile-Aquilecchia, 1985: I, 183].

317 “*For the central characteristic of Bruno's atomism is the idea that every atom contains all the power and virtue of divine infinity. The atom is thus the ultimate receptacle throughout the actualizar ubuntu infinite universe of the potentia absoluta of God.*” [Gatti, 1999: 113].

318 Bruno, *De la causa*, V [Vassallo, 1941: 138]. “*Dunque, l'individuo non è differente dal dividuo, il semplicissimo da l'infinito, il centro da la circonferenza. Perché dunque l'infinito è tutto quello che può essere; è immobile; perché in lui tutto è indifferente, è uno; e perché ha tutta la grandezza e perfezione che si possa oltre e oltre avere, è massimo ed ottimo immenso. Se il punto non differisce dal corpo, il centro da la circonferenza, il finito da l'infinito, il massimo dal minimo, sicuramente possiamo affermare che l'universo è tutto centro, o che il centro de l'universo è per tutto, e che la circonferenza non è in parte alcuna.*” [Gentile-Aquilecchia, 1985: I, 321]. Albert Ribas en su *Biografía del vacío* plantea como complementos los átomos y el vacío [2008: 257], teniendo como referencia al atomismo antiguo; la tesis de Ribas se constriñe al mínimo físico, y por tanto no comprende planteamientos múltiples como los de Bruno y después Leibniz.

En su poema latino, *De triplici minimo*, Bruno desarrolló su atomismo, como parte del concepto más amplio de *mínimo*. La definición de éste era muy simple: “El mínimo es lo que no tiene partes, lo primero antes de las partes.”³¹⁹ Bruno afirmó que existen tres formas distintas de mínimo: la unidad de forma (el punto), la unidad física (el átomo) y la unidad absoluta metafísica (la mónada). Esta división tripartita, que recuerda la división de la magia de Agripa, sirvió a Bruno para proclamar la profunda unidad de todos los aspectos del universo, pues en cada cosa se unen estos tres aspectos. Henri Michel afirma que aunque “una lectura superficial sugiere que los tres mínimos son: la unidad... el punto... y el átomo”³²⁰, detrás de ellos está Dios, el Alma (o la inteligencia) y los Átomos (*Monas, Spiritus, Atomus*). Según Michel, la mónada es lo absoluto, lo que todo engloba; el punto es el principio de las formas (almas); y el átomo es principio de la materia y también del pensamiento.

Tratemos de explicarlos cada uno a la vez, aunque todos están conectados. Empecemos por el mínimo físico o átomo, cuya función es dar estabilidad a la materia, impidiendo que exista una división infinita. Los átomos de Bruno, al contrario de la multitud de formas del atomismo griego, son todos esféricos,³²¹ pues tienen la forma más simple y más complicada de todas, ya que son unidad que carece de partes. Para su unión, Bruno introduce el concepto de *termini*, tratando de salvar la objeción que Aristóteles ya había formulado al atomismo antiguo, de cómo algo que carece de partes puede unirse a otra cosa. Así, el Nolano escribe: “Término es el límite que no tiene partes, ni es en sí mismo una parte.”³²² Bruno afirmó que los átomos tienen términos que se tocan, separados por una distancia indivisible.

Pero un átomo físico no explica toda la realidad; como arriba mencionamos, cada cosa dentro de el cosmos participa del alma universal y en tal sentido tiene una alma propia, así como tienen una forma propia.³²³ De manera análogo al problema de la materia, las formas necesitan un principio

319 “*Est minimum cuius pars nulla est, prima quod est pars.*” Bruno, *De Tricipli*, IV, viii [Tocco-Vitelli, 1879-1891; I, III, 284].

320 Michel, 1973: 80.

321 Bruno, *De triplici*, “De minimi existentia liber”, XII. [Tocco-Vitelli, 1879-1891: I, III, 177-180].

322 “*Terminus est finis cui nec pars, quod neque pars est.*” Bruno, *De triplici*, IV, vii. [Tocco-Vitelli, 1879-1891: 248].

323 Esta idea, en principio extraña y animista, después se vuelve la piedra angular del concepto de Leibniz de dinámica;

irreductible. Bruno explica la idea de forma mínima con el concepto de mínimo sensible (*sensibile minimus*). En este sentido, al contrario de los átomos que son todos esféricos, el mínimo sensible de cada especie es la parte más pequeña que conserva las propiedades que la distinguen. Por ello había muchos tipos de mínimos sensibles, por ejemplo “un punto es el mínimo medible, la letra de la gramática, la sentencia de la lógica simple”³²⁴

Para cerrar estaba el mínimo que dialécticamente coincide con el máximo: la Unidad. Al final de todas las cosas (así como al principio), estaba el mínimo absoluto: que es la “mónada pitagórica” (*Pythagorica mona*).³²⁵ La mónada es la simplicidad y complicación absoluta, *finita et infinita*. En otras palabras, la mónada es la suma de todo lo real, y en tal sentido es la permanencia eterna, en el cambio aparente, de las cosas que nacen y perecen.³²⁶

Ahora bien, todos los mínimos son en realidad una expresión de lo mismo. Por ejemplo, si existe un alma universal que se extiende por todo lo real, el mínimo físico (átomo) no puede ser sólo físico, debe contener también un alma propia. Esta unión de mínimos es aún más clara cuando consideramos que el sentido de *mínimo*, como fragmento más pequeño de lo real (físico o formal), converge dialécticamente con el *mínimo* como unidad del todo. En la filosofía nolana ambos aspectos están siempre en tensión dialéctica, pero en conjunto forman el universo, en la primera y mayor coincidencia de opuestos. Para ilustrar esta idea paradójica, de la unidad de lo finito e infinito, Bruno recurre a muchos ejemplos geométricos inspirados en *De mathematica perfectione* (1458) de Cusa; por ejemplo en *De la causa*:

Ahora bien; en cuanto a los signos, decidme: ¿Hay algo más desemejante a la línea recta

Leibniz afirma que la materia no es una entidad pasiva, sino que todas las cosas tienen una *vis viva* (fuerza viva), que las distingue del espacio inerte. En términos actuales, Leibniz afirma que todas las cosas, aún las más estáticas, tienen energía.

324 Bruno, *De triplici*, “De minimi existentia liber”, X. “*Ut punctum est minimum mensori, littera pura Grammatico, logicis simplex est dictio*” [Tocco-Vitelli, 1879-1891: 172].

325 Bruno, *De triplici*, “De minimi existentia liber”, XI. [Tocco-Vitelli, 1879-1891: 174].

326 “*Il tempo tutto toglie e tutto dà; ogni cosa si muta, nulla s'annichila; è un solo che non può mutarsi, un solo è eterno, e può perseverare eternamente uno*” Bruno, *Candelaio*, “*Alla signora Morgana B*” [Spampanato, 1923: 7]. “El tiempo todo lo quita y todo lo da; todo lo cambia, pero nada se aniquila; pues el Uno no cambia, el Uno es eterno, y puede ser siempre Uno.”

*que el círculo? ¿Hay algo contrario a lo recto que lo curvo? Y sin embargo, al principio y en lo mínimo coinciden, pues (como notó divinamente el Cusano, descubridor de los más bellos secretos de la geometría) ¿Qué diferencia hallarás entre el menor arco y la menor cuerda? Además, en lo máximo ¿Qué diferencia hallarás entre el círculo infinito y la línea recta?*³²⁷

Es cuando menos sorprendente que Bruno use ese tipo de argumentos que provienen de la geometría de indivisibles, cuando en otras partes de su obra critique tan fuertemente a quienes hacen cuadraturas matemáticas. Por ejemplo, en *De gli eroici furori*, Bruno criticó amargamente a Arquímedes, por entretenerse “buscando la proporción entre la curva y la recta, el diámetro y el círculo,”³²⁸ mientras los romanos asaltaban su ciudad. Mientras que en el *Spaccio* califica de fastidiosa a la cuadratura del círculo (*fastidiosa inquisizione della quadratura del circolo*) y afirma que intentar hacerla, mediante el uso de triángulos inscritos, es una pérdida de tiempo.³²⁹ Tal es el vaivén de la opinión del Nolano en este punto, que la cuadratura del círculo, basada en la identificación de cuerda y arco, primero es rechazada en *De triplici* II, vii³³⁰; mientras que, en III, xiii, se admite que sí es posible.³³¹ Igual suerte de rechazo corre la trigonometría: “el infeliz arte de los triángulos”³³². De hecho, el Nolano usó selectivamente la obra de Euclides, excluyendo los libros X al XIII,³³³ precisamente aquellos que contienen la teoría de los inconmensurables y el principio de Eudoxo, que sientan las bases de la demostración, para los métodos de cuadraturas, por exhaustión.³³⁴

327 Bruno, *De la causa*, V [Vassallo, 1941: 149 y 150]. “*Or, quanto a' segni, ditemi: che cosa è più dissimile alla linea retta, che il circolo? che cosa è più contrario al retto che il curvo? Pure nel principio e minimo concordano, atteso che (come divinamente notò il Cusano, inventor di più bei secreti di geometria) qual differenza trovarai tu tra il minimo arco e la minima corda? Oltre, nel massimo, che differenza trovarai tra il circolo infinito e la linea retta? Non vedete come il circolo, quanto è più grande, tanto più con il suo arco si va approssimando alla retitudine?*” [Gentile-Aquilecchia, 1985: 335].

328 “*a perseguir forse la proporzione de la curva a la recta, del diametro al circolo o altre simili mates?*”, *De gli eroici furori*, II, II [Gentile-Aquilecchia, 1985: II, 1117].

329 “*vegna a compirsi quella tanto tempo e tanto vanamente cercata quadratura.*” Bruno, *De spaccio*, III [Gentile-Aquilecchia, 1985: II, 756].

330 “*Circulus ut punctis constat, polygonia certa est; Nam minima ex quibus est, non sunt adtacta per omnes Fines. Vulgatur quapropter ab ore Platonis Non sine iudicii lance, altipeto ingenioque, Compositus recto et curvo totusque repertus Angulus et totus rectu totusque recurvum; Surgere qui toto et toto inclinare videtur, Antiphon ut sapiens multo ante notârat aperte, Arcubus obductis, rectis iterumque resectis*” [Tocco-Vitelli, 1879-1891: I, iii, 212].

331 “*via est ad possibilem circuli quadraturam*” Bruno, *De triplici*, III, xii. [Tocco-Vitelli, 1879-1891: I, iii, 267].

332 Saiber, 2005: 46.

333 Saiber, 2005: 47.

334 El método de exhaustión se basa en el principio de Eudoxo, donde se postula que tras repetidas sustracciones a una cantidad, de una fracción de sí misma, se llega a una cantidad menor que cualquier otra fijada de antemano. Dicho principio queda consignado en *Los Elementos*, X, 1. Gracias a él, Euclides consigna varios resultados que se dicen pertenecen a Eudoxo, teoremas sobre el círculo: Los círculos son el uno al otro como los cuadrados de sus diámetros; la

A pesar de ese menosprecio hacia el uso de las matemáticas en la investigación física; Bruno mostraba en otras partes de su obra, un verdadero respeto hacia la obra de los matemáticos:

“[se] debe mucho a ellos y a otros diligentes matemáticos que con la sucesión de los tiempos, sumando luz sobre luz, nos han dado principios suficientes para llegar a una conclusión tal que no podía haber nacido sino tras muchas edades en absoluto ociosas.”³³⁵

Además, debemos recordar que Bruno mismo no era un empirista, aunque rescate ciertos elementos, sino que como platónico se situaba más allá de las percepciones y aceptaba que una verdad, como la infinitud del universo, “no puede ser objeto de los sentidos”³³⁶. En tal sentido, las matemáticas, vistas desde una perspectiva pitagórica antigua, vienen a ser un camino de liberación muy apreciado por Bruno:

...el entendimiento, queriendo liberarse y desligarse de la imaginación, a la cual está unido, además de recurrir a las matemáticas y a las figuras simbólicas, con el fin de poder con ellas o por analogía con ellas comprender el ser y la sustancia de las cosas, da en referir la multitud y diversidad de especies a una misma raíz. Como Pitágoras, que hizo de los números los principios específicos de las cosas, puso a la unidad como fundamento y sustancia de todo, y Platón y otros, que pusieron las especies subsistentes en las figuras, cuyo tronco y raíz común pensaron que era el punto, como sustancia y género universal.³³⁷

Ahora bien, contrariamente a los filósofos y matemáticos verdaderos, estaban para Bruno los “vanos matemáticos y la ciega visión de los filósofos vulgares”³³⁸ que entorpecen el conocimiento de la

pirámide: Las pirámides que tienen la misma altura y tienen triángulos como base son entre sí como sus bases; y el cono: Cualquier cono es la tercera parte del cilindro que tiene la misma base y la misma altura (prop. XII, 2, 5 y 10). Resultados ya obtenidos por Hipócrates y Demócrito, pero no demostrados.

335 Bruno, *La cena*, II: Granada, 1984: 75. “*stima dover molto a questi ed altri solleciti matematici, che successivamente, a tempi e tempi, giogendo lume a lume, ne han donati principii sufficienti, per i quali siamo ridutti a tal giudicio, quale non posse se non dopo molte non ociose etadi esser parturito.*” [Gentile-Aquilecchia, 1985: 32].

336 “No hay sentido que vea el infinito, no hay sentido de quien se pueda exigir esta conclusión, porque el infinito no puede ser objeto de los sentidos,” Bruno, *Del infinito*, I [Cappelletti, 2008: 29]. Aunque Bruno aclara que tampoco es despreciable el papel de los sentidos, ya que sirve “para excitar la razón solamente, para acusar, para indicar y testificar en parte, no para testificar en todo ni menos para juzgar o para condenar. Porque nunca, por más perfectos que sean, carecen de alguna perturbación. Por lo cual, la verdad proviene de los sentidos, como de un débil principio, en pequeña parte, pero no está en los sentidos.” *Del infinito*, I. [Cappelletti, 2008: 31].

337 Bruno, *De la causa*, V [Vassallo, 1941: 145]. “*l'intelletto, volendo liberarse e disciorse dall'immaginazione alla quale è congiunto, oltre che ricorre alle matematiche ed imaginabili figure, a fin che o per quelle o per la similitudine di quelle comprenda l'essere e la sustanza de le cose, viene ancora a riferire la moltitudine e diversità di specie a una e medesima radice. Come Pitagora che puose gli numeri principii specifici de le cose, intese fundamento e sustanza di tutti la unità; Platone ed altri, che puosero le specie consistenti nelle figure, di tutti il medesimo ceppo e radice intesero il punto come sustanza e geno universale.*” [Gentile-Aquilecchia, 1985: I, 330].

338 Bruno, *La cena*, I: “*vani matematici e cieco veder di filosofi volgari*”: [Gentile-Aquilecchia, 1985: I, 33].

verdad. Estas figuras están asociadas en su obra a círculos escolásticos y también literarios humanistas. A este grupo pertenecen los personajes que sirven de antagonistas en sus diálogos, y que posteriormente llegarán a su forma más acabada con el Simplicio de Galileo, hombres ciegos a la naturaleza pues sus ojos y mente están en los libros del maestro.

En resumen, existe una cierta dualidad en las opiniones matemáticas de Bruno, ya señalada desde hace tiempo por Tocco.³³⁹ Sin embargo, es una constante que la crítica hacia el arte matemático sea principalmente por ser una disciplina abstracta, pariente de las figuras simbólicas, que no sirve para la investigación física, que es real y concreta. Bruno cree que la rica multiplicidad no puede ser reducida a un conjunto de formas ideales. Por lo tanto, sin la comprensión metafísica, “ese nobilísimo conocimiento sin el cual, calcular, medir, geometrizar y perspectivar no es sino un pasatiempo para locos.”³⁴⁰ En otras palabras, sin la guía de la filosofía, las matemáticas no serían útiles para la investigación de la naturaleza.

No obstante que uno de los mayores proyectos de la época fue captar mejor el mundo físico mediante el uso de formas geométricas, por ejemplo, con la perspectiva geométrica de Leonardo en la pintura; Bruno en cambio prefirió invariablemente su propio arte de la memoria, cuyo modelo era para él el universo. En él, Bruno subsumió las diferentes expresiones matemáticas, siempre bajo una lectura en extremo simbólica, que se acerca a la cábala de Pico. Ejemplo de ello es *De monade*, donde analizó los primeros diez números. Desde el uno, “que es la mónada”³⁴¹ y representa al círculo y la unidad, pues de él se generan el resto de las figuras y de los números; hasta la década, que es la totalidad y arquetipo del Mundo.³⁴² Cada número cardinal (en sentido pitagórico) es un rico conjunto de símbolos. Según esa numerología, la unidad es el primer principio y sustancia primera; la dualidad concede la discrepancia (dialéctica); En la triada adversa y contraria concurre al uno, además de que conforma la

339 Michel, 1973: 39.

340 Bruno, *La cena*, III. [Granada, 1984: 118].

341 “*De prima (quae monadis est) figura Agono seu Circulo*” Bruno, *De monade*; II.

342 “*Decadis domus et Archetypu*” Bruno, *De monade*, XI.

primera superficie (el triángulo); por la Tétrada sólida los datos obtienen consistencia,³⁴³ pues conforma el volumen y representa también a los cuatro elementos; etc. La constante de ese simbolismo es la diferenciación y reunificación, de la dialéctica a la mónada, y de la diversidad a la unidad, que lejos de ser un disparatado juego de símbolos, representan una constante de interpretación lógica con la cual se puede descifrar a la naturaleza.

En resumen, la búsqueda de Bruno por una *clavis magna*, una simbolización precisa de la naturaleza y su rica multiplicidad, la hilvanó con su búsqueda de un arte de la memoria. Entre los múltiples resultados a que dicho camino lo llevó, la unión de física celeste y terrestre quizás sea uno de los más importantes.³⁴⁴ Pero otro no menos primordial es la unificación del problema del máximo y el mínimo, desarrollado con dialéctica entre lo indivisible y lo infinito; esta concepción representa una guía para aquellos que después de Bruno decidieron acercarse al infinito como un medio de plantear y resolver problemas lógicos y matemáticos. Los herederos de la cosmología del Nolano, Kepler y Galileo, optarán por una clave universal numérica, una búsqueda de la nueva física por medios matemáticos, y de forma inesperada Bruno tendrá mucho que decir en ese campo que en apariencia siempre le fue lejano. En definitiva, el legado de Bruno no se perdió, sus ideas sobre la gravedad, sobre la multiplicidad de mundos e incluso su arte combinatorio, jugó un papel importante más adelante, con Kepler, Galileo y luego con Leibniz.

343 “*Principium primum Monas et substantia prima... Inde Dias rebus tribuens discrimina primum... In Triade adversa et contraria currere in unum... Per Tetradem solida est data consistentia.*” *Ibid.*

344 “Es el Nolano quien [...] universalizando y homogeneizando la materia y el espacio, permitiendo con ello el verdadero desarrollo de la revolución 'copernicana', así como la superación del divorcio entre la física sublunar y supralunar, unificándolas” Schettino en Benítez-Robles, 2004: 53.

14. *Cipreses en laureles*

*“Morte, cipressi, inferni
Cangiate in vita, in lauri, in astri eterni.”*
Tansillo.³⁴⁵

“D'ogni legge nemico e d'ogni fede.”
Ariosto, *Orlando furioso*, XXVIII.³⁴⁶

Giordano Bruno marchó desde Nápoles hasta Roma, luego a Génova, Suiza, Francia, Inglaterra, de nuevo Francia, Alemania, y finalmente de regreso a Italia. Este regreso fue, en concreto, a la República de Venecia, donde esperaba recibir protección y posiblemente conseguir una cátedra en la universidad de Padua. El mismo patricio que llamó a Bruno a Venecia fue quien lo entregó a la Inquisición. La denuncia ante el tribunal de Mocenigo es una confusa mezcla de temas religiosos y cosmológicos. Según el acta de denuncia, Mocenigo declaró:

haberle oído decir a Giordano Bruno Nolano [...], que es gran blasfemia la de los católicos cuando dicen que el pan se transubstancia en carne; que él es enemigo de la misa; que no le satisfacía ninguna religión; que Cristo fue un infeliz y que, si seducía a los pueblos de esa manera, bien podría predecir que sería ajusticiado; que en Dios no hay personas distintas, pues sería una imperfección en Dios; que el mundo es eterno y que los mundos son infinitos y que Dios los crea en número infinito continuamente, porque dice que puede cuanto quiere; que Cristo hizo milagros aparentes y que era un mago, y lo mismo los apóstoles, y que él podría hacer tantos o más que ellos; que Cristo repugnaba la muerte e hizo cuanto pudo para evitarla; que no hay castigo para los pecado, y que las almas creadas por obra de la naturaleza pasan de un animal a otro; y que así como los animales nacen de la corrupción, de la misma manera también lo hacen los hombres, cuando renacen tras los diluvios.³⁴⁷

Como se puede ver, a Bruno se le acusó de negar dogmas, interpretar la historia sagrada de un modo distinto al declarado en Trento y también sostener que el universo es distinto de como se creía que era. La denuncia es tan larga y dispersa por la simple razón de que el denunciante incluyó todo lo

³⁴⁵ Citado por Bruno en *De gli eroici furori*, “Prima parte de gli Eroici furori”, I. “Muerte, cipreses e infiernos / cambien en vida, laureles y astros eternos”.

³⁴⁶ “Enemigo de la ley y de la fe.” Frase favorita de Bruno.

³⁴⁷ Denuncia de Giovanni Mocenigo al Inquisidor de Venecia Giovanni Gabriele da Saluzzo [Benavent, 2004: 25].

que parecía ser una opinión extraña y dejó a los inquisidores el trabajo de valorar si eran herejías. Algunas de las acusaciones son absurdas, como el declarar que Bruno afirmaba que podía obrar milagros. Otras eran tesis concretas filosóficas, como la infinitud de mundos, que en principio no se oponen a ningún apartado específico del cristianismo. Pero la manera en que Mocenigo retrató a Bruno hace que la única conclusión era que Bruno estaba “endemoniado”.³⁴⁸

Es evidente que Bruno no pensaba ya en el marco de la visión del mundo cristiana y ese era el motivo central para que la Inquisición procediera contra él. Pero de nueva cuenta, como con la magia y la ciencia, surgen dos posibles lecturas de la denuncia arriba citada. La primera es que Bruno era un mago que intentaba instaurar “una nueva secta, bajo el nombre de nueva filosofía”³⁴⁹. Esa es la interpretación del mismo Mocenigo; así es como un contemporáneo de Bruno concebía su pensamiento y la intención que lo animaba. Pero también podemos invertir los términos, y afirmar que bajo lo que los inquisidores veían como una nueva secta, Bruno intentaba fundar una nueva filosofía. El por qué sus contemporáneos veían en su pensamiento la aparición de una nueva secta, no es difícil de responder. Primero, por el mismo uso de conceptos del Nolano; conceptos con fuertes cargas religiosas, porque así los veían en esa época y porque eran los que estaban disponibles para usar. Hemos visto cómo Bruno reinterpreta conceptos, como la idea de “alma”, la cual suena fuertemente religiosa, aún hoy en día. En segundo lugar, porque la filosofía de Bruno tenía implicaciones anticristianas, pues negaba la creación y los milagros, implicaba un panteísmo y rechazaba la idea de pecado.³⁵⁰ Si partimos del hecho que la religión cristiana era en esa época toda una visión del mundo, el simple hecho de que la filosofía de Bruno ofreciera una visión del mundo alternativa ya era algo anticristiano.

En las actas del proceso, los que declararon en contra de Bruno afirmaban que le oyeron decir que viviendo a su modo no ofendía a nadie. Esto es verdadero para nosotros, pero era falso en su época,

348 *Ibid.* [Benavent, 2004: 26]

349 *Ibid.*

350 Es de resaltar todos estos atributos juntos diferencian a Bruno de las visiones cristianas. Evidentemente el primer dogma de una visión cristiana es la divinidad de Cristo y enseguida la idea de un Dios creador. Esta sencilla aclaración es importante para diferenciar las implicaciones anticristianas, de una crítica al cristianismo y de una visión cristiana ortodoxa o heterodoxa.

pues como hemos visto, para el cristianismo del Barroco no ser cristiano era ofensa y un delito. En las propias declaraciones de Bruno en su proceso, éste aceptó apegarse a los dogmas católicos, pero defendió sus tesis cosmológicas “como Pitágoras”³⁵¹ dijo, sobre la infinidad de mundos, la eternidad de los átomos y universal extensión del vacío. El peso de sus argumentaciones estuvo hasta el final en el aspecto filosófico y no en el religioso; además, Bruno afirmó que no creó su filosofía *ex profeso* contra el cristianismo: “yo no he escrito estas cosas *ex profeso*, ni para impugnar directamente la fe católica, sino basándome solamente en las razones filosóficas.”³⁵² Nada de ello le valió ante sus jueces que querían una rendición incondicional, pero para nosotros y para cualquier historia del pensamiento moderno debería ser importante.

Finalmente, después de permanecer en custodia de la Inquisición de Venecia, las presiones políticas obligaron a que fuera trasladado a Roma. Ahí, el principal persecutor fue el cardenal Bellarmino, quien resumió el proceso a ocho proposiciones. Aunque no sabemos cómo se desarrolló el proceso romano de Bruno, Granada cree que el debate pasó de los temas religiosos a los cosmológicos con mayor peso.³⁵³ Después de torturarlo para que se retractara de sus ideas, Bruno dejó sus dudas atrás y decidió al final no hacerlo. En el acta del 21 de diciembre de 1599 se lee:

“Ha dicho que no debe ni quiere retractarse, y que no tiene nada por lo que deba hacerlo y que no hay materia de retractación.”³⁵⁴

En enero de 1600, la Inquisición romana condena a Bruno a arder en la hoguera vivo. En su condena quedó escrito:

Giordano Bruno mencionado, encontrado reo inquirido, procesado, culpable, impenitente, obstinado y pertinaz [...]; y que por eso has incurrido en todas las censuras eclesiásticas [...] Además condenamos, reprobamos y prohibimos todos los libros mencionados y los otros libros y escritos, como heréticos, erróneos porque contienen muchas herejías y errores, ordenamos que todos los que han llegado a manos del Santo Oficio, o podrán llegar en el futuro, que sean destruidos públicamente y quemados en la plaza del san Pedro ante las

351 Giordano Bruno, tercera declaración del Proceso Veneciano [Benavent, 2004: 55].

352 Giordano Bruno, cuarta declaración del Proceso Veneciano [Benavent, 2004: 87].

353 Granada, 2002: 57 y ss.

354 Benavent, 2004: 101.

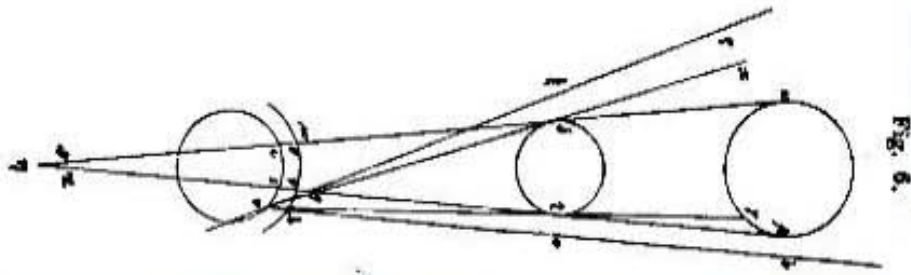
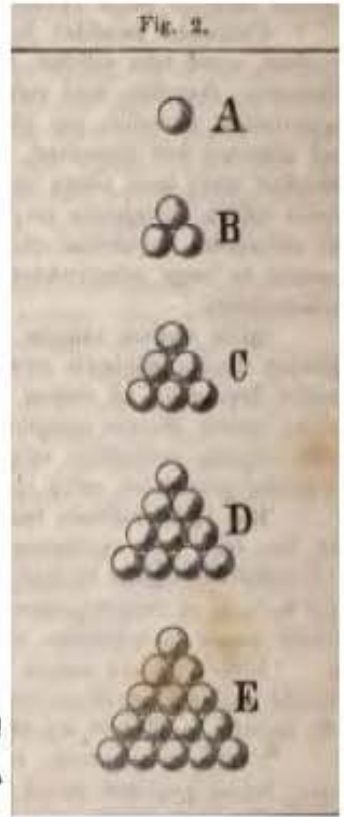
escaleras, y como tales sean insertados en el Índice de Libros Prohibidos.³⁵⁵

Tanto Bruno como sus libros ardieron en Roma, tanto fue el miedo de sus verdugos que intentaron borrar su memoria y su legado. Pero sus ideas no ardieron en Roma, sino que se esparcieron. Como dijo Bruno, para el nuevo pitagorismo un nuevo amanecer había llegado:

Las raíces amputadas que germinan son cosas antiguas que reaparecen, son verdades ocultas que retornan, es una nueva luz que, después de una larga noche, despunta en el horizonte y hemisferio de nuestro conocimiento y poco a poco se avecina al mediodía de nuestra inteligencia.³⁵⁶

355 Benavent, 2004: 101.

356 Bruno, *Del infinito*, V [Granada, 1993: 496 y 497].



IV. Johannes Kepler: armonía e indivisibles

“*Secondo l'uso de la scuola pitagorica e nostra*”

Bruno, *La cena de le ceneri*, I.

Antes de pasar a Kepler y Galileo, se necesita reafirmar algo ya varias veces dicho, pero parece que no termina por aceptarse. Existe una influencia importante del pensamiento de Bruno en ambos autores, pero dicha influencia está velada por la misma persecución que sufriera el Nolano. Galileo, como católico, tenía prohibido hasta el nombre de Bruno en público. Kepler, aunque protestante, sirvió durante toda su vida profesional a príncipes católicos, y aunque cita en varias veces a Bruno, se cuida de no asentir directamente respecto a sus ideas. Giordano Bruno fue condenado por la Inquisición romana, pero durante su vida fue rechazado por protestantes y católicos debido a las implicaciones anticristianas de sus ideas cosmológicas. Sin embargo, su influencia estuvo presente en los copernicanos más jóvenes, pues aunque Galileo se cuidó de citar explícitamente a Bruno, a lo largo de toda su obra, en ciertos pasajes, se nota la lectura de las obras del Nolano..³⁵⁷ Mientras Kepler, si bien lo cita una media docena de veces, casi siempre fue para criticar sus ideas,³⁵⁸ pero en su correspondencia privada lo admira y se duele por el triste final de Bruno. Kepler escribió en una carta:

*“Brunum Romae crematum ex Dominino Wackherio didici, ait constanter supplicum tulisse. Religionum omnium uanitatem asseruit, Deum in mundum in circulos in puncta conuertit.”*³⁵⁹

La cita anterior es un ejemplo de que Kepler conoció, se interesó y sintió simpatía por Giordano Bruno. Además, como veremos en este capítulo, también se sirvió de las tesis del Nolano, rebatiendo algunas y apropiándose de otras para construir su sistema cosmológico, que el astrónomo alemán siempre concibió como una cosmología pitagórica restaurada.

357 Según Massimo Bucciantini, Galileo pudo acceder a las obras de Bruno desde su juventud. Véase: Massimo Bucciantini, *Galileo e Keplero: filosofia, cosmologia e teologia nell'Età della Controriforma*, Einaudi, 2007, *passim*.

358 Aunque no todo es tan negativo, como en el *Harmonices*, Kepler usa un grabado de Bruno para el heptágono regular.

359 “Bruno fue quemado en Roma, según dijo Wackher, tras soportar con firmeza los suplicios. Por afirmar la vanidad de todas las religiones, la identidad de Dios con el mundo, y del punto con el círculo”. Carta de Kepler a Bregger de 1608, [Hansch, 1718: II, 266]. El conocimiento de Bruno que poseía Kepler dista de ser superficial, en opinión de Doménico Bertí, Kepler estudió y llegó a apreciar las obras de Bruno, [Bertí, 1868: 8].

15. Los búhos ven de noche sin anteojos

(“*I gufi veggono la notte senza occhiali*”)

“*Qué es el mundo, cuál es la causa y la razón de Dios al crear, de dónde los números a Dios, y **cuál la ley de tan grande masa.***”

Kepler, Prodomus, “Lectore Amice Salve”.

La extensa y muy variada obra astronómica de Kepler contrasta vivamente con el único libro de Copérnico sobre astronomía. Si Bruno fue el primer defensor del copernicanismo, Kepler fue el primer astrónomo que promovió sin reservas el heliocentrismo, perfeccionando la parte técnica de la astronomía y postulando nuevos desarrollos para la parte cosmológica. En el aspecto cosmológico son muchas las continuidades entre ambos, sin embargo existió una diferencia significativa en el concepto de centralidad, pues mientras Bruno rechazó la centralidad absoluta del cosmos, Kepler la defendió con ahínco. Para ello, Kepler no dudó en aceptar ideas provenientes del geocentrismo rival. Sin embargo, lejos de ser un pensador dogmático que defendiera irracionalmente la existencia de una centralidad absoluta, el astrónomo alemán revisó de continuo sus bases, ya modificando y ampliando los viejos argumentos en favor de la centralidad, ya buscando nuevos.

El pensamiento de Kepler fue un pensamiento dinámico, en continua transformación, por lo que desentrañarlo no siempre es fácil. A esto último habría que sumar dos factores: uno fue el sentido del humor de Kepler, que le hacía escribir con una ironía no siempre evidente,³⁶⁰ e incluso ironizaba contra sus propias ideas si terminaba por creer que lo que pensaba anteriormente era absurdo; el segundo factor fue su falta de dogmatismo, que hizo que no se cerrara por completo a ninguna teoría, incluso aquellas consideradas peligrosas por estar en la heterodoxia, de las cuales escribió con honesta simulación. Ejemplo de eso último fue la astrología, de la cual Kepler se burló en varias ocasiones,³⁶¹

360 “Así pues, tomé esta determinación de advertir al lector de que cada quien tiene sus gustos y que muchos se excitan al discutir, mientras que yo estimo que el buen humor es el más grato condimento de las controversias [*mihi gratius disputationum videri condimentum hilaritatem*]. Otros, al tratar de filosofía, fingen dignidad con lo grave de sus aseveraciones, por más que sin pretenderlo se muestran a menudo ridículos.” Kepler, *Dissertatio* [Solís, 2007: 126].

361 Kepler afirmó que “Escribo [pronósticos] no para el vulgo, ni para los doctos (salvo para muy pocos) sino para los nobles y prelados que se atribuyen conocimientos sobre cosas que ignoran... por si esto les anima a mejorar un poco mi salario.” Carta de Kepler a Mästlin del 18 de diciembre de 1598. Cfr.: J. V. Field, “A Lutheran Astrologer: Johannes

pero también defendió que podían existir relaciones entre los fenómenos y la influencia de las estrellas que aún no entendemos.³⁶² Esto hacía que Kepler a menudo tomara caminos largos e intrincados sólo para corroborar una posibilidad. Por todo ello, la interpretación del pensamiento kepleriano requiere de particular paciencia y tacto para navegar entre las luces y sombras tanto del mismo autor, como de su pluma.

La importancia del trabajo astronómico de Johannes Kepler está en inversa proporción con sus modestos orígenes. Kepler nació en la pequeña población suaba de Weil der Stadt, entre la selva negra y el valle del Rin, el 27 de diciembre de 1571. La familia Kepler fue protestante, su padre era un soldado mercenario y su madre fue una mujer conflictiva, que hacia el final de su vida fue acusada de brujería.³⁶³ La región de Suabia, de donde procedía su familia, está identificada por Norman Cohen como zona de gran efervescencia de movimientos heréticos desde la Edad Media,³⁶⁴ razón también de que fuera lugar de gran actividad en la caza de brujas durante todo el siglo XVII. De constitución frágil y salud delicada, Kepler fue miope de nacimiento y también sufrió de poliopía³⁶⁵ que en ocasiones le hacía ver las cosas más grandes hasta dos o cuatro veces, lo que el mismo confiesa no era un mal defecto para un astrónomo.³⁶⁶ De una amarga niñez, Kepler recordó en sus escritos posteriores la vez que su madre lo llevó al campo a contemplar un cometa³⁶⁷ y otra que fue con su padre a ver un eclipse de luna.³⁶⁸ Gracias a una aguda inteligencia y no poco trabajo, el joven Kepler destacó dentro del

Kepler” en *Archive for History of Exact Sciences*, 31, 1984, pp. 182-272. Ciertamente Kepler mantiene cierto tipo de astrología simbólica, cuya concepción se acerca al concepto de sistema natural actual.

362 En su obra de *Stella Nova in Pede Serpentarii* (1606) polemiza contra el libro *Disputationes adversus astrologiam divinatricem* (1495) de Pico della Mirandola por el rechazo tajante que hace de la astrología. Ahí escribió que: “ninguna mutación se puede dar en el mundo, que antes que suceda, no haya sido anunciada de antemano mediante determinadas posiciones de los astros” Kepler, *De Stella Nova*, VIII. [González Sánchez, 2009: 166-167].

363 Para una biografía completa ver: Max Caspar, *Johannes Kepler*, 1993. También los horóscopos que el mismo Kepler hizo de sí mismo y su familia, junto con varias menciones que hace de su vida a lo largo de su obra, compilados por Frisch en el volumen VIII (parte II) bajo el título de “*Vita Johannis Kepleri*”.

364 Cohen, 1995: 57 y ss.

365 Kepler, *De Stella Nova*, VIII. [González Sánchez, 2009: 166-167]

366 “A mí, que soy débil de vista, una estrella grande como el Can [Sirio] me parece de un tamaño un poco menor que el diámetro de la Luna” Kepler, *Dissertatio*, [Solís, 2007: 171].

367 Escribe Kepler: “*De cometa anni 77. plurima audivi, adductus etiam sum in locum altum a matre, ad eum contemplandum*”, Kepler, *Vita* [Frisch, 1888: VIII, II, 672]. “Sobre el cometa del 77, del que se habían oído muchas cosas, fue llevado a un lugar alto a verlo por su madre”.

368 “*a parente sub dium vocarer ad contemplationem eclipseos, Luna plane rebicunda apparuit.*” *Ibid.*

sistema educativo luterano y llegó hasta la importante universidad de Tübingen.

En la universidad, Kepler tuvo como profesor de matemáticas y astronomía a Michel Mästlin, de quien aprendió el sistema tolemaico y también el heliocentrismo de Copérnico. Años después, Kepler recordó haber quedado “deleitado por Copérnico, a quien mi maestro mencionaba a menudo en sus lecciones.”³⁶⁹ A pesar de que sentía que “la matemática le complacía más que otros estudios” y que defendió “las opiniones de Copérnico, en las disputas”³⁷⁰, el joven Kepler no planeaba convertirse en astrónomo. Sintiendo la vocación luterana por la prédica, Kepler prosiguió sus estudios superiores en teología. Pero antes de terminarlos, la escuela protestante de la ciudad de Gratz en Estiria (Austria) pidió a las autoridades de Tübingen un profesor de matemáticas y astronomía, ellos propusieron a Kepler, empujándolo, sin saberlo, a convertirse en astrónomo de forma definitiva.

Como astrónomo y matemático de Gratz, Kepler tenía dos obligaciones: dar clases de geometría y componer calendarios que contenían predicciones astrológicas para la ciudad. La primera de sus obligaciones no fue muy exitosa, pues en su primer curso tuvo cuatro alumnos, en el segundo ninguno. En cambio, su primer calendario fue un éxito en cuanto a pronosticar un crudo invierno y una invasión turca. Gracias al prestigio que consiguió como astrólogo competente, se ganó el favor de los nobles de la ciudad. Fue en esa época que Kepler tuvo una especie de revelación al garrapatear figuras en una clase, esto ocurrió el 9 de Julio de 1595. Posteriormente escribió: “el placer que me dio este descubrimiento, nunca podré expresarlo con palabras.”³⁷¹ Su idea era en extremo simple, si existían sólo seis planetas (Mercurio, Venus, Tierra, Marte, Júpiter, Saturno), como se creía entonces, y sólo existen cinco sólidos regulares (tetraedro, cubo, octaedro, dodecaedro e icosaedro),³⁷² Kepler creyó que

369 “Hence I was so very delighted by Copernicus, whom my teacher very often mentioned in his lectures.” Caspar, 1993: 47.

370 Kepler, *Prodomus*, “*Praefatio ad lectorem*” [Frisch, 1888: I, 106], también recuerda Kepler que discutieron si existían seres vivos en la Luna: Kepler, *Vita* [Frisch, 1888: VIII, II, 677].

371 “*Et quidem quantan ex inventione voluptatem perceperim, nunquam verbis expressero.*” Kepler, *Prodomus*, “*Praefatio ad lectorem*” [Frisch, 1888: I, 109].

372 Los cinco sólidos formados por los polígonos regulares: tetraedro, el hexaedro (cubo), el octaedro, el dodecaedro y el icosaedro. Cuyas propiedades son únicas según lo demuestra Euclides en su libro XIII, que la tradición atribuye a Teeteto. También se llaman sólidos Pitagóricos ya que Proclo (*Procli Diadochi Lycii... In primum Euclidis elementorum librum commentariorum ad vniuersam mathematicam disciplinam principium eruditionis tradentium Libri IIII*) afirmó que su descubridor fue Pitágoras.

los sólidos encajaban entre las órbitas y, con ello, podía explicar las distancias entre los planetas y además dar la razón de por qué eran sólo seis.

El resultado de esa revelación fue su primera obra, el *Prodromus Dissertationum Cosmographicum seu Mysterium cosmographicum* (1596), donde el joven suabo creyó haber desvelado la verdad profunda del cosmos: su forma verdadera y la razón de ella. El título, sin embargo, sugería que era un manual de astronomía y causó cierta confusión, pues la palabra “*cosmographicum*” era común en los tratados astronómicos de la época y ya varios libros de otros astrónomos habían ostentado tal título; por ejemplo, la *Cosmographia* (1553) de Pedro Apiano, mejorada luego por Gemma Frisius, que explicaba los movimientos de las estrellas, los instrumentales de la astronomía, las medidas que se ocupaban y el sistema de navegación por los astros; también estaba la *Cosmographia in quatuor libros distributa summo ordine* (1585) de Francesco Barozzi, donde explicó los principios matemáticos y geométricos de la astronomía, enseñó las propiedades de las figuras planas y sólidas, describió la esfera del mundo, los movimientos de los astros e, incluso, las influencias mágicas de éstos;³⁷³ Un poco diferente era la *Cosmographia: in welcher begriffen aller Völcker* (1544) de Sebastian Münster, que, además de la parte dedicada a los movimientos celestes, se ocupaba de describir los países, las religiones y los gobiernos de Europa.

Todas esas obras representan bien qué se entendía por cosmografía en el siglo XVI, eran manuales prácticos con abundantes tablas auxiliares y estaban escritos desde una perspectiva totalmente geocéntrica. En contraste con esos autores, Kepler entendía por “cosmografía” no una recopilación de lo conocido, sino una indagación de la forma exacta del universo. Así para el suabo la cosmografía era sinónimo de cosmología o física de los cielos. Sobre esto, en su *Prodromus* escribió:

Existen entre los germanos las cosmografías de Münster y de otros, en las que se dan noticias del mundo entero y de las regiones celestes, pero lo despachan en unas pocas páginas, mientras dedican la mayor parte de la obra a la descripción de regiones y ciudades. De este modo el término “cosmografía” se utiliza comúnmente con el significado de geografía (...) de

373 Barozzi, *Cosmographia*, IV, iii.

modo que relacionan entre los geográficos a este librito mío. Pero yo entendí “misterio” en sentido de secreto [*arcano*], y en calidad de tal puse en el mercado este descubrimiento, por cuanto jamás leyera en libro filósofo alguno cosa semejante.³⁷⁴

El entusiasmo de Kepler por el descubrimiento de su *arcano*, lo acompañó durante toda su vida, tanto que aun en la segunda edición del *Prodromus* afirmó:

He aquí que durante estos 25 años me ha resultado provechoso este principio del que ya entonces estaba firmemente convencido, a saber, que las matemáticas son la causa de las cosas naturales (doctrina combatida por Aristóteles en múltiples lugares) porque Dios creador tuvo consigo desde la eternidad a la matemática como arquetipo en una abstracción simplísima y divina, incluso de las propias cantidades, considerada materialmente.³⁷⁵

En vista de lo anterior, la investigación astronómica de Kepler reivindicaba la tradición pitagórica.³⁷⁶ Dentro de esa tradición, tal como nos lo muestra la última frase de la cita anterior, el axioma de concordancia entre lo físico y lo matemático es un punto de partida básico que diferencia a Kepler y Galileo de Bruno, y nos hace aparecer a los primeros tan cercanos. El suabo escribió que “tenemos orbes mediante el movimiento y cuerpos sólidos mediante el número y magnitudes; nada nos falta sino sólo que digamos con Platón: 'Dios siempre geometriza'”³⁷⁷ Esta idea se maneja en todo el *Prodromus* desde su inicio, donde Kepler escribió:

Dios, a la manera de algunos de nuestros actuales arquitectos, al ponerse a construir el mundo con un orden y una armonía hizo cada cosa con tal medida, como si el arte no imitase a la naturaleza, sino que el propio Dios atendiese al modo de construir del hombre que había de venir después.³⁷⁸

De forma muy explícita, Kepler afirmó que la concordancia físico-matemática era una concesión

374 Kepler, *Prodromus*, “*Dedicatio Editionis Prioris*” [Rada, 1992: 53 y 54]. “*Extant apud Germanos cosmographie, Musneri aliorumque, ubi de toto quidem mundo partibusque coelestibus fit initum, sed brevibus illa paginis absolvuntur; praecipua vero libri moles complectitur descriptiones regionum et urbium. Iatque vulgus cosmographiae pro geographiae dictione utitur [...] Mystrium autem pro arcano usurpavi, et pro tali venditavi inventum hoc: quippe in nullius philosophi libro talia unquam legeram.*” [Frisch, 1888, I, 2-3].

375 Kepler, *Prodromus*, XI, nota b, [Rada, 1992: 125 y 126].

376 Hasta la doctrina de los sólidos tiene para Kepler esa connotación, “porque la doctrina de las cinco figuras geométricas distribuidas entre los cuerpos del universo se atribuye a Pitágoras” Kepler, *Prodromus*, “*Dedicatio Editionis Prioris*”, nota b, [Rada, 1994: 62].

377 Kepler, *Prodromus*, II. [Rada, 1992: 96]

378 Kepler, *Prodromus*, “*Dedicatio Editionis Prioris*”, [Rada, 1992: 56].

divina al hombre. El suabo creía que no era la mente del hombre la que creaba una representación de la naturaleza, sino que sí existía una concordancia más elemental y profunda entre razón y naturaleza. Para Kepler, las matemáticas eran el arquetipo de ambas. La naturaleza se manifestaba siguiendo normas matemáticas, las mismas normas matemáticas que habitaban en la mente humana y que sólo necesitaban ejercitarse para despertar.

Kepler afirmaba que el desarrollo de la razón era un deber del ser humano. El suabo creía, igual que muchos autores antes que él, que era un deber sagrado interpretar a la naturaleza y desvelar sus secretos. Pero Kepler no dice esto con gravedad, sino con alegría; interpretar a la naturaleza de acuerdo a la razón era una recreación [*recreationibus*]. En el *Prodromus* se afirma que “repugna a la naturaleza, aquel que pugna en contra de esta recreación.”³⁷⁹ Investigar el orden y armonía de la naturaleza era un juego, una actividad que traía gozo y disfrute a quién la practicaba. Dicho juego otorgaba paz a las aspiraciones del hombre y libertad al intelecto. Con poética simplicidad escribió Kepler:

Igual que no nos preguntamos qué espera de su canto una ave, dado que sabemos que goza al hacerlo, ya que está hecha para ese canto, tampoco habrá que preguntarse por qué la mente humana habría de poner tanto afán en investigar estos arcanos del cielo [...] al igual que la providencia de la naturaleza nunca priva de alimento a los seres vivos, de igual modo podemos decir no sin fundamento que por eso hay tanta variedad en las cosas y tantos tesoros escondidos en los cielos, para que jamás falte a la mente humana alimento fresco, para que no le fastidie el aburrimiento ni descansa, sino que disponga en este mundo de una inacabable tarea en que ejercitarse.³⁸⁰

Así la investigación de la naturaleza era ambas cosas, era un juego y una actividad sagrada, un juego sagrado, siempre el mismo y siempre nuevo, interminable por la cantidad inmensa de los secretos ocultos y muy simple también, pues “la naturaleza ama la simplicidad” [*Natura simplicitatem amat*]³⁸¹. El suabo confiaba en que existía una regularidad en las cosas del cosmos, y en que dicha regularidad se atenía al principio de eficiencia. En la naturaleza, decía Kepler, “jamás nada en ella es inútil o

379 “*Rerum natura repugnat, qui cum his pugnat recreationibus*” Kepler, *Prodromus*, “*Dedicatio Editionis Prioris*” [Frisch, 1863: I, 98].

380 Kepler, *Prodromus*, “*Dedicatio Editionis Prioris*”, [Rada, 1992: 57].

381 Kepler, *Prodromus*, I, [Frisch, 1863: I, 337]. “La naturaleza ama la simplicidad.”

superfluo, antes bien frecuentemente se vale de una cosa para producir muchos efectos.”³⁸² En ese sentido, la visión del mundo de Kepler era la de un cosmos regulado y determinado matemáticamente de la forma más eficiente y simple posible. Además, como anotamos arriba, la misma regularidad físico-matemática de la naturaleza estaba también dentro de la mente del ser humano. Años después, en otra obra, Kepler escribió que:

“la astronomía no usa de palabras que se lleva el viento sino que ha impreso su mensaje en la propia naturaleza pero según la colosal medida de los cuerpos celestes, que participan de la geometría junto con la mente humana.”³⁸³

Para el suabo, quien interpretara correctamente a la naturaleza llegaría a descubrir las normas matemáticas que regían a los fenómenos. Uno de esos descubrimientos era el sistema copernicano, y esto se demostraba porque se podía corroborar que ese sistema encajaba mejor con las distintas observaciones y, a partir de él, se podía predecir los fenómenos futuros con más exactitud. Kepler afirmó que:

La primera confianza me la dio la maravillosa coincidencia de todas las cosas que aparecen en el cielo con las opiniones de Copérnico. De tal modo que no sólo se deducían los movimientos pasados [...] sino que además predecían los movimientos futuros, y aunque no con exactitud absoluta, sin embargo, con mayor exactitud que Ptolomeo.³⁸⁴

Además de ofrecer confianza, el contraste de hipótesis y fenómenos excluye la posibilidad de llegar a resultados verdaderos desde falsas hipótesis, pues el camino del descubrimiento es también la vía de la demostración. Es por ello que Kepler rechazó la idea de que Copérnico pudiera llegar a resultados por casualidad. Esto lo considera imposible. El astrónomo alemán escribió que:

...una demostración accidental, que infiere de premisas falsas una verdad por medio de la necesidad lógica... [da como resultado que] la conclusión, a partir de premisas falsas, sea pura

382 Kepler, *Prodromus*, I, [Rada, 1992: 77]. “*Nunquam in ipsa quicquam otiosum aut superfluum extitit*” [Frisch, 1863: I, 113].

383 Kepler, *De Stella Nova*, XXX [González Sánchez, 2009: 414]. El eco de las palabras de Pico della Mirandola y la tradición hermética resuena en estas afirmaciones, en especial la idea de que el hombre es un pequeño dios.

384 Kepler, *Prodromus*, I, [Rada, 1992: 75]. “*rimam fidem mihi fecit illa pulcherrima omnium, quae in coelo apparent, cum placitis Copernici consensio: ut qui non solum motus praeteritos ex ultima antiquitate repetitos demonstraret, sed etiam futuros antea, non quidem certissime, sed tamen longe certius, quam Ptolemaeus*” [Frisch, 1863: I, 112].

casualidad y la naturaleza falsa se delata a sí misma en cuanto se aplica a otra cosa de la misma especie.³⁸⁵

Según Kepler, si se llega a una verdad desde una falsa teoría, cuando dicha teoría se intentara aplicar a un caso distinto, terminaría por fallar. Con matemático humor escribió Kepler: “el ejemplo no cuadra” [*Exemplum enim non quadrat*].³⁸⁶

En los puntos anteriores vemos repetirse los mismos principios que hemos señalado dispersos en los pensadores renacentistas y luego reunidos en Bruno: la libertad intelectual, la estructura racional y armónica de la realidad; la única diferencia era el axioma de concordancia entre razón y naturaleza, el cual el Nolano lo entendía como concordancia lógica y Kepler lo acotaba a concordancia matemática.³⁸⁷ Si dichas ideas, cuando las vimos expresadas en los magos renacentistas, se nos mostraban como parte de un pensamiento con tintes místicos o arcaizantes, reunidas en Kepler nos aparecen con toda su modernidad y fuerza. Todas esas ideas conllevan una fuerte carga de pitagorismo, así lo transmitieron los renacentistas y sin pudor alguno lo aceptó Kepler, admitiendo que “en mi campo son portentosos Pitágoras, Platón y Euclides”³⁸⁸ o que “todo esto aquí Pitágoras te lo hará saber”³⁸⁹.

En el *Prodromus*, Kepler prodigó alabanzas a Copérnico, Pitágoras y Platón, y usaba extensamente las bases pitagóricas, pero, en cuestiones cosmológicas ya concretas, tenía aún bases aristotélicas. Kepler mantenía la idea de orbe celeste, circular y perfecto,³⁹⁰ así como de la finitud y unicidad del Mundo. Esto último marcó una distancia con Bruno y su universo infinito y acéntrico. En el tema del infinito que abrió Bruno, Kepler parecía estar en el extremo opuesto, rechazando toda forma

385 Kepler, *Prodromus*, I [Rada, 1992: 76]. “*accidentariae demonstrationis, quae ex falsis praemissis necessitate syllogistica verum aliquid infert... Nam ista sequela ex falsis praemissis fortuita est, et quae falsi natura est, priusquam atque alii rei cognatae accommodatur, se ipsam prodit*” [Frisch, 1863: I, 113].

386 *Ibid.*

387 En realidad Kepler no hizo más que un ligero cambio, pues para muchos pitagóricos renacentistas el axioma era concordancia matemática (y/o) numerológica. Bruno no lo entendió así, al menos no en el sentido de matemáticas que tenemos y lo pensó como concordancia lógica-numerológica. Aunque cabe reiterar que el concepto de numerología de Bruno era muy complejo.

388 Kepler, *Dissertatio*, [Solís, 2007: 175].

389 Kepler, *Prodromus*, “*Lectore Amice Salve*” [Rada, 1992: 52].

390 Aunque en la nota *c* de la segunda edición al capítulo III, Kepler advierte que no creía en orbes sólidos y que fue mal interpretado por Brahe, quien le criticó precisamente eso; sin embargo, las tesis aristotélicas son más que obvias en muchos pasajes del *Prodromus*.

de infinito. En contraste con el aprecio que les tenía a las figuras regulares sólidas, Kepler se negaba a incluir dentro de su sistema al resto de los objetos matemáticos por ser todos ellos infinitos. Con una especie de horror, escribió:

“desterremos las líneas rectas y las superficies en tanto que infinitas y por ende absolutamente incapaces del orden [*ordinis minime capaces*] de este mundo finito y armonioso.”³⁹¹

La cita anterior muestra el grado de rechazo del joven Kepler respecto a incluir dentro de su idea de armonía a un conjunto infinito de objetos. En esa primera obra, Kepler mantenía una actitud que podríamos denominar como formalista, pues excluye de lo armónico a todo excepto a las formas geométricas cerradas y regulares. Entre los conjuntos infinitos que desechó estaban todos los objetos geométricos, como las rectas y curvas, que aceptan grados y variaciones. También excluyó a la materia física, divisible al infinito según los peripatéticos. Ésta última, como a todo infinito, la consideraba incapaz de *ordinis minime*:

Pero la materia en sí misma no ofrece razón, en sí misma no tiene más que una propiedad, la infinitud de partes, infinitud actual en número o cantidad, si la infinitud toda es ella misma en acto, infinitud potencial en número [*si ipsum totum actu infinitum: potentialem vero numeri*], si todo es finito en acto, única que es posible [*si totum actu finitum, quod solum est possibile*], dado que la cantidad se da en la materia corporal física o celeste.³⁹²

Sin embargo, el rechazo radical a los conjuntos infinitos fue un punto con una interesante evolución dentro de sus obras. La cita anterior incluida como una nota al texto en la segunda edición del *Prodromus* (1621), que el mismo Kepler realizó 25 años después que la original, refleja un estadio diferente de las ideas keplerianas. Esa cita resalta ya desde el hecho que se accede a discutir el problema de la materia infinita. Además es significativa la ambigüedad que introduce al ofrecer las dos

391 Kepler, *Prodromus*, II. [Rada, 1994: 95]. Cfr.: Frisch 1858, I: 124. Aunque Kepler utiliza las técnicas de cuadraturas de Arquímedes en sus posteriores obras, incluso el nombre del matemático griego está ausente del *Prodromus*. En esta primera obra utiliza prácticamente sólo los *Elementos* de Euclides.

392 Kepler, *Prodromus*, XI, nota c. [Rada, 1994: 127]. Cfr.: Frisch 1858, I: 137. Esta nota a la segunda edición, si bien expresa aún esa actitud formalista, el comentario está dado más como explicación del texto original, donde dice que no da razón de poner las figuras sólidas de cierta manera, ya que da igual que éstas estén en contacto con cualquier punto de la esfera, que por su misma propiedad no tiene puntos, sino que es pura superficie.

posibilidades de interpretar la infinitud del mundo físico; en acto o en potencia. Esa ambigüedad parece intencional, pues le permitía a Kepler, sin comprometerse a sí mismo, considerar conjuntos infinitos como parte del mundo armónico aunque subsumidos (en apariencia) a lo formal.

De hecho, esa ambigüedad existió desde un inicio. Si la cita sobre el destierro de las infinitas líneas nos muestra un rechazo absoluto, el aprecio que demuestra a la dialéctica pitagórica de lo finito-infinito de Nicolás de Cusa nos muestra un aspecto muy diferente. Kepler estaba entusiasmado con todas las bases pitagóricas y la dialéctica de contrarios no era la excepción. En el capítulo II del *Prodromus*, el mismo donde estaba el rechazo hacia los conjuntos infinitos, Kepler escribió también:

Pues Dios quiso por eso que la cantidad existiese antes que todo, para que existiese una comparación entre lo curvo y lo recto. Por esto sólo me parece divino el Cusano, junto con otros: porque presentaron tanta atención a la mutua relación entre lo curvo y lo recto y se atrevieron a comparar lo curvo con Dios y lo recto con las criaturas. Y no fueron mayores los méritos de quienes compararon a Dios con las criaturas, a Dios con el hombre, a los juicios divinos con los humanos, que los de quienes intentaron comparar una curva con una recta, un círculo con un cuadrado.³⁹³

Además, de manera un tanto extraña para una visión del universo exclusivamente finita, en el *Prodromus* se califican a las Fijas como “infinitas”³⁹⁴ o “innumerables.”³⁹⁵ Kepler introdujo la posibilidad de que existiera “un espacio infinito ultramundano” [*spatium ultramundanum infinitum*]³⁹⁶, aunque se negó a tratar el tema a profundidad con el pretexto de que una discusión de ello conlleva una petición de principio, que únicamente llevaría a un regreso infinito. A pesar de esto último, el escrito de Kepler aporta suficiente evidencia para creer que el suabo tenía una idea parecida a la de Gilbert respecto a la última esfera. A favor de esto, es que en el *Prodromus* se compara el sistema solar con la Trinidad. En el capítulo II se afirma que:

“el Sol [está] en el centro, imagen del Padre, y la esfera de las Fijas o de las aguas mosaicas

393 Kepler, *Prodromus*, II [Rada, 1994: 92].

394 “*per infinitam*”, Kepler, *Prodromus*, II, b. [Frisch, 1858: I, 126]. Aunque a veces Kepler acote a “aparentemente infinita.” Kepler, *Prodromus*, II [Rada, 1994: 95].

395 “las Fijas son innumerables” Kepler, *Prodromus*, II [Rada, 1994: 94].

396 Kepler, *Prodromus*, XI, c. [Rada, 1994: 127]. “” [Fischer, 1858: I, 137].

en la circunferencia que sería el Hijo, y del aura celeste que todo lo llena o extensión del firmamento, que sería imagen del Espíritu.”³⁹⁷

Esta idea que diviniza el centro y la circunferencia, máxime con la identificación de un Dios trinitario que es “potencia infinita”,³⁹⁸ está inspirada en las especulaciones de Cusa, quien identifica el centro con la circunferencia dentro de la esfera infinita.³⁹⁹ Tan importante es dicha idea para Kepler, que escribió: “Por eso sólo me parece divino el Cusano junto con otros.”⁴⁰⁰ El calificativo de “divino” era signo de gran reverencia y Kepler se lo concedió a Cusa y a “otros”, los cuales no menciona, y queda a nuestra imaginación especular quiénes eran. Pese a la enigmática fórmula, el valor de la idea de la esfera infinita fue importante para el joven Kepler, incluso escribió sobre ello que:

La imagen de Dios Uno-Trino en la superficie de la esfera; esto es, del Padre en el centro, del Hijo en la superficie, del Espíritu en la regularidad de la 'relación' entre el punto y la circunferencia. Pues lo que el Cusano atribuyó al círculo y otros quizás al globo, yo lo atribuyo sólo a la esfera.⁴⁰¹

Así, las bases pitagóricas de Kepler lo empujaban en direcciones opuestas, pues el axioma de concordancia parecía llevarlo hacia los sólidos platónicos y éstos hacia una idea de armonía exclusivamente finita; sin embargo, la visión dialéctica del cosmos indicaba que lo finito y lo infinito eran dos aspectos de lo mismo y que uno conlleva al otro. De inicio parece pesar más la primera de las opciones, pues recordemos que la tesis central del *Prodromus*, la explicación del orden y simetría del universo por los sólidos platónicos, es en principio totalmente formal y finitista. Mientras que las especulaciones de Cusa que aparecen citadas son casi un digresión que no parece encajar del todo en el texto.

397 Kepler, *Prodromus*, II [Rada, 1994: 94].

398 “*infinita potentia*”, Kepler, *Prodromus*, XI. [Frisch, 1858, I: 134].

399 Granada cree que Kepler no conoció este simbolismo hermético de la esfera infinita (o si lo conoció, nunca lo usó), pues su conocimiento de Cusa lo considera de oídas [Granada, 2008: 4875]. Dado el ambiente intelectual en que vivió Kepler considero que debió conocer dicho simbolismo, así que usó un simbolismo infinitista en un sentido finitista, o más seguramente lo usó en el sentido primero pero disimulando (honestamente) su sentido más radical.

400 Kepler, *Prodromus*, II [Rada, 1994: 92].

401 Kepler, *Prodromus*, II [Rada, 1994: 93]. “*Dei trinuni imago in sphaerica snperficie, Patris scilicet in centro, Filii in superficie, Spiritus in aequalitate ΟΧΕΘΕΩΣ inter puncturo et ambitum. Nam quae Cusanns circulo, alii forte globo tribuerent, ea epo soli sphaericae superficiei arrogo.*” [Frisch, 1858, I: 122].

El punto crucial para entender esto es la idea de Mundo que tenía Kepler en un inicio. En el *Prodromus*, el joven Kepler creía aún que todo el universo era únicamente el Sol, los planetas y las Fijas; las ideas de Bruno que hablaban de mundos y no de Mundo le eran aún ajenas y en ese sentido estaba el suabo más cercano a los aristotélicos que a la vanguardia pitagórica. Podemos ejemplificar la idea de Mundo de Kepler si analizamos con cuidado su tesis de que el movimiento planetario estaba directamente relacionado con el Sol. Como hemos visto, para los copernicanos el movimiento de los planetas se vinculaba con el Sol y esa misma idea aparece en el *Prodromus*, pero Kepler no sólo ligaba los planetas sino todo el universo al Sol. El Sol era para Kepler la fuente del movimiento universal y explicaba las diferencias de velocidad de cada planeta,⁴⁰² siendo los más cercanos al astro los más rápidos y conforme se alejan eran progresivamente más lentos, y así hasta llegar a la aparente falta de movimiento de las Fijas. Para expresarlo de forma resumida, Kepler hizo del universo entero un único sistema solar.

La hipótesis de la relación entre la distancia al Sol y velocidad de cada planeta encajaba bien dentro de la óptica copernicana, discerniendo una correlación física entre las partes y, por ende, era un avance hacia el terreno que Copérnico quiso abrir a los astrónomos, el de la física astronómica o cosmología. Pero desde la óptica del joven Kepler, dicha hipótesis exigía la necesidad de mantener una centralidad y un “lugar” en sentido aristotélico.⁴⁰³ En el *Prodromus*, el suabo dio como algo ya demostrado que:

“todo el Mundo está encerrado en la figura esférica, como abundantemente discutió Aristóteles.”⁴⁰⁴

En las siguientes secciones vamos a regresar sobre esto, pues el tema del infinito en el pensamiento de Kepler fue cambiando y también la idea de Mundo que tenía. Pero de inicio, y aunque

402 En esta primera obra Kepler habla del *Anima Motrix* o alma propia, que no está seguro si existe una en cada planeta que se fortalece o debilita al acercarse y alejarse del Sol, o si existe sólo una única alma que reside en el Sol. En sus propias notas a la segunda edición Kepler afirma que no existen dichas almas y que, en lugar de alma motriz, el Sol tiene una fuerza motriz que impulsa a los planetas.

403 Kepler, *Prodromus*, II. [Rada, 1994: 94].

404 “*Mundum igitur totum figura claudi sphaerica, abunde satis disputavit Aristoteles (libro II de coelo)*” Kepler, *Prodromus*, II [Frisch, 1858: I, 123].

es difícil encerrar a Kepler dentro de un pensamiento enteramente finitista, esa primera obra estaba marcada por una idea de Mundo tradicional. El joven Kepler rechazó los conjuntos infinitos, aunque coqueteó un poco con las especulaciones dialécticas. Fuera de eso, su actitud general fue más bien ecléctica, ya que también se adentró en el terreno de la especulación teológica pitagórica sobre la mente dividida, las proporciones y las razones físicas de los fenómenos. Dichas especulaciones, en especial la defensa de la compatibilidad del sistema copernicano con la Biblia, que el suabo hizo en el *Prodromus*, eran en verdad peligrosas, pues rayaban en la heterodoxia al romper con la interpretación de Wittemberg.⁴⁰⁵ Para poder publicar su libro, Kepler debió lidiar con las autoridades protestantes de Tübingen, consciente de que la interpretación literal de varios pasajes de las Escrituras contradecían la teoría heliocéntrica; afortunadamente para él obtuvo el permiso correspondiente gracias al apoyo de Mästlin.⁴⁰⁶

Cuando el *Prodromus* salió a la luz pública, la reacción por parte de los astrónomos fue más bien tibia. Si bien la alegría del alemán por haber descubierto el secreto del cosmos persistió toda su vida, poco le duró a Kepler la convicción de haber completado el trabajo astronómico que demostraba su idea. Emocionado por su descubrimiento, Kepler mandó ejemplares a los principales astrónomos de su época. Galileo recibió uno y su respuesta fue una breve carta de agradecimiento. Dicha carta fue importante porque en ella admitió el florentino su copernicanismo, pero poco edificante para Kepler, quien esperaba una discusión de sus tesis que nunca llegó.

Un astrónomo que sí se interesó, aunque más en el talento que demostró el propio Kepler que en las tesis expuestas en el libro, fue Tycho Brahe. De origen danés, Brahe fue nombrado por esa época matemático imperial de Rodolfo II en Praga. Kepler le mandó una copia de su primera obra. La respuesta de Brahe, repartida entre cartas a terceros y con problemas en los correos, fue un elogio general por el ingenio del suabo, pero también una crítica de su trabajo. Brahe resaltó los errores en los

405 Véase el capítulo II, 5, p. 70.

406 Voelkel sigue las reacciones al *Prodromus* y resalta la oposición teológica [1962: 60-66].

cálculos del *Prodromus* y también los errores en los mismos cálculos de Copérnico.⁴⁰⁷ Kepler había sustentado su trabajo en los datos que aportaba el *Revolutionibus*, conociendo que eran deficientes, pero no sabía hasta qué punto. Brahe dejó en claro esto último, pues había amasado una ingente cantidad de observaciones, tan precisas como era posible sin telescopio. Además Brahe objetó algunas ideas del trabajo de Kepler. La principal era haber conservado la idea de esfera cristalina, y, en segundo lugar, le resaltó la falta de evidencia astronómica para sustentar el heliocentrismo, en especial la falta de paralaje estelar.⁴⁰⁸

Esto último fue de particular importancia pues era una prueba concluyente del movimiento de la Tierra. El paralaje ocurre cuando se ve un objeto en un ángulo diferente al moverse, por ejemplo al poner un lápiz frente al rostro y cerrar un ojo y luego el otro el objeto parece saltar de un lado al otro. Mientras más lejos está el objeto menos paralaje existe, por ello la Luna en el cielo parece seguirnos al caminar por las calles de noche. Dado lo anterior, si la Tierra se desplaza en el espacio, las estrellas deberían oscilar ligeramente conforme avanza el año hasta regresar al mismo lugar. Desafortunadamente dicho paralaje era imperceptible a simple vista e incluso un telescopio corriente es imposible de ver.⁴⁰⁹ Al no poder descubrir un paralaje, significaba que las estrellas estaban inconcebiblemente lejos o que simplemente la Tierra estaba fija. Sin paralaje la demostración del movimiento terrestre sólo podía darse por acumulación de evidencia.

Las objeciones de Brahe no significaban que el trabajo de Kepler fuera por completo erróneo, pero sí que carecía de sustento suficiente. Lo que necesitaba el joven astrónomo eran datos más exactos para comprobar sus teorías. Así, desde antes de conocerse en persona, Kepler había llegado a la conclusión que eran los datos de Brahe lo que necesitaba para completar su pitagórico sistema del universo. La casualidad hizo que Brahe, quien necesitaba ayuda para pasar de esos datos a un sistema

407 El inicio de los contactos de Kepler y Tycho fueron poco gratos, pues Kepler se puso en medio, sin saberlo, de la disputa entre Tycho y Ursus por la autoría del sistema intermedio o geo-heliocéntrico, escribiendo cartas llenas de elogios a ambos astrónomos. Al respecto: Caspar, 1993: 86-87. Para más detalles pueden verse en estudio detallado de Rosen: *Three imperial mathematicians: Kepler trapped between Tycho Brahe and Ursus*, 1986.

408 Voelkel, 1962: 87.

409 Fue el astrónomo alemán Friedrich Bessel el primero en medir el paralaje de una estrella (Cygne 61) en 1838.

astronómico completo, se fijara en Kepler como un prospecto de ayudante.

16. *Perdido en un inmenso mar de estrellas*

“*Grana dat e, fimo scrutans*”

Kepler, *De Stella Nova*.⁴¹⁰

Como luterano no ortodoxo, pero tampoco dispuesto a abjurar, Kepler experimentó de primera mano los problemas que causaron los conflictos confesionales. El duque Fernando de Estiria, a la sazón emperador Fernando II, alentado por la ola contrarreformista comenzó una expulsión sistemática de los protestantes de sus tierras.⁴¹¹ Primero la escuela donde trabajaba Kepler cerró en 1598 y posteriormente todos los protestantes de Gratz sufrieron el exilio forzoso. Aunque protegido por los jesuitas, que lo respetaban como científico y probablemente albergaran la esperanza de convertirlo,⁴¹² Kepler y su familia sufrieron el mismo destino que sus compañeros de fe. Mientras Kepler lidiaba con el asunto de la expulsión y buscaba un lugar donde poder asentarse, sufrió la pérdida de una pequeña hija de sólo 35 días de edad.⁴¹³ Los conflictos religiosos hicieron aún más difícil el triste momento y Kepler sólo pudo enterrar a su hijita en Gratz tras pagar una elevada multa por ser protestante. Sin tener una perspectiva segura y en medio de una depresión, Kepler escribió solicitando ayuda a su maestro Mästlin y también comentó su situación a Brahe. Mästlin le obsequió sus mejores deseos pero no le ofreció ningún empleo,⁴¹⁴ Brahe, en cambio, aprovechó el momento e invitó a Kepler a acompañarlo como ayudante a su nuevo empleo como Matemático Imperial.

Faltándole otras opciones, Kepler partió a reunirse con Brahe. Durante la época que trabajaron

410 “Buscando entre los despojos, encuentra los granos” Kepler, *De Stella*, “portada” [Frisch, 1858, II: 611].

411 “La Iglesia encontró por fin en Fernando de Estiria el Habsburgo austriaco que quería. Educado por los jesuitas en Ingolstadt, Fernando era el prototipo del príncipe católico al nuevo estilo, de mentalidad estrecha, piadoso, rígido y totalmente fiel... en Ferrara se postró a los pies de Clemente VIII y prometió dedicar su vida ala restauración del catolicismo.” Elliott, 2005: 391.

412 Caspar matiza, si bien no niega, está idea. [1993: 80].

413 “*Nata filia Susanna mense Junio... Mortua est apostemate capitis die aetatis 35.*” Kepler, *Vita*, [Fisch, 1888: VIII, II: 705]. “Hija Susanna nació en Junio... Murió de un absceso a la edad de 35 días.”

414 Kepler no se resignó inmediatamente a ser ayudante de Brahe, después de viajar una primera vez para conocerlo personalmente, intentó aún que Mästlin le consiguiera un empleo en la universidad de Tübingen. Al respecto dice Baumgardt: “*Only after practically all his other hope had vanished he travelled for second time in the same tear to Prague*” [1952: 62]. “Sólo después de que prácticamente todas sus esperanzas se desvanecieron, él [Kepler] viajó por segunda vez en el mismo año a Praga.”

juntos, Kepler sufrió el carácter despótico del danés, respondiendo con sus propios exabruptos. Pero, más allá del choque, el trabajo con Brahe confirmó a Kepler la riqueza de sus datos y las posibilidades que abrían. Posiblemente el mismo Brahe intuía lo que su joven ayudante podía lograr y se empeñó en convencer al suabo de adoptar su propio modelo del universo, en lugar del heliocentrismo. Sobra decir que nunca logró su propósito y sólo logró llevar a Kepler a la desesperación al negarle sistemáticamente el acceso a su caudal de observaciones y suministrándole datos a cuentagotas.⁴¹⁵ Afortunadamente poco duró dicha situación, Kepler y Brahe se encontraron por vez primera el 4 de febrero de 1600 y dieciocho meses después, el 24 de octubre de 1601 murió el danés, dejando a Kepler libre para relevarlo en el prestigioso, aunque mal pagado, cargo de Astrónomo Imperial.

Desde los meses que Kepler estuvo de ayudante de Brahe, su principal obligación fue trabajar en la órbita de Marte, la más excéntrica de todos los planetas superiores. Después de pedir prestado de forma permanente los datos de Brahe a los codiciosos herederos del danés, Kepler prosiguió durante los siguientes años tratando de conciliar las observaciones de Marte con la teoría astronómica. A medida que se empeñaba en tratar de resolver el rompecabezas, nuevas dificultades le salían al paso; el movimiento del planeta no podía ser reducido a la forma circular de forma satisfactoria, ni siquiera con los artificios de Ptolomeo. Sólo gracias a grandes esfuerzos y muchísima paciencia, el suabo consiguió ir desvelando los secretos de la órbita marciana.

Como Astrónomo Imperial, Kepler obtuvo la seguridad económica y política necesaria para desarrollar su astronomía, pero también tenía obligaciones que le impedían avanzar con la rapidez que deseaba. Cuando el trabajo sobre Marte estaba ya bastante avanzado, un evento astronómico extraordinario exigió la atención del Matemático Imperial. Durante la conjunción en triángulo de los tres planetas superiores apuntando a las constelaciones de Aries, Sagitario y Leo, evento astronómico que sólo ocurre cada 800 años llamado el “Triángulo de Fuego”, apareció una nueva estrella coronando

⁴¹⁵ En una de sus cartas Kepler recuerda que Brahe solía soltar algunos datos durante las comidas; la actitud del danés hacia Kepler era de evidente desprecio y poca colaboración con quien consideraba alguien inferior, pero, irónicamente, tenía más talento astronómico que él mismo. Al respecto véase: Baumgardt, 1952: 61.

el Triángulo de Fuego, entre Sagitario, Escorpio y el Serpentario. La Nova pudo ser vista desde septiembre de 1604, más brillante que todas sus estrellas vecinas y durante casi dos años continuó en su puesto, aunque siempre decreciendo en luminosidad.

El nuevo Matemático Imperial tenía la obligación de explicar a la cristiandad tan peculiar evento y su significado. Las consideraciones de Kepler aparecieron en un libro titulado *De Stella Nova in Pede Serpentari (De la estrella nueva al pie del Serpentario, 1606)*, libro que se ocupa tanto de consignar observaciones como de indagar en los posibles significados astrológicos, climáticos o simbólicos de la nueva estrella. El libro de Kepler sigue el modelo del libro análogo que escribiera Brahe, titulado *Nova Stella*, sobre la nova de 1572. *De Stella* de Kepler comienza por afirmar categóricamente y en contra de los aristotélicos que la nova es un evento celeste y no sublunar, por tanto representa un auténtico cambio en los cielos y demuestra que lejos de ser inmutables, en ellos ocurren cambios. Este acto tan simple demuestra que para ese momento Kepler se había alejado ya bastante de los principios aristotélicos.

Además de polemizar contra los aristotélicos, el libro también sirvió a Kepler para desahogar varias de sus preocupaciones científicas, en especial rebatir la tesis de Bruno sobre la infinitud del cosmos,⁴¹⁶ que, desde su punto de vista, ponía en riesgo muchas de sus propias hipótesis. Como punto de partida, Kepler reconoció que el cambio de modelo del geocentrismo al heliocentrismo invalidó los fundamentos de la tesis de Aristóteles sobre la finitud del Mundo. Según Aristóteles la finitud del Mundo se sustentaba en la imposibilidad de un movimiento infinitamente rápido de la esfera de las

Fijas:

⁴¹⁶ El conocimiento exacto que Kepler tenía de Bruno nos es desconocido. Sabemos que mantuvo un contacto epistolar con Edmund Bruce en Italia, con quien discute algunas ideas de Bruno. Sin embargo, Kepler parece conocer bien detalles de las tesis bruneanas y también el triste final del Nolano. La otra posible fuente de este conocimiento era Johannes Matthaues Wackher von Wackenfels, diplomático de Rodolfo II, converso al catolicismo y seguidor de Bruno. Granada afirma que Wackher poseía copias de *Spaccio, Del infinito* y de los tres diálogos latinos, que pudo haber prestado a Kepler. La amistad de Kepler y Wackher fue muy evidente y se mantuvo a lo largo del tiempo, pero el inicio de su cercanía aún no está aclarada. Por las cartas de Kepler a Brengger de 1608, sabemos que Kepler se enteró de la muerte de Bruno por Wackher, y por otra de 1607, que el Astrónomo Imperial conocía la teoría de las pluralidad de mundos y la posibilidad de que fueran habitados. Granada [2008: 472] cree que Kepler formaba parte del círculo de Wackher desde antes de 1604; si esta cercanía comenzara desde 1602, podría explicar el progresivo cambio de orientación de la *Astronomia nova*.

Aristóteles llegó a demostrar, precisamente a causa del movimiento, que el Mundo es finito. Sin embargo, Copérnico, negando tal movimiento, hace que la esfera de las Fijas sea infinita [*infinitam esse patiatur*]. Ahora bien, era partidario de aquella antigua teoría aquel pobre hombre Giordano Bruno y también sin duda, aunque con cierto grado de dubitación, William Gilbert en su libro sobre la Piedra de Imán, aunque por lo demás, preclarísimo varón....⁴¹⁷

Kepler concede que el heliocentrismo de Copérnico implicaba que las estrellas podían ser infinitas, debido a que eliminaba la supuesta revolución diaria de la esfera de las Fijas. Además, usando la experiencia de los cometas, Brahe había demostrado que no existían las esferas celestes cristalinas, por lo que el sistema de geocéntrico parecía desmoronarse. A pesar de que Kepler reconoció esto, él mantenía la idea de que el Sol ocupaba un lugar privilegiado, el cual creía era el verdadero centro del cosmos. Pues dicha centralidad, insistía el Astrónomo Imperial, era necesaria para explicar el movimiento de los planetas y la falta de movimiento de las Fijas. La noción de un universo infinito y homogéneo, sin centro, ni ningún otro punto de referencia, era aún incompatible con las ideas del suabo. Así, en un atisbo del tema que desarrollará Pascal, Kepler creyó que un universo absolutamente infinito, al modo del Nolano, carece de razones para un ordenamiento específico, pues el Sol es cualquier sol y un lugar es cualquier lugar.⁴¹⁸ En su *De Stella Nova Serpentari* (1606) Kepler escribió:

Bruno ve al mundo como infinito, tanto a las estrellas Fijas como a los mundos, y hace de nuestra región móvil uno de los innumerables mundos. Su simple pensamiento trae no sé que horror oculto, uno se encuentra a sí mismo vagando en la inmensidad, cuyos límites, cuyo medio (centro), así como todo lugar, son negados.⁴¹⁹

Sin embargo, el astrónomo alemán reconoció que el heliocentrismo introducía de entrada una variación considerable en el tamaño del universo, que anteriormente se consideraba de 20,000 radios de diámetro; dicho agrandamiento causaba horror y rechazo por una serie de consideraciones de tipo

417 Kepler, *De Stella*, XXI [González Sánchez, 2009: 289]. Cfr. Frisch, 1858, II: 688.

418 Este es el mismo argumento que Kepler usó en el *Prodromus*, II, contra las infinitas líneas rectas y curvas.

419 “Kepler, *De Stella*, XXI: “*Sed Brunus ita infinitum facit mundum ut quod sunt Stellae fixae, tot mundos, et hanc nostram regionem mobilium unum ex innumerabilibus mundis faciat... Quae sola cogitatio, nescio quid horroris occulti prae se fert; dum errare sese quis deprehendit in hoc immenso; cuius termini, cuius medium, ideoque et certa loca, negatura.*” [Frisch, 1858, II: 688].

estético.⁴²⁰ Para rebatir esas consideraciones, Kepler comenzó por calcular un tamaño del universo, especulando con posibles paralajes estelares.⁴²¹ Con un hipotético paralaje de 2" (menor al margen de error de los instrumentos de esa época), el resultado es que Kepler calculó la distancia mínima a las estrellas en 2,160,000 radios terrestres (2,786.4 millones de kilómetros), es decir, tres veces la distancia a Saturno. Para ponerlo en perspectiva, la distancia entre el Sol y la Tierra, Kepler la calculó en 1,432 radios (1.847 millones de kilómetros).⁴²² Pese al drástico aumento en el tamaño del universo, éste permanecía finito. Kepler mostró que la proporción entre el diámetro de la Tierra y este universo ampliado es menor a la proporción entre el tamaño medio del ser humano y el radio terrestre (1:3.1 millones). Aunque cabe señalar que si se hacen las cuentas, los hipotéticos hombres de Kepler median un poco más de 2 metros, así que no eran exactamente promedio.⁴²³

Kepler siguió los pasos de Copérnico y defendió el tamaño del universo revirtiendo la crítica. El Matemático Imperial recurrió a comparar la distancia nueva con las Fijas con la supuesta velocidad que tenía la última esfera en la teoría geocéntrica. Así afirma: “Pero acudid ahora a Ptolomeo y a su antigua doctrina y ahí encontraréis cosas aún más increíbles [*incredibilia*].”⁴²⁴ Lo *incredibilia* era que, según la teoría geocéntrica, el movimiento diario de las estrellas era visto como algo real, por ello la última esfera debía dar una revolución diaria alrededor de la Tierra. Dado el enorme tamaño de la última esfera, la velocidad de su revolución Kepler la calculó en 2,625 radios por hora (3.386 millones de Km/h). En contraste con el geocentrismo, en el heliocentrismo de Copérnico hizo que los planetas fueran más lentos mientras más lejanos estuviesen del Sol, haciendo inmóviles a las estrellas. Sintiendo triunfante, Kepler escribió:

Aquí puedes comprobar la inmensa diferencia: [la velocidad de] Saturno, que para Ptolomeo

420 “Dice Tycho Brahe que es algo así como una descomunal deformidad se diera en el cuerpo del ser humano,” Kepler, *De Stella*, XVI [González Sánchez, 2009: 249]. Según Westman, Kepler aprovechó la crítica de Tycho al heliocentrismo centrada en el problema estético más que en el paralaje para guiar la discusión en ese sentido [2011: 398].

421 La ausencia del paralaje sólo podía significar dos cosas, que la distancia entre la Tierra y las Fijas era inmensa o que la Tierra no se movía, Kepler ignora la segunda opción y continúa sobre las implicaciones de la primera.

422 Las distancias que manejamos actualmente son radio terrestre: 6,371Km y distancia al Sol: 149.6 millones de Km.

423 Carlos Solís fue quien señaló la disparidad del cálculo de Kepler en una nota (la 92) al texto de la *Dissertatio* [Solís, 2007: 184].

424 Kepler, *De Stella*, XVI [González Sánchez, 2009: 252].

se halla cerca de las Fijas, pero sin llegar a tocarlas, en una hora, según Copérnico, lo pone en 300 millas pero según Ptolomeo, serán 2,257,500 millas. Esta claro, por tanto, que se da una mayor velocidad según Ptolomeo que la afirmada por Copérnico en 7,525 veces. Cualquiera que intente asimilar en su mente tan increíble velocidad, quedará tan abrumado y aún más que quien lo compare con la inmensidad de la que habla Copérnico.⁴²⁵

Desechado entonces el supuesto problema estético y abordando el problema del movimiento, Kepler aprovechó para reintroducir su hipótesis física que había ya adelantado en el *Prodromus*:

El broche de oro de la creación del Mundo fue haberlo dotado de movimiento. Para que se dé movimiento son necesarias tres cosas: un motor, un objeto que puede ser movido de una parte a otra y un territorio. El Sol es el motor. Los objetos móviles son todos los que se encuentran entre Mercurio y Saturno. El territorio por donde habrán de moverse los cuerpos está definido por los parajes, aun los más remotos, de las estrellas Fijas.⁴²⁶

Esta hipótesis física explicaba la distribución del universo heliocéntrico asignándole una función única al Sol en el centro del cosmos como el motor de la creación. Utilizando un argumento especulativo en función de su hipótesis,⁴²⁷ Kepler calculó el tamaño del universo en 34,077,066⅔ radios terrestres.⁴²⁸ La pasmosa cantidad no acercaba al astrónomo alemán al universo infinito del Nolano,⁴²⁹ al contrario, Kepler sentía que la doctrina del infinito de Bruno dejaba sin sustento su hipótesis de trabajo y de ahí que decida combatirla de manera tan ardua.

Pero no es la propia noción de infinitud lo que atacó Kepler, sino la de *homogeneidad*; lo que le preocupa al suabo era la falta de un centro (*cuius medium*) y, por ende, de lugares (*loca*). Según su visión de la astronomía, Kepler afirmaba que existía cierta cavidad entre las estrellas, alejada de todas las demás, con un único sol en medio:

Las Fijas se extienden por fuera hasta el infinito; sin embargo, es incuestionable de que al

425 *Ibid.* El argumento de la velocidad también está en Gilbert [Westman, 2011: 398].

426 Kepler, *De Stella*, XVI [González Sánchez, 2009: 253].

427 El diámetro de los objetos móviles (la distancia entre el Sol y Saturno) es el medio proporcional de diámetro del Sol y el diámetro de las estrellas Fijas. Kepler, *De Stella*, XVI [González Sánchez, 2009: 254].

428 Brahe en su *Progymnasmata* afirma que la distancia es de 14,000; por ende, *De Stella* es una polémica a varios frentes, como afirma Westman [2011: 394 y 398].

429 “todo el mundo universo, comparado con la infinitud de Dios no representa casi nada ante él.” Kepler, *De Stella*, XVI [González Sánchez, 2009: 257].

fondo más escondido de tal lugar haya una cavidad considerable, cosa distinta de los intervalos que hay entre las estrellas Fijas y muy desemejante en su proporción, de modo que si alguien, por una inimaginable casualidad, pudiese llegar a ver esta sola cavidad, ignorando que existen sus ocho corpúsculos que vuelan en torno, cómo son, cuántos son y de qué clase, sin embargo por esa vacuidad.⁴³⁰

En la traducción anterior la cita no es un tanto confusa, pero si revisamos la edición en Latín la idea anterior se nos aclara: “que las Fijas se expandan hacia fuera infinitamente [*extendantur fixae in infinitum foras*], es tan cierto [*verum tamen est*], [como] que existe una cavidad en lo íntimo marcadamente distinta de los intervalos [*in hoc intimo sinu cavitatem esse insignem distinctamque ad intervallis*].”⁴³¹ Dado lo anterior, podemos decir que Kepler en este punto concedía completamente la posibilidad de un espacio infinito, siempre que se reconociera un lugar especial, diferente a todos los demás, que era el espacio que ocupa el Sol y los planetas.

Para rechazar la homogeneidad del cosmos, Kepler se valió del halo brillante de las estrellas como una forma de medir las distancias de los astros. Admitiendo a modo de hipótesis que: “todas las Fijas son de la misma magnitud, de entre las cuales las que nos parece a nosotros que aparecen como mayores, quizás sea que están más próximas a nosotros,”⁴³² Kepler supuso que las estrellas son todas del mismo tamaño y, por lo tanto, mientras más cercana estuviese una estrella más brillante era su luz (más grande su halo), mientras que estrellas del mismo tamaño aparente, estarían a la misma distancia del observador. Siguiendo esa idea, Kepler relacionó el diámetro aparente de la Luna y el Sol con sus distancias, y extrapoló esos resultados para calcular distancias entre las estrellas.

Con base en sus datos, Kepler utilizó las estrellas del cinturón de Orión cuyos diámetros son 2' de arco desde la Tierra y aparentan estar separadas por 81' para mostrar una variación de la imagen del cosmos. Para ello, imaginó que un observador se situase en una de las estrellas de Orión. Ahí, según

430 Kepler, *De Stella*, XXI [González Sánchez, 2009: 291].

431 Kepler, *De Stella*, XXI “*Nam esto inter principia, extendantur fixae in infinitum foras; verum tamen est, in hoc intimo sinu cavitatem esse insignem distinctamque ad intervallis, quae sunt inter fixas stellas immani proportionis dissimilitudine.*” [Frisch, 1858, II: 689].

432 Kepler, *De Stella*, XXI [González Sánchez, 2009: 293].

Kepler, si levantara su vista al cielo, el observador:

Vería primero todo como un inmenso mar de estrellas [*quasi mare ingentium stellarum*], a la vista todas juntas, pero mientras más se eleva la vista, las estrellas no estarían más en contacto, sino que gradualmente aparecerían más pocas y espaciadas, hasta que pudieran verse las mismas [estrellas] que nosotros vemos, pero el doble de cerca y de pequeñas de lo que las vemos aquí [*sed duplo minores tantoque invicem propiores, quam nos illas videmus*].⁴³³

Esto ya sería un cambio en la distribución inaceptable si se asume la idea de un universo homogéneo, pero más significativo es que, según este razonamiento, existiría una región [*cavitatem*] vacía que se corresponde con la ubicación del sistema solar, que sería el centro del Mundo.⁴³⁴

Kepler al hacer esto abrió la puerta teórica a considerar a las estrellas como soles que están a diferentes alturas, pues la única diferencia entre nuestro Sol [*Solem nostrum*] y el resto de las estrellas [*stellas*], es que el primero ocupa el centro del universo [*mundi centrum*]. Aunque esa sería la implicación el alemán se cuidó de admitir explícitamente que todas las estrellas son soles y que dichos soles pudiesen estar a distancia infinita. Esto último lo argumentó diciendo que si las estrellas son visibles, deben estar a una distancia finita. Pues, según un argumento geométrico, ya que el aspecto de un cuerpo es el “uno por mil de la distancia”,⁴³⁵ si un cuerpo está a una distancia infinita debe ser la milésima parte del infinito, lo que sigue siendo infinito, pues “todas las partes alícuotas del infinito, son necesariamente infinitas en sí mismas”⁴³⁶. Además, como las estrellas son visibles con una forma, entonces tienen límites y fines, siendo entonces finitas e infinitas a la vez.

Pese a todo, Kepler fue específico en que le interesaba más salvar el lugar central del sistema solar, que atacar directamente el problema de la infinitud. Él mismo admitió que su investigación era sobre el sistema solar y que el tema del infinito “es labor de la metafísica”:

De lo dicho queda claro que aquel que considera al mundo en su verdadera magnitud, deberá

433 Kepler, *De Stella*, XXI. [Frisch, 1858, II: 689].

434 Kepler, *De Stella*, XXI. [Frisch, 1858, II: 689].

435 Kepler, *De Stella*, XXI [González Sánchez, 2009: 296].

436 *Ibid.*

admitir que tal es la razón de la disposición de las Fijas, según nuestro modo de verlas, de manera que este lugar en el que vivimos, está revestido de un algo peculiar entre las Fijas y con muestra evidente (que es el amplio vacío que existe desde el lugar de las Fijas) distinto del lugar por el que aquellas están diseminadas. Por lo tanto es cierto que dentro, hacia el Sol y los planetas, el mundo es finito y en cierto modo, vacío. Lo que queda por decir es labor de la metafísica que es quien tiene que explicarlo. Porque si existe un lugar tal en algún cuerpo infinito, como dicen algunos, constituirá por ello el medio de todo el cuerpo y las Fijas que están alrededor, no gozarán de idéntica manera de ser, de suerte que, los mundos lleguen a ser tales como es el nuestro.⁴³⁷

De alguna forma Kepler pareció seguir la idea de Epicuro que ya había criticado Bruno: que basta un único sol para la inmensidad del universo. Kepler se obstinó en hacer del Sol el motor inmóvil, no sólo de los planetas, sino de todo el cosmos. Al hacerlo, ignoró por completo la discusión sobre la naturaleza de las estrellas, pues si éstas fueran como el Sol, no se comprendería por qué carecen de las propiedades de aquél. La insistencia de tener una centralidad absoluta, y no sólo relativa, es lo que separaba a Kepler de Bruno. Pero a diferencia del rechazo de todo lo infinito que expresó Kepler en el *Prodromus*, la posición del alemán fue más moderada en *De Stella*. La complicada sección sobre el infinito termina con una humilde admisión de incompreensión del concepto:

La pura verdad es que no se puede ni pensar, y mucho menos comprender que un cuerpo pueda ser infinito. Pues los conceptos mentales sobre el infinito, o se ocupan del significado de la palabra: infinito, o se refieren a aquello que excede toda medida numérica que pueda imaginarse al tacto o a la vista: aquello que inmediatamente y a primera vista aparece como infinito, porque una medida infinita, no puede ni siquiera imaginarse.⁴³⁸

En *De Stella*, el problema de infinito ya es visto con otros ojos, menos radical en su rechazo, más argumentado e incluso concediéndole entrada en tanto le fuera permitido mantener su motor universal en el centro del Mundo. Para comprender este cambio es pertinente analizar el curso de las investigaciones de Kepler en los años intermedios entre el *Prodromus* y *De Stella*.

437 Kepler, *De Stella*, XXI [González Sánchez, 2009: 295].

438 Kepler, *De Stella*, XXI [González Sánchez, 2009: 297].

18. Planetas con ojos

“*An ergo binos singulis planetis tribues oculos, Kepler?*”

Kepler, *Astronomia nova*.⁴³⁹

En *De Stella*, Kepler afirmó en contra de los peripatéticos que la materia de los cielos era mutable y no se ajustaba a lo dicho por Aristóteles, pero no dio más que vagos argumentos. Años antes, Brahe había demostrado que la trayectoria de los cometas atravesaba las órbitas de los planetas, por lo que era imposible que existieran esferas cristalinas. Mientras que Bruno ya había hecho una serie de refutaciones argumentales de muchos de los principales supuestos de la cosmología aristotélica. Pese a lo anterior, el viejo sistema se mantenía por la solidez de sus bases teóricas: filosóficas, físicas y astronómicas, pero también se mantenía vivo porque no existía una astronomía técnica lo suficientemente sólida para enfrentarle.

Antes del acontecimiento de la Nova, y casi a la par que se ocupó de problemas de óptica, Kepler prosiguió sus investigaciones sobre Marte, que lo llevarían a encontrar los fundamentos sólidos de esa nueva astronomía. Hacia mediados de 1605, Kepler concluyó el trabajo sobre Marte, condensado en un libro: *Astronomia nova aitiologetos, seu physca coelestis tradita commentariis de motibus stellae martis* (*Astronomía Nueva basada en las causas o tratado de física celeste, derivado del comentario sobre el movimiento de la estrella Marte*), que apareció publicada hasta 1609. En dicho libro, Kepler comprobó parcialmente su hipótesis física, razón más que suficiente para intentar defenderla por todos los medios en contra del peligro que creía ver en el problema de la homogeneidad, pero, a su vez, sólo había podido demostrarla aceptando primero la tesis sobre el infinito.

Kepler redactó la *Astronomia Nova* como una charla entre él y el lector de su obra, narrando con lujo de detalles y en forma cronológica la ardua guerra con el belicoso planeta, hasta su final sujeción a leyes matemáticas. Gracias a este peculiar estilo, tenemos un mapa preciso del pensamiento kepleriano y su evolución desde las ideas juveniles del *Prodromus* hasta cómo llegó a construir la sólida

439 “¿No quieres darle un par de ojos a cada Planeta, Kepler?” Kepler, *Astronomia nova*, III, 39 [Frisch, 1858: III, 319].

cimentación del heliocentrismo. En la *Astronomia Nova*, Kepler se presentó a sí mismo como un explorador, como un Colón o un Magallanes, que viajó hacia lo desconocido.⁴⁴⁰ La obra está dividida en cinco secciones y en setenta capítulos; detallando en orden cronológico los descubrimientos del Astrónomo Imperial, así como las diversas hipótesis que utilizó, incluidas las equivocadas. Como punto de inicio, Kepler tenía su convicción heliocéntrica, pero eso no le impidió probar diferentes ideas de los otros modelos astronómicos durante su investigación.

Granada clasificó las diversas visiones del cosmos, en la época de Kepler, en cuatro tipos: 1. El geocentrismo clásico, adicionando a los geoheliocentristas como Brahe o Helisaeus Rölin, 2. El heliocentrismo que consideraba al universo finito, 3. El geocentrismo que atribuía movimiento de rotación a la Tierra, 4. El heliocentrismo que consideraba al universo infinito (Bruno, Gilbert, Wackher y después Leibniz).⁴⁴¹ En general esta clasificación ilustra bien la diversidad de visiones sobre el tema que estaban presentes. Además de tener que optar entre geo o heliocentrismo, existían dos modelos diferentes para realizar los cálculos de los movimientos celestes: el modelo de órbitas circulares y epiciclos; y el modelo de excentricidad. Kepler tenía ante sí un enorme rompecabezas celeste para intentar armar un sistema coherente con sus bases y con los datos observacionales.

El astrónomo alemán dedicó los primeros capítulos de la *Astronomia* a analizar los diversos conceptos de cada modelo para buscar pistas que le sirvieran para resolver el rompecabezas del movimiento planetario, en el camino rescató algunos elementos que parecían superados por Copérnico, como el punto ecuante de Ptolomeo: “el punto donde el planeta completa ángulos iguales en tiempos iguales.”⁴⁴². El ecuante era importante, pues en esos momentos era la única pista para entender el problema que ya había intentado explicar Copérnico, por qué los planetas no tienen una velocidad angular constante. La intuición de Kepler de que el ecuante podía servir como un elemento valioso para calcular resultó acertada. Además, el Matemático Imperial señaló que Copérnico rechazó el ecuante por

440 Kepler, *Astronomia nova*, sumario, [Donahue, 1992: 78].

441 Granada, 2008: 469-470.

442 Kepler, *Astronomia nova*, I, 4. “*apud quod planeta aequalibus temporibus, conficit aequales angulos.*” [Frisch, 1863: III, 161].

absurdo según un modelo de orbes sólidos, pero tiene sentido una vez que se supera la idea de orbe sólido.

Sin embargo, los primeros capítulos de la *Astronomia nova*, los correspondientes al primer año que entró como ayudante de Brahe, no aportaban en realidad nuevas ideas astronómicas, sino que avanzaban comparando modelos y tratando de encuadrar los movimientos planetarios dentro de alguno de ellos. Voelkel hace énfasis en el cambio de orientación que la muerte de Brahe trajo al trabajo de Kepler. Pues cuando inició las investigaciones sobre Marte, utilizaba aún los moldes de la astronomía tradicional, que en buena medida son los mismos que usó en el *Prodromus*:

Mientras Tycho estuvo con vida, vemos que Kepler describe los fenómenos en los términos del programa de investigación que había comenzado en el *Prodromus*. Pero muy poco tiempo después de la muerte de Tycho, Kepler hizo una pausa para evaluar su trabajo hasta ese momento y se embarcó en una nueva línea de investigación... ésta fue revolucionaria, porque decididamente abandonó las formas tradicionales de la clásica teoría planetaria en favor de una completamente nueva astronomía, en la cual la consideración de la causa física del movimiento planetario se usó, no sólo para describir, sino para guiar.⁴⁴³

En contraste con esos artificios matemáticos puramente descriptivos, hacia la segunda parte de la *Astronomia Nova*, Kepler regresó a utilizar su hipótesis física, pero esta vez intentado demostrarla y no dándola como un presupuesto más. Ello significó que el suabo debía de descubrir qué relación existía entre los movimientos de los planetas y las causas reales que los provocan. Kepler desde el *Prodromus* estableció que si había una fuerza motriz del sistema planetario, ésta debía estar en la fuente de vida del mundo (*Fons vitae mundi*)⁴⁴⁴ que era el Sol. En la *Astronomia* se enfrentaba al enorme problema de explicar el funcionamiento de un sistema físico, ya liberado de la idea de orbes celestes o esferas cristalinas. Aunque la desaparición de la idea de 'orbe' abría nuevas perspectivas, al principio

⁴⁴³ “While Tycho was alive, we see that Kepler described his successes in terms of the research program he had begun in that book [*Prodromus*]. But very shortly after the Tycho's death, Kepler paused to assess his work to date and then embarked on a new line of research... Kepler's new line of research was revolutionary, for he decisively abandoned the traditional forms of classical planetary theory for a completely new astronomy in which consideration of the physical cause of planetary motion was used not only to describe but to drive it.” Voelkel, 1962: 131.

⁴⁴⁴ La fuente de vida del mundo: Kepler, *Astronomia nova*, III, 33 [Frisch, 1863: III, 301].

fue un verdadero problema,⁴⁴⁵ ya que abría una brecha en la explicación, pues lo que antes era un sistema compacto de interacciones físicas, quedaba, después de la ruptura, como un conjunto abierto de cuerpos. Si quería construir un nuevo sistema de física de los cielos, Kepler debía lidiar con explicar la interacción física entre unos cuerpos que en apariencia no estaban sujetos entre sí por nada y encontrar la causa de su congregación y movimiento, así como dar cuenta del por qué esos cuerpos seguían una determinada ruta sin nada que los transportase.

En primer lugar, Kepler postuló la idea de una potencia o fuerza (*virtute*) motriz como algo que se relaciona con la luz. Esa fuerza que salía del cuerpo del Sol era la que arrastraba y acompañaba (*atingit et trahit*)⁴⁴⁶ a los planetas en sus revoluciones. Es de notar que el suabo no afirma que la luz misma sea lo que mueve a los planetas, sin embargo, la idea de la luz le sirve para construir un concepto de fuerza de gravedad:

¿Quién ha dicho que la luz sea material? Y sin embargo, actúa en el espacio, y sufre cambios, se refleja y refracta, y tiene cantidad, por lo que puede ser densa o escasa, y puede ser vista en la superficie, que recibe la iluminación... aplica lo mismo para la luz, como con nuestra fuerza motriz.⁴⁴⁷

El punto que destacaba Kepler era más que una metáfora, no sólo es que la luz dé una idea de cómo funciona la fuerza motriz, es también el hecho que ambas nacen del cuerpo del Sol⁴⁴⁸ y que las dos se mueven a través del espacio: “*non est, etsi hoc transiit, sed ibi quasi fuit.*”⁴⁴⁹

“la luz, que ilumina todo en la Tierra, es un fuego sin materia, del que está en el cuerpo del Sol; del mismo modo que la fuerza, que mueve a los cuerpos celestes, es un tipo de fuerza inmaterial, la cual reside en el propio Sol.”⁴⁵⁰

445 La idea de orbe cristalino era muy útil en astronomía, pues congregaba todo el cosmos en un conjunto cerrado y ordenado, y así, por ejemplo, los planetas que estaban sujetos a su orbe avanzaban por el cielo de manera uniforme, pues no podía ir a otra parte. En otras palabras los orbes cristalinos ponían cada cosa en su lugar.

446 Kepler, *Astronomia nova*, III, 34 [Frisch, 1863: III, 304].

447 “*Quiz quaeso dixerit, lucem esse materiale quippiam? Illa tamen operationes suas exercet ratione loci, et, mutuum patitur, repercutitur et refringitur et quantitates induit; adeo ut densa vel rara esse, et pro superficie haberi possit, ibi ubi ab illustrabili aliquo recipitur... lux queque, aequatque haec virtus motrix*” Kepler, *Astronomia nova*, III, 33 [Frisch, 1863: III, 303].

448 “*quamvis a corpore (ut haec a corpore Solis)*” *Ibid.* “Aunque vengan de un cuerpo (en este caso el cuerpo del Sol)”.

449 *Ibid.* “No es, aunque transita, pero fue, por así decirlo.”

450 “*lux omnia terrena illustrans species est immateriata ignis illius, qui est in corpore Solis: ita virtus haec, planetarum*

Pero la fuerza, a diferencia de la luz, tenía la curiosa propiedad de seguir actuando aunque otros cuerpos se interpusieran. Dicha fuerza debía entonces ser inmaterial y, a la vez, tender hacia la materia. En la *Astronomia Nova* podemos leer que: “aunque la virtud motriz no es material, limita [afecta] a la materia, como a los cuerpos celestes a los que mueve, y no está exenta de las leyes de la geometría, al menos en lo referente a lo material de las acciones.”⁴⁵¹ Kepler destacaba dos propiedades de la fuerza motriz, que interactúa con la materia y que, pese a su inmaterialidad, obedece leyes geométricas. Esto último hace que él entendiera a la fuerza como completamente racional, aun sin saber a ciencia cierta qué es.

Pese al intento de imponer un racionalismo en la cuestión, la fuerza motriz-gravitacional así postulada queda entre la idea de una virtud oculta que actúa a distancia y una potencia física que, sin ser ella misma material, interactúa con los cuerpos.⁴⁵² Para mediar, Kepler sumó, a su idea de la luz, la de magnetismo, como una forma de darle sustancia a su idea de gravedad. Sirviéndose de Gilbert, quien había mostrado que la Tierra era un enorme magneto, el Astrónomo Imperial postuló que la causa del movimiento de traslación era un magnetismo solar. Para poder mover los cuerpos sin tocarlos directamente, Kepler pensaba que existía una fuerza magnética en el Sol que arrastra a los planetas. Para que los planetas se movieran alrededor del Sol y no sólo fueran arrastrados hacia éste, Kepler afirmó, como antes hiciera Bruno, que el Sol al igual que la Tierra rota sobre su eje. El suabo escribió: “yo permito que el Sol rote.”⁴⁵³ Según esta idea, si la fuerza magnética-gravitacional giraba en el centro del sistema solar, el cuerpo del Sol también debía girar:

“Dado que la fuente, de donde viene la fuerza que mueve a los planetas, gira alrededor del centro del Mundo, también la cosa misma, de la cual ésta es especie, esto es el Sol, gira; mi conclusión es que esto no es un ejemplo absurdo.”⁴⁵⁴

corpa complexa et vehens, sit species immateriata ejus virtus, quae in ipso Sole residet.” Kepler, *Astronomia nova*, III, 33 [Frisch, 1863: III, 302].

451 “*quamvis virtus motrix non sit materiale quippiam, qui tamen materiale, hoc est corpori planetae vehendo, destinatur, non liberam esse a legibus geometricis, saltem ob hanc materialem actionem transvectionis.*” *Ibid.*

452 Galileo califica de absurda la teoría de la gravedad de Kepler en relación con las mareas que presuponia “cualidades ocultas y otras nociones infantiles” citado por Francisco Socas [2001: 124 n.106].

453 “*uti ego Solem volvi conjicio*” Kepler, *Astronomia nova*, III, 34 [Frisch, 1863: III, 307].

454 “*Cum itaque species fontis, seu virtus planetas movens, gyretur circa centrum mundim rem ipsam quoque, cujus est*

Una vez que Kepler aceptó que la fuente de la fuerza gira en el centro del sistema, estuvo entonces en posibilidad de hablar de ciertas “fibras” o “líneas magnéticas” que se extienden entre el Sol y los planetas. Dichos cables imaginarios no tienen más función que salvar la imposibilidad de la acción a distancia y ayudar a la imaginación a concebir la fuerza que mueve a los mundos. Así, Kepler puede armar un concepto de gravedad completo, el cual era el siguiente:

Defino la gravedad [*Gravitatem*] como una propiedad parecida a la magnética, una atracción mutua. Ahora bien, la fuerza de esta atracción es mayor entre cuerpos próximos que entre cuerpos alejados entre sí. Por consiguiente, cuando dos cuerpos están muy próximos, ofrecen gran resistencia a su separación.⁴⁵⁵

Ya en conjunto, la imagen completa del sistema que imaginó Kepler era la de un vórtice [*vortices*], parecido a una rápida corriente,⁴⁵⁶ que arrastraba a todos los planetas y las regiones del éter desde la aurora al ocaso (de oriente a poniente). Dicha imagen resume el sistema magnético-lumínico kepleriano, y lo integra en un todo físico. Pero abre de nueva cuenta problemas, pues ahora que se ha logrado concentrar a los cuerpos celestes dispersos en un sistema de vórtice, se tiene el problema contrario: explicar por qué no se congregan todos en el centro.

Kepler intentó responder a este problema mediante la postulación de una segunda fuerza que habitaba en cada planeta. Kepler afirmó que “cada cuerpo planetario tiene una naturaleza que lo inclina al reposo en todos los lugares.”⁴⁵⁷ El suabo creía que dicha fuerza estaba implicada en la materia misma y por ello la llamó inercia [*inertiam*], entendiéndola como la resistencia interna al movimiento de un cuerpo:

Y es que todo cuerpo, en razón de su materia, posee respecto al movimiento una cierta

species, Solem nempe gyrari, hoc jam dicto exemplo non absurde concludo.” Kepler, *Astronomia nova*, III, 34 [Frisch, 1863: III, 306]. En términos similares escribe Kepler en el Epítome, afirmando que el Sol rota y que ese movimiento es la causa del movimiento de los planetas. Kepler, *Epítome*, IV: “*Theoricae doctrinae primus. De partium mundanarum situ, ordine et motu, seu de systemate mundano*”, *Pars prima: De partibus mundi praecipuis* [Frisch, 1863: VI, 311]. Sin embargo, dicha teoría tenía el inconveniente de no explicar la razón de que la Luna girara en torno a la Tierra.

455 Kepler, *Somnium*, “*Notae Kepleri*”, § 66 [Socas, 2001: 125]. Cfr. Frisch, 1863: VIII, I, 47.

456 “*rapidus quidam torrens*” Kepler, *Astronomia nova*, III, 38 [Frisch, 1863: III, 314].

457 “*quod planetae corpus natura inclinatum sit ad quietem in omni loco*” Kepler, *Astronomia nova*, III, 39 [Frisch, 1863: III, 315].

inercia, que le proporciona al cuerpo reposo en cualquier lugar donde se coloque lejos de las fuerzas atractivas [*virtutes tractorias*]. Este impulso o, mejor dicho, inercia, es menester que sea superado por quien quiere mover un cuerpo de su sitio.⁴⁵⁸

Esta segunda fuerza se combinaba con la fuerza del Sol para trazar epiciclos, dicha idea parece un regreso al sistema geocéntrico lleno de epiciclos, pero a diferencia del sistema antiguo esta vez Kepler creía haber descubiertos causas físicas que justificaran hablar de epiciclos.

Pero, aún con la interacción de ambas fuerzas, no quedaba del todo demostrado cómo se mantenía un planeta en curso sin perderse. Para complementar su sistema el suabo admitió la existencia de un alma en cada planeta, cuya función era guiarlo y conservarlo en órbita.⁴⁵⁹ Tratando de escapar de las implicaciones vitalistas más extremas de conceder almas a los astros, Kepler niega que les haya dado ojos, pies o alas.⁴⁶⁰ Pese a las complicaciones, el modelo kepleriano de vórtices funcionaba como una imagen física aceptable, y aportaba un nuevo punto de partida para rehacer los cálculos de los movimientos.

Además, la nueva orientación de las investigaciones keplerianas trajo una repercusión en las antiguas concepciones de la matemática que manejaba en el *Prodromus*. Ya que una vez que se asienta la cosmología como el fundamento de los cálculos y no a la inversa, las necesidades matemáticas se transforman. La nueva física de los cielos exigía más que figuras cerradas, pues los cálculos de las trayectorias dependían de la interacción entre fuerzas que no tenían por qué seguir patrones idealizados. La idea de una órbita perfectamente circular quedó entonces descartada y el suabo tuvo entonces que aceptar que los planetas se mueven en una trayectoria de óvalo, aunque aún no sabía cual era exactamente. Admitiendo su error, Kepler escribió:

Mi primer error fue suponer que el camino que sigue el planeta es un círculo perfecto, tan

458 Kepler, *Somnium*, “*Notae Kepleri*”, § 76 [Socas, 2001: 127]. Cfr. Frisch, 1863: VIII, I, 48.

459 Kepler en el *Harmonices*, IV, VII [Frisch, 1863: V, 250-267], afirma que la Tierra posee un alma que es su principio de movimiento, además conecta la respiración de los animales con la gravedad lunar, y al sistema entero con la fuerza vital del Sol. Repite además las objeciones contra la negación extrema de la Astrología del *De Stella*. También en *Strena* deja entrever que considera las formas de los cristales como una expresión del alma del mundo. (ver *infra*.)

460 “*pedes ipsis atque alae sunt tribuendae.*” Kepler, *Astronomia nova*, III, 39 [Frisch, 1863: III, 319]. “ni pies ni alas les son atribuidos”.

dañina pérdida de tiempo, que de forma conveniente para los metafísicos se le dotó con la autoridad de todos los filósofos. Así que el camino que sigue un planeta es perfectamente excéntrico, pues la teoría del Sol es insensible a todos los que desprecian la forma oval.⁴⁶¹

De un plumazo Kepler borró dos milenios de tradición astronómica. La órbita oval transformaba las bases de los modelos astronómicos. Prácticamente todos los sistemas astronómicos existentes hasta esos momentos se basaban por entero en órbitas circulares perfectas, ya fueran excéntricas o epicíclicas. Sólo Bruno había criticado la idea de encontrar formas geométricas puras, pero sus propuestas cosmológicas se fundaban en razones lógicas y no ofrecían modelos computables. El cambio de bases implicó para Kepler una transformación completa en lo que aceptaba como matemáticas. La geometría euclidiana en que se basaba la astronomía dejó de alcanzarle entonces a sus necesidades, ésta pasó a ser un elemento necesario pero no suficiente de la astronomía. Como el suabo había anotado desde unos pasajes anteriores de la *Astronomia nova*:

“Todo lo que se dijo en este capítulo acerca de calcular la distancia del Sol y la Tierra es, así mismo, válido para Marte, en tanto uno supone que las órbitas del Planeta son círculos perfectos. Cuando esto es visto como falso, debe ser encontrado otro método para calcular.”⁴⁶²

En ese momento el Astrónomo Imperial sólo tenía la convicción (no todavía una demostración) de que las órbitas eran ovaes y que los planetas se movían con una velocidad variable que dependía de su distancia al Sol. Su hipótesis física daba una explicación aceptable de ambas cosas, pero a Kepler le hacía falta una forma de calcular la velocidad exacta o de descubrir la forma precisa de la órbita. Para encontrar una relación entre los infinitos puntos (*quae sunt tamen infinitae*) que componen una órbita y las distintas distancias al Sol, pensó en dividir la excentricidad y calcular la posición relativa de la Tierra para cada arco de grado, sabiendo que debía dar la revolución completa en 365 días y 6 horas:

Pero como este cálculo era mecánico y tedioso, y la ecuación no podía hacerse desde

461 “*Primus meus error suit, viam planetae perfectum esse circulum, tanto necetior temporis fur, quanto erat autoritate omnium philosophorum instructor; Sit ergo via planetae perfectus eccentricus: nam insensile est in theoria Solis, quantum ei ovalis forma detrahit.*”. Kepler, *Astronomia nova*, III, 40 [Frisch, 1863: III, 320].

462 “*Quae hoc capite de computandis distantiiis Solis et Terrae sunt dicta, valebunt etiam in Marte, quantisper erit esse circulos perfectos. Quo falso deprehenso, alia methodus tradetur eas computandi.*” Kepler, *Astronomia nova*, III, 29. [Frisch, 1863: III, 293].

cualquier grado aislado, separado del resto; entonces miré alrededor en busca de otros medios. Puesto que yo sabía que existen muchos puntos en la excentricidad y en consecuencia infinitas distancias, se me ocurrió que todas ellas tienen que estar presentes en el plano de la excéntrica. Entonces recordé que hace mucho, Arquímedes, buscando la proporción de la circunferencia al diámetro, dividió el círculo en un número infinito de triángulos. Ésa es la fuerza de la demostración por contradicción.⁴⁶³

Sin adentrarnos en los cálculos keplerianos, podemos ver un cambio decisivo en la orientación de su pensamiento, pues mientras en el *Prodromus* considera que una colección infinita de objetos no tiene una razón que la armonice, en la *Astronomia nova* acepta que, dentro del cosmos armónico, los patrones de los astros siguen una de entre infinitas formas constructibles por la mente y que además, para calcular sus movimientos, es necesario ampliar el universo matemático. Esto llevó a Kepler a la aceptación de la matemática de indivisibles de Arquímedes, que de forma análoga a los átomos de la materia, permiten descomponer en los mismos elementos racionales últimos toda figura geométrica por excéntrica que parezca.

Bajo estos nuevos términos le fue posible a Kepler encontrar una proporción entre la velocidad y la órbita, y con esa proporción finalmente pudo constatar que la forma verdadera de las órbitas era el ovalo que llamamos elipse:

“La conclusión es bien sencilla: la órbita del planeta no es un círculo, porque se curva en él un poco de cada lado, para después retomar la amplitud del círculo en el perigeo. Esto es lo que se llama un óvalo. La órbita no es un círculo sino una figura oval”⁴⁶⁴

El resultado de estas transformaciones fue el descubrimiento de la órbita elíptica y la ley de áreas, que muestra de forma clara que la velocidad angular variable de cada planeta sigue una ley armónica en razón de su distancia al Sol. Pese a todo, la comprobación de la hipótesis física quedaba pendiente en un aspecto, pues el Astrónomo Imperial no había conseguido mostrar qué proporción existía entre cada

463 “Atqui cum haec ratio sit mechanica et tediosa, nec posset ex ea cujuscunque gradus solitarii, ceteris sepositis, aequatio computari, circumspexi de aliis mediis. Cumque scirem, infinita esse puncta eccentrici, et distantias earum infinitas, subiit, in plano eccentrici has distantias omnes inesse. Nam memineram, sic olim et Archimedem, sum circumferentiae proportionem ad diametrum quaereret, circulum in infinita triangula dissecuisse: nam haec vis occulta est ejus demonstrationis per impossibile ducentis.” Kepler, *Astronomia nova*, III, 40 [Frisch, 1863: III, 321].

464 *Astronomia nova*, IV, 44.

planeta con los demás, de modo que todo el sistema siguiera una misma razón.

19. Conjuros para bajar la Luna

“*Carmina vel caelo possunt deducere Lunam;
carminibus Circe socios mutavit Ulixi;
frigidus in pratia cantando rumpitur anguis.*”

Virgilio, *Bucólicas*, VIII⁴⁶⁵

“En esta perspectiva invertida, la Tierra, por una ilusión que no tiene otra causa que la posición del espectador, se convierte en un cuerpo celeste incorruptible y de pureza absoluta, en tanto la Luna es en definitiva el centro absoluto del universo.”

Bruno, *De Immenso*.⁴⁶⁶

Kepler siempre tuvo una viva y activa imaginación que desplegó en sus distintas obras. Gracias a ello encontró soluciones nuevas y métodos ingeniosos para abordar los problemas astronómicos. Uno de sus métodos preferidos fue imaginar que estaba parado en otro planeta o en una estrella lejana y desde ahí intentaba calcular los movimientos de los otros astros. Imaginándose en Marte es como concluyó que la Tierra no se movía con velocidad uniforme. También se imaginó cómo se vería nuestro planeta desde la Luna y qué tipo de astronomía crearía un habitante de nuestro satélite, el cual seguramente vería moverse al Sol y se iluminaría por las noches a la luz de la Tierra, mientras creía que estaba parado en el centro fijo del universo. Estas ideas las escribió Kepler en su *Somnium*, un extraordinario libro mitad novela y mitad obra científica, donde un astrónomo viaja a la Luna acompañando al demonio de la astronomía. Kepler imaginó conjuros para ir a la Luna; mientras en Padua, Galileo con otros conjuros hacía que la Luna bajara a nosotros.

En 1610, cuatro años después de que apareciera *De Stella Nova*, y sólo unos meses luego de que se publicara la *Astronomia nova*, Galileo publicó un pequeño opúsculo de sus observaciones con el recientemente perfeccionado telescopio. Gracias a la nueva capacidad para ver más lejos y profundo, Galileo descubrió que los halos brillantes de las estrellas son una ilusión óptica que desaparece al ser

465 “Conjuros pueden atraer del cielo a la luna/ con conjuros transformó Circe a los compañeros de Ulises; / con canto se puede romper en los prados la fría serpiente.”

466 Bruno, *De Immenso*, IV, 3 [Socas, 2001: 30].

observada con el telescopio, pues “el antejo elimina los rayos postizos de las estrellas”. Además pudo realizar una nueva geografía lunar e incluso descubrió nuevos planetas⁴⁶⁷. El opúsculo galileano trajo también una serie nueva de gratas consecuencias para Kepler, entre ellas que revivió el contacto entre Galileo y él, largo tiempo interrumpido. Las noticias sobre los descubrimientos galileanos fascinaron a Kepler y también lo aterraron en un principio, pues temió y a la vez casi deseo que, cuando Galileo afirmaba que había descubierto nuevos cuerpos celestes, esto confirmara lo predicho por Bruno.

Kepler hizo la crónica de los acontecimientos en su carta (luego publicada) titulada *Dessertatio cum Nuncio Sidereo*. Ahí el suabo nos narra que las noticias sobre los descubrimientos de Galileo le llegaron el 15 de Marzo de 1610, transmitidas por Wackher en persona:

El ilustre Consejero de la Sagrada Majestad Imperial y Refrendario del Sagrado Consistorio Imperial, el señor J. Mateo Wackher de Wackhenfels, habiéndome anunciado estas cosas desde su carruaje, a la puerta de mi casa, despertó en mí tanto asombro ante la consideración de esta extrañísima revelación y tanta impresión nos causó (dado que inesperadamente se resolvía una viaje discrepancia entre nosotros) que él con alegría y yo con vergüenza y ambos presas de la risa, que apenas podíamos él hablar y yo escuchar.⁴⁶⁸

Lo que más impresionó a Wackher y a Kepler era que Galileo hubiera descubierto nuevos planetas, puesto que esto sería una confirmación de las ideas de Bruno. Pero la falta de noticias concretas hacía que cada uno interpretara esto de distintas maneras. Kepler creyó en primera instancia que los nuevos astros giraban en torno al Sol y que debía entonces adaptar sus ideas del *Prodromus* para darles cabida a los nuevos vecinos de la Tierra; pero en una segunda meditación se le ocurrió que podían ser nuevas lunas, que giraban alrededor de los planetas ya conocidos.⁴⁶⁹ En cambio, Wackher sostenía que los nuevos planetas estaban girando alrededor de alguna de las estrellas Fijas, lo que confirmaría una de las principales tesis bruneanas. Según recordaba Kepler:

⁴⁶⁷Galileo, *Sidereus nuncius* [Solís, 2007: 81].

⁴⁶⁸Galileo, *Sidereus nuncius* [Solís, 2007: 81].

⁴⁶⁹“*uti Terra unus ex planetis (Copernico) Lunam suam habeat extra ordinem sese circumcursitantem*” Kepler, *Dissertatio*, [Frisch, 1863: II, 490]. “de la misma manera que la Tierra es uno de los planetas (Copérnico), [y] tiene además a la Luna circunscribiéndolo.”

Wackher creía que sin duda que estos nuevos planetas giraban en torno a algunas de las estrellas Fijas (cosa que hacía ya mucho tiempo me había dicho basándose en las especulaciones del cardenal de Cusa y Giordano Bruno), de modo que si hasta ahora se habían ocultado ahí cuatro planetas, ¿qué nos habría de impedir creer que tras este exordio no se habrían de detectar allí a continuación muchísimos otros?⁴⁷⁰

La sensación que nos transmite Kepler ante estas posibilidades es de temor, pero también de expectación y emoción. Es de notar que el Astrónomo Imperial creía tan firmemente en sus propias tesis que estaba dispuesto a aceptar nuevos descubrimientos, a los que confiaba encontrar un lugar dentro de su esquema armónico. Según las palabras de Kepler arriba citadas, las ideas de Bruno no le eran nuevas, como tampoco las discusiones (amistosas) con Wackher sobre el tema, lo cual viene a confirmar la influencia que la filosofía nolana había tenido en su propia evolución intelectual.

Si la interpretación de Wackher se confirmaba, entonces para Kepler se abrían dos posibles caminos para considerar el cosmos:

Entonces el orden de este mundo es ser infinito, como quería Meliso y el autor de la filosofía magnética, el inglés Guil. Gilbert, o como Demócrito y Leucipo y más recientemente Bruno y Bruce, que veo como tu amigo, Galileo, y mío también, hay otros infinitos mundos (o las Tierras de Bruno), semejantes al nuestro.⁴⁷¹

Esta supuesta aclaración llama la atención precisamente por la falta de claridad de la misma. Primero el suabo marcó una disyuntiva entre considerar al Mundo infinito o que existieran infinitos mundos. La inclusión de Gilbert como defensor de la primera opción, nos abre la puerta a considerar que Kepler está pensando en esta idea como una infinita última esfera (en sentido metafórico) con sus estrellas. La segunda opción, la infinidad de Tierras semejantes a la Tierra, donde ubica la opinión de Bruno, sería propiamente la tesis de los infinitos soles y tierras, en contraste con la primera que sólo sería de infinitos soles.

470 Kepler, *Dissertatio*, [Solis, 2007: 132].

471 “*Adeoque vel mundum hunc iusum infinitum, ut Melisso et philosophiae magneticae auctori Guil. Gilberto Anglo placuit: vel ut Democrito et Leucippo et ex recentioribus Bruno et Brutio, tuo, Galilaeae, et meo amico visum, infinitos alios mundos (vel ut Brunus Terras) hujus nostri similes esse.*” Kepler, *Dissertatio*, [Frisch, 1863: II, 490].

Parece que la primera opción no le preocupaba realmente, pues él mismo ha concedido la posible existencia de una infinidad de Fijas en el *Prodromus* y en *De Stella*, si esto no implicaba perder la centralidad absoluta del Sol. La segunda idea en cambio implicaba que existían otros sistemas solares y, por ende, que el Sol no era de naturaleza diferente al resto de las estrellas. Curiosamente, aunque a Kepler le atemorizaba que el Sol perdiera su estatus especial, le tenía sin cuidado que el resto de los planetas fueran similares a la Tierra, incluso él mismo mantenía la opinión de la existencia de otras formas de vida en otros mundos, lo que de inmediato hace que esos otros mundos sean similares al nuestro.⁴⁷²

Para cerrar el análisis de la cita anterior, la expresión “*tuo, Galilaeae, et meo amico visum*” es extraña por varios motivos. Por la redacción aparentemente trata sobre Bruce, pero éste se había carteadado con Kepler, afirmando que Galileo había plagiado ciertas ideas de Kepler,⁴⁷³ lo que hace difícil suponer que Galileo lo considerara como su amigo. Pese a que Kepler podía considerar a Bruce como un amigo, la inclusión de Galileo en dicha mención nos hace sospechar que la etiqueta de “amigo” no calificaba a Bruce (o no sólo), sino a Bruno. Esto por supuesto es sólo una especulación, pero se sostiene no sólo por esa cita, sino por la constante y siempre rebuscada mención de Bruno a lo largo de la carta de Kepler.

La llegada de los ejemplares del *Sidereus Nuncius* de Galileo, vino a poner fin a los temores de Kepler, confirmando que se habían encontrado nuevas lunas alrededor de Júpiter, junto con otras muchas cosas. En un primera instancia Kepler pudo apenas hojear el ejemplar enviado a Rodolfo II, teniendo que esperar el correo enviado al embajador florentino en Praga, donde venía el ejemplar destinado a él y también una nota donde Galileo pedía la opinión del Astrónomo Imperial. El día 13 de

472 En la carta a Brengger del 30 de Noviembre de 1607 [Baumgardt, 1952: 77-78], Kepler admite que acepta de Bruno que la Luna es similar a la Tierra y que existen criaturas vivientes en las estrellas. Con ello se implica que no hay diferencia cualitativa entre la física terrestre y celeste, ni tampoco un abismo ontológico.

473 Westman, 2011: 368. Además, Westman maneja la posibilidad de que Kepler conociera las ideas de Bruno mucho antes del contacto con Wackher; en base a la correspondencia con Bruce, Westman cree que ese conocimiento puede ser retraído (al menos) hasta 1599 y, en ese sentido, la condena y ejecución de Bruno en 1600 cambiaría el ambiente de libre intercambio de opiniones sobre estos temas, haciendo que las menciones fueran más matizadas.

abril Kepler recibió su ejemplar y el 19 envió una carta de respuesta, la cual retocó un poco y la publicó,⁴⁷⁴ y es precisamente la *Dissertatio* que venimos siguiendo. La carta de Kepler comienza por resumir su relación con Galileo:

Hace ya tiempo, eximio Galileo, que permanezco en casa inactivo sin pensar más que en ti y en tus cartas. Una vez salido a la luz en la feria pasada mi libro titulado *Comentarios sobre los movimientos de Marte* conteniendo el trabajo de muchos años, [...] concedí algún descanso a mis estudios, considerando que entre otros también tú, Galileo, el más capaz de todos, discutirías conmigo por cartas las novedades publicadas sobre astronomía o física celeste, reanudando así una correspondencia interrumpida hace doce años.⁴⁷⁵

Fiel a su estilo,⁴⁷⁶ Kepler prodigaba alabanzas al tiempo que no deja de señalar, en tono de cierta burla, la descortesía de Galileo, quien dejó sin respuesta las cartas de Kepler por más de una década. El suabo no dejó pasar la oportunidad de resaltar que Galileo no comentó nada sobre ninguna de sus obras anteriores, pese a eso, el Astrónomo Imperial se apresuró a respaldar todas las observaciones de Galileo así como sus interpretaciones de los datos.⁴⁷⁷ El respaldo fue abierto e incondicionado, lo cual no deja de ser algo notable en el mundo dividido de la Contrarreforma.⁴⁷⁸ Como escribió Kepler en otra de sus obras: “Son muchos también los que preguntan si los astrónomos acabamos de bajar del cielo. A estos les ha respondido mejor para sus entendederas el *Mensajero de las estrellas* de Galileo.”⁴⁷⁹ Además del apoyo, Kepler aprovechó la ocasión para especular un poco sobre la aparición de posibles nuevas lunas entorno al resto de los planetas, como exige la proporcionalidad (*ut mihi proportio videtur*

474 En la carta dedicatoria a Julio de Medici, embajador de Florencia en Praga, Kepler afirma: “Recibid pues, Ilustrísimo señor, la carta publicada a partir de la privada propia de Galileo.” Kepler, *Dissertatio*, [Solís, 2007: 124].

475 Kepler, *Dissertatio*, [Solís, 2007: 129].

476 Sobre su estilo satírico, Kepler abunda un poco más en su *Somnium*, ahí escribe: “Y admito en buena hora hacer bromas, por supuesto, con la mente preparada para un raciocinio de índole física, aunque de soslayo con mis dardos satíricos apunto en derredor hacia los confiados espectadores.” “*Notae Kepleri*”, § 56 [Socas, 2001: 119-120].

477 “*Temerarius forte videri possim, qui tuis assertionibus nulla propria experientia suffultus tam facile credam. At qui non credam mathematico doctissimo, cujus vel stilus iudicii rectitudinem arguit,*” Kepler, *Dissertatio*, [Frisch, 1863: II, 490]. “Se puede ver temerario, que tan fácil crea y apoye tus aseveraciones sin ninguna experiencia propia, pero por qué no creer a un doctísimo matemático, cuyo estilo demuestra su correcto juicio.”

478 Aunque como bien señala Biagioli es el embajador de los Medici y el emperador Rodolfo quienes presionan a Kepler para dar su opinión [Biagioli, 2008: 131], fue el suabo quién le dio el tono a su escrito.

479 Kepler, *Somnium*, “*Notae Kepleri*”, § 41 [Socas, 2001: 112]. El sentido de la frase “ si los astrónomos acabamos de bajar del cielo” [*dudumne ex coelo delapsi simus astronomi?*] es que si los astrónomos han visto con sus ojos de lo que hablan, o si han caído [*delapsi*] del cielo, como si se creyeran más que humanos. Esta frase está cargada del humor sarcástico de Kepler.

requirere).⁴⁸⁰

El *Dissertatio* traza un recorrido muy claro, comienza por tratar sobre el telescopio, sus efectos y la teoría óptica que explica su funcionamiento; para ello, Kepler se apoyaba en sus propias investigaciones que había publicado en 1604 bajo el título de *Ad Vitellionem paralipomena, quibus astronomiae pars optica traditus*, tratado que usó con abundancia en el *Dissertatio*. Sigue después con el tema principal que es la geografía lunar, que comprobaba que el cuerpo del astro estaba lleno de accidentes. Finalmente, se consideran los nuevos satélites encontrados en Júpiter y las estrellas no vistas antes. Como Kepler carecía de un telescopio propio, cosa que no dejó de señalar en toda su carta, con la esperanza de que Galileo le enviara uno, la discusión se basa en razonamientos y es casi por completo teórica. Pese a esa carencia, las reflexiones de Kepler eran perfectamente válidas pues se apoyaban en su vasta experiencia como astrónomo y en los datos de Galileo, en los cuales tenía mucha fe. El Astrónomo Imperial consideraba que las ideas de Galileo sobre la existencia de montañas, valles y mares en la Luna eran posibles y razonables.

En el *Dissertatio*, Kepler también admitió como ciertas las ideas de Galileo sobre los halos de las estrellas, así el alemán escribió: “El anteojito no quita en la Tierra nada que las estrellas tengan en el cielo, sino que elimina de la retina toda la luz que sobra.”⁴⁸¹ Con dicha admisión, Kepler también aceptaba la idea de Bruno, sobre la distinción entre tierras y soles:

Otra gratísima observación tuya es la de las formas radiantes de las Fijas, distintas de las formas circulares de los planetas. Qué otra cosa se desprende de ello, Galileo, sino que las Fijas emiten sus luces desde dentro, mientras que los opacos planetas se iluminan desde fuera; esto es, para decirlo con palabras de Bruno [*h. e. ut Bruni verbis utar*], que aquellas son Soles y éstos son Lunas o Tierras.⁴⁸²

La admisión de esta distinción hace explícito lo que sólo había dejado implícito en la *Stella*, sobre

480 Kepler, *Dissertatio*, [Frisch, 1863: II, 491].

481 Kepler, *Dissertatio*, [Solís, 2007: 169].

482 Kepler, *Dissertatio*, [Solís, 2007: 170]. “*Quid aliud inde, Galilaeae, coUigemus, quam fixàs lumina sua ab intus emittere, planetas opacos extrinsecus pingi, hoc est, ut Bruni verbis utar, illas esse Soles, hos Lunas seu Tellures?*” [Favaro, 1890-1909: III, i, 118].

la naturaleza del Sol y su parentesco con el resto de las estrellas. Además, Kepler retomó las ideas cosmológicas del Nolano para explicar la mutua dependencia de los planetas y los soles, interpretándolos como los fuegos y las aguas, unidos por una ley natural:

“pues las Fijas serían de naturaleza ígnea y solar, mientras que los planetas serían de naturaleza acuosa y, por una ley de la naturaleza, estas diversas se combinarían, no pudiendo carecer ni el Sol de los planetas, ni el fuego de su agua, ni viceversa.”⁴⁸³

Pese a reconocer la racionalidad del argumento bruneano, Kepler creía descubrir una objeción importante al comprobar que los nuevos planetas de Galileo son lunas y no nuevas tierras que giran alrededor de soles. Con ello se encuentra que objetos acuosos giran en torno a otros del mismo tipo, aparentemente sin ningún tipo de razón dialéctica; aunque esto también abría dificultades dentro de la teoría física de Kepler que explicaba los movimientos celestes por la fuerza emanada del Sol.⁴⁸⁴

Kepler también aprovechó el momento para reiterar que su argumento sobre la distribución de las estrellas estaba reforzado con las observaciones de Galileo, pues al encontrar tantas nuevas estrellas, se hacía para él más evidente que el Sol ocupaba un lugar aislado del resto, o como escribió: “que este lugar donde moramos los hombres con nuestro Sol es la cavidad principal del universo.”⁴⁸⁵ Kepler, en lugar de conceder que dicho descubrimiento podía confirmar las ideas de Bruno sobre un universo infinito, creyó que mostraban más bien que nuestro Sol era de una naturaleza distinta del resto de las estrellas. Kepler resumió estas ideas en un argumento, conocido hoy como paradoja de Orbs. El suabo se preguntó por qué las noches son oscuras, pues si existían tantos soles (o infinitos soles) las noches

483 Bruno, *De Immenso*, I citado por Kepler, *Dissertatio*, [Solís, 2007: 176]. La expresión “estas diversas cosas se combinan” llamó la atención de Granada, quien la traduce del original en latín: “*et fieri lege Naturae inviolabili, ut diversa ista combinentur*” como “*By an indefeasible law of nature these opposites combine.*” [Granada, 2008: 481]. El giro de leer *diversa* como ‘opuestos’ es válido y ayuda a precisar el sentido de la ley natural de que habla Kepler, de una vaga referencia hacia combinar cosas diferentes, a entender que no son cualquier tipo de objetos diversos, sino sólo aquellos que son opuestos.

484 El problema lo arrastra Kepler desde la *Astronomia nova*, pero se agrava con los descubrimientos de Galileo. En el *Epitome* Kepler trata de armar una explicación con una influencia combinada de la Tierra y el Sol, pero sin lograrlo de forma satisfactoria. Kepler, *Epitome*, IV: “*Theoricae doctrinae primus. De partium mundanarum situ, ordine et motu, seu de systemate mundano*” [Frisch, 1863: VI, 310]. Kepler tiene en cuenta las propiedades magnéticas de los planetas como una explicación de la gravedad, sin embargo, cuando expone una cosmología general, centra su atención en la peculiaridad ontológica del Sol.

485 Kepler, *Dissertatio*, [Solís, 2007: 170].

deberían ser luminosas:

Si tomásemos sólo mil de las Fijas, no siendo ninguna de ellas mayores de un minuto (si bien en los registros la mayoría son mayores), y si las juntamos todas en una superficie redonda, igualarían y aun superarían el diámetro del Sol. ¿Cuánto más habría de superar en tamaño visible a la imagen del orbe solar diez mil pequeños discos de estrellas reunidos en uno? Si esto es cierto, y si dichos soles son del mismo tipo que nuestro Sol, ¿por qué todos estos soles no superan en resplandor a este Sol nuestro?⁴⁸⁶

El argumento no es menor, pues pone en tela de duda la naturaleza de las estrellas, y sugiere una distancia entre la naturaleza de ellas y de nuestro Sol, o como dijo Kepler “queda bastante claro que el cuerpo de nuestro Sol es inestimablemente más luminoso que todas las Fijas, y en consecuencia este mundo nuestro no forma parte de una promiscua grey de infinitos otros.”⁴⁸⁷ Kepler mostró que la paradoja no se resuelve apelando a la distancia (al menos la que se postulaba entonces) y ni siquiera la existencia de un éter opaco podía explicar del todo por qué la noche es oscura.⁴⁸⁸

Sin embargo, el argumento no logró captar la posibilidad de un universo de distancias gigantescas y donde la generación y muerte de las estrellas fuera un factor determinante. Es por ello que Kepler imaginó que la única posibilidad a su paradoja era que nuestro Sol era más grande y brillante que el resto de las Fijas, cuya naturaleza última se negó, de nueva cuenta, a discutir el Astrónomo Imperial.⁴⁸⁹ Curiosamente un punto que ni Galileo ni Kepler mencionan en sus escritos era que el telescopio demostraba que el universo era más grande de lo jamás imaginado por Kepler. Desafortunadamente para los copernicanos, el telescopio no logró encontrar una paralaje estelar, que era la prueba faltante para demostrar el movimiento terrestre. Esto significaba o que la Tierra no se movía o que las estrellas estaban todavía más lejos de lo que se creía. Dado que el telescopio aportaba muchas pruebas indirectas en favor de la cosmología pitagórica y en contra de la aristotélica, la última opción era la tenía que

486 Kepler, *Dissertatio*, [Solís, 2007: 169].

487 Kepler, *Dissertatio*, [Solís, 2007: 1672].

488 *Ibid.* La cuestión sigue siendo discutida hasta hoy. Edmund Halley, en una pequeña presentación abordó el tema “*Of the Infinity of the Sphere of Fix'd Stars*” [<http://www.jstor.org/stable/103379?seq=3>] proponiendo que la luz se debilita en razón mayor al cuadrado de la distancia, como una posible solución a la paradoja.

489 Kepler, *Dissertatio*, [Solís, 2007: 174].

ganar.

Es evidente que los argumentos de Kepler están incompletos, cosa que no es extraña si consideramos que los escribió a vuelo de pluma. El problema de la dialéctica entre aguas y tierras y su supuesta refutación por las lunas, él mismo lo subsanó posteriormente con la teoría magnética de Gilbert, que explicaba la razón de que las lunas giraran alrededor de las tierras, y como ambas giraban alrededor de los soles, esto mostraba que la dependencia hacia el sol era mayor que su interacción mutua. Además, el descubrimiento de nuevas estrellas no dejó de ser también una confirmación de las tesis de Bruno, confirmación que Kepler sólo podía refutar si insistía en la diferencia, cada vez más difícil de mantener, entre la naturaleza del Sol y las estrellas. El telescopio vino a mostrar que si el universo se regía por una cosmología heliocéntrica, era por una muy cercana a la interpretación del Nolano.

El problema de las lunas como ejemplo de una falla en la lógica del Nolano, junto con la paradoja de Kepler, puede hacer pensar que las intenciones del suabo eran distanciarse por completo de Bruno y que sólo lo citó para refutarlo. Pese a encontrar varias expresiones que apoyan esto último,⁴⁹⁰ Kepler también resaltó la deuda que Galileo, y evidentemente él mismo, tenía con la filosofía nolana. En el *Dissertatio* podemos leer:

“que hace tantos años [Bruno] no sólo había introducido conjeturalmente sino que incluso habría establecido duramente con demostraciones aquello que muy recientemente habría visto Galileo con sus ojos”⁴⁹¹

La observación anterior, en su apariencia benigna y no demasiado explícita, era una fuerte llamada de atención en el ambiente de fineza, rodeos e insinuaciones de los ambientes cortesanos del Barroco. Kepler hacía énfasis en el antecedente y guía que la filosofía de Bruno prestó a las investigaciones de Galileo. Esto equivale a otorgarle un reconocimiento de parte del suabo, pues

490 Califica la filosofía Nolana de “*horridae*”, además en tono de chanza habla de quedar encadenado y en prisión en las innumerabilidades [*innumerabilitates parata vincula et carcer*] o de quedar exiliado en el infinito [*exilium in illo infinito*]. Kepler, *Dissertatio*, [Frisch, 1863: II, 501].

491 Kepler, *Dissertatio*, [Solís, 2007: 169].

reconoce que los avances que alababa en Galileo estaban cimentados en el pensamiento de Bruno. Es por demás decir, que si en el ambiente heterodoxo de la corte de Rodolfo II en Praga era poco frecuente declarar públicamente simpatías bruneanas,⁴⁹² en la Italia católica esto no se daba, así que no existe respuesta de Galileo al respecto de ese punto particular.

La *Dissertatio* concluye con una breve exposición de la teoría sobre los cinco sólidos regulares y la defensa de que éstos explican la distribución del universo copernicano; además de una extensa alabanza al Sol como “trono regio”⁴⁹³ de Dios, como la que antes había hecho Copérnico y Rheticus. A pesar de que el suabo admitía que los sólidos no calzan del todo bien con las órbitas, confiaba que posteriores descubrimientos, como nuevas lunas, podrían subsanar los problemas vistos.

Como hemos visto, el problema de la homogeneidad del universo obsesionaba a Kepler y, pese a sus esfuerzos, seguía sin poderlo desterrar definitivamente de la astronomía. Años después de que escribiera el *Dissertatio*, Kepler ensayó un nuevo argumento en contra de la homogeneidad en su *Epitome Astronomiae Copernicae* (1618-1621), el cual fue escrito en forma de diálogo y publicado en varias entregas. En el libro primero del *Epitome*, Kepler aborda de nueva cuenta las principales tesis cosmológicas de Bruno “y otros antiguos”⁴⁹⁴ sobre la infinitud del cielo. Pero a diferencia de lo presentado en la *Dissertatio*, en el *Epitome* por fin se acepta que el Sol sea una más de las innumerables estrellas y “si nos parece más grande y más brillante, es porque está más cerca que las Fijas.”⁴⁹⁵ El resultado de ello sería que el sistema solar en nada se diferenciaría del resto del universo, excepto en que, de nueva cuenta, Kepler insistía que estaba ubicado justo en el centro absoluto del cosmos. En un último intento por defender su centro absoluto, Kepler ensayó un nuevo argumento para negar la homogeneidad del cosmos.

El argumento en sí es sumamente extraño la primera vez que se escucha, así que se necesita

492 Aún con los márgenes de libertad que gozó Kepler, la censura teológica estuvo cerca en varias ocasiones, como con su libro *De Stella* [Baumgardt, 1952: 79]; por no hablar de las guerras de religión que fueron la tónica de la vida del suabo.

493 Kepler, *Dissertatio*, [Solís, 2007: 169].

494 “*et veterum aliqui*” Kepler, *Epitome*, I: “*Principiorum doctrinae sphaericae*”, *Pars secunda: de figura coeli* [Frisch, 1863: VI, 136].

495 “*nec Sol hic noster aliud erit, quam una ex fixis, nobis major et clarior visa, quia propior quam fixae;*” *Ibid.*

paciencia para poder entenderlo. Kepler afirmó que si el universo fuera homogéneo, deberíamos poder ver a doce estrellas “enormes”⁴⁹⁶ en comparación con el resto. Estas estrellas deberían estar colocadas en un patrón en el cielo y tener distancias proporcionales unas de otras. Como evidentemente esto no ocurre, Kepler concluyó que el universo no es homogéneo. El argumento así, sin una justificación que lo respalde, parece arbitrario. Pero en realidad, detrás de esto, existe una muy interesante cuestión cosmológica y atómica. Si uno se pregunta por qué precisamente doce estrellas, la respuesta es para formar los ángulos de un icosaedro. Lo que Kepler estaba pensando era que los sistemas planetarios eran como burbujas que se agrupaban unas junto a otras, y al estar en el espacio debían de agruparse de una manera determinada por el axioma de la simplicidad y eficiencia de la naturaleza. Y la manera más eficiente posible de empacar esferas es apilándolas en un patrón de icosaedros.

El argumento está pensado por entero para refutar la homogeneidad, pues en cuanto al problema del infinito, el Kepler mismo admite que los astrónomos no pueden pronunciarse.⁴⁹⁷ Ahora bien, el curioso argumento del empacado en icosaedro tiene su origen en la idea de los sólidos platónicos, pues Kepler está jugando de manera obvia con una compresión de malla poliédrica. El origen de este peculiar problema se remonta a 1606, un año después del *Dissertatio*. Fue entonces cuando al preguntarse por las formas geométricas que aparecen en la naturaleza, en especial por la forma de los copos de nieve, Kepler escribió el pequeño tratado *Strena seu de nive sexangula* (Regalo o sobre la nieve de seis ángulos). Aunque publicado en 1611, el escrito es de la misma época que la publicación de la *Astronomia Nova*. El título *Strena* es “aguinaldo” o regalo navideño, y se tituló así porque fue un regalo de navidad para su benefactor y amigo, Matthäus Wackher, el mismo que le llevó a Kepler las primeras noticias de las observaciones de Galileo. Wackher fue muy aficionado al poema *Nihil* de Jean Passerat de Troyes (1534-1602), además de ser seguidor de la filosofía de Bruno sobre la pluralidad de

496 “*tunc apparerent nobis paucae aliquae fixae ingentes*” Kepler, *Epitome*, I: “*Principiorum doctrinae sphaericae*”, *Pars secunda: de figura coeli* [Frisch, 1863: VI, 137].

497 “*Num igitur regio fixarum sursum est infinita? Hic astronomia nihil pronunciat, in tanta enim altitudine sensu destituitur oculorum. Hoc solum docet astronomia.*” Kepler, *Epitome*, I: “*Principiorum doctrinae sphaericae*”, *Pars secunda: de figura coeli* [Frisch, 1863: VI, 138].

mundos que flotan en el vacío, infinidad del cosmos y atomización de la materia. Con todo eso en mente, Kepler le compuso el *Strena*.

Jugando con todas las ideas anteriores, Kepler compuso la dedicatoria de su obra a Wackher. Ahí escribió:

Sabes tú apreciar las pequeñas cosas que son casi nada, por esto me resulta en verdad fácil llegar a comprender que tanto más grato te resultará aceptar un regalo, cuanto más se asemeje a la Nada. [...] Quizá estés ya pensando en alguno de los átomos de los que trató el filósofo Epicuro: lo que en verdad equivale casi a la Nada.⁴⁹⁸

A pesar de que Kepler afirmó que su escrito no trataba sobre atomismo, su enumeración de temas *insignificantes* lo desmiente. Kepler se refirió al *Contador de arena* de “nuestro admirado Arquímedes”⁴⁹⁹ y también a los átomos triangulares que Platón nombra en el *Timeo* como causa de las características del fuego. Sobre éstos últimos escribió:

“Así que las fantasmales pirámides, que yo nunca he podido ver, se las dejo a Platón, para que a su propio arbitrio, haga y diga cómo se origina el fuego.”⁵⁰⁰

Según narra el mismo Kepler, la idea de escribir sobre los copos de nieve surgió cuando, por casualidad, salió de casa durante un invierno y mientras meditaba sobre qué podía ofrecer como regalo a Wackher, notó que todos los copos de nieve tenían seis ángulos:

Dándole vueltas en mi cabeza a todas estas ideas, un tanto preocupado mientras atravesaba el puente, angustiado y avergonzado por mi falta de atención hacia tu persona... pero dándole vueltas en mi cabeza sobre qué cosa estaría más cerca de la Nada, se me iluminó la mente cuando me sucedió esta oportunidad: que fue entre los vapores de las neblinas que recibían la fuerza y choque del frío, formaron copos de nieve con pequeños flecos que por aquí y por allá iban cayendo y poñándose sobre mis ropas de vestir y todos eran sexángulos.⁵⁰¹

Así surgió el *Strena* de Kepler, donde, además de la geometría de la nieve, se ocupó de los

498 Kepler, *Strena*, [González Sánchez, 2010: 77].

499 Kepler, *Strena*, [González Sánchez, 2010: 78].

500 Kepler, *Strena*, [González Sánchez, 2010: 79]. Los átomos de los cuatro elementos están formados por caras triangulares para Platón, isósceles y escalenos, y se reúnen para formar pirámides. Cfr. Platón, *Timeo*, 53c. y ss..

501 Kepler, *Strena*, [González Sánchez, 2010: 81].

panales de abejas, los cristales de mineral y los granos de la granada. En cada figura, Kepler encontró patrones poliédricos. La existencia de estos patrones era prueba para Kepler de la existencia de una armonía de la naturaleza:

“este hecho tiene que obedecer a una causa determinada y concreta. Porque si todo esto es fruto de la casualidad ¿por qué razón no caen también copos y estrellitas de nieve quincungulares o septangulares, sino que siempre son sexángulos... ?”⁵⁰²

Dicho orden hablaba para Kepler de un “sujeto agente”⁵⁰³ que ordenaba las relaciones. El Astrónomo Imperial hablaba de “una facultad creadora [*facultas formatrix*] de formas en el cuerpo de la Tierra,”⁵⁰⁴ la cual reside en el cuerpo del planeta y que explica la forma sexangular de la nieve y del resto de los objetos, aparentemente inanimados, con formas geométricos.⁵⁰⁵ Dicha facultad era en última instancia la *anima mundi*, de la cual surgía además el movimiento de rotación y, por ende, la gravedad que une la Tierra con la Luna. Este proceso lleva la imagen mecánica del sistema de vórtices, que Kepler había proclamado en la *Astronomia Nova*, hacia campos más cercanos a la magia natural renacentista; pues integra en un sólo sistema aspectos físicos y anímicos dentro de la misma explicación y se puede considerar, en última instancia, como un ejemplo del tipo de astrología que Kepler consideraba posible.

Kepler comprendía esta *facultas formatrix* como el principio de ordenación de elementos inertes o vivos siguiendo patrones geométricos. El astrónomo alemán señaló que la gota de agua es esférica, pero que al cristalizarse se convierte en una estrella sexangular de forma espontánea. La forma del grano de granada le da a Kepler una valiosa idea de cómo ocurre dicha transformación, la compresión a la que está sujeto cada grano provoca el cambio de la forma esférica a la romboidal. Esto ocurre porque cada grano al crecer busca maximizar el espacio disponible y por ello termina chocando contra sus hermanos. Kepler estudió los procesos de compresión de esferas e intentó calcular matemáticamente

502 Kepler, *Strena*, [González Sánchez, 2010: 84].

503 *Ibid.*

504 Kepler, *Strena*, [González Sánchez, 2010: 111]. Cfr. Frisch, 1888: VII, 726.

505 Kepler, *Strena*, [González Sánchez, 2010: 114].

cuál era el patrón de apilamiento más eficiente. El resultado, conocido modernamente como “Conjetura de Kepler”⁵⁰⁶, concluyó que la distribución más eficiente de sólidos esféricos para ocupar el mayor volumen posible era un apilado en icosaedro.⁵⁰⁷

En la cuestión de los apilados se esconde un problema fundamental del atomismo. Bruno ya había señalado que los átomos no tienen partes, pero de alguna forma deben conectarse unos con otros, por ello introdujo el concepto de *termini*. Ahora, al ser circulares, Bruno ensayó las distribuciones de contacto entre los átomos (*De triplici*, II, xiii). El Nolano propuso distribuciones en cuadrado y en triángulo, para ilustrar cómo se forman las mallas de átomos. Pero olvidó un punto fundamental, señalado por Kepler en el *Prodromus*: que las formas materiales están en tres dimensiones; pues el círculo “no existe si no es en el plano, esto es, salvo que una superficie esférica o un globo sean cortados por un plano, no existirá ningún círculo.”⁵⁰⁸ Así, el problema de empaçado de Kepler es en realidad una cuestión de unión entre esferas, que esconde un modelo de ordenamiento macro y microcósmico.

En el *Strena*, Kepler fue categórico sobre el problema de empaçado:

En todo el Universo los globos iguales se ordenan entre sí de dos modos posibles en su receptáculo, así como también tienen dos modos de ordenarse en cualquier otro plano. Porque si reúnes globos errantes en un mismo plano horizontal y los encierras en un lugar más estrecho, de modo que se toquen unos a otros, o tienden a ordenarse de forma triangular o bien cuadrangular.⁵⁰⁹

Dichas distribuciones son las mismas señaladas por Bruno, en la forma cuadrangular cada esfera está rodeada de otras cuatro, en la triangular en cambio está rodeada por seis. En caso de compresión,

506 Sobre el problema puede consultarse: George G Szpiro, *Kepler's conjecture* (2003), Thomas C. Hales y Ferguson, Samuel P., *The Kepler Conjecture: The Hales-Ferguson Proof*, (2011). Y sobre un intento antiguo de demostración: Karl F. Gauss, "*Untersuchungen über die Eigenschaften der positiven ternären quadratischen Formen von Ludwig August Seber*" (1831). El problema está demostrado finalmente, teniendo razón Kepler, por lo que sería más correcto hablar del Teorema de Empacado de Kepler; la demostración es casi por fuerza bruta de computadora, por lo que no es precisamente elegante ni vale la pena reseñar como se logró.

507 Hay un antecedente muy importante al respecto que es la correspondencia de Kepler con Thomas Harriot de 1606 sobre apilados de balas de cañón [Westman, 2011: 414-415], Harriot usó el problema para el desarrollo de su propia teoría atómica [Schemmel, 2008 :22].

508 Kepler, *Prodromus*, II [Rada, 1994: 93].

509 Kepler, *Strena*, [González Sánchez, 2010: 91].

una formaría una cuadrado y otra un hexágono. Kepler señaló que no trata la forma del quincuángulo pues “no puede retener la igualdad”⁵¹⁰ (continuar el patrón), mientras que el sexángulo es una forma duplicada del triángulo. Con esas bases, Kepler fue mucho más allá de lo planteado por Bruno, pues transformó el problema a tres dimensiones. Tanto el empaqueo de cuadrado como el de triángulo pueden ordenarse de dos maneras diferentes en tres dimensiones. En la forma cuadrada puedes colocar una única esfera sobre la capa anterior y de esa forma cada esfera estaría rodeada por cuatro en su propio plano y dos más, una en el inferior y otra en el superior:

Cada uno de los globos es tocado por cuatro que le están rodeando dentro del mismo plano, por uno que está sobre él y otro que está debajo, y así en total por otros seis y éste será un orden cúbico, y en caso de sufrir fuerte compresión, se convertirán en cubos; pero nunca se dará una adaptación perfecta.⁵¹¹

Un modelo alternativo del patrón cuadrado es colocar cuatro esferas sobre cada hueco dejado por la capa base. En este caso, una esfera estará rodeada de cuatro en el mismo plano y otras ocho: cuatro en el superior y cuatro en el inferior, “y así será tocada por doce de ellos, y así por compresión dará una forma rómbica.”⁵¹²

El problema es análogo para la ordenación triangular, se puede simplemente hacer que cada capa sea idéntica a la inferior. En ese caso las esferas estarán rodeadas por seis compañeras en su plano, más una en el nivel superior y otra en el inferior. En total serán ocho y la compresión daría como resultado una columna de seis lados con caras planas hexagonales en los extremos. La otra opción es colocar tres esferas en el plano superior e inferior. El resultado es que una esfera estará rodeada por seis más en su plano y otras seis (3+3) de los niveles inferiores y superiores. La figura que daría por resultado tendría una forma de lápiz, pues la compresión haría la columna de lados una estría de seis caras, rematadas en pirámides triangulares en los extremos. Este modelo de doce caras coincide con el anterior de la ordenación cuadrangular:

⁵¹⁰ *Ibid.*

⁵¹¹ Kepler, *Strena*, [González Sánchez, 2010: 92].

⁵¹² *Ibid.*

Y de nuevo vuelve un globo a ser tocado, como anteriormente, por los doce restantes, a saber: seis que lo rodean en el mismo plano, tres arriba y tres por debajo. Así en una sólida cohabitación muy estrecha, no puede darse un orden triangular, sino uno cuadrangular y viceversa.⁵¹³

En esa ordenación, donde cada esfera está encerrada por una capa de doce, era para Kepler la ordenación más eficiente de esferas posible. Es por ello que, en caso de que los sínodos planetarios o sistemas solares se comporten como esferas tratando de maximizar el espacio, cada esfera (por ejemplo el sistema solar) debería de tener doce compañeros a su alrededor. Así Kepler llegó a la conclusión del *Epitome*, que nuestro sistema solar debía de tener doce compañeros alrededor, en el caso de un universo homogéneo y perfectamente comprimido. Esta última idea, Kepler no la expresa en el *Epitome*, pero se presupone de todo su argumento.

19. Midiendo menos que sombras

“Nemo huc geometriae expers ingrediatur, es decir, que no entrase quien no fuese bueno en geometría.”

Luca Pacioli (aludiendo a Platón).⁵¹⁴

Pese a todos sus esfuerzos, Kepler no pudo argumentar de forma contundente a favor de su universo con centralidad absoluta. Es de remarcar que en cada nuevo esfuerzo por argumentar contra un universo homogéneo, el suabo aceptaba más y más aspectos de la cosmología del Nolano. A la par que vemos estos cambios, podemos observar otro aún más dramático, la transformación que sus ideas sobre las matemáticas sufrieron desde su juventud hasta sus últimas obras. En el *Mysterium*, Kepler defendía principalmente la idea de que sólo existía racionalidad en el segmento de línea recta y en el círculo, en otras palabras, defendía una geometría euclidiana de regla y compás. Pero su hipótesis maestra, que el Sol era el centro auténtico del universo y que el movimiento y velocidad de los planetas estaban en directa relación con él, simplemente no arrojaba resultados con la geometría que utilizaba. Pese a ello, Kepler seguía convencido de que el universo era intrínsecamente armónico. Eso significaba que las

⁵¹³ Kepler, *Strena*, [González Sánchez, 2010: 93].

⁵¹⁴ Luca Pacioli, *De Divina Proportione* [Calatrava, 1991: 37].

formas físicas obedecían patrones geométricos. La solución para hacer compatibles ambas cuestiones fue ampliar los límites de la geometría que utilizaba. Esto significó adentrarse en el estudio de Arquímedes y en el método de indivisibles y en la búsqueda de uno de los secretos matemáticos más anhelados de la modernidad: el llamado método de descubrimiento (*inventio*).⁵¹⁵

La búsqueda por una vía que permitiera acceder a los descubrimientos de nuevos descubrimientos matemáticos fue una constante en las especulaciones y teorías de los matemáticos renacentistas. En su aspecto geométrico, esta vía de descubrimientos estuvo ligada a la búsqueda por la cuadratura del círculo. Este fue uno de los problemas más importantes desde la Antigüedad, pues la evidencia arqueológica data las primeras aproximaciones alrededor de 1700 a. C.⁵¹⁶ Curiosamente uno de los trabajos más significativos del Renacimiento sobre este tema no provino directamente del ámbito matemático, sino de la especulación teológica. El cardenal de Cusa escribió dos pequeños tratados sobre la cuadratura del círculo, que, a pesar de sus deficiencias, postulaban una serie de interesantes ideas para resolver problemas de curvas.

Antes de adentrarnos en el trabajo de Cusa, vale la pena hacer algunas acotaciones. La cuadratura del círculo es uno de los tres problemas clásicos de la geometría griega, junto con la duplicación del cubo y la trisección del ángulo. Modernamente sabemos que ninguno de estos tres problemas es imposible de resolver con una geometría limitada a regla y compás, como la que exigían las normas euclidianas. Esa limitante se atribuye a Platón, aunque no esté enunciada textualmente en su obra.⁵¹⁷ Sin embargo, la geometría de regla y compás fue la norma en los dos milenios anteriores a la creación de la geometría analítica y luego del cálculo, si bien con notables excepciones. Así, hasta el Renacimiento al menos, toda demostración geométrica debía seguir el modelo sintético de Euclides y

515 “Cuando en el Renacimiento y siglos siguientes tiene lugar la recuperación, reconstrucción y divulgación del legado clásico griego y en particular se difunde un entusiasta interés por las obras de Arquímedes, todos los estudiosos, impresionados por los trabajos de Arquímedes [se preguntan] ¿cómo había alcanzado Arquímedes sus impresionantes resultados... que luego demostraba rigurosamente...?” González Urbeja, 1992: 34.

516 Según el papiro del Rhind, que da una aproximación de π de 256/81. Hobson, 1913: 13.

517 El único pasaje está en Filebo 51c. Donde habla del compás, regla, torno, plomada y cordel, y alaba a las formas circulares y las líneas rectas.

ser posible de construir con dichos instrumentos. Pese a todo el avance de la geometría griega, ninguno de los tres problemas fue posible de resolver o de demostrar que fuera imposible. Por el contrario, hubo notables aproximaciones como la de Arquímedes que hacían plausible encontrar eventualmente una solución.⁵¹⁸

En este contexto surgió el tratado *De circuli quadratura* (1450), donde Cusa ofrece un intento matemático de cuadrar la tan esquivada figura regular. Según Nicolás de Cusa, para que pueda existir una cuadratura, necesariamente la circunferencia debe ser igual al perímetro de un polígono. Pues todo cuadrado puede ser convertido en un rectángulo y para cada rectángulo se pueden construir polígonos iguales en superficie. En otras palabras, cuadrar y poligonizar es lo mismo. La equivalencia entre ambas cosas es relativamente sencilla, pues se basa por entero en demostraciones de Euclides; en cambio, el primer paso, encontrar un rectángulo o un polígono regular igual en área a un círculo, concentra el verdadero problema.

En el *De circuli quadratura*, el primer axioma que justifica toda la cuadratura de Cusa es que: “donde se puede dar un mayor y otro menor, también se puede dar un igual.”⁵¹⁹ Dicha proposición es equivalente al teorema del valor medio moderno; esto es, a afirmar que siempre existe un valor intermedio entre dos cantidades. En otras palabras, Cusa cree poder deducir de la construcción de un polígono mayor a una circunferencia y de otro menor a ella, la posibilidad de encontrar uno idéntico. El razonamiento proviene tanto de los trabajos de Arquímedes como de las técnicas de cuadratura griega, que mostraban cómo construir polígonos mayores y menores al área del círculo.

Este modo de construcción, de polígonos inscritos y circunscritos como método para llegar a una eventual cuadratura del círculo, es tan antiguo como la matemática griega. Brisón, un matemático

518 La duplicación del cubo y la trisección del ángulo fueron demostradas como imposibles en 1837 por Pierre Wantzel. La demostración de la imposibilidad de la cuadratura debió esperar un poco más, pues fue hasta 1882 que Carl Louis von Lindemann mostró que el número π es un número imposible de construir con polinomios de números racionales y, por ende, no es posible obtenerlo con regla y compás. Las demostraciones de la trascendencia π o e son de una belleza comparable a su dificultad y no es pertinente intentar resumirlas aquí. Cfr. Christianidis, 2004: *passim*.

519 “*ubi est dare magis et minus, quod ibi sit dare aequale.*” Utilizo la versión del tratado de Nicolás de Cusa vertido al inglés por William F. Wertz, Jr. titulado “*On the Quadrature of the Circle 1450*” en *Fidelio*, 1994, Vol. 3, No. I, Spring, pp. 56-63. “*Where one can give a larger and a smaller, one can also give an equal.*”

menor, ya había intentado cuadrar el círculo inscribiendo un polígono en el círculo y duplicando el número de lados mediante la inserción de triángulos isósceles en cada cara; el método fue mejorado por Antifón, un sofista de época de Platón, quien inscribió y circunscribió polígonos en el círculo, para ir 'comprimiendo' la circunferencia cada vez que duplicaba las caras de los polígonos.

Retomando la idea básica de Antifón, Cusa intentaba encontrar un polígono que no esté ni inscrito ni circunscrito y así resolver el problema de la cuadratura. Sin embargo, el mismo Cusa admitió que su axioma sólo es aplicable en magnitudes racionales, mientras que no sirve para números irracionales. El cardenal argumenta, de manera muy precisa, que para que exista la cuadratura, cada segmento de círculo debe poder ser transformado en un equivalente de cuadrado:

“Lo siguiente debe ser evidente: Cada magnitud que puede ser convertida en otra, es necesariamente tal, que cada una de sus partes también podría ser parte de la otra magnitud, ya que el conjunto no es más que la suma de sus partes.”⁵²⁰

En otras palabras, cada parte de un círculo (o de manera más general, cada parte de una curva) debe poder ser rectificada (convertida en una recta). Hasta ese punto, Cusa había puesto de relieve el paso fundamental de todo problema de cuadratura, lo que a la postre sería la integración. Dicho paso consiste en rectificar cada segmento de curva y así obtener una figura poligonal medible. Cusa insistió al respecto: todo acercamiento de los polígonos a la circunferencia está limitado por la inconmensurabilidad entre ambos. Así, nunca se obtienen proporciones racionales que puedan ser simplificadas para obtener un ajuste exacto entre el perímetro de los polígonos y la circunferencia.⁵²¹

Para explicar esto último, Cusa recurrió a la idea de la unidad y la pluralidad, pues “el área del círculo es el máximo absoluto, tal como los numerales no tienen el poder de comprimir la unidad, lo múltiple no puede alcanzar lo simple.”⁵²² Esto cierra la puerta a la idea de encontrar una equivalencia

520 “Every magnitude which can be converted into another, is necessarily such, that each of its parts could also be part of the other magnitude, since the whole is nothing else than the sum of its parts.” Cusa, *On the quadrature of circle* [Wertz, 1994: 56].

521 “Certainly in this measuring it has nothing proportional, since every polygon has a diminished power and surface, a weaker connection and union, and thus can have no rational proportion to the circular unity of eternity, to the inexhaustible content and to the infinite union”. Cusa, *On the quadrature of circle* [Wertz, 1994: 61].

522 “the area of a circle is the absolute maximum, just as numerals do not attain the power of comprehension of unity and

perfecta. Sin embargo, esto no invalida por completo el problema, pues Cusa afirmó que si comprendemos igualdad, no como una perfecta equivalencia, sino como un acercamiento muy próximo, o para decirlo en sus palabras: “Pero si el cuadrado que se puede dar, tampoco es más grande o más pequeño que el círculo más que por la fracción más pequeña especificable del cuadrado o del círculo, lo llaman igual.”⁵²³ Si se entiende de ese modo la igualdad, entonces el cardenal de Cusa afirmó que puede ser construido un polígono igual a un círculo dado.

Aunque las ideas de Cusa eran ciertamente inspiradoras, pues marcaban una fuerte diferencia entre la geometría euclidiana limitada por las normas del uso exclusivo de regla y compás, y por la demostración rigurosa, tampoco eran del todo innovadoras. Muchos matemáticos antiguos no compartían el espíritu de los *Elementos* y utilizaban técnicas y herramientas diversas, no siempre demostrables, aunque sí verificables. El mismo Antifón ofreció su cuadratura como un método aproximativo; más adelante, la cuadratura de Arquímedes dio una cota superior y una inferior ($223/71 < \pi < 22/7$) para “ π ”, el valor clave de la cuadratura del círculo; mientras que Ptolomeo ofrece la aproximación $377/120$; ambas bien conocidas, aunque no siempre comprendidas por los matemáticos contemporáneos de Cusa.⁵²⁴ Ahora bien, el mismo Cusa ofreció también una aproximación al valor de π . Al principio de su tratado, Cusa afirmó que en un triángulo⁵²⁵ que tuviera el mismo perímetro que un círculo, el radio de dicho círculo sería mayor por $1/4$ a la distancia entre el centro del triángulo y un punto exactamente a $1/4$ parte de uno de los lados. Partiendo de esa idea es posible ofrecer un valor de $\pi = 6/5 \sqrt{48/7} \approx 3,142337619$, que está dentro de las cotas de Arquímedes, pero como la afirmación inicial de Cusa de la proporción entre un triángulo inscrito y el círculo carecía de demostración, toda la demostración quedaba sin sustento.

multiplicities do not attain the power of the simple.” Cusa, *On the quadrature of circle* [Wertz, 1994: 57].

523 “*But if the square that can be given is also not larger or smaller than the circle by the smallest specifiable fraction of the square or of the circle, they call it equal.*” Cusa, *On the quadrature of circle* [Wertz, 1994: 57].

524 Georg Peurbach al menos conocía ambas [Beckmann, 2006: 80].

525 Aunque Cusa no especifica qué tipo de triángulo, es obvio por la explicación que está utilizando triángulos equiláteros. Así, cuando hablemos del centro del triángulo tampoco es necesario especificar de cuál tipo de centro estamos hablando.

La historia inmediata de la cuadratura de Cusa no fue del todo halagadora, pues uno de los amigos que leyó el trabajo de Cusa, Paolo Toscanelli (1397-1482), le hizo notar las inconsistencias de sus ideas. Sin poder ofrecer una demostración de los vacíos, Cusa ensayó con un argumento más complicado, recurriendo a la idea ya plasmada de rectificar segmentos de arco y así construir un polígono de lados indivisibles. En un nuevo escrito, Cusa ofreció la nueva cuadratura, titulado *Quadratura Circuli* (1450).⁵²⁶ Desafortunadamente, el trabajo recibió agudas críticas por parte de Johannes Müller, apodado Regiomontano⁵²⁷, discípulo de Peurbach, quien hizo notar que el valor de π que ofrecía Cusa en este segundo escrito estaba fuera de las cuotas demostradas por Arquímedes.⁵²⁸

Las ideas de Cusa son en extremo innovadoras, su concepción de igualdad y su rectificación de tangentes aterrizan ciertos pensamientos que estaban en Arquímedes, pero con el cardenal éstos adquieren forma concreta. La fuente de inspiración de esas ideas era el ámbito de la teología negativa, el propio Cusa insertó el problema matemático en medio de sus conceptos teológicos, como ejemplos de la distancia entre un Dios infinito y una potencia humana finita. Para este pensador, la misma dialéctica que se expresaba entre Dios y el hombre, se expresaba también en lo finito de las figuras y lo infinitamente divisibles de sus partes. En ese sentido conservan un espíritu pitagórico, aunque muy transformado por los conceptos cristianos.

Como señalamos arriba, la historia de las cuadraturas de Cusa distó de ser feliz. Las tesis del filósofo eran muy interesantes, pero su rigor matemático era pobre. Aun con la remarcada advertencia de que Cusa sólo estaba ofreciendo cantidades aproximadas, los métodos que usó distan mucho de mantener un rigor mínimo. Cusa simplemente redondea cantidades, para usar una expresión moderna, y sin mayor advertencia continúa con sus demostraciones.⁵²⁹ Es por ello que Regiomontano, discípulo de

526 $3,14084507 < \pi < 3,142857143$. Es de advertir que Cusa ofrece una segunda aproximación basada en rectificar segmentos de arco en *Quadratura Circuli*, que ofrece un enfoque más innovador. Siguiendo a Beckmann en la traducción a terminología moderna, dicha rectificación equivale a: $\text{arc}\theta \approx 3\text{sen}\theta / 2 + \text{sen}\theta$.

527 Debido a que Müller era originario de la ciudad germana Königsberg, hoy en día llamada Kaliningrado, ciudad fundada por la Orden Teutónica,

528 El valor de Cusa era= 3.15...

529 En rigor, no son demostraciones, sino mostraciones.

Peurbach, criticó con particular dureza la obra de matemática de Cusa.

La historia de las ideas de Cusa es significativa por la difusión que tuvo y porque, de forma separada en los dos tratados que elabora, ofreció prácticamente las bases del método de indivisibles. También es significativo que no pudiera unificar todo en una sola propuesta, lo cual prueba que las ideas para construir el método estaban ahí, pero hacían falta trabajo y talento para llegar a cimentarlas. Finalmente la falta de interés de los príncipes por esas ideas nos muestra lo poco que interesaban en esos momentos unas matemáticas que aparentemente no tenían aplicaciones de importancia. En contraste con el apoyo a la balística que algunos señoríos dieron a los matemáticos, cuando años después de Cusa, Kepler mismo hizo un tratado similar sobre cuadraturas, con el pretexto de medir toneles de vino para la fiesta de su segundo matrimonio, sus patronos imperiales lejos de interesarse le ordenaron que regresara a la edición de las *Tablas Astronómicas Rudolfinas*.⁵³⁰

Pese a todo esto, Kepler editó por su cuenta el tratado matemático llamado *Nova stereometria doliorum vinariorum*, el cual está dividido en tres partes: la primera retoma y extiende los resultados de Arquímedes, la segunda es ya propiamente sobre los barriles y la última trata de aplicaciones que se pueden dar a su método. Así que en realidad no es un tratado de cuadratura del círculo, sino que sus objetivos de inicio van más allá, en lugar de intentar resolver la antigua cuestión del valor de π , el primer teorema de la *Nova stereometria* acepta el valor de $22/7$ para la proporción de la circunferencia y el diámetro, reconstruyendo de forma sintética el camino para llegar al resultado. Con este y otros resultados tomados principalmente de Arquímedes, Kepler construyó un marco de referencia para avanzar sobre las superficies curvas, de modo que hasta el volumen de un barril de vino, cuya figura es una combinación de curvas, pueda ser determinado con certeza. El punto de partida de Kepler era prácticamente el mismo que el de Arquímedes, seccionar las figuras en indivisibles y mediante la suma de éstos encontrar el valor de un área desconocida.

Es de resaltar que aun establecida el área del círculo en el primer teorema, Kepler regresó en el

530 Voelkel, 1999: 82.

segundo teorema a demostrar que la proporción de un círculo a un cuadrado de lado igual al diámetro es $11/14$, pero con un método distinto al de compresión que aplica en el primero. En el segundo teorema, el suabo desenrolló la circunferencia sobre un plano, razonando que cada punto de la línea puede ser considerado la base infinitesimal de un triángulo de altura igual al radio. La aplicación de infinitesimales en el segundo teorema es ya evidente, esto llevó a José Antonio Robles a afirmar:

Kepler acepta, aun cuando no proporcione ninguna justificación para hacerlo, una concepción infinitesimalista de las figuras y cuerpos geométricos que maneja. Por otra parte, en esta demostración, el rigor arquemídeo se ha perdido; sin embargo, el intento por emplear con mayor liberalidad los infinitesimales, tendrá como resultado que los matemáticos logren, finalmente, encontrar la manera de establecer métodos generales y homogéneos para resolver problemas de áreas y volúmenes⁵³¹

Aun sin adentrarnos demasiado en los desarrollos propios que Kepler realizó en la *Nova stereometria*, podemos apreciar al tratado como la culminación del cambio que sufrieron las ideas matemáticas del suabo y que hemos visto plasmarse en sus obras astronómicas. El joven Kepler sólo aceptaba las figuras sólidas regulares y construibles con regla y compás, y despreciaba los conjuntos infinitos, desde ahí transitó a una posición ambigua respecto al infinito y luego hacia los terrenos de indivisibles que le permitieron manejar una infinidad de figuras, siempre reducibles a sus átomos o *minimos*. Gracias a esta relación entre indivisibles y figuras, entre lo que ya no es posible dividir y lo que siempre se puede seccionar, se pueden manejar desde bases generales y homogéneas conjuntos infinitos de objetos matemáticos, clasificándolos en familias y descubriendo el orden y armonía que guardan.

Así, al final de este largo peregrinar, Kepler había modificado radicalmente la imagen que tenía de la geometría. En su *Harmonices Mundi* (1619) dedicó los primeros capítulos a mostrar la racionalidad y armonía de las curvas, considerándolas como elementos necesarios del orden del mundo. Una retractación de su posición anterior, escrita en las notas a la segunda edición del *Mysterium*, nos

531 Robles, 1993: 234.

muestra con gran claridad los alcances de este cambio en sus planteamientos:

!Qué error! ¿Las apartaremos del Mundo [las infinitas líneas rectas y curvas]?, y además por su propio fuero las readmití en el *Harmonices*. ¿Por qué, pues, las íbamos a arrojar? ¿Quizás porque son infinitas y así excesivamente susceptibles de orden? Pero no eran tanto ellas mismas, cuanto mi ignorancia de entonces, que compartía con la mayor parte, lo que me hacía incapaz de atribuirles algún orden. Así, en el libro I del *Harmonices* no sólo expuse un cierto principio de elección entre estos infinitos, sino que también puse de manifiesto el más hermoso orden entre ellos. Pues ¿por qué habríamos de eliminar las líneas del arquetipo del universo, siendo así que Dios las incluyó en la obra misma, esto es, los movimientos de los planetas?⁵³²

Desde su nueva perspectiva, Kepler fue capaz de realizar en el *Harmonices* un nuevo aporte que integrara de forma armónica la relación de distancia entre todos los planetas. Descubrió, finalmente, la relación entre los planetas y sus periodos. El *Harmonices* reúne la visión de Kepler de un cosmos armónico y la aceptación final de los conjuntos infinitos. Incluso el nombre de la obra es significativo, *Las Armonías del Mundo*, en plural, como aceptando que muchas armonías, quizás infinitas, pueden convivir dentro del mismo espacio. La obra de Kepler se puede ver como parte de una forma de ver el mundo, que inició con Pitágoras y Platón, y pasó por Copérnico, Bruno y luego Kepler. Pero *Harmonices* también marcó el inicio de algo nuevo, la inclusión con plenos derechos de todas las curvas como elementos geométricos y, en ese sentido, como elementos llenos de racionalidad.

Esta idea, la de unificar todo tipo de figuras (no sólo los segmentos de recta y los círculos) bajo un mismo tratamiento matemático, es la línea que nos conduce hasta el uso de un nuevo tipo de infinito para los cálculos: los infinitamente pequeños. Esa historia es uno de los capítulos más apasionantes de la historia de la matemática y del pensamiento. Además, como hemos visto con Kepler, la historia de las matemáticas de indivisibles y la de la cosmología del infinito son compañeras en sus inicios. La cosmología pitagórica, en particular la dialéctica entre lo finito-infinito, es parte de las bases de la matemática de indivisibles y los problemas de la astronomía copernicana, como el problema de la

532 Kepler, *Prodromus*, II, a [Rada, 1994: 101].

velocidad, de la órbita y en general de la medición de los movimientos celestes, no se hubieran podido resolver sin ella. Tampoco los problemas de la nueva física, basada en el cambio y las transformaciones, se pueden separar de la nueva matemática, como Galileo estaba por mostrar.



V. Galileo Galilei: Razón y Autoridad

20. *El Estudio de la Verdad*

“La suerte está echada, oh Galileo, has abierto el templo de los cielos.”

Kepler⁵³³

El 4 de agosto de 1597 Galileo escribió una breve y apresurada carta de agradecimiento a un joven matemático y astrónomo desconocido de Gratz, quien le había enviado una copia de su primer libro. El libro en cuestión tenía una serie de especulaciones matemáticas sobre la relación de los planetas con figuras geométricas. El matemático de Gratz afirmaba que los sólidos regulares explicaban las distancias entre los planetas y también su número. El autor era el joven Johannes Kepler, quien había ocupado recientemente su primer empleo como profesor y contaba con sólo 26 años. Galileo, que a sus 33 años era un respetable profesor universitario en Padua, territorio perteneciente a la República Veneciana, no parece que haya considerado siquiera dignas de mención dichas ideas. Con un tono amable pero distante, escribió:

Recibí, hace ya unos pocos días, si no tan sólo unas pocas horas, tu libro, ilustre doctor, que me enviasteis por Paulo Amberger. Como este mismo Paulo me informó que regresaría casi inmediatamente a Alemania, no quise ser ingrato y no agradecerte en seguida el obsequio. Acepto tu libro tanto más agradecido porque lo considero como prueba de que me crees digno de tu amistad. Hasta ahora sólo he hojeado el prefacio de tu obra, pero ya me he hecho cierta idea de lo que propone, y por cierto que me felicito de tener un compañero en el estudio de la verdad, un compañero que es amigo de la verdad, pues es una lástima grande que existan tan pocos que busquen la verdad y no perviertan la razón filosófica...⁵³⁴

Galileo comienza por señalar que apenas recibió el libro y no ha podido avanzar más allá del prefacio, sobre el cual no comenta nada. Con barroca sutileza y cortesía, Galileo evadió tratar las hipótesis que la obra ofrece, aunque posteriores referencias hagan suponer que la opinión de Galileo respecto a esas especulaciones, que más que científicas parecían numerológicas, no debió ser buena.⁵³⁵

⁵³³ “*Nunc quia iecisti aleam, Galilaeae, vulgo que propalasti haec caelorum adyta*” Carta de Kepler a Galileo del 9 de agosto de 1610 [Favaro, 1890-1909: X, 417].

⁵³⁴ Carta de Galileo a Kepler del 4 de agosto de 1597 [Favaro, 1890-1909: X, 67 y 68].

⁵³⁵ Solís [2007: 28 y 29] dedica varias páginas de su introducción a remarcar las diferencias y distancias que separaban las ideas de Galileo y Kepler; él opone lo “luminoso y claro” de Galileo a los pensamientos “metafísicos y místicos” de

Pese a eso, el italiano rescató una interesante y prácticamente única coincidencia entre ambos que bien era merecedora de varias de sus palabras. Galileo llamó a Kepler “*compañero en el estudio de la verdad*”,⁵³⁶ y aunque la distancia entre ambos era ya notoria, Galileo pareció emocionarse de que se publicara una obra astronómica elaborada totalmente desde la perspectiva copernicana. El alemán había escrito su libro partiendo de la convicción en la verdad del copernicanismo, ese libro no discutía la posibilidad del heliocentrismo, ni pretendía ser una obra meramente técnica y descriptiva para salvar las apariencias. Kepler afirmaba con toda claridad que la auténtica cosmología era copernicana.

Galileo no pudo dejar pasar la oportunidad de confesar sus propias convicciones al respecto. Escribió en su carta que él también creía en la verdad del copernicanismo, pero que, contrariamente al arrojado de Kepler, prefería callar:

Pues es deplorable que haya pocos que busquen la verdad y que no persigan un método erróneo de filosofar. Mas no es éste el lugar para lamentar la miseria de nuestra época, sino para regocijarme con usted sobre tan bellas ideas que demuestran la verdad... Yo, ciertamente, me debería dirigirme al público con mis modos de pensar si hubiera más personas con su mente. Como no es éste el caso, me abstengo de hacerlo.⁵³⁷

Galileo expresaba estar feliz de haber encontrado a alguien que compartiera sus convicciones y las proclamara abiertamente. Pero también hacía hincapié en no seguir ese ejemplo, sino guardar silencio. La paradoja parece complicada de entender, pues si un pequeño profesor provincial como Kepler podía escribir al gran público sus ideas, parece más lógico que el profesor de una universidad de primera importancia hiciera lo mismo.

Pero en lugar de publicar, Galileo prefirió aprovechar la rara oportunidad que el libro de Kepler le brindaba de entrar en contacto con otro discípulo de Copérnico⁵³⁸ y explayarse sobre los "estúpidos"

Kepler. La diferencia entre ambos es evidente, no así las razones de esas diferencias. Calificar a Galileo de claro es falsear un tanto las cosas, pues si bien sus escritos parecen exponer los fenómenos a la luz del medio día, el italiano sabía ocultar entre las sombras que proyectaban esas claridades las cuestiones que no deseaba tratar.

536 “*Indaganda veritate socium.*” Favaro, 1890-1909: X, 68.

537 Carta de Galileo a Kepler del 4 de agosto de 1597 [Favaro, 1890-1909: X, 68].

538 Galileo usa la expresión “*Copernici, praeceptoris nostri*”, la forma es un tanto extraña, pues parece indicar tanto la misma obra de Copérnico, como la tradición a la cual perteneció y se continuó después del polaco.

que pueblan el mundo. Usando una cita bíblica, Galileo afirma que el número de estúpidos es infinito [“*apud infinitos tamen (tantus enim est stultorum numerus)*”].⁵³⁹ Dando a entender que es debido a ello que ha mantenido oculta su convicción copernicana desde muchos años atrás.⁵⁴⁰

Desde su ubicación alpina, Kepler pareció no comprender la actitud de italiano. La carta de Galileo lo llenó de una evidente emoción y con ingenuidad tomó las expresiones de amistad como algo literal. Apenas recibe la carta de agradecimiento desde Italia, Kepler responde:

Recibí su carta del 4 de agosto el 1 de septiembre. Fue un doble placer para mí. Primero porque hice amistad con usted, el italiano, y segundo, porque estamos de acuerdo en lo concerniente a la cosmografía copernicana. Como me invita amablemente al final de su carta a tener correspondencia con usted, y yo me siento grandemente tentado de hacerlo, no dejaré pasar la ocasión de enviarle una carta con el presente joven noble.⁵⁴¹

Kepler, incapaz de diferenciar entre las expresiones de cortesía y aquellas que no son dictadas por formalismos, creyó que Galileo lo consideraba como un amigo y él pasó a tenerlo desde entonces (y por toda la vida) como un amigo suyo. Sin percatarse que el silencio sobre sus tesis expuestas en el *Prodromus* y el silencio autoimpuesto de Galileo sobre hacer público su copernicanismo son intencionales, Kepler pide la opinión del italiano sobre su libro. Además, el alemán anima encarecidamente a Galileo a hacer públicas sus ideas y a enfrentarse a la ignorante multitud. Kepler escribe que:

Sin embargo, habría deseado que usted, que tiene tan profunda captación de todo, eligiera otra forma de llegar a sus fines prácticos. Por la fuerza de su ejemplo personal, nos aconseja, de manera hábilmente velada, salir del camino de la ignorancia general y advierte contra exponernos a los furiosos ataques de la multitud académica. (En esto está siguiendo la guía de Platón y Pitágoras, nuestros verdaderos maestros). Pero después del comienzo de tan tremenda empresa, como se ha hecho en nuestro tiempo, y promovida por tantos matemáticos cultos, y después de que la declaración de que la Tierra se mueve ya no puede considerarse algo nuevo, no sería acaso mejor tirar del carretón a su destino con un esfuerzo unido...

539 Favaro, 1890-1909: X, 68.

540 Galileo escribe: “*Multis abhinc annis*” [Favaro-Lungo, 1915: 28]. Frase que ha sido usado para proyectar a Galileo como un copernicano desde la última década del siglo XVI al menos.

541 Carta de Kepler a Galileo del 13 de octubre de 1597 [Favaro, 1890-1909: X, 69].

Porque no son sólo ustedes los italianos quienes no creen que se muevan, a menos que lo sientan, pues a nosotros en Alemania, tampoco, en modo alguno, nos es popular esta teoría. No obstante, hay formas con las que nos protegemos contra estas dificultades [...] Anímese, Galileo, y aparezca en público. Si no me equivoco, hay sólo unos pocos, entre los matemáticos distinguidos de Europa, que disientirán de nosotros. Tan grande es el poder de la verdad. Si Italia le parece poco conveniente para su publicación, y si ha de esperar dificultades allí, tal vez Alemania le ofrezca mayor libertad. Pero basta de esto. Por favor, déjeme saber, al menos privadamente, si no desea usted hacer públicamente lo que ha descubierto en favor de Copérnico.⁵⁴²

Kepler creyó que era el temor a la vergüenza y quizás las dificultades con los editores lo que detenía a Galileo de hacer públicas sus ideas. Casi con candidez, Kepler anima a Galileo a exponer sus tesis en público. Mientras tanto insistía en continuar el contacto epistolar e intercambiar noticias sobre las investigaciones personales de cada uno.

La carta de Kepler quedó sin respuesta y ésa fue la respuesta más contundente que pudo darnos Galileo respecto a lo que opinaba sobre el vehemente matemático provincial discípulo de Pitágoras. Los problemas principales que enfrentaba Galileo en Italia no era el escándalo público, el cual tenía por sí mismo su peso, sino muchas peores cosas. El proceso de Bruno había dejado bien claro que las autoridades de la Inquisición no toleraban la especulación cosmológica anticristiana. El problema con los estúpidos no era su número, ni sus burlas, el problema era que ellos tenían el poder y controlaban al final las ideas que se exponían en público. Si podían existir avances contra ellos, no era con las acciones temerarias, sino con pequeños pasos bien planeados.

En tal sentido, Kepler y Galileo podían ser compañeros de lucha, pero el carácter de ambos y, más importante, la situación de ambos, uno protestante alemán, con el apoyo de las autoridades escolares reformadas, y otro católico italiano, aun cobijado en la República Veneciana (la misma que finalmente había tenido que entregar a Bruno a Roma), no permitían que fueran amigos. Si Galileo quería lograr algo para el copernicanismo y no arder en la hoguera, el camino no era el enfrentamiento

542 Carta de Kepler a Galileo del 13 de octubre de 1597 [Favaro, 1890-1909: X, 58-59].

abierto, sino la sutileza barroca. Los acontecimientos futuros mostraron que incluso ésta última no fue suficiente.

Durante los siguientes doce años, Galileo no dio muestras públicas en favor de la cosmología copernicana. Sus lecciones en Padua siguieron líneas aristotélicas y si en privado expresaba otra cosa, dicha opinión no trascendía al público. Todo pareció seguir igual hasta el año de 1610, momento que cambió por completo el panorama. En ese año habían cambiado dos cosas, Galileo estaba por dejar su puesto en Padua para entrara a trabajar como matemático cortesano del Gran Duque de la Toscana, Cosme de Medici. Cambio significativo, como ha mostrado Beltrán, pues si dejaba el cobijo de Venecia y su ambiente más liberal, era porque desde su nuevo puesto accedía a la autoridad necesaria para hacer públicas sus ideas cosmológicas.

Pero el cambio más grande lo trajo su telescopio, gracias al cual descubrió nuevos fenómenos astronómicos. Después de mejorar el telescopio, Galileo pudo dirigir sus lentes hacia el cielo y lograr ver nuevas imágenes. En su *Nuncius Sidereus* (1610), el italiano expone al público sus descubrimientos, empezando por una multitud de nuevas estrellas “más de diez mil veces superior al de las antiguas ya conocidas”,⁵⁴³ también pudo ver que la Luna “no se halla cubierta por una superficie lisa y pulida, sino áspera y desigual”⁵⁴⁴ y, lo que más destaca Galileo, el descubrimiento de “cuatro estrellas errantes que nadie antes que nosotros había conocido.”⁵⁴⁵

Todas eran maravillas celestes, pero parecía haber primero un problema que superar con el mismo instrumento que hacía posible ver las nuevas imágenes, pues al apuntar el telescopio hacia las estrellas, éstas parecían no aumentar de tamaño tanto como el resto de los objetos. Antes de intentar dar un significado teórico a los nuevos fenómenos, Galileo necesitaba explicar qué pasaba, pues de lo contrario, sus adversarios iban a desacreditar todas sus observaciones. Sobre el aumento de las estrellas fijas por el telescopio, explicó Galileo que:

543 Galileo, *Nuncius*, [Solís, 2007: 49].

544 Galileo, *Nuncius*, [Solís, 2007: 50].

545 Galileo, *Nuncius*, [Solís, 2007: 51].

Ante todo, hay algo digno de señalar, *cuando* se observan con el anteojo tanto las estrellas fijas, como las errabundas, no parecen aumentar de tamaño en la misma proporción según la cual se incrementan los restantes objetos [...] La razón de ello, por lo que respecta a los astros, es que, cuando se miran con la libre y natural visión ocular, no se nos ofrecen con su simple y por decir desnuda magnitud, sino con la irradiación de ciertos fulgores y con una cabellera de rayos brillantes, sobre todo de noche cerrada.⁵⁴⁶

Galileo afirmó que el telescopio sí aumentaba todos los objetos en la misma proporción y si las estrellas parecían no aumentar tanto era porque las lentes eliminan el halo brillante, el cual es sólo una ilusión óptica. Kepler después explicó que la causa de esa ilusión óptica es la forma de nuestro ojo junto a la apertura de las pupilas al máximo en la noche. El engaño de los halos hicieron que muchos desconfiaran del telescopio y sospecharan que ese aparato podía poner en los cielos cosas que no existían en la realidad. Es por eso que Galileo empezó por explicar ese punto, antes de pasar a hablar de las estrellas y los nuevos planetas.

Aclarado el funcionamiento del telescopio, Galileo describió una pasmosa cantidad de nuevas estrellas, tan numerosa que le fue imposible dibujarla:

En un principio, había decidido dibujar la constelación de Orión entera; pero abrumado por la ingente abundancia de estrellas y por la escasez de tiempo, dejé para otra ocasión semejante aventura. Diseminadas en torno a las antiguas y dentro de los límites de uno o dos grados se reúnen más de quinientas.⁵⁴⁷

El elevado número de nuevas luminarias fue el primer y más evidente cambio que el telescopio trajo a la astronomía. Es significativo que sea el primero que enumere Galileo al inicio del *Nuncius*, pero que en ningún momento de la explicación se adentre en el posible significado cosmológico de las nuevas estrellas. Al contrario de la argumentación sobre la Luna, que es significativamente más amplia, el significado de la ingente cantidad de estrellas quedó en el aire.

La Luna, por contraste, recibió un extenso y cuidadoso trato, tanto en la descripción de las

⁵⁴⁶ Galileo, *Nuncius*, [Solís, 2007: 80 y 81]. Cfr. Favaro, 1890-1909: III, 75. Elimino de la traducción de Solís la frase “cual es que cuando” y dejo sólo “cuando” como está subrayado, por parecerme completamente innecesaria para el sentido del texto.

⁵⁴⁷ Galileo, *Nuncius*, [Solís, 2007: 84].

observaciones que le hizo Galileo, como en el significado de las imágenes que pudo captar. Galileo descubrió valles, montañas y lo que pensó eran océanos, que desmentían la supuesta uniformidad lisa y perfecta que los astros tenían en la cosmología tradicional. Gracias a su lente, Galileo observó una serie de manchas nuevas, que antes eran invisibles y pudo escribir lo siguiente:

Ciertamente, nunca nadie las observó antes que nosotros, por lo que de la tantas veces repetida inspección de las mismas hemos derivado la opinión, que tenemos por firme, de que la superficie de la Luna y de los demás cuerpos celestes no es de hecho lisa, uniforme y de esfericidad exactísima, tal y como ha señalado de ésta y de otros cuerpos celestes una numerosa cohorte de filósofos, sino que, por el contrario, es desigual, escabrosa y llena de cavidades y prominencias, no de otro modo que la propia faz de la Tierra, que presenta aquí y allá las crestas de las montañas y los abismos de los valles.⁵⁴⁸

Es interesante el proceso de interpretación que siguió Galileo para llegar a estas conclusiones, pues partiendo de las “apariencias” [*Apparentiae*] que le mostraban los lentes, el italiano dedujo que las sombras y claros que podía ver eran crestas de montañas y valles. Como prueba de esto, Galileo mostró que la sombra terrestre que cubre la Luna y hace que la veamos con los típicos cuernos crecientes o decrecientes, no se extiende uniforme sino que se quiebra en los bordes, efecto que debe producirse por las sombras que producen unas montañas. Una vez que Galileo estableció que la superficie lunar no es lisa, como la cosmología aristotélica exigía, sino que era irregular como la terrestre, universalizó el resultado al resto de los astros, basándose en la uniformidad de la naturaleza consigo misma.

Esa universalización fue de suma importancia, pues continúa el desarrollo que inició Copérnico y extendió Bruno, de uniformar las físicas celestes y terrestres. Dado que al remover a la Tierra del centro absoluto del Mundo y ponerla en el tercer cielo (o en el único espacio infinito), el parentesco entre lo celeste y lo terrestre pasaba a ser una necesidad lógica. A Galileo le bastó este ejemplo para desmentir la cosmología aristotélica y no dejó de señalar que muchos aún la defendían, de hecho “una numerosa

⁵⁴⁸ Galileo, *Nunciatus*, [Solís, 2007: 57]. La traducción de Solís en la sección que dice “ de que la superficie de la Luna y de los demás cuerpos celestes no es de hecho lisa” no es del todo concordante con la edición de Favaro en latín que reza: “*Luna superficiem, non perpolitam, aequabilem*” [Favaro, 1890-1909: III, 62] y significaría literalmente: “la superficie de la Luna, no es pulida, uniforme...”. Solís agregó el “y de los demás cuerpos celestes”, interpretando (acertadamente) la idea de Galileo, y siendo mucho más explícito de lo que el mismo Galileo se atrevió a ser.

cohorte de filósofos” [*ut magna philosophorum cohors... opinata est*]⁵⁴⁹ creía que los cielos eran perfectos. Aunque esos “filósofos”, frase llena de ironía, que eran los académicos aristotélicos, creían que la Luna y los astros eran iguales, todos lisos y perfectos, Galileo revirtió contra ellos sus mismas creencias y reafirmó la igualdad de los cielos, pero en su imperfección escabrosa y llena de mutaciones. Con ello se probaba, ya no la diferencia entre lo celeste y terrestre, sino su uniformidad y continuidad cósmica.

Es evidente que para poder interpretar las imágenes, Galileo necesitó de una guía teórica que le permitiera ver algo en concreto y no sólo ver cosas. La teoría sobre la cual construyó sus interpretaciones nunca sale a primer plano, pero se cuela en su texto y queda consignada como la “opinión de los pitagóricos”; en un pasaje un poco posterior del *Nuncius* escribió el italiano:

Por lo que respecta a las grandes manchas de la misma Luna, no se ven de hecho interrumpidas y llenas de oquedades y prominencias, sino que aparecen más iguales y uniformes, emergiendo tan sólo aquí y allí algunas zonas más claras. De este modo, si alguien [*si quis*] quisiese resucitar la antigua opinión de los pitagóricos [*veterem Pythagoreorum sententiam exsuscitare velit*] según la cual la Luna sería algo así como [*quasi*] otra Tierra, la parte más luminosa de ella representaría más bien la superficie sólida, mientras que la más oscura sería el agua.⁵⁵⁰

Se puede notar en la escritura de Galileo el cuidado en las menciones de ese pasaje, la distancia introducida entre su persona y un hipotético “alguien” [*quis*] que podría “revivir” [*exsuscitare*] la tesis pitagórica que interpreta la Luna, “como si” [*quasi*] fuera otra Tierra. De la cautela en la forma de expresarse, podemos interpretar la importancia en lo que estaba exponiendo Galileo. La opinión antigua, lejos de ser una posición académica olvidada, había sido defendida dos décadas atrás por Bruno, y Galileo escribía, apenas una década después de su ejecución, que dicha opinión había encontrado pruebas en su favor.

Que Galileo interpretara las imágenes del telescopio como océanos, valles y montañas muestra

549 Galileo, *Nuncius*, [Favaro, 1890-1909: III, 62]. “como una magna cohorte de filósofos opinan de ella y de los restantes cuerpos celestes.”

550 Galileo, *Nuncius*, [Solís, 2007: 62 y 63]. Cfr. Favaro, 1890-1909: III, 65.

que el proceso de interpretación de la imagen no es espontáneo, sino que se fundó en una concepción teórica que guió y unificó lo que se veía por lo ojos. Gracias a las pequeñas pistas que él mismo dejó, podemos entrever que la teoría que guió sus pasos fue el pitagorismo moderno. Quien lo notó de inmediato fue Kepler, quien en su carta de 1597 afirmó: “sigues a Platón y Pitágoras, nuestros genuinos maestros”.⁵⁵¹ Lo anterior es de suma importancia, pues cuando Galileo escribió el *Nuncius*, estaba en la excitante, pero también peligrosa, posición de ser el primer intérprete de las imágenes que estaba dando a conocer al mundo. El florentino tenía la oportunidad única de establecer un nuevo significado para los fenómenos ya conocidos, pero ahora vistos bajo una nueva óptica.

Esto implicaba llevar la contra a una numerosa cohorte de filósofos, algunos en puestos de mucho poder, que difícilmente iban a ceder a sus interpretaciones. Desde el mismo funcionamiento del telescopio, hasta cada interpretación de Galileo que se alejara de la cosmología aristotélica, todo fue examinado, criticado y atacado por los defensores académicos de la vieja astronomía. Anticipándose a esos futuros ataques en su mente y siguiendo la línea de cautela que había estado llevando, Galileo no se adentró en las interpretaciones cosmológicas, sino que se ciñó la más posible a las cuestiones técnicas. Por eso dicha cosmología quedó en segundo plano, aunque por momentos llega a salir a la luz.

Pero no sólo era la cautela la que dictaba no adentrarse en la cosmología, la misma evidencia del telescopio no alcanzaba para probar el copernicanismo. Lo que sí demostraba era que la cosmología geocéntrica era falsa. En ese sentido, la victoria teórica del copernicanismo aún no era posible; el telescopio venía a sumarse al cúmulo de evidencias contra el geocentrismo y ahondaba en la crisis de la cosmología tradicional. Esto en sí mismo era ya un paso importante en favor de la nueva cosmología, pero aún era insuficiente para hacerla irrevocable. Si bien en los ambientes científicos, sobre todo astronómicos más serios, la defensa del geocentrismo estaba en retroceso, en la academia y en el claustro no parecía haber aún un cambio significativo. Pese a todo, el contexto no era el mismo que el de finales del siglo XVI. Entre los factores externos que debieron pesar en el ánimo de Galileo, para

⁵⁵¹ Ver *supra*.

hacer públicas algunas de sus ideas, estaba sin duda el ascenso de copernicanos a puestos de importancia. El más influyente era su viejo “compañero en la búsqueda de la verdad”, Johannes Kepler, entonces Matemático Imperial del emperador cristiano. Este hecho tuvo una importancia inmediata en el historia de los descubrimientos telescópicos, pues cuando Galileo escribió a astrónomos de prestigio para que los avalaran, no dudó en buscar la autoridad de Kepler, el cual le dio un valioso voto de confianza.

Kepler, pese a encontrarse en uno de los puestos de mayor peso científico, no había cambiado demasiado en lo que respecta a las sutilezas cortesanas y no dudó en apoyar a Galileo, pero tampoco en sacar a la luz el marco teórico bruneano que estaba oculto detrás de la fachada técnica del *Nunciuss*. Pese a todo, Kepler aún esperaba que Galileo optara por seguir sus consejos de una década atrás y se atreviera a ser más directo en sus escritos. Esto significó una nueva distancia entre el suabo y el florentino, pues después de recibir el voto de confianza, las relaciones entre ambos se fueron enfriando de nueva cuenta, aunque afortunadamente esa vez sí siguieron en contacto.

La estrategia de Galileo no siguió el enfrentamiento, sino que prefirió una vía diplomática que sólo pudo idear alguien experto en la vida cortesana. Gracias a su tercer y, según el propio Galileo, mayor descubrimiento: los nuevos astros; el italiano logró hacer de un problema académico, un cuestión política. Como un maestro de ceremonias consumado, Galileo dejó para la última sección de sus escritos el acto que más quería dejar grabado en la mente del público. Hacia el final del *Nunciuss* escribió que:

Hemos expuesto brevemente lo que hasta ahora hemos observado respecto a la Luna, las estrellas y la Galaxia. Resta lo que parece más notable de la presente empresa [*quod maximun in praesenti negotio existimandum videtur*], cual es mostrar y dar a conocer cuatro PLANETAS nunca vistos desde el comienzo del mundo hasta nuestros días y las circunstancias de su descubrimiento y observación...⁵⁵²

El florentino recalca que dichos astros eran “nunca vistos desde el comienzo del mundo”,

552 Galileo, *Nunciuss*, [Solís, 2007: 87]. Cfr. Favaro, 1890-1909: III, 79.

asegurándose la primicia exclusiva del descubrimiento y dejando patente que el privilegio de contemplarlos no fue compartido ni siquiera por los más grandes astrónomos. Después de este dramático inicio, Galileo detalla las observaciones realizadas durante las noches que siguió al planeta Júpiter. Gracias a las sucesivas mejoras del telescopio, el florentino pudo percibir tres pequeñas estrellas junto al planeta:

...pequeñas, aunque en verdad clarísimas; las cuales, por más que considerase que eran del número de las fijas, me produjeron cierta admiración por cuanto que parecían dispuestas exactamente en una línea recta a la Eclíptica, así como más brillantes que las otras de magnitud pareja.⁵⁵³

La narración de Galileo continúa consignando el cambio de posiciones que estas “estrellitas” tuvieron en los días sucesivos. Como si de un baile se tratara, Galileo las encontraba ya a un lado, ya a otro del planeta, algunas veces sólo dos y otras tres, hasta descubrir una cuarta. Para ese momento, Galileo estaba convencido de que no eran Fijas y escribió: “tornándose ya en admiración mi perplejidad, reparé en que el cambio aparente habría de atribuirse no a Júpiter, sino a las estrellas.”⁵⁵⁴ Pese a tener ya la hipótesis probada, Galileo continúa por varias páginas con su narración del baile planetario, como un modo de aportar más evidencia a su favor. La intención del florentino no deja lugar a dudas, Galileo estaba asentando en la mente de sus posibles lectores la evidencia que no dejara lugar a dudas sobre la naturaleza errante de las estrellas observadas. Galileo sigue a los satélites de Júpiter prácticamente por dos meses, desde enero hasta principios de marzo, sin conseguir medir sus periodos, pero convencido de que son satélites de Júpiter y que lo ha demostrado lo suficiente, escribió triunfante que:

Estas son las observaciones de los cuatro Planetas Mediceos [*Mediceorum Planetarum*] por mí descubiertos recientemente por vez primera, mediante los cuales, por más que sus periodos aún no se puedan conocer numéricamente, es posible al menos señalar observaciones dignas de consideración [*digna pronunciare*].⁵⁵⁵

553 Galileo, *Nuncius*, [Solís, 2007: 89].

554 Galileo, *Nuncius*, [Solís, 2007: 91].

555 Galileo, *Nuncius*, [Solís, 2007: 87]. Cfr.: Favaro, 1890-1909: III, 79.

La estrategia política se desvela sólo hasta el punto culminante de las observaciones, Galileo vincula la joya de sus descubrimientos al nombre de la familia de sus patronos los Medici. Al hacerlo, logra unir el honor de esos príncipes cristianos con los descubrimientos astronómicos, o mejor dicho con sus interpretaciones cosmológicas de las imágenes del telescopio. Es por ello que al proclamarlos, los califica como dignos de mención [*digna pronunciare*], pues la dignidad estaba en poder ofrecerlos como regalo a sus poderosos e influyentes protectores.⁵⁵⁶ El regalo de Galileo comprometió a sus protectores en la defensa de sus ideas y le otorgó una protección importante. Sólo hasta llegar a ese momento, Galileo deslizó la cuestión copernicana dentro de su escrito. El desenlace de las novedades astronómicas aportaba nueva evidencia para interpretar el sistema completo del cosmos, esa nueva evidencia hemos dicho que no probaba el copernicanismo, sin embargo, Galileo creía que encajaba mejor con el copernicanismo, al tiempo que dificultaba más la aceptación de la cosmología tradicional. Sin abandonar su cautela, Galileo finalmente dio el paso que esperó por tantos años y escribió:

Tenemos un argumento notable y óptimo para eliminar los escrúpulos de quienes, aceptando con ecuanimidad el giro de los planetas en torno al Sol según el sistema copernicano, se sienten turbados por el movimiento de la sola Luna en torno a la Tierra al tiempo que ambas trazan una órbita anual en torno al Sol, hasta el punto de considerar imposible esta ordenación del universo. En efecto, ahora tenemos no ya un planeta girando en torno a otro al tiempo que ambos recorren una gran órbita en torno al Sol, sino ciertamente cuatro estrellas que, como la Luna alrededor de la Tierra, nuestros sentidos nos ofrecen errando en torno a Júpiter, a la vez que todos ellos recorren junto con Júpiter una gran órbita en torno al Sol en el lapso de doce años.⁵⁵⁷

El paso, aunque tambaleante, estaba dado. Galileo había decidido hacer suya la defensa del sistema copernicano. No podemos dejar de resaltar la diferencia entre la edición pública y el manuscrito, ya que en el último estaba escrito “lo considero el más conforme con la verdad”,⁵⁵⁸ frase

556 Galileo escribe a Cosme II apenas el 19 de marzo de 1610 anunciándole su escrito y recalcando que sus descubrimientos están dedicados a su “felicísimo nombre” [*felicissimo nome*] [Favaro-Lungo, 1915: 75]. La dedicatoria del *Nuncius* al mismo Cosme II abunda en el lenguaje cortesano y resalta la vinculación de la luz eterna de los astros con la fama de a quienes fueron dedicados, “con cuyos nombres se designan las estrellas no se oscureceran antes de que se extinga el brillo de las estrellas mismas. Galileo, *Sidereus Nuncius*, “Al serenísimo Cosme II” [Solís, 2007: 44].

557 Galileo, *Sidereus Nuncius*, [Solís, 2007: 115]. Cfr. Favaro, 1890-1909: III, 95.

558 Galileo, *Sidereus Nuncius*, [Solís, 2007: 115, nota 69].

que suprimió en el documento publicado. Es evidente que Galileo trataba de comprometer a su persona lo menos posible, al mismo tiempo que resaltaba los argumentos en favor de la cosmología copernicana. En otras palabras, Galileo intentó despersonalizar el debate y llevarlo al terreno teórico. Pese a la distancia interpuesta entre su persona y sus argumentos, la defensa del copernicanismo de Galileo es evidente que se hace desde el punto de vista de una cosmología y no de una astronomía técnica, pues son los fenómenos los que encajan con las tesis, es decir, es la naturaleza la que se muestra como la teoría afirma que debe ser.

Es curioso que el caballo de batalla de la promoción del copernicanismo fuera los nuevos planetas (satélites), el descubrimiento más bruneano, al menos en la interpretación de Wackher y Kepler. Galileo estaba en la comprometida situación de defender una cosmología que la Inquisición había condenado *de facto*. El único resquicio para hacerlo era mostrar que dicha cosmología era cierta, y Galileo optó por no adentrarse en las especulaciones cosmológicas más complicadas y centrarse en la defensa de las tesis más básicas del copernicanismo: el heliocentrismo y la movilidad de la Tierra. Sobrará decir que las tesis sobre la infinitud del cosmos no fueron siquiera mencionadas en el *Nuncius*, pese a que la multitud de nuevas estrellas bien se podían tomar como evidencia en su favor.

A pesar de que el futuro parecía luminoso, pues de otro modo no se explica el paso que acababa de dar el florentino, las dificultades comenzaron desde el inicio. De los pocos que podían entender los descubrimientos galileanos, unos militaban en el bando de la cosmología tradicional y otros estaban poco dispuestos ser los primeros en apoyar esas novedades. En medio de esa soledad, la generosa acción de Kepler le dio a Galileo el primer impulso. Galileo envió una copia del *Nuncius* a Kepler, a través del embajador de Florencia en Praga. También solicitó por el mismo medio la consideración [*considerationi*]⁵⁵⁹ de Kepler sobre el escrito. La respuesta fue casi inmediata, Kepler respaldó las interpretaciones de Galileo sobre las imágenes, añadiendo algunas precisiones a la teoría óptica y

559 Carta de Giuliano de Medici (embajador en Praga) a Galileo del 19 de Abril de 1610 [Favaro, 1890-1909: X, 320]. Es gracioso que el embajador se refiera a Kepler como “Gleppero”, reformando aún más el nombre latinizado del germano.

polemizando algunas veces en tono amistoso. Olvidando cualquier diferencia, Galileo escribió a Kepler agradeciendo por el respaldo único que le había concedido:

Te doy las gracias porque eres el primero, si no el único, que con un breve examen, gracias a tus dones naturales de ingenio y talento, ha confirmado mis observaciones [...] ¿Qué debemos hacer? ¿Seguiremos a Demócrito o a Heráclito? Vamos, mi Kepler, a reírnos de la extraordinaria estupidez de la multitud.⁵⁶⁰

La sentida respuesta muestra hasta qué punto Galileo se sentía solo en la batalla que acababa de desatarse en torno a sus descubrimientos. No deja de ser significativo el dilema que plantea en sus palabras de seguir a Demócrito o a Heráclito, filósofos representados por Diógenes Laercio como uno que lloraba y otro que reía por lo mutable de la existencia. Con esas metáforas, Galileo se preguntaba si debía reír o llorar por la forma en que sus adversarios habían tomado sus descubrimientos astronómicos.

21. No basta el testimonio de las mismas estrellas

“et non curanti altro che un vano applauso dello stupidissimo et stildissimo volgo, non basterebbe il testimonio delle medesime stelle, che sciese in terra parlassero di sè stesse?”

Galileo a Castelli⁵⁶¹

Los adversarios de Galileo reaccionaron de todas las formas posibles a sus descubrimientos, desde la necedad más extrema, representada por un Giulio Libri en Pisa, quien se había negado siquiera a mirar por la lente del telescopio, y a quien Galileo ridiculizó con un verso a modo de epitafio por motivo de su pronta muerte:

“Ha muerto en Pisa el filósofo Libri, acérrimo impugnador de estas fruslerías mías, el cual, no habiéndolas querido ver en la Tierra, quizás las vea en el Cielo.”⁵⁶²

⁵⁶⁰ *“interim gratias ago, quos tu primus ac fere solum re minime inspecta, quae tua est ingenuitas atque ingenii sublimitas, meis assertionibus integram fidem praebueris [...] Quid igitur agendum? cum Democrito aut cum Heraclito standum? Volo, mi Keplere, ut rideamus insignem vulgi stultitiam”* Carta de Galileo a Kepler del 19 de agosto de 1610 [Favaro, 1890-1909: X, 423 y 424].

⁵⁶¹ Carta de Galileo a Castelli del 30 de diciembre de 1610 [Favaro, 1890-1909: X, 446-447].

⁵⁶² Carta de Galileo a Paolo Gualdo del 17 de diciembre de 1610 [Solís, 2007: 247].

Otros como Martín Horky, criticaron hasta el más mínimo detalle del funcionamiento del telescopio y asumieron que todos los descubrimientos podían ser efectos de las lentes. La actitud más original de todos los críticos de las novedades astronómicas fue, sin duda, la de Cesare Cremonini, quien con mucha ironía afirmó “que nunca ha mirado por la lente, ni piensa hacerlo porque hacerlo le da dolor de cabeza.”⁵⁶³ Pues no sólo el manejo del telescopio era un dolor de cabeza, sino intentar explicar lo que se veía en él. Más cautos fueron los jesuitas del Colegio Romano, quienes confirmaron algunas de las observaciones galileanas, siempre reservándose interpretar el significado de dichas observaciones según otros patrones que Galileo.

Años después, el propio Galileo en su *Il saggiaiore* haría una especie de resumen de los tipos de adversarios que tuvo. En dicha obra, Galileo escribió:

...he encontrado en muchos cierta animosidad para atacar, acusar y vilipendiar algo que de apreciable, sino por la obra, sí al menos por la intención, me habría parecido merecer. [...] tampoco faltaron quienes, sólo por contradecirme, ni siquiera se preocuparon de ocultar que ponían en duda cuanto sus mismos ojos vieron libremente, y pudieron volver a ver cuantas veces quisieron. [...] Otros, por no querer asentir con mis ideas, han presentado contra mí opiniones ridículas e imposibles, y otros, en fin, convencidos y doblegados por mis razonamientos, han intentado despojarme de una gloria que era mía, y fingiendo no haber leído mis escritos, intentaron presentarse como descubridores de maravillas extraordinarias.⁵⁶⁴

Galileo se encontró que no sólo el número de los estúpidos en su contra era infinito, sino que incluso los estudiosos en su mayoría no estaban dispuestos a apoyarle. Con cierto desánimo admitía Galileo que:

Yo descubrí [...] muchos pormenores en el cielo, que habían permanecido invisibles hasta este época, los cuales, tanto por la novedad como por algunas consecuencias que de ellos se derivan, contrarias a algunas proposiciones naturales comúnmente admitidas por las escuelas filosóficas, me supusieron la enemistad de un no pequeño número de tales profesores, casi como si yo con mis propias manos hubiese colocado tales cosas en el cielo para enturbiar la

563 “*Credo che altri che lui non l' habbia veduto; e poi quel mirare per quegli ochiali m' imbalordiscon la testa*” Carta de Paolo Gualdo a Galileo del 29 de julio de 1611 [Favaro, 1965: XI, 145].

564 Galileo, *Il saggiaiore*, [Revuelta, 1984: 29 y 30].

naturaleza y las ciencias.⁵⁶⁵

Pese a la animosidad en su contra de algunos, las observaciones astronómicas también le dieron fama y prestigio a Galileo. El dedicarle los nuevos astros del firmamento a los Medici, le aseguró tener un lugar en la corte de los príncipes de Florencia. Cabe señalar que Galileo entró en dicha corte como filósofo y matemático. El mismo Galileo pidió explícitamente que le fuera concedido el título de “filósofo” en las negociaciones con los Medici, así escribió que: “finalmente, en cuanto al título y función de mi trabajo, me gustaría, además del nombre del matemático, que S.A. me asigne el de filósofo.”⁵⁶⁶ Esto era importante porque dicho título reconocía la competencia de Galileo en cuestiones físicas y le permitía proponer interpretaciones cosmológicas, en cierta forma ese título lo elevaba al nivel de los filósofos aristotélicos.

Ese reconocimiento y respaldo de los Medici, le vino a Galileo en buen momento, pues en esa época la distancia entre los aristotélicos y el florentino se ensanchó aún más con nuevas observaciones que, por la premura o el estado aún incompleto de las mismas, Galileo no había incluido en el *Nuncius*. De estas, dos merecen particular atención: las manchas solares y las faces de Venus. Ambas sumieron en un desfiladero sin salida al modelo geocéntrico de Ptolomeo, ya que hicieron patente que existía mutación en los cielos y que ciertos planetas no podían girar alrededor de la Tierra, sino que debían orbitar el Sol.

Esto último lo demostraba la existencia de las fases de Venus, Galileo observó al planeta de manera atenta y descubrió que el planeta interior emulaba los cambios de apariencia que experimenta la Luna. Para asegurarse la prioridad y el crédito del descubrimiento, Galileo hizo circular un mensaje cifrado en tanto confirmaba sus observaciones. El mensaje que envió a Kepler vía del embajador Medici decía: “*Haec immatura a me iam frustra leguntur o y*”.⁵⁶⁷ La curiosa mente de Kepler,

⁵⁶⁵ Carta de Galileo a Cristiana de Lorena [González García, 2006: 84].

⁵⁶⁶ “*Finalmente, quanto al titolo et pretesto del mio servizio, io desidererei, oltre al nome di Matematico, che S.A. chi aggiugnesse quello di Filosofo.*” Carta de Galileo a Belisario Vinta, secretario del Gran Duque, del 7 de mayo de 1610 [Favaro, 1890-1909: X, 353].

⁵⁶⁷ “En vano examino estas cosas inmaduras o y” Carta de Galileo a Giulliano de Medici del 11 de diciembre de 1610 [Solís, 2007: 230].

espoleada de esa forma, intentó la deconstrucción del anagrama de todos los modos que se le ocurrió, uno que, aunque equivocado, merece ser mencionado por su extraordinario poder profético fue: “*Macula rufa in Jove est, gyratur mathem, etc.*”⁵⁶⁸

El pequeño enigma contenía una confirmación largamente esperada por los copernicanos, la respuesta de Galileo a su acertijo era: “*Cynthiae figuras aemulatur mater amorum*”.⁵⁶⁹ En otras palabras, Venus imitaba las fases de la Luna. Ello sólo podía significar que el planeta giraba en torno al Sol y no a la Tierra, ya que al estar interpuesto entre la Tierra y el Sol (cuando está más cerca de nosotros), el planeta estaría completamente oscuro, y al irse moviendo en su órbita irían creciendo los cuernos hasta quedar por completo iluminado al estar oculto detrás del Sol (cuando está más alejado). Finalmente, el disco iría menguando hasta regresar a la posición de inicio. Esto no tenía sentido alguno en el modelo tolemaico, pero se explicaba plenamente en el heliocéntrico. Con gran alegría, escribió Galileo al enviar su anagrama:

“Entretanto le envío el mensaje cifrado de otro particular por mí observado recientemente, el cual conlleva la decisión de grandísimas controversias en astronomía [*grandissime controversie in astronomia*], conteniendo en concreto un poderoso argumento [*gagliardo argomento*] a favor de la constitución pitagórica y copernicana.”⁵⁷⁰

La fases de Venus anunciaban “grandes controversias” [*grandissime controversie*], la guerra había sido declarada. Galileo era consciente que las controversias sólo podían arrear con los nuevos descubrimientos, pero contrariamente a la posición que mantenía en 1597, hacia finales de 1610 estaba seguro de tener un “gallardo argumento” [*gagliardo argomento*] que ponía las cosas a su favor. Además es claro que, contrariamente a las todavía tímidas expresiones en favor del copernicanismo del *Nunci*, Galileo había pasado a defender la cosmología copernicana con esta nueva gallardía. La nominación de la cosmología nueva como pitagórica y copernicana era un nuevo paso en ese sentido, pues rompe por

568 “Existe en Jupiter una mancha roja, gravita matemáticamente, etc.” Carta de Kepler a Galileo del 9 de enero de 1611 [Favaro, 1890-1909: X,].

569 Carta de Galileo a Giuliano de Medici del 1 de enero de 1611 [Solís, 2007: 234]. “Las figuras de Cynthia [la Luna] las emula la madre de los amores [Venus]”.

570 Carta de Galileo a Giuliano de Medici del 11 de diciembre de 1610 [Solís, 2007: 230 y 231]. Cfr. Favaro, 1890-1909: X, 483.[Revuelta, 1984: 36].

completo con la interpretación de Wittemberg, de manejar el copernicanismo como una astronomía técnica, y enarbola ya la filosofía pitagórica que le es propia.

El cambio de actitud es claro, pues aunque donde la podemos ver es en documentos de carácter particular, los destinatarios han variado sensiblemente. Ya no son confesiones hechas entre colegas que mantienen las mismas convicciones, ahora son informes a mecenas, como los Medici, y a astrónomos que no son partidarios del heliocentrismo, pero que estarían obligados a reconocer y aceptar las conclusiones de los argumentos de Galileo. Ejemplo claro de esta segunda forma son las cartas entre Galileo y el jesuita Cristoforo Clavio, profesor de matemáticas del Colegio Romano, en donde Galileo va guiando (o forzando) al viejo astrónomo a reconocer la realidad y también el significado de las nuevas observaciones. Al respecto, Galileo escribió a Clavio:

He aquí, señor mío, aclarado cómo Venus (e indudablemente lo mismo hará Mercurio) va en torno al Sol, centro sin duda alguna de las máximas revoluciones de todos los planetas [*di tutti i pianeti*]. Estamos además seguros de que dichos planetas son en sí mismos sombríos [*tenebrosi*], resplandeciendo únicamente cuando los ilumina el Sol, lo que no creo que ocurra con las estrellas fijas, por algunas observaciones mías, así como de que este sistema planetario es sin duda de otro modo al comúnmente aceptado.⁵⁷¹

La principal dificultad de Galileo en esos años, como acertadamente ha señalado Antonio Beltrán, era defender el significado teórico de los acontecimientos; Beltrán explica que:

Lo que se proponía [Galileo] no era simplemente señalar unos nuevos hechos, fuera el aspecto terráqueo de la Luna, las fases de Venus o las manchas solares; pretendía que se aceptara su significado teórico. Y eso equivalía no sólo a enseñar cosas, señalando con el dedo o el telescopio, sino a enseñar a pensar de modo distinto.⁵⁷²

En ese momento, la guerra parecía marchar bien. Galileo había logrado acorralar a los aristotélicos en varios frentes a la vez: había conseguido demostrar que ciertos planetas (Mercurio y Venus) orbitaban el Sol y también que estos no producían su propia luz, sino que reflejaban la del Sol y

571 Carta de Galileo a Clavio del 30 de diciembre de 1610 [Solís, 2007: 232 y 233]. Cfr. Favaro, 1890-1909: X, 500.

572 Beltrán, 2006: 119.

en sí mismos eran de naturaleza tenebrosa (como la Tierra). Galileo se sentía tan confiado de esto, que extrapoló los resultados de los planetas interiores a *di tutti i pianeti*. Si el cúmulo de evidencia no había logrado demostrar el copernicanismo, sí había conseguido hundir definitivamente al modelo tolemaico. Dándose a sí mismo una palmada en la espalda, Galileo afirmó:

“Tendrán, pues, el Sr. Keplero y los otros copernicanos que felicitarse por haber creído y filosofado bien, por más que nos haya tocado y aún habrá de tocar vernos considerados por la universalidad de los filósofos librescos como poco doctos y poco menos que estúpidos.”⁵⁷³

Pese al optimismo, las tenebrosas palabras finales de la cita anterior, sobre la universalidad de los filósofos que los creían estúpidos, no estaban nada erradas. Como él mismo había dicho en su carta del 10 de diciembre, los nuevos descubrimientos sólo podían arreciar la guerra. Además, si bien el modelo astronómico tradicional estaba quebrado, esto no significaba que la cáscara no pudiera reciclarse. Los jesuitas lograron aún cerrarle el paso al heliocentrismo con una solución intermedia, recurriendo a la astronomía geo-heliocentrista de Brahe, prolongaron de esa forma la vida del geocentrismo; esta maniobra contuvo la caída de la cosmología tradicional, sin lograr detenerla, sí la hizo interminablemente agónica.

El geo-heliocentrismo explicaba las fases de Venus y lograba remendar momentáneamente al aristotelismo. Quedaban sin respuesta los problemas como la naturaleza planetaria; pero ante esos fracasos, conseguían un éxito supremo contra el pitagorismo-copernicanismo al lograr salvar un modelo geocéntrico y geoestático que oponer como alternativa formal. Así, mientras existiera una opción geocéntrica, la verdad del heliocentrismo quedaba en entredicho. Dicho punto, central como justificación *a posteriori* de la condena de 1615 y base de toda la apologética pro Inquisición posterior, fue tan significativo que, si el modelo de Brahe originalmente intentó ser una nueva alternativa viable tanto al geocentrismo como al heliocentrismo copernicano, en manos de los jesuitas quedó como un mero geocentrismo reformado.

573 Carta de Galileo a Giuliano de Medici del 1 de enero de 1611 [Solís, 2007: 234].

Si bien el modelo geo-heliocéntrico salvaba el problema de Venus, el problema de las manchas solares abría una nueva brecha que era aún más peligrosa, en la medida que éste parecía demostrar uno de los principales puntos de la cosmología pitagórica bruneana. Esto es claro si notamos que, aun con todo lo que implicaban, la fases de Venus fueron finalmente aceptadas, mientras que la controversia sobre las manchas solares fue una polémica violenta y agria que incluso incluyó mutuas acusaciones de plagio. En ese debate el portavoz de la cosmología geocéntrica reformada fue otro jesuita, Christopher Scheiner, quien publicó un tratado sobre las manchas solares (*Tres epistolae de maculis solaris* 1612) bajo el seudónimo de Apeles donde reivindicaba la prioridad en el descubrimiento. El interés por reivindicar la prioridad de una novedad astronómica era múltiple para Scheiner, pues además de intentar ganar la gloria propia de ello, también quería demostrar la competencia de los jesuitas como astrónomos calificados y científicos de vanguardia y, a la par, cerrarle el paso a una posible interpretación copernicana (o peor, abiertamente pitagórica) de dicho fenómeno.

La tesis central de Scheiner era que las manchas no eran mutaciones del cuerpo del Sol, sino nuevos planetas que, como un enjambre, oscurecían la cara del Sol a su paso. De forma irónica, Scheiner apelaba a los satélites de Júpiter⁵⁷⁴ como ejemplo de la verosimilitud de sus ideas. Con esa hipótesis evitaba proclamar que existiera generación y corrupción en el Sol y además lo salvaba de un segundo peligro que era ponerlo a rotar, pues la manchas se movían todas en la misma dirección de oriente a poniente.

La respuesta de Galileo, aunque tardía, pues se componía de tres cartas escritas en 1612, pero publicadas hasta 1613 bajo el auspicio de la Academia dei Licei, bajo el título de *Istoria e dimostrazioni intorno alle macchie solari e loro accidenti*. En la *Istoria* se demostraba con argumentos geométricos que las manchas estaban en el cuerpo del Sol y no fuera de éste. Escribe Galileo en la *Istoria* que:

Responde... y con la mayor resolución confirmo que las manchas oscuras que por medio del

⁵⁷⁴ “*loviales comites*” Scheiner, *Tres epistolae de maculis solaris* [Favaro, 1890-1909: V, 31].

telescopio se observan en el disco solar no están en absoluto alejadas de su superficie, sino que se hallan contiguas a ella o separadas por un intervalo tan menguado que resulta del todo imperceptible. Además, no son estrellas u otros cuerpos de consistentes y de naturaleza durable, sino que continuamente se generan unas y se disuelven otras.⁵⁷⁵

El solo hecho de que existe generación y corrupción en el cuerpo solar, bien era un descubrimiento con una carga nociva para la vieja cosmología. Pero Galileo encuentra un nuevo descubrimiento que abre nuevas perspectivas en el debate cosmológico, pues después de examinar el patrón de las manchas resaltó que todas, sin excepción de su duración o disolución prematura, tienen un movimiento de oriente a occidente. Galileo escribió al respecto que:

Además de estos movimientos desordenados y particulares consistentes en unirse y separarse, condensarse y rarificarse, y mudar de forma, poseen un máximo común y universal movimiento mediante el cual, uniformemente y siguiendo líneas paralelas entre sí, van recorriendo el cuerpo solar.⁵⁷⁶

Dicho movimiento confirmaba la intuición de Bruno en el *Inmenso* y la hipótesis física de Kepler, ahora con nueva evidencia gracias a las manchas. Galileo podía demostrar que el Sol tenía movimiento de rotación. Con claridad escribió Galileo a continuación:

Por estos síntomas particulares de tal movimiento se viene a conocer en primer lugar que el cuerpo del Sol es absolutamente esférico y, en segundo lugar, que éste gira sobre sí mismo en torno al propio centro, arrastrando consigo en círculos paralelos las mencionadas manchas, completando una vuelta entera aproximadamente en un mes lunar.⁵⁷⁷

La demostración de que el Sol rota no era cosmológicamente estéril, no era un bonito corolario del problema de las mutaciones, sino que teóricamente tenía consecuencias desde una perspectiva pitagórica. Mientras que desde una perspectiva geocéntrica, tradicional o reformada, simplemente no tiene sentido, convirtiéndose (si se acepta) en un capricho de la naturaleza inexplicable.

Para comprender el gran significado cosmológico de la rotación solar es necesario dar un rodeo y

575 Galileo, *Istoria*, II [Solís, 2009: 201].

576 Galileo, *Istoria*, II [Solís, 2009: 202].

577 *Ibid.*

examinar primero otro de los frentes de batalla de la guerra de cosmologías. Este fue el problema de la congruencia entre las teorías cosmológicas y los textos sagrados, campo abierto por los enemigos del copernicanismo desde sus inicios, pero que se recrudece con los éxitos de Galileo y sus interpretaciones copernicanas de los nuevos fenómenos celestes. Los enemigos de Galileo apelaron a la teología como un último recurso cuando parecía que estaban perdiendo la guerra en el frente astronómico. Esto era evidente para casi todos hacia finales de 1611. Los descubrimientos astronómicos de Galileo, pese a su lenta y difícil aceptación, le aseguraron el beneplácito del Gran Duque Cosme II y una fama internacional como científico. Esa fama le acarreó envidias y odios (o los acentuó) de aquellos que tenían la cosmología aristotélica como dogma de fe. Como la mayoría de los biógrafos de Galileo reconocen, su gran habilidad para las polémicas, así como el refinado conocimiento de la cosmología tradicional y de la nueva ciencia, lo hacían superior en el debate científico. La reacción de sus enemigos fue desviar el debate de lo estrictamente académico, hacia los terrenos de la religión.

Esto último no era nada nuevo, teólogos y defensores del geocentrismo muchas veces resaltaron la incompatibilidad del heliocentrismo con varios pasajes de la Biblia, entre los más importantes estaban el fragmento de *Josué* (X, 12-13) y el Salmo XVIII (5-7). Para intentar responder a esos ataques, Galileo realizó sus propias interpretaciones alternativas de los pasajes anteriores, con desastrosos resultados. La entrada de Galileo al peligroso terreno de la interpretación bíblica fue a través de una carta a su antiguo alumno el monje Benedetto Castelli (diciembre, 1613). El problema surgió del siguiente modo, durante una cena en el palacio de los Medici, el filósofo Cosimo Boscaglia, profesor de la universidad de Pisa, declaró que el heliocentrismo era herético pues contradecía la Biblia. La intención de Boscaglia era evidentemente socavar ante sus patrones la imagen de Galileo, quien estaba ausente del evento. A falta de su maestro, Castelli actuó como el portavoz del heliocentrismo en el debate, argumentó con maestría y se ganó al público con sus ideas. Posteriormente Castelli pidió a un amigo en común que informara a Galileo de lo sucedido. Al enterarse Galileo, complacido con la actuación de Castelli, le escribió para felicitarlo y también para ampliar algunos de

sus argumentos que su alumno usó. La carta de Galileo a Castelli no tardó en hacerse famosa y circular de mano en mano. Dicha carta tuvo una serie de consecuencias para Galileo y para el copernicanismo en el ámbito católico, al grado que se le conoce como *La carta a Castelli* (en singular).

Ahora bien, el problema bíblico nos interesa doblemente: en la medida que derivó hacia la condena del copernicanismo de 1615, pero también porque se relaciona de forma directa con la cosmología de Galileo. Solís ha señalado acertadamente que la cosmología Galileana es en extremo difícil de reconstruir, pero ello no significa que no existiera ésta y que Galileo sólo se guiara por su intuición al interpretar las observaciones. Solís explica que:

Un filósofo natural como él, que desmontó sistemáticamente y tenazmente la visión aristotélica de la naturaleza, debía tener alguna alternativa en mente aunque no considerase oportuno manifestarla. A ese silencio contribuyó la actitud de no exponer nada que no pudiese defender con argumentos empíricos y geométricos, sea por sobriedad epistémica, sea por el medio hostil, tanto filosófico como religioso, en el que se movía.⁵⁷⁸

Solís afirma dos cosas de la cosmología de Galileo: por una parte la dificultad de descubrir una cosmología que intentó pasar desapercibida, casi como un telón de fondo; por otra parte, el hecho de que esa cosmología existió y jugó un papel principal en el pensamiento científico galileano. A esas consideraciones podemos agregar un tercer punto, rescatado por Massimo Bucciantini: que las ideas cosmológicas de Galileo y sus enemigos eran diferentes no sólo en las formas, sino en el fondo. Bucciantini afirmó que heliocentristas y geocentristas pertenecían a dos tradiciones de pensamiento distintas. Si recapitulamos el largo recorrido que hemos seguido para llegar a este punto, no es complicado ver que el heliocentrismo desarrollaba una visión del mundo diferente a la cristiana y que el cristianismo, después del cisma de la reforma, había declarado como una herejía y delito desarrollar una visión que no girara alrededor del cristianismo. En ese sentido el debate astronómico era más que una diferencia académica, pues las consecuencias finales de ambas teorías excluían por completo a sus contrarios.

⁵⁷⁸ Solís, 2001: 357.

Por lo tanto, si consideramos el celo con que los enemigos de Galileo lo persiguieron por sus ideas cosmológicas, no es de extrañar que el florentino tratara de ocultarlas lo más posible y que sólo recurriera a ellas cuando era estrictamente necesario. En el siguiente apartado regresaremos al conflicto religioso que causó las interpretaciones bíblicas. Por ahora nos basta con mostrar que los problemas cosmológicos no son un bonito corolario del pensamiento galileano, sino un problema central de su obra. Esto nos ayuda a entender que, dentro de la lucha teológica que Galileo emprendió para proteger al copernicanismo, terreno ya de por sí resbaloso, haya incluido algunas de las muestras más claras de pitagorismo. *La carta a Castelli* evidencia el punto de partida filosófico de Galileo y presupuesto necesario de la investigación científica desde la época de la Academia Florentina: la dignidad del hombre. En *La carta a Castelli*, Galileo expuso una breve, pero significativa, alabanza a la capacidad racional del hombre. Este punto se vuelve fundamental para comprender su distinción entre la revelación cristiana, necesaria para la salvación, y la investigación de la naturaleza que no parte de la autoridad. Galileo exclama que:

¿Quién se pretenderá poner límite a los ingenios [*ingegni*] humanos? ¿Quién se atreverá a afirmar, que sea ya sabido todo aquello que es cognoscible [*scibile*] en el mundo? Y por eso, fuera de los artículos concernientes a la salvación y a los fundamentos de la fe, contra cuya firmeza no existe el menor peligro que pueda surgir jamás una doctrina válida y eficaz, sería tal vez un óptimo consejo el que no se añadiesen otros sin necesidad.⁵⁷⁹

Resaltan a primera vista las afirmaciones finales de Galileo sobre la “firmeza” del cristianismo, muy del gusto de los apologistas que resaltan que fue un devoto cristiano. Pero el análisis muestra que la concesión hecha al cristianismo es irrelevante, pues la intención de Galileo no fue afirmar la “firmeza” del cristianismo, sino limitarlo al ámbito de la fe. En cambio, el campo de la ciencia no necesita de la revelación, sino que la inteligencia [*ingegni*] basta para conocer todo lo posible [*scibile*] de la naturaleza. Galileo requiere dos presupuestos para justificar una investigación de la naturaleza que pretenda alcanzar la verdad: la primera es un cosmos racionalmente ordenado, y la segunda, un ser

579 Carta de Galileo a Benedetto Castelli del 21 de diciembre de 1613 [González García, 2006: 50]. Cfr. Favaro, 1890-1909: III, 284.

humano capaz de ejercer su racionalidad sin cortapisas, límites o barreras. Sólo entonces Galileo y los demás copernicanos podían vestirse “con el hábito de filósofo.”⁵⁸⁰

Galileo, lejos de someterse a la autoridad de la religión en materia de conocimiento, confinó a la religión al ámbito privado de la salvación personal. El punto culminante de esa división es su tesis de que los libros sagrados no enseñan nada sobre la naturaleza, sino que sólo lo necesario para la salvación. Unas líneas después, Galileo escribe:

Yo más bien creo que la autoridad de las Sagradas Escrituras haya tenido solamente la intención de enseñar a los hombres aquellos artículos y proposiciones que, siendo necesarios para la salvación [*salute*] y superando toda reflexión humana [*ogni umano discorso*], no podían hacerse creíbles por otra ciencia ni por otro medio, a no ser por boca del Espíritu Santo. Pero que aquel mismo Dios que nos ha dotado de sentidos [*sensi*], de razonamiento [*discorso*] y de inteligencia [*d'intelletto*], haya querido, posponiendo el uso de éstos, darnos por otro medio los conocimientos que podíamos conseguir por aquéllos, no pienso que sea necesario creerlo, y, sobre todo, a propósito de aquellas ciencias a las que se refiere la Escritura sólo en una mínima parte y de forma dispersa.⁵⁸¹

En ese segundo pasaje la idea es llevada más allá, pues aquí Galileo afirmó que la revelación sólo alcanza aquello que es necesario para la salvación y no es accesible por completo a la reflexión humana [*ogni umano discorso*]. El ámbito de lo religioso queda más compacto, pero aún Galileo lo mantuvo como un coto intocable del cristianismo. La concesión a la religión era necesaria por motivos políticos, pero no por cuestiones epistemológicas, pues Galileo consideró que las facultades de los sentidos, palabra-razón e intelecto son prueba suficiente de las capacidades humanas para ejercer la investigación y llegar a la verdad.

Pero el punto que más deseaba destacar y guarnecer de aquellos que deseaban teorizar sobre temas de ciencia desde la interpretación bíblica, era el campo de la astronomía.⁵⁸² Galileo denotaba que

580 Carta de Galileo a Piero Dini del 23 de marzo de 1615 [González García, 2006: 69].

581 Carta de Galileo a Benedetto Castelli del 21 de diciembre de 1613 [González García, 2006: 51]. Cfr. Favaro, 1890-1909: III, 284.

582 No es que a Galileo no le importen tanto otros campos, como el de la física, mi interpretación de ese punto es que la astronomía lleva a la cosmología y ésta es una visión del mundo que abarca por completo todo lo empírico, ya que, por supuesto, es la suma de todo lo empírico. Así Galileo defiende lo prioritario y, al hacerlo, defiende todos los campos a la

de esta cuestión la Biblia “se habla tan poco, que no se encuentran ni siquiera nombrados los planetas”⁵⁸³. Galileo rechazó que se puede aventurar una astronomía desde las pobres referencias bíblicas, pero que incluso si esto fuera posible, dicha astronomía debía de ser consistente con las pruebas empíricas que se van descubriendo. Galileo intentaba revertir la supuesta infalibilidad del texto sagrado contra quienes lo usaban para teorizar en astronomía. Pues partiendo del supuesto que lo que dice la Biblia debe ser verdadero, entonces no puede entrar en contradicción con las evidencias y debe además ser superior a cualquier otra teoría, que necesariamente sería falsa. Entonces:

“aquel que defienda la parte verdadera tendrá de su lado mil experiencias y mil demostraciones necesarias, y que el otro no puede tener sino sofismas, paralogismos y falacias.”⁵⁸⁴

La peligrosísima interpretación del texto bíblico de Galileo se fundó en su tesis de la incompatibilidad de dos verdades. Pues si la Biblia contiene sólo verdades, y el sistema tolemaico ha demostrado ser falso, el sentido del texto sagrado no puede ser interpretado como una prueba a favor de este último. En base a lo anterior Galileo afirmaba que el texto bíblico “se ajusta perfectamente al sistema copernicano.”⁵⁸⁵ Evidentemente esto no se está afirmando desde el sentido manifiesto de pasajes como el de *Josué*, que va a interpretar Galileo ha continuación, donde se dice que Dios detuvo al Sol, pues es éste está elaborado desde un empirismo ingenuo. Más bien la afirmación de Galileo debe leerse sobre la base expuesta de la imposibilidad de una doble verdad.⁵⁸⁶ En ese sentido, la Biblia no “se ajusta perfectamente”, sino que se debe ajustar.

Cuando se lee la interpretación bíblica de Galileo, es claro que la violencia que se le hace a los pasajes está en función de un nuevo sentido que se les quiere dar y no una reconstrucción de un sentido más profundo de los mismos. Llegado a este punto el problema bíblico y el de las manchas solares

vez.

583 *Ibid.*

584 Carta de Galileo a Benedetto Castelli del 21 de diciembre de 1613 [González García, 2006: 52].

585 Carta de Galileo a Benedetto Castelli del 21 de diciembre de 1613 [González García, 2006: 53].

586 “puesto que es imposible que dos verdades se contradigan” Carta de Galileo a Benedetto Castelli del 21 de diciembre de 1613 [González García, 2006: 52].

finalmente se hacen uno, pues ese proceso hermenéutico se fundó en considerar al Sol como la pieza central de la maquinaria celeste. Galileo, apoyándose en lo demostrado por las manchas solares, construye una visión del sistema planetario centrada en el Sol, en el doble sentido de que es su centro y que también es la causa del movimiento. Galileo especuló que:

Habiendo yo, pues, descubierto y demostrado que necesariamente el globo solar completa una revolución sobre sí mismo en aproximadamente un mes lunar, según la dirección en la que se hacen las demás revoluciones celestes, y siendo, además, muy probable y razonable [*molto probabile e ragionevole*] que el Sol, como instrumento y ministro máximo de la naturaleza, casi corazón del mundo, dé no solamente luz, como claramente da, sino también el movimiento a todos los planetas que giran en torno a él,⁵⁸⁷

El lenguaje de Galileo respecto al Sol es el mismo que el de la Academia Florentina, basado en el hermetismo y en la teología negativa,⁵⁸⁸ mientras que la interpretación va en un sentido claramente bruneano. El giro del Sol es lo que anima y mueve al resto del sistema planetario. Galileo, aunque no considera esto como una verdad demostrada, sí lo sostiene como *molto probabile e ragionevole*. Desde el Sol, como corazón del mundo, se distribuye tanto la luz, como una segunda fuerza que anima y da vida a los planetas. En la carta a Pedro Dini (marzo, 1615), Galileo amplió su cosmología exponiendo la fuerza motriz solar desde una óptica vitalista. Ahí escribió Galileo que:

diré que me parece que en la naturaleza se encuentra una sustancia sutilísima, muy tenue y velocísima que, difundándose por el universo, penetra por todas partes, sin oposición, calienta, vivifica y fecunda a todas las creaturas vivientes; y de este espíritu parece que los sentidos mismos nos demuestran que el cuerpo del Sol es el principal irradiador, del cual propagándose una inmensa luz por el universo, acompañado por tal espíritu calorífico [*spirito calorifico*] y penetrando por todos los cuerpos vegetales, les da vida y les fecunda. Esto permite razonablemente suponer que existe algo más además de la luz, pues penetra y se difunde por todas las sustancias corpóreas, aunque muy densas, por muchas de las cuales no

587 Carta de Galileo a Benedetto Castelli del 21 de diciembre de 1613 [González García, 2006: 55 y 56]. Cfr. Favaro, 1890-1909: V, 288.

588 Galileo afirma en la carta a Dini que “podría proporcionar muchos testimonios de filósofos y grandes escritores” [González García, 2006: 78], pero le basta con citar a Dionisio Areopagita como autoridad al respecto. Con semejante fuente no es difícil imaginar que el resto de los filósofos en quienes estaba pensando son los herméticos, los florentinos y probablemente (aunque no en la categoría de aceptables como los otros) el mismo Bruno.

penetra la luz.⁵⁸⁹

Con esa fuerza que nace en el cuerpo solar y se difunde hacia los cuerpos opacos de los planetas, Galileo pudo establecer una relación dialéctica entre la luz y lo opaco. Esta relación entre un *spirito* y los cuerpos sólidos y opacos, donde el primero “encuentra oposición”,⁵⁹⁰ Galileo la interpreta como la causa del movimiento planetario y también de la animación de los entes. Unas líneas después, Galileo escribió:

[El espíritu-luz] se difunde para vivificar todos los cuerpos que giran en torno a ese centro. De modo que, con cierta semejanza así como en el corazón del animal tiene lugar una continua regeneración de los espíritus vitales, que sostienen y vivifican todos los miembros, mientras que a su vez llega al mismo corazón el sustento y alimento de otro lugar, así en el Sol, mientras *ab extra* le viene el sustento, se conserva aquella fuente de donde continuamente se deriva y difunde esa luz y calor prolífico, que da vida a todos los miembros que están situados a su alrededor.⁵⁹¹

Galileo hace del Sol la fuente de sustento y vida de todo el sistema, lo cual ocurre a través del *spirito*. Pero dicho proceso además de natural tiene un componente metafísico, pues Galileo indica que el espíritu se puede interpretar como el espíritu divino, haciendo una lectura de éste como el espíritu que revoloteaba sobre las aguas que aparece en el *Génesis* (I, 2). En ese sentido, la cosmología de Galileo apunta hacia un panteísmo, pues la distancia entre Dios y las creaturas se borra, convirtiendo al Sol en sede de una fuerza motriz divina que se expande e impregna a todas las cosas. Galileo matiza esa posible interpretación a renglón seguido, pues después de su lectura del espíritu, hace otra de éste como una luz y repite varias veces que la luz fue creada y, por eso, no podría ser Dios mismo.

Más allá de las especulaciones solares, el resto de la cosmología galileana concedía el uso de excentricidades y epiciclos. Pero rechazó enfáticamente la existencia de esferas sólidas y cristalinas. En la carta a Pedro Dini, Galileo escribió que:

589 Carta de Galileo a Piero Dini del 23 de marzo del 1615 [González García, 2006: 76]. Cfr. Favaro, 1890-1909: III, 301.

590 *Ibid.*

591 Carta de Galileo a Piero Dini del 23 de marzo del 1615 [González García, 2006: 78]. Cfr. Favaro, 1890-1909: III, 302 y 303.

“Tan sólo negaría que se encuentre en el mundo celeste una estructura de esferas sólidas, divididas y separadas entre sí, que, en virtud de sus movimientos combinados, arrastran los cuerpos de los planetas.”⁵⁹²

Galileo manifiesta que su lucha no es contra la parte técnica de la astronomía tradicional, “que son las verdaderas y sencillas afirmaciones de Ptolomeo y de los otros grandes astrónomos.”⁵⁹³ Es notable la total ausencia de elementos keplerianos en su sistema planetario, ni un indicio de órbitas elípticas carentes de epiciclos o del problema de las velocidades planetarias. Estas ausencias se explican por la poca confianza de Galileo en los trabajos cosmológicos de Kepler, pero también se puede leer como un intento de acercamiento a los astrónomos contemporáneos, en especial los jesuitas, ya que Galileo sólo rechaza la parte más obsoleta de la astronomía técnica tradicional, aquella en que ya nadie creía.

No hay que olvidar que el gran despliegue de la interpretación bíblica de Galileo tuvo un objetivo político muy claro: evitar la condena del copernicanismo por parte de la Iglesia. Galileo no estaba intentando establecer nuevos sentidos a los textos sagrados por el puro gusto de intervenir en el campo de los teólogos, sino ofrecer interpretaciones posibles que fueran compatibles con el copernicanismo, como una forma de detener el avance de sus enemigos que habían convertido la cuestión de astronómica en doctrinal. Este objetivo apareció en sus cartas y lo resumió el mismo Galileo:

Mis perseguidores [...] intentan que se prohíba un libro admitido durante tantos años por la Santa Iglesia, sin haberlo visto jamás, y mucho menos leído o entendido, y yo, en cambio, no hago otra cosa que pedir que se examine su doctrina y se analicen sus argumentos por personas muy católicas y competentes, que se comparen sus posiciones con la experiencia sensible, y que en suma no se condene si antes no se demuestra que es falso.⁵⁹⁴

La petición es en verdad razonable, pero si de algo no pudo encontrar Galileo en esos momentos fue una persona “competente” que además tuviera autoridad y lo apoyara; algunas de sus pocas esperanzas fueron los jesuitas. Las cartas de Galileo se inscriben en el contexto del proceso inquisitorial

⁵⁹² Carta de Galileo a Piero Dini del 23 de marzo del 1615 [González García, 2006: 72]. Cfr. Favaro, 1890-1909: III, 301.

⁵⁹³ *Ibid.*

⁵⁹⁴ Carta de Galileo a Piero Dini del 23 de marzo del 1615 [González García, 2006: 63].

que termina en 1615, el florentino habla de “la trampa” que sus enemigos habían tendido, “que se presenta alternativamente bajo el manto de celo y de caridad.”⁵⁹⁵ Dicho proceso marca un punto de inflexión para el copernicanismo y también para el problema cosmológico en los países católicos, y nos interesa ya que, si en 1614 aún se pueden sugerir interpretaciones de tipo hermético, vitalistas y panteístas, como el breve esbozo de cosmología galileana que hemos visto, después del periodo que se abre con la condena de 1615 y culmina con la condena de 1622, estos temas quedarán clausurados y quienes tengan convicciones de ese tipo tendrán que buscar nuevas vías para expresar sus ideas.

22. Conjeturar en medio de sombras

*“questo non è paese da venire a disputare sulla luna né da volere, nel secolo che corre, sostenere né portarci dottrine nuove.”*⁵⁹⁶

Piero Guicciardini.

Bucciantini remarca que los pensadores ultra-ortodoxos de la cristiandad, como “Caccini y Lori”⁵⁹⁷, veían a la astronomía copernicana y a su filosofía pitagórica como una secta que había que combatir. Las consecuencias anticristianas de la cosmología de Bruno debían estar presentes, pues aun sin conocer a fondo las tesis del Nolano, los guardianes del cristianismo comprendían que el copernicanismo minaba las bases de la visión cristiana del mundo y, con ella, toda la autoridad secular de la religión que ahí se fundaba. Esto último no implicaba que todos los que atacaron a Galileo lo hicieron porque comprendían las implicaciones teológicas de la cosmología copernicana. El rechazo al heliocentrismo se manejó al menos en tres niveles: uno sensorial, otro técnico o epistémico, y otro teológico; con una multitud de combinaciones en grados y matices.

El primero y más básico fue el absolutamente simple (o simplista) de la evidencia sensorial. Éste no consideraba ni el problema epistemológico de la astronomía técnica, ni muchos menos la

⁵⁹⁵ Carta de Galileo a Piero Dini del 23 de marzo del 1615 [González García, 2006: 66].

⁵⁹⁶ Carta de Piero Guicciardini, embajador de Florencia en Roma, a Curzio Picchena del 5 de diciembre de 1615 [Favaro-Lungo, 1915: 169]. “Este no es lugar para venir a discutir sobre la Luna ni para querer, en la presente época, traer y sostener doctrinas nuevas.”

⁵⁹⁷ Bucciantini, 2008: 324.

complejidad cosmológica que conllevaba; a ese nivel estaban aquellos que manejaban una crítica roma al heliocentrismo, por ejemplo la crítica de Lutero a Copérnico, ya que ellos creían que la evidencia sensorial era absoluta o como escribe Bellarmino: “el ojo no se engaña cuando juzga que el Sol se mueve”.⁵⁹⁸ Por ende, los que tenían esta convicción sensorial no podían considerar al heliocentrismo como algo serio. El segundo nivel era el que manejaban los astrónomos jesuitas, quienes rechazaban al heliocentrismo desde el aristotelismo; este nivel, que podemos llamar epistemológico, abarca desde la astronomía técnica hasta la cosmología, en su aspecto filosófico; en ese nivel ya conlleva aceptar al heliocentrismo como una astronomía técnica (copernicanismo) posible y, desde esa consideración, polemizar contra ella con argumentos matemáticos y lógicos. Finalmente, el último grado es el teológico, el cual se aleja de la parte técnica de la astronomía y atiende más bien a las consecuencias que la cosmología tiene para el cristianismo. Este último era el más problemático para los copernicanos, pues pensadores como Galileo estaban forzados a aceptar la certeza del cristianismo y contemporizar con él, si no querían tener el desenlace de Bruno.

Estos niveles, más que aparecer aislados en los enemigos del heliocentrismo, se reforzaban mutuamente. La constante en la Iglesia cristiana, católica y reformada, de finales del siglo XVI y principios del XVII fue un ambiente general de hostilidad hacia los copernicanos más o menos vago, reforzada por la pericia particular de los distintos autores en alguno de los campos técnico, epistémico o teológico. Es por ello que los enemigos de Galileo era dispares a niveles extremosos, desde un Caccini que veía los problemas teológicos claves, pero desconocía lo más elemental de astronomía, hasta un Clavio que comprendía las argumentaciones astronómicas y sus implicados cosmológicos, pero elabora retorcidas interpretaciones alternativas, que aunque posibles no eran verosímiles, o un Francesco Ingoli que a medias esgrime argumentos aristotélicos y los refuerza con datos sensoriales, y a medias amenazas desde el campo de la teología.

Finalmente toda la hostilidad contra el copernicanismo en general y hacia Galileo en particular,

⁵⁹⁸ Carta de Bellarmino a Foscarini del 12 de abril de 1615 [González García, 2006: 165].

se puso en marcha por una carta de Niccolò Lorini a la Congregación del Índice y después por la denuncia ya formal de Tommaso Caccini a la Inquisición, aunque éste fue sólo el rostro visible de una conjura mucho mayor.⁵⁹⁹ Aunque la denuncia de Caccini es del 20 de marzo de 1615, la ofensiva contra Galileo se remonta a 1611. Según el análisis de Beltrán de la carta de Lodovico Cardi da Cigoli a Galileo del 16 de diciembre de 1611, los enemigos del copernicanismo habían decidido utilizar la vía teológica como arma de batalla. La intención es que “desde el púlpito” [*pergamo*]⁶⁰⁰ se denunciara el movimiento de la Tierra como contrario a las Escrituras. La conjura contra Galileo avanzó por varios episodios, la polémica de Castelli y Cosimo Boscaglia se puede ver como uno de ellos, igual que un sermón menor de Lorini contra el heliocentrismo. Pero todo se precipitó por el famoso sermón de Caccini en Santa María Novella, Florencia, del 21 de diciembre de 1614.

El sermón de Caccini, aunque atacaba a Copérnico, también se dirigió en principio contra las matemáticas, como fuentes de todas las herejías. Según la información que llegó desde el sermón hasta Galileo, quien no estuvo presente en el evento, Caccini:

“ha dicho que la matemática es un arte diabólica y que los matemáticos, como autores de todas las herejías, deben ser expulsados de todos los estados.”⁶⁰¹

Las palabras de Caccini parecían denigrar a toda la comunidad de matemáticos, pero la presentación del mismo y que fuera dedicado contra los “Galileos”⁶⁰², en un juego de palabras bíblico con clara alusión a Galileo y sus amigos, acotaba enormemente sus objetivos. En tal sentido, las artes matemáticas que denuncia Caccini no son toda la matemática, sino que se reducen al uso no cristiano de las mismas, como las opiniones “de Telesio y de Cardano... y epicúreos”⁶⁰³ como después escribiría Grassi.

599 Está debidamente documentada la participación del Arzobispo Marzimeddi de Ludovico d'Ilia Colombe y algunos otros [Beltrán, 2006: 167 y ss.]. Este grupo se autonombraba la “Liga”. Cfr. Bucciattini, 2008: 416; quien también habla de un “complot”.

600 Carta de Lodovico Cardi da Cigoli a Galileo del 16 de diciembre de 1611 [Favaro, 1965: XI, 202].

601 “*ha detto che la matematica è arte diabolica e che li matematici, come authori di tutte l'heresie, dovrebbero esser scacciati da tutti li stati*” Carta de Cesi a Galileo del 12 de enero de 1615 [Favaro, 1965: XII, 101].

602 Beltrán, 2006: 193.

603 Orazio Grassi, *Ratio ponderum librae et simballae*, “*Examen IX*” [Favaro, 1890-1909: VI, 398].

Aunque en un principio, el furibundo sermón de Caccini atrajo burlas y desprecio por parte de los amigos de Galileo y por muchos otros, como el dominico Maraffi, a quienes les pareció un exceso,⁶⁰⁴ en realidad fue un gran paso para los enemigos del filósofo florentino. El escándalo era el objetivo del sermón, llamar la atención pública sobre las bases teóricas del heliocentrismo y denunciarlas como anticristianas, y en tal sentido fue un éxito absoluto. Lejos del optimismo de Castelli o de la indignación de Maraffi, le lectura de Federico Cesi, fundador de la Academia de los Linceos y gran amigo de Galileo, era mucho más tétrica y realista. Cesi señaló en una carta a Galileo que el asunto era grave y debían irse con cuidado en sus actos, pues si la primera reacción fue en su favor, eso no significaba que las autoridades religiosas no fueran del mismo parecer que Caccini. Cesi escribió que:

“Respecto a la opinión de Copérnico, el mismo Bellarmino, que es uno de los dirigentes en las congregaciones que controlan estas cosas, me ha dicho que la considera herética, y que el movimiento de la Tierra está en contra de las Escrituras.”⁶⁰⁵

De inmediato Cesi aconsejó a Galileo que dejara que fueran los matemáticos quienes respondan a Caccini por sus ofensas y “no entrar en absoluto y de ningún modo en las cosas dichas contra Copérnico.”⁶⁰⁶ El problema que se estaba gestando era mucho mayor que una simple crítica particular, el sermón de Caccini había tenido una doble ganancia para los enemigos de la nueva cosmología, pues había logrado levantar suficiente humo para hacer resaltar el viejo problema de la incompatibilidad entre el cristianismo y la cosmología pitagórica, y, también, al ser esgrimido por un miembro de la curia, había llevado la disputa al ámbito religioso, donde la autoridad de la Iglesia, que era juez y parte, podía zanjar el problema, evitando así pasar por el difícil terreno de la astronomía técnica, donde la batalla parecía perdida.

604 Castelli escribe a Galileo el 31 de diciembre de 1614 explicando que incluso Lorini fuera tan lejos [*trascorrere tanto*], igualmente Luigi Maraffi, dominico importante, escribió a Galileo el 10 de enero de 1615 después de “escuchar con infinito disgusto” [*sentito infinito disgusto*] el sermón [Favaro-Lungo, 1915: 155 y 156].

605 “*Quant'all'opinione di Copernico, Bellarmino istesso, ch'è de' capi nelle congregazione di queste cose, m'ha detto che l'ha per heretica, e che il moto della terra, senza dubio alcuno, è contro la Scrittura*” Carta de Cesi a Galileo del 12 de enero de 1615 [Favaro, 1965: 101]. La referencia a “*queste cose*” es sin duda al control de las ideas en general, y para nada implica sólo la censura científica.

606 *Ibid.* Tomo la traducción de Beltrán [2006: 193].

Caccini sabía que no podía perder, pues aunque las autoridades más altas, como Bellarmino, no aprobaran el modo en que hizo su denuncia, sí compartían sus mismas convicciones y terminaron apoyándolo. El asunto además estaba teniendo un desagradable tinte personal para Galileo, pues Lorini usó la *Carta a Castelli* para denunciarlo ante la Congregación Índice. Al haber realizado interpretaciones bíblicas siendo un laico, Galileo había cometido un crimen según las normas de Trento. Esto ya bastaba para iniciar un proceso contra él, mismo que se formalizó con la denuncia de Caccini ante la Inquisición romana. Así, en este primer proceso había dos acusados, Galileo y Copérnico. La pericia del florentino, quien en un viaje a Roma logró atraerse apoyos y simpatías, así como el decidido apoyo de los Medici, logró finalmente apartarlo del peligro. En cambio, la teoría copernicana quedó condenada de manera formal, lo cual era un desastre para los copernicanos católicos. Vale la pena citar por extenso el acta del 24 de febrero de 1616 de la Inquisición:

Proposición a censurar.

Censura hecha en el Santo Oficio en Roma, el 24 de febrero de 1616, en presencia de los padres teólogos abajo firmantes.

Primera: El Sol es el centro del mundo y completamente inmóvil de movimiento local.

Censura: Todos dijeron que esta proposición es estúpida y absurda en filosofía; y formalmente herética [*esse stultam et absurdam in philosophia, et formaliter haeticam*], puesto que contradice expresamente el sentido de muchos textos de las Sagradas Escrituras, tanto en cuanto al sentido literal de las palabras como a la interpretación común y al sentir de los santos Padres y de los doctores en teología.

Segunda: La Tierra no es el centro del mundo ni está inmóvil, sino que se mueve como un todo y también con movimiento diurno.

Censura: Todos dijeron que esta proposición recibe la misma censura en filosofía y que, en lo concerniente a la verdad teológica, es al menos errónea en la fe.⁶⁰⁷

El documento de la Inquisición es categórico, en primer lugar y por orden de jerarquías de menor a mayor, los inquisidores dan su dictamen “filosófico” y declaran a la tesis central del heliocentrismo “estúpida y absurda”. Es de resaltar que ninguno de esos personajes tenía competencia en astronomía,

607 Actas de la Inquisición incluidas en Favaro [1890-1909: XIX, 321], La traducción es de Beltrán [2006: 272-273].

ni la necesitaba de acuerdo a la jerarquía de las ciencias impuesta en la Edad Media. Desde esa visión, al ser competentes en teología, la reina de las ciencias, automáticamente tenían competencia en todo lo demás. En ese sentido, la condena al copernicanismo se hace al mismo tiempo que se reafirma la visión del mundo que la línea pitagórica había intentado revertir. Para los inquisidores, de la misma forma que la Tierra era el centro incommovible del Mundo, la teología (cristiana y en este caso católica) era el centro absoluto del resto del saber. No es más que una broma cruel del destino, que califiquen de “estúpida” [*stultam*] la opinión copernicana, aquellos que Galileo (y antes Bruno y mucho antes Copérnico) habían calificado de estúpidos [*stultorum*] ignorantes.

Una vez declarado el heliocentrismo formalmente herético, la movilidad de la Tierra en sus dos variantes recibe el trato análogo, estúpida a sus ojos en filosofía (ciencia) y “errónea en la fe” [*in Fide erroneam*]. Unas semanas después, el 5 de marzo de 1616, la Congregación del Índice publica un decreto que explica qué obras se han censurado, usando los criterios de la Inquisición antes mencionados. En dicho decreto, se habla de algunos libros “que contenían herejías y errores”;⁶⁰⁸ estos eran el *Revolutionibus*, los *Comentarios sobre Job* y la *Carta de Foscarini*. Mandando censurar los dos primeros y prohibiendo por completo el tercero. Es importante señalar que la palabra técnica 'heliocentrismo' está ausente, en cambio se califica de “pitagórica” a la doctrina condenada. El decreto dice:

*“Et quia etiam ad notiam praefatae Sacrae Congregationis pervenit, falsam illam doctrinam Pithagoricam, divinaeque Scripturae omnino adversantem, de mobilitate terrae et immobilitate solis.”*⁶⁰⁹

Así, la condena es explícitamente contra el pitagorismo, mientras que el copernicanismo se considera como una parte de este último. Aunque la Inquisición condena las tesis centrales del heliocentrismo, y por eso es más fácil llamar a ésta como la condena del copernicanismo, en el fondo

608 Decreto del 5 de marzo de 1616 [González García, 2006: 159].

609 “Y también llego a conocimiento de dicha Sagrada Congregación que aquella falsa doctrina pitagórica, contraria totalmente a la Divina Escritura, sobre el movimiento de la Tierra y la inmovilidad del Sol.” Decreto del 5 de marzo de 1616 [González García, 2006: 159].

intentan cerrar todo un modelo de pensamiento alterno, el mismo que hemos rastreado en esta tesis, que se expresa con el vago nombre de pitagorismo. El decreto tiene como fin declarado salvar la “verdad católica” [*Catholicae veritatis*], puesta en riesgo por la “doctrina pitagórica” [*doctrinam Pithagoricam*]. El asunto, planteado en estos términos, rebasa por mucho el simple desconocimiento de una nueva actividad científica que los jefes católicos no quieren, o pueden, comprender. El problema ya no es el heliocentrismo visto como una astronomía técnica, sino el pitagorismo como filosofía que subvierte las jerarquías, elevando la filosofía a teología y la matemática a filosofía. No es de extrañar que la condena se haga en términos tan enérgicos, rebajando a absurdo todo el asunto, pero también calificándolo de herético, es decir, de crimen punible.

Pese a ese rigor discursivo, el libro de Copérnico quedó suspendido hasta ser corregido y no totalmente prohibido, como sí quedó prohibida la *Carta de Foscarini*. Los contemporáneos de la condena, entre ellos Galileo, pudieron deducir que aún se podía usar el heliocentrismo como una forma de hacer cálculos astronómicos, es decir, se ordenaba comprender el heliocentrismo sólo de acuerdo a la interpretación de Wittemberg. Aunque parece casi una concesión de la Iglesia, el asunto tenía un tinte más mordaz. Si tomamos como punto de partida que la Iglesia procedía contra el pitagorismo como visión del mundo, se explica mejor por qué la condena declaró formalmente heréticas las tesis heliocéntricas y, sin embargo, permitía el uso de ellas en astronomía. Para explicarlo adecuadamente conviene mirar la respuesta de Bellarmino a Foscarini, escrita a raíz de que este último pidiera la opinión de Bellarmino sobre su *Carta*. Dicha respuesta Bellarmino la elaboró desde una consciente malversación de la intención del autor; Bellarmino escribió:

“Digo que me parece que V.P. y el señor Galileo obran prudentemente al contentarse con hablar hipotéticamente (*ex suppositione*) y no absolutamente, como yo siempre he creído que había hablado Copérnico.”⁶¹⁰

Para todo aquel que leyera la *Carta* era evidente que Foscarini no defendía el heliocentrismo *ex*

610 Carta de Bellarmino a Paolo Antonio Foscarini del 12 de abril de 1615 [González García, 2006: 162].

suppositione, mientras que era públicamente sabido que Galileo había declarado en varias obras el realismo del heliocentrismo; además, Bruno y Kepler habían probado que Copérnico no había presentado su doctrina como mera hipótesis de cálculo. La respuesta de Bellarmino, escrita antes de la condena del pitagorismo, contiene una interesante serie de matices barrocos, comenzando por la amenaza velada de alabar la “prudencia” de “contentarse” con tomar al heliocentrismo *ex suppositione*. Con dicha amenaza, Bellarmino advertía que el heliocentrismo, en tanto astronomía técnica, era tolerado aunque no fuera bien visto. En cambio, la parte cosmológica “es cosa que encierra un peligro no sólo de irritar a todos los filósofos y teólogos escolásticos, sino también de dañar la Fe.”⁶¹¹ Es evidente que esto último era un mandato, el inquisidor establecía que no debía pensarse al heliocentrismo como parte de una cosmología. Con esto, Bellarmino desvinculaba a la astronomía heliocéntrica de su parte filosófica pitagórica, dejándola como un cascarón vacío, que no puede ser tratado ya desde el realismo, sino desde la labor impuesta a los matemáticos de “salvar las apariencias.”⁶¹² Bellarmino dicta todo esto desde la autoridad, no desde los argumentos, los cuales no sintió la necesidad siquiera de buscar.

De esa forma, Bellarmino despojó a Galileo y a todos los copernicanos del título de *filósofo*, retornando las cosas al sistema jerárquico anterior a la revolución copernicana. En ese sentido, tanto el edicto del Índice como el acta de la Inquisición, persiguen los mismos objetivos y los anima el mismo espíritu contrarreformista; volviendo a subordinar a la filosofía natural y a la matemática al control de la teología, reasignándoles a la primera el papel de esclava de la teología [*ancilla theologiae*] y de esclava de la esclava a la segunda. De tal forma que la condena, lejos de ser benigna al permitir aún el uso de Copérnico, fue humillante para los copernicanos.

Para Galileo, la humillación fue suprema, pues recibió un *ultimatum* de boca de Bellarmino en persona para que “abandonara la opinión copernicana” [*deserendas dictam opinionem*]⁶¹³. Aunque no

611 Carta de Bellarmino a Paolo Antonio Foscarini del 12 de abril de 1615 [González García, 2006: 163].

612 Carta de Bellarmino a Paolo Antonio Foscarini del 12 de abril de 1615 [González García, 2006: 162].

613 Favaro, 1890-1909: XIX, 321.

nos han llegado las palabras exactas de Bellarmino, pues carecemos de registro de algo ocurrido a puertas cerradas y de forma extraoficial, éstas no pueden ser diferentes de las que había escrito a Foscarini. Esto significaba para Galileo el fin de sus esfuerzos públicos en favor de la aprobación del copernicanismo y un final aún más categórico de sus creencias sobre que el debate cosmológico se podía llevar únicamente por las vías científicas, dejando fuera los textos sagrados.⁶¹⁴

Después de ese devastador resultado, las palabras de Cesi de “no entrar en absoluto y de ningún modo en las cosas dichas contra Copérnico,”⁶¹⁵ formuladas con un carácter temporal, adquieren un sentido absoluto, muy lejos de la esperanza de dejar detrás un día el problema reabierto por Caccini. La Iglesia había decretado, no desde la ciencia, sino desde la teología, que el heliocentrismo era falso y que sostener dicha opinión era cometer un crimen punible. En ese sentido, a Galileo y al resto de los copernicanos católicos sólo les quedó una vía que explotar; la honesta simulación, que antes era una virtud, se convirtió en una necesidad. Las palabras de Mario Guiducci, en su *Discorso delle cometes*, lo explican mejor:

“Sin embargo, debemos estar contentos con lo poco que podemos conjeturar en medio de las sombras, hasta que se nos descubra la verdadera constitución de las partes del Mundo, ya que la promesa de Tycho quedó imperfecta.”⁶¹⁶

Las palabras de Guiducci, escritas en colaboración con Galileo, aunque publicadas por necesidad sólo a su nombre, muestran el único camino que quedaba abierto para continuar las investigaciones, fingiendo no descubrir nada importante, hasta tener un día una prueba irrefutable.⁶¹⁷ Pero también esas

614 La orden del papa Paulo V a Bellarmino, documento recogido por Favaro y conocido como Documento A, muestra que Galileo sufrió un vejamen personal pero éste fue extrajudicial. La existencia de un segundo documento (Documento B) donde se afirma que recibió una advertencia oficial a la cual se habría sometido voluntariamente [sic] y es la base de toda la basura académica en favor de la Inquisición y la curia, ha sido mostrado en múltiples ocasiones como una falsificación *ad hoc* para el segundo proceso, el de 1633. La historia de entuertos y malas voluntades respecto a ese segundo y fraudulento documento está en: Beltrán, 2006: 276 – 319.

615 *Ibid.* Tomo la traducción de Beltrán [2006: 193].

616 “*però a noi conviene contentarci di quel poco che possiamo conghietturare così tra l'ombre, che ci sia additata la vera costituzion delle parti del mondo, poichè la promessaci da Ticone rimase imperfetta.*” Mario Guiducci, *Discorso delle cometes*, [Favaro, 1890-1909: VI, 98 y 99].

617 Esta prueba era el requisito que Bellarmino había pedido a Foscarini en su carta, para si quiera considerar cambiar la interpretación canónica de las Escrituras. Escribe Bellarmino: “Digo que si hubiera una verdadera demostración [...] entonces sería necesario ir con mucho cuidado al explicar las Escrituras que parecen contrarias.” Carta de Bellarmino a Foscarini del 12 de abril de 1615 [González García, 2006: 163 y 164].

mismas palabras eran un reto a los enemigos del heliocentrismo, sobre todo a los jesuitas, quienes habían adoptado a Tycho como su cosmólogo de reemplazo en lugar de Ptolomeo. Guiducci recalca que el sistema de Tycho *rimase imperfecta*, en otras palabras, no había sido completado, ni verificado. En dicho reto resuenan las palabras de Galileo sobre la imposibilidad de una doble verdad y sobre las armas de quienes tienen a la razón de su parte. Guiducci hacía patente que si los copernicanos debían callar, no era porque sus adversarios tuvieran la razón de su parte, sino porque tenían el poder para coaccionarlos.

Sin abandonar sus convicciones, los siguientes son años de forzoso silencio para Galileo, mientras que sus enemigos se regodean de sus victorias contra un enemigo atado de pies, manos y boca. Su siguiente gran obra, *Il saggiaiore*, fue de 1623, casi siete años después de la condena al pitagorismo. No sabemos qué animó a Galileo a salir de nuevo al campo de batalla,⁶¹⁸ pero sus enemigos habían logrado despertar “al mastín.”⁶¹⁹ En dicha obra, Galileo dice que había decidido “permanecer completamente en silencio, para evitar los discursos producidos al ser causa de tanta calumnia y mordacidad.”⁶²⁰ Galileo con la acostumbrada habilidad, se muestra como alguien que había decidido guardar silencio y no forzado a hacerlo, decisión revocada a raíz de las calumnias recibidas. En ese sentido, la larga digresión del *Il saggiaiore* sobre uno de sus enemigos menores, Simón Mario, no puede ser más conveniente, pues le permitió construir una autojustificación de su obra y también le dio la oportunidad de responder a sus adversarios, sin nombrar a ninguno de los que podían perjudicarlo.

Pero la polémica principal del *Il saggiaiore* era contra el jesuita Orazio Grassi, quien, bajo el pseudónimo de Lottario Sarsi, un supuesto alumno de sí mismo, había criticado mordazmente en su *Libra astronomica ac Philosophica* a Galileo y a Guiducci. La respuesta del florentino brilla tanto por

618 La tesis más común es que Galileo retorna a la escena pública apoyándose en la amistad con el papa Urbano VIII, pero el ascenso de Urbano ocurrió hasta publicado el discurso de Guiducci y ya terminado *Il saggiaiore*. Así que podemos conjeturar que se debió a un cambio de ambiente, enfermedad de Paulo V, muerte de Bellarmino, así como a la dura crítica de los jesuitas, que es la razón que da el mismo Galileo en el *Saggiaiore*.

619 Galileo, *Il saggiaiore*, [Revuelta, 1984: 38].

620 Galileo, *Il saggiaiore*, [Revuelta, 1984: 36].

la fuerza de muchos de sus argumentos, como por la violencia y el sarcasmo con que atacó a Grassi. Galileo se valió de la misma máscara que usó Grassi, al esconderse tras un nombre falso, y se dio el lujo de tratarlo con particular rudeza, argumentando no saber a quién le habla realmente.⁶²¹ Galileo escribió con sarcasmo, casi al comenzar su crítica de Grassi, que: “espero, como suele decirse, quitar a alguien las ganas de molestar al mastín que duerme y de buscar pelea con quien se calla.”⁶²² Párrafos después, Galileo escribió con malevolencia, valiéndose de una metáfora astronómica, que “aplastaré y restregaré al mismo escorpión.”⁶²³ Obviamente el escorpión era Grassi y Galileo estaba dispuesto a no mostrar ninguna cortesía en su escrito.

Esta animosidad de Galileo parece tener una de sus fuentes, en el uso que hizo Grassi de la condena del copernicanismo para atacar y probablemente humillar públicamente a Galileo. Las palabras de Grassi, copiadas por Galileo para darles respuesta eran:

No veo con qué derecho [Galileo] reprueba a mi maestro, como si de una culpa se tratase, el haber seguido la autoridad de Tycho. [...] por cuanto se refiere a los sentimientos íntimos, por muy astrónomo linceo que sea, no los habría podido penetrar ni siquiera con su telescopio. Pero admitamos que mi maestro ha compartido la doctrina de Tycho, ¿tan grande es la culpa?; ¿a quién hubiera podido seguir?; ¿tal vez a Ptolomeo?; ¿ahora que Marte ya más próximo, está amenazando a sus seguidores con la espada desenvainada?; o ¿tal vez a Copérnico, del que es mejor alejarse una vez que su hipótesis ha sido condenada? El único que nos queda para poder tomar como guía por estos incógnitos senderos es Tycho.⁶²⁴

El jesuita parecía regodearse con recalcar la condena de Copérnico y retando a Galileo a rebatirlo sin su base teórica que le fue declarada herética. Además, las palabras de Grassi son una clara alusión a lo escrito en *Discorso delle cometas*, donde se había señalado lo imperfecto del sistema de Tycho. Grassi respondía a Galileo y a los copernicanos que ellos no podían decir nada, puesto que su sistema

621 Galileo sabía desde el principio que el autor era un jesuita y uno importante, Ciampoli le informa a Galileo de que es un jesuita y más tarde, en su carta del 6 de diciembre de 1619 le escribe: “veggo ch'ella non può indursi a credere che il P. Grassi sia l'autore della *Libra Astronomica*, ma io torno a confermarle di nuovo...” [Veo que no se atreve a creer que el P. Grassi sea el autor de la *Libra Astronomica*, pero voy a confirmar de nuevo.] [Favaro, 1965: XII: 390].

622 Galileo, *Il saggiaiore*, [Revuelta, 1984: 38].

623 Galileo, *Il saggiaiore*, [Revuelta, 1984: 41].

624 Grassi, *Libra astronómica*, citada por Galileo en *Il saggiaiore*, §6 [Revuelta, 1984: 55].

estaba vetado; mientras que del viejo sistema tolemaico ya lo trataba como un cadáver. Al recordar y subrayar la condena del heliocentrismo, Grassi se aseguraba que no le pudieran responder, pues un argumento alternativo de parte de Galileo, si era auténtico, implicaría que se formulaba desde una base copernicana. Así, en la aparente disyuntiva entre un sistema muerto, uno herético y otro aceptado (aunque imperfecto), el jesuita proclamaba que sólo la última era una opción válida.

La respuesta de Galileo la construye desde dos frentes, tratando de poner a resguardo el copernicanismo, sacándolo del debate, y retrayéndose a unas bases teóricas más elementales y universales que el mismo heliocentrismo. En primer lugar el florentino recalcó que recordar la condena de Copérnico “no deja de ser un golpe bajo lo que dice de Copérnico.”⁶²⁵ Para después proclamar su sumisión a los dictados de la Iglesia, pero incluso al hacerlo regresó el golpe recibido por Grassi. Galileo escribió que:

En cuanto a la hipótesis copernicana, si nosotros los católicos, por una más soberana sabiduría no hubiéramos sido sacados del error y hubiésemos visto iluminada nuestra ceguera, no creo que tal gracia y beneficio lo hubiéramos podido obtener por las razones y experiencias presentadas por Tycho.⁶²⁶

Galileo afirmaba que Grassi (y los jesuitas) han “jurado fidelidad a Tycho” y que han “seguido en todo sus vanas maquinaciones”.⁶²⁷ El sentido de las palabras de Galileo es concluyente, los jesuitas no tenían argumentos verdaderos, ni siquiera propios, pues basaban su astronomía en la autoridad de Brahe, y para excluir a sus adversarios científicos y refutar el heliocentrismo tenían que refugiarse cobardemente detrás de la condena. Galileo desenmascaró el juego de Grassi, basado no en la fuerza de sus argumentos, sino en la intimidación. En *Il saggiaiore* podemos leer que Grassi “Intentó con un nuevo y mayor envite hacer creer al adversario que era mucho lo que él mismo consideraba como muy poco, para que dominado por el temor, cediera y se retirase.”⁶²⁸ Más adelante, Galileo remataba el

625 Galileo, *Il saggiaiore*, §6 [Revuelta, 1984: 56].

626 Galileo, *Il saggiaiore*, §6 [Revuelta, 1984: 62].

627 Galileo, *Il saggiaiore*, §6 [Revuelta, 1984: 56].

628 Galileo, *Il saggiaiore*, §49 [Revuelta, 1984: 310].

argumento anterior, citando un pasaje de Grassi donde afirma que no puede seguir a Kepler en sus explicaciones de los cometas, porque su explicación presupone el movimiento terrestre, lo cual “a nosotros los católicos, no nos está permitido de manera alguna.”⁶²⁹. Basándose en esa cita, Galileo lanza un reto a Grassi, pues escribió:

...tampoco me parece la excusa que presenta suficiente, es decir, que por deducirse de la opinión de Kepler, como consecuencia, la movilidad de la Tierra, proposición que pía y santamente no se puede mantener, se la considera como inexistente; más bien debería haberle servido de estímulo para destruirla y manifestarla como imposible: tal vez no estaría de más el demostrar con razones naturales, siempre que fuera posible, la falsedad de aquellas proposiciones que son declaradas como contrarias a las Sagradas Escrituras.⁶³⁰

Que el sesgo de relativismo del final no llame a confusión. Galileo destrozó de la manera más irónica posible la posición de los jesuitas y los anti-copernicanos, retándolos a mostrar argumentos. Siguiendo su idea de la imposibilidad de una doble verdad, Galileo pidió pruebas de una posición que supuestamente es verdadera. Sin embargo, el florentino no estaba interesado en remarcar demasiado las carencias teóricas de sus adversarios en relación al heliocentrismo, más bien trata de sacar de la forma más limpia y rápida que le fuera posible a Copérnico de la discusión. Galileo afirmó que:

Más fuera de propósito aún está la introducción de Ptolomeo y Copérnico, de los que no se sabe que escribieran una palabra referente a distancias, magnitudes, movimientos y teorías sobre los cometas, que es de lo que única y exclusivamente aquí se ha tratado [*delle quali sole, e non d' altro*]; con idéntica razón podía haberse introducido a Sófocles, Bartolo o Livio.⁶³¹

Al no poder discutir en términos cosmológicos con Grassi, Galileo prefirió sacar por completo a Copérnico del debate. Pero esto no implicaba privarse por completo de una base teórica, pues Galileo recurrió al *ingenio*, entendido como razón natural, como fundamento de sus afirmaciones. Galileo acusa al jesuita de no tener capacidad propia para llegar a conclusiones sin el auxilio de una autoridad.

629 Grassi, *Libra astronómica*, citada por Galileo en *Il saggiatore*, §10 [Revuelta, 1984: 75].

630 Galileo, *Il saggiatore*, §10 [Revuelta, 1984: 77].

631 Galileo, *Il saggiatore*, §6 [Revuelta, 1984: 60]. Cfr. Faaro, 1890-1909: VI, 232.

Galileo afirmó que:

“Me parece, por lo demás, que Sarsi tiene la firme convicción de que para filosofar es necesario apoyarse en la opinión de cualquier célebre autor, de manera que si nuestra mente no se esposara con el razonamiento de otra, debería quedar estéril e infecunda;”⁶³²

Esa forma de plantear la confianza en la propia capacidad humana, marcadamente en la línea de Pico, se refuerza con una concepción de la realidad totalmente pitagórica. Pues Galileo afirmó que el universo, que se despliega en todo instante del tiempo ante nuestros ojos, está escrito con caracteres geométricos. Cuatro líneas abajo, Galileo puso su famosa frase:

La filosofía está escrita en este gran libro que está continuamente abierto ante nuestros ojos (me refiero al universo), pero no se puede entender a menos que se empiece por comprender su lengua y conocer a sus caracteres con que está escrito. Está escrito en el lenguaje de las matemáticas y sus caracteres son triángulos, círculos y otras figuras geométricas, sin las cuales es humanamente imposible entender ni una palabra; sin estos, uno está vagando en un oscuro laberinto.⁶³³

Esta convicción, cuya formulación clara está ausente en su obra posterior del *Diálogo*, es fundamental para comprender la convicción de Galileo, de que “contradecir a la geometría es negar abiertamente la verdad.”⁶³⁴ Pero también es importante señalar la última parte de la cita, la frase “*oscuro laberinto*” es más que una metáfora, es una aguda observación; ya que realmente, quienes no comprenden matemáticas, no comprenden qué hacen los matemáticos. Cuando la necesidad de *conghietturare cosi tra l'ombre* se hizo más imperiosa, el oscuro laberinto de la matemática fue un refugio para quienes deseen permanecer a resguardo de las agudas inquisiciones de sus enemigos.

632 Galileo, *Il saggiaiore*, §6 [Revuelta, 1984: 60].

633 “*La filosofia è scritta in questo grandissimo libro che continuamente ci sta aperto innanzi a gli occhi (io dico l'universo), ma non si può intendere se prima non s' impara a intender la lingua, e conoscer i caratteri, ne' quali è scritto. Egli è scritto in lingua matematica, e i caratteri son triangoli, cerchi, ed altre figure geometriche, senza i quali mezi è impossibile a intenderne umanamente parola ; senza questi è un aggirarsi vanamente per un oscuro laberinto.*” Galileo, *Il saggiaiore*, §6 [Favaro, 1890-1909: VI, 232].

634 Galileo, *Il saggiaiore*, [Revuelta, 1984: 30].

23. *Mariposas volando indiferentes*

“e finalmente le farfalle e le mosche continueranno i lor voli indifferentemente verso tutte le parti, né mai accaderà che si riduchino verso la parte che riguarda la poppa.”

Galileo, *Diálogo* I.

En *Il Saggiatore* y con más claridad aún en la *Carta a Ingoli*, Galileo había logrado desarrollar una corrosiva crítica a los defensores de la cosmología tradicional, aun en su versión reformada; dicha crítica estaba construida desde la convicción en la capacidad racional innata del ser humano y desde la visión de un universo armónico y geoméricamente mensurable. Pero como acertadamente señaló Beltrán, esto sólo lo logró al jugar un peligroso juego con el mudable Urbano VIII como juez y árbitro. Galileo había relativizado sus argumentos cosmológicos, en realidad había relativizando toda la cosmología, de acuerdo al criterio que le había impuesto Urbano VIII, que supuestamente demostraba la vanidad de toda ciencia frente a la teología. Pero en el terreno práctico, Galileo había vapuleado a sus enemigos y había mostrado, desde el criterio científico, la insuficiencia teórica de estos últimos. En otras palabras, Galileo había defendido el copernicanismo desde el pitagorismo más simple, utilizando como pararrayos el argumento teológico de Urbano VIII, de la omnipotencia divina. Este argumento, incluido en el *Diálogo sopra I Due Massimi Sistemi del Mondo* (1631), en boca del lerdo Simplicio, dice así:

Teniendo siempre en mente una firmísima doctrina, que aprendí de una persona doctísima y eminentísima y ante la que hay que inclinarse, sé que si se os interroga a ambos respecto a si Dios con su infinito poder y sabiduría podría conferir [...] un modo distinto [de que ocurra un fenómeno] sé, insistió, que responderíais que habría podido y sabido hacerlo de muchas maneras, incluso inconcebibles por nuestro intelecto. Por lo que yo concluyo inmediatamente que, siendo así, sería soberbia osadía si uno quisiera limitar y cortar la potencia y sabiduría divina a una determinada.⁶³⁵

El argumento de Urbano VIII sobre la omnipotencia,⁶³⁶ que en el *Diálogo* aparece como una forma de relativizar el argumento de Galileo sobre las mareas, que el florentino creía ser una prueba del

⁶³⁵ Galileo, *Diálogo*, VI, [Beltrán, 1994: 402].

⁶³⁶ En realidad el nombre es una convención, ya que no lo inventó Urbano VIII, tiene una larga historia detrás que relata Beltrán [2006: 412-425].

movimiento terrestre, y servía como un conjuro que ahuyentaba los fantasmas pitagóricos y sus tesis de un mundo armónico y racional absoluto. Dicho argumento, como se ve en la cita, afirmaba que Dios podía producir cualquier fenómeno de una infinidad de maneras y, por ello, es la negación del axioma pitagórico de que la naturaleza ama la simplicidad [*Natura simplicitatem amat*].⁶³⁷ Pero Galileo lo usó como un cheque en blanco, que le permitía escribir sobre el heliocentrismo y criticar al geocentrismo, pues ambos eran rebajados de teorías a hipótesis posibles, pero indemostrables, por el argumento teológico. Como el argumento de Urbano VIII proclamaba que ninguna teoría científica es demostrable, Galileo afirmaba que la verdad católica estaba a salvo, y que la comparación entre ambos sistemas era un mero juego, un “capricho matemático.”⁶³⁸ Así lo afirma el prólogo “Al prudente lector”, que aparece en el *Diálogo*, sin firmar, después de la dedicatoria de Galileo al Gran Duque. Este prólogo fue una de las condiciones de Urbano VIII para que se permitiera imprimir el *Diálogo*. En él se afirma que el *Diálogo* se compuso para mostrar a la “naciones extranjeras” que el “oportuno silencio a la opinión pitagórica, de la movilidad de la Tierra [...] no nace de no tener consciencia de lo que otros hayan pensado.”⁶³⁹

En otras palabras, dicho prólogo es una apología de la condena del copernicanismo; pero gracias a eso, Galileo obtuvo la libertad suficiente para comparar el sistema copernicano con el tolemaico y mostrar sistemáticamente la superioridad del primero y la insuficiencia del segundo. En el *Diálogo*, Galileo declaró de nuevo que sólo una hipótesis verdadera se ajusta a los hechos de manera perfecta. Así en la disputa entre la cosmología copernicana y la aristotélica afirma:

“Siendo verdadera una de estas dos posiciones y la otra falsa, es imposible que para la falsa se encuentre razón, experiencia o argumento correcto que le favorezca, del mismo modo que a la verdadera ninguna de estas cosas puede resultarle contraria”⁶⁴⁰

637 Kepler, *Prodromus*, I, [Frish, 1863: I, 337].

638 Galileo, *Diálogo*, “*Al discreto lettore*”, [Beltrán, 1994: 6].

639 Galileo, *Diálogo*, “*Al discreto lettore*”, [Beltrán, 1994: 5 y 6].

640 Galileo, *Diálogo*, II, [Beltrán, 1994: 235] “*sendo una di queste due posizioni vera, e l'altra necessariamente falsa, è impossibile che per la falsa s'incontri mai ragione, esperienza o retto discorso che le sia favorevole, sí come alla vera nessuna di queste cose può esser repugnante.*” [Favaro, 1897-1909: VII, 296]. Galileo juega con la lógica del tercer excluido, resaltando la mutua exclusión del geocentrismo y el copernicanismo.

Explícitamente estaba afirmando Galileo que si una hipótesis no soporta una crítica exhaustiva de sus consecuencias y una comparación puntual con la experiencia, ésta no puede ser verdadera, incluso cuando sea comúnmente aceptada. Lo anterior equivale decir que el geocentrismo era falso, pero también implicaba que él mismo debía alejarse de toda afirmación que no pudiera demostrar en ese momento, como la cosmología solar, la cual está por completo ausente del diálogo.

Galileo sólo podía ofrecer tesis ya probadas o al menos no tan controvertidas. Galileo intentó presentar sus ideas, y las bases de éstas, de la manera más depurada posible. Así, respecto al pitagorismo escribió:

Que los pitagóricos tuviesen en la mayor estima a la ciencia de los números y que el mismo Platón admitiese el intelecto humano y lo estimase partícipe de la divinidad por comprender la naturaleza de los números, lo sé muy bien y no estaría lejos de hacer la misma afirmación. Pero que los misterios por los que los pitagóricos y su secta profesaban tanta veneración a la ciencia de los números sean las tonterías que corren en boca y escritos del vulgo, no lo creo en absoluto.⁶⁴¹

Pese a intentar presentar las cosas de esta manera tan puntual, las ideas de las que parte Galileo no cambian respecto a las que habían aparecidos en sus otras obras. Los axiomas galileanos son los mismos de la línea pitagórica, comenzando por la simplicidad de la naturaleza, que excluye precisamente el argumento de la omnipotencia. Galileo escribió al respecto que: “En mi opinión nada existe contra las leyes de la naturaleza [*contro a natura*], salvo lo imposible, lo cual por esa razón nunca acaece.”⁶⁴² Sus palabras no dejan lugar a dudas, existe un orden en la naturaleza y ese orden rige todo lo posible.

Además de la simplicidad, la libertad de razón también se manifiesta en varios pasajes del *Diálogo*. De hecho, el problema de la libertad de la razón aparece ligado a otros dos temas de suma

641 Galileo, *Diálogo*, I, [Beltrán, 1994: 10]. “*Che i Pittagorici avessero in somma stima la scienza de i numero, e che Platone stesso amminasse l'intelletto umano e lo stimasse partícipe di divinità solo per l'intender egli la natura de' numeri, io benissimo lo so, nè sarei lontano dal farne l'istesso giudizino; ma che i misteri per i quali Pittagora e la sua setta avevano in tanta venerazione la scienza de' numeri sieno le sciocchezze che vanno per le bocche e per le carte del volgo, non credo io in veruna maniera.*” [Favaro, 1897, VII: 35].

642 Galileo, *Discorsi*, I, [San Román; 2003: 40]. “*benché l'opinione mia è che nessuna cosa sia contro a natura, salvo che l'impossibile, il quale poi non è mai*” [Favaro, 1979-1909: VIII, 60].

importancia: la concordancia entre física y matemáticas y el problema de la jerarquía de las ciencias. En la “Segunda Jornada”, Simplicio, el personaje que Galileo usó como el portavoz de sus rivales peripatéticos, menosprecia la matemática como un arte inferior y exalta la filosofía aristotélica como la única vía al conocimiento del Mundo. Simplicio afirma:

Los filósofos se ocupan principalmente de los universales. Hallan las definiciones y los síntomas más comunes, dejando de lado ciertas sutilezas y minucias, que son más bien curiosidades, a los matemáticos. Y Aristóteles se ha contentado con definir excelentemente (...) dejando de lado la investigación de las proporciones y de otros accidentes particulares al mecánico u otro artesano inferior.⁶⁴³

El argumento anterior no es más que una generalización de otro, presentado por el mismo personaje en la “Primera Jornada”, donde se señala que no es necesaria la matemática en el estudio de la naturaleza. Ahí, Simplicio dice: “afirmaré con Aristóteles que en las cosas de la naturaleza no siempre se debe [*non si deve sempre*] de buscar la necesidad de la demostración matemática”⁶⁴⁴. De este modo, Galileo reconoce como una de las bases de la vieja visión del cosmos a la jerarquía de las ciencias y a la filosofía dogmática que se basaba en la lógica (aristotélica). Contra ello, Galileo argumentó mostrando la capacidad de la matemática en dar resultados y la declaró como la única vía de demostración. Según esta idea, la matemática está por encima de la lógica, aunque ésta le sirva como sustrato a las operaciones geométricas. Por este motivo, Salviati, el personaje comúnmente usado como la voz del propio Galileo, afirma:

“No se aprende a tocar el órgano de los que saben fabricarlos, sino de los que saben tocarlos... La pintura se aprende dibujando y pintando continuamente. El demostrar de la lectura de libros llenos de demostraciones únicamente matemáticas, no los de lógica.”⁶⁴⁵

Pero esto no era un menosprecio tal cual de toda la lógica, más bien el punto que realmente estaba discutiendo el italiano era la postura esgrimida por los filósofos peripatéticos, quienes

643 Galileo, *Diálogo*, II, [Beltrán, 1994: 142]. Cfr.: [Favaro, 1897, VII: 189].

644 Galileo, *Diálogo*, I, [Beltrán, 1994: 13]. Cfr.: [Favaro, 1897, VII: 38].

645 Galileo, *Diálogo*, I, [Beltrán, 1994: 35 y 36]. Cfr.: [Favaro, 1897, VII: 60]. Del pasaje anterior, podemos decir que para Galileo, en la matemática están ya contenidas las verdades lógicas.

aseguraban que “el filósofo” era aquel que seguía los principios lógicos de Aristóteles, de acuerdo a la interpretación cristiana que de él se hacía por vía de Santo Tomás. Contra ello, Galileo opuso la idea pitagórica del *filósofo*, como quien estudia a la naturaleza, buscando la verdad en ella. Para el italiano, no era necesario seguir a un maestro sino al libro de la naturaleza, el cual era objeto y guía en la investigación. Al respecto Galileo escribió:

Y no obstante, es un proverbio común el que un solo hombre vale por mil, donde mil no valen por uno solo. *Tal diferencia depende de las diversas habilidades de los intelectos [intelletti]*, lo que yo reduzco a ser o no filósofo. Puesto que, efectivamente, la filosofía, como el alimento propio de los que pueden nutrirse de ella, los separa en mayor o menor grado del modo común de ser del vulgo, según la abundancia de tal alimento. Quien tiene miras más altas, más se diferencia. Y prestar atención al gran libro de la naturaleza, que es el objeto propio de la filosofía, es el modo de elevar las miras.⁶⁴⁶

La clave de dicho proceso de lectura de la naturaleza es el *intelletto*, gracias al cual los hombres se diferencian unos de otros y se elevan sobre sus limitaciones. El punto más alto al que puede aspirar el hombre es a la verdad matemática. Galileo hizo una atrevida comparación, entre el modo de conocer de Dios y el hombre, y afirmó que es precisamente en las matemáticas donde el intelecto humano alcanza una certeza objetiva comparable a la de Dios:

Pero tratando el 'comprender' *intensive*, en cuanto que este término vale intensivamente, es decir entender perfectamente alguna proposición, digo que el intelecto humano comprende algunas tan perfectamente y tiene de ellas una certeza tan absoluta como puede tenerla la propia naturaleza. Y así, con las ciencias matemáticas puras, es decir la geometría y la aritmética, de las cuales el intelecto divino sabe infinitas proposiciones más, porque las sabe todas, pero creo que el conocimiento de las pocas comprensibles por el intelecto humano iguala al divino en la certeza objetiva.⁶⁴⁷

En ese sentido, las matemáticas son la realización suprema de la racionalidad, capaces incluso de comprender el infinito como veremos abajo, y si seguimos las nociones de Pico, son también el momento máximo de la libertad humana. Las matemáticas eran para Galileo el camino de liberación de

646 Galileo, *Diálogo*, Epístola al Gran Duque, [Beltrán, 1994: 3]. Las cursivas son mías. Cfr.: [Favaro, 1897, VII: 27]. El sentido de “filosofía” usado por Galileo es el mismo que usaron Copérnico y Bruno.

647 Galileo, *Diálogo*, I, [Beltrán, 1994: 92 y 93]. Cfr.: [Favaro, 1897, VII: 128 y 129].

la mente y también la expresión de la naturaleza, como antes había afirmado en *Il saggiaiore*. Pese a tener un concepto tan alto de ellas, Galileo parecía tener dificultades en el *Diálogo* para explicar por qué existe tal paralelismo maravilloso entre los números y las operaciones naturales. En la “Segunda Jornada” del *Diálogo*, Simplicio expone una serie de argumentos en contra de tal identificación expuesta principalmente por Salviati. Ahí Simplicio dice:

“sí diría con Aristóteles que se sumerge demasiado y demasiado se apasiona con esa geometría suya. Porque al final esas sutilezas matemáticas Sr. Salviati, son verdades en abstracto, pero aplicadas a la materia sensible y física no hallan correspondencia [*non rispondono*].”⁶⁴⁸

El problema de explicar la correspondencia entre matemáticas y física no es nada menor, como lo prueba que Galileo esgrimiera varios argumentos para explicarlo, sin ser ninguno concluyente, y también del hecho de que se dedicó en las siguientes páginas más a contestar a las críticas, que a dar argumentos positivos.⁶⁴⁹ Esta discusión termina de súbito cuando Salviati afirma: “Señores, sin pretender ofenderos, creo que hemos entrado en una disputa bizantina sin ninguna relevancia.”⁶⁵⁰ La disputa quizás fuera bizantina, pero sin duda sí tenía relevancia. Es obvio que Galileo fue incapaz de dar una demostración que justificara el trato matemático del mundo físico, o mejor, dicho, esta idea era indemostrable y sólo se podía ofrecer como un axioma, como había hecho en *Il saggiaiore*. Pero, al contrario de su obra anterior, en el *Diálogo*, que supuestamente estaba escrito *ex suppositione*, no convenía insistir en sostener axiomas no aceptados universalmente.

Aun sin explicar el axioma de correspondencia, Galileo hizo uso intensivo de él mismo en todo el *Diálogo*. La maniobra de Galileo fue brillante y arriesgada, había llevado la simulación [*ingere*] hasta su nivel más extremo. Pero su audacia le costó caro, la publicación del *Diálogo*, que Galileo había hecho al amparo de ese pararrayos teológico, fue denunciado por los jesuitas como lo que era, una

648 Galileo, *Diálogo*, II, [Beltrán, 1994: 176]. Cfr.: [Favaro, 1897, VII: 229].

649 La defensa del tema la conduce Galileo más por el hecho de las definiciones, que anteriormente había ya criticado en el caso de la lógica. Es decir, Galileo carece de un argumento demostrativo en favor de las demostraciones de la geometría en el física.

650 Galileo, *Diálogo*, II, [Beltrán, 1994: 182]. Cfr.: [Favaro, 1897, VII: 237].

simulación. Esto le valió tener que enfrentar a la Inquisición por segunda ocasión, pero esta vez siendo él el principal acusado. Ante el alud de críticas, Urbano VIII se desistió de la protección a Galileo y se declaró el mismo burlado por el florentino. Después de un proceso humillante y de estar recluido en las cárceles romanas, el proceso contra Galileo terminó con la condena de 1633. Para llegar a la condena, los inquisidores malversaron los hechos de 1616 y redactaron un documento apócrifo que afirmaba que la amonestación de Bellarmino a Galileo no había sido extra oficial.⁶⁵¹

La condena de 1633 completó el proceso abierto en 1616, clausurando los temas cosmológicos por completo. En 1616 se había prohibido defender la doctrina copernicana como cosmología, en 1633 se agregaron dos palabras a esa prohibición: “*quovis modo*” y “*docere*”: “de cualquier modo” y “enseñar”. En esta segunda condena, la Iglesia afirmaba que estaba prohibido enseñar el copernicanismo y defenderlo de cualquier forma. Según esta nueva interpretación el copernicanismo era tan peligroso que no se podía enseñar de ninguna manera, ni siquiera *ex suppositione*, esto es, ni como astronomía técnica.

Aunque dicha condena se hizo dentro del ámbito católico, afectaba en realidad a toda la cristiandad. Después de ella, aquellos que quisieran tratar temas con fuertes resonancias a la *doctrinam Pithagoricam*, les quedó como única vía segura el ámbito más abstracto de la matemática. Esto es claro, sobretodo, si se comparan las dos grandes obras galileanas, el *Diálogo* y los *Discorzi intorno a due nuove scienze* (1638), ya que mientras el primero mantiene una fuerte base matemática que le sirve para analizar temas cosmológicos, en el segundo sólo queda la base matemática, como si no existiera una visión del mundo que animara al investigador y le ayudara a armar la interpretación lo que hace. En otras palabras, en los *Discorzi* pareciera que quien investiga no partiera de ninguna idea preconcebida, ni estuviera buscando demostrar una visión del mundo. La única función que le queda al investigador es medir los fenómenos.

651 Beltrán, 2006: 500 y ss.

24. Inmenso y pleno

“*concetto immenso et pieno di filosofia, astronomia et geometria.*”

Carta de Galileo a Belisario Vinta⁶⁵²

El confinamiento de la cosmología a ámbitos matemáticos la podemos apreciar mejor en un tema por demás controvertido para la visión cristiana del mundo: el problema del universo infinito. Galileo desarrolló el tema desde el *Diálogo* y después lo usó para analizar fenómenos de acuerdo a la matemática de los indivisibles, de inspiración arquemidea, pero también para desarrollar temas cosmológicos. En cambio, en los *Discorsi* se mantiene el desarrollo de la nueva matemática, pero se elimina por completo la rama cosmológica. Me parece que en ese cambio, o mejor dicho mutilamiento de la libertad de investigación, se puede apreciar la amplitud de la condena de 1633.

En el *Diálogo* hay una introducción al tema, desde la afirmación que entre un conjunto finito y una infinito no hay mediación posible, hasta el problema de la posible infinitud del cosmos. Desde la “Primera Jornada”, Galileo expuso que entre lo finito y lo infinito no hay medida posible. Galileo escribió:

“Y puesto que poco, mucho o nada son la misma parte del infinito (porque para llegar, por ejemplo a un número infinito tanto da acumular miles de decenas o ceros).”⁶⁵³

En el infinito el todo y la parte aparentemente (alícuota) tienen el mismo tamaño y, además, la acumulación de finitos parece que no nos acerca al infinito. Esto pone el tema del infinito más allá de cualquier alcance, lo muestra en con sus paradojas y lo que parecen contradicciones. Para auxiliarse en comprender ese tema, Galileo se basó en desarrollos de la teología negativa. El florentino afirmó que el intelecto divino es la unidad,⁶⁵⁴ que comprende toda la infinidad de propiedades. Galileo escribió:

“están virtualmente comprendidas en las definiciones de todas las cosas y, además, en

652 Carta de Galileo a Belisario Vinta del 7 de mayo de 1610 [Favaro 1890-1909: VII, 3].

653 Galileo, *Diálogo*, I, [Beltrán, 1994: 91].

654 Galileo lo puso de forma dubitativa: “por ser infinito, quizás son una sola [*forse sono una sola*]” [Favaro, 1890-1909: VII, 129].

definitiva, aun siendo infinitas, quizás en su esencia y en la mente divina son una sola.”⁶⁵⁵

En la mente divina infinita, la multiplicidad del mundo se hace una unidad. Además, si recordamos que Galileo había puesto matemáticamente a la mente humana al nivel de la divina, se abre entonces la posibilidad de comprender incluso un tema tan complicado como el del infinito. Galileo afirmó que la mente divina supera infinitamente a la humana y, sin embargo, la distancia entre ese infinito y lo humano no es inconmensurable; la mente humana no es “nula” [*nullo*]⁶⁵⁶ frente a la divina, en ese sentido sólo puede ser algo y, por ende, la mente humana debe participar del infinito.

Esa exaltación de la razón es de gran importancia en todos los temas del *Diálogo*, pero cobra una relevancia especial cuando se trata el tema del tamaño del universo. Este problema Galileo afirmó que no se podía tratar recurriendo a los sentidos, pues ellos sólo nos orientan en espacios pequeños. Galileo afirmó que:

“tal es la impotencia de nuestros sentidos para distinguir las distancias grandes de las grandísimas, aunque éstas sean de hecho miles de veces mayor que aquellas.”⁶⁵⁷

Tampoco se puede recurrir a la imaginación, tampoco ella es una buena herramienta pues cuando se enfrenta con cantidades inmensas “la imaginación se confunde y no puede formar concepto alguno”.⁶⁵⁸ Así, la única vía para investigar lo inmenso es la razón, pues sólo ella pueda orientarse en las distancias pasmosas que se abren en astronomía.

Esto último le sirvió a Galileo para descartar los argumentos aristotélicos sobre la necesidad de la finitud del mundo, que se desprendían de consideraciones sensibles o estéticas. Galileo comienza a discutir el problema del tamaño del universo, sin calificarlo de infinito en ningún momento, pero sí de *inmenso*. Conforme da pruebas telescópicas de las enormes distancias entre la Tierra y los astros, el tamaño que implica la teoría heliocéntrica va saliendo a la luz, y las acostumbradas objeciones en

655 Galileo, *Diálogo*, I, [Beltrán, 1994: 93].

656 Galileo, *Diálogo*, I, [Favaro, 1890-1909: VII, 130].

657 Galileo, *Diálogo*, III, [Beltrán, 1994: 319].

658 *Ibid.*

contra por los aristotélicos se empiezan a escuchar de la boca de Simplicio. Para hacer avanzar la discusión, Salviati recurrió al argumento de la omnipotencia divina y se pregunta si Dios podría haber hecho al universo tan grande como el quisiera. La respuesta de Simplicio es un divertido juego de malabares, éste admite que

“es un razonamiento perfecto y no se niega que el cielo no pueda superar en tamaño a nuestra imaginación, como tampoco que Dios hubiera podido crearlo mil veces mayor de lo que es. Pero no debemos creer que cosa alguna en el universo ha sido creada en vano.”⁶⁵⁹

La tesis de la omnipotencia obligaba a conceder la posibilidad de un universo inmenso, incluso uno infinito y el único argumento en contra es el tema *ad hominem* de la utilidad de la creación. Pero el descubrimiento de la nuevas Fijas ya había destruido ese argumento, ya se había mostrado que el universo no era un objeto para la contemplación y el disfrute estético del hombre. El universo existía para sí mismo, y Sagredo agrega a esto de forma lapidaria: “no sabemos que sirva para nosotros”⁶⁶⁰, pues creer que todo el cosmos era sólo para el hombre, Galileo lo calificó de “arrogancias, incluso locuras”⁶⁶¹.

La conclusión de Sagredo es casi una paráfrasis de Bruno con su tesis de causa infinita. Éste afirma que el tamaño del universo no se tiene porque adaptar a la pequeñez de los intelectos de los ignorantes, sino que el universo está en proporción concordante con la infinita potencia divina:

“Grandísima me parece la ineptia de aquellos que querrían que Dios hubiese hecho el universo más proporcionado a la pequeña capacidad [*piccola capacità*] de su razonamiento, que a la inmensa, mejor aun infinita [*all' immensa, anzi infinita*], potencia Suya.”⁶⁶²

En su nota al texto de Galileo, Beltrán recuerda que las concepciones de Galileo están hechas de forma relativa y no absoluta. Beltrán sugiere que esto marca una diferencia insalvable con respecto a Bruno y que Galileo usa “infinito” como un sinónimo de “grande”. Pese a que el mismo Galileo había

659 *Ibid.*

660 Galileo, *Diálogo*, III, [Beltrán, 1994: 320].

661 *Ibid.*

662 Galileo, *Diálogo*, III, [Beltrán, 1994: 321]. Cfr. Favaro, 1890-1909: VII, 397.

dicho en *Il saggiatore* que la acepción más común de “infinito” es “grande”,⁶⁶³ en las líneas anteriores del *Diálogo* no está hablando de una cosa cualquiera, sino de uno de los atributos divinos. Ese atributo no es ser grande, sino infinito en sentido estricto. Si se toma esto en todo su peso, lo que implica Galileo es que el universo puede ser infinito y, a favor es ello, esta el punto que el universo es el producto de una potencia infinita.

La aceptación de la posibilidad del infinito en acto, afecta en varios sentidos las tesis de Galileo. Pues, aunque se no desarrolla más allá el problema del universo infinito, si se adentró en utilizar el infinito como un forma de hacer matemáticas. Precisamente cuando Galileo introduce la famosa ley de la caída de los cuerpos, el desarrollo que ofrece está construido en una clave de indivisibles o infinitamente pequeños. El movimiento para Galileo no se produce de forma instantánea de la nada, por decirlo así, sino que es una transformación gradual que atraviesa infinitas estaciones intermedias:

Y comenzando con un movimiento lentísimo, no adquirirá ningún grado de velocidad antes que haya pasado por todos los grados menores de velocidad, o dicho de otro modo, de lentitud, mayores. Porque partiendo del reposo (que es el grado de infinita lentitud del movimiento) no hay ninguna razón por la que el cuerpo deba adquirir un determinado grado de velocidad, antes que uno menor, y antes, uno aún menor que éste.⁶⁶⁴

Eso era absolutamente asombroso, Galileo afirmaba que el movimiento mismo no desaparece nunca, sino que sólo se reduce hasta un grado infinitamente pequeño y desde ahí puede aumentar hasta cualquier velocidad posible. Así para Galileo, como después para Leibniz, ningún objeto físico en el universo está en reposo absoluto. Lo anterior implica que existe un infinito en acto, al menos en las infinitas transformaciones que se operan en la velocidad. Aunque esta concepción de grados infinitesimales tenía el problema que ya Zenón de Elea había planteado dos milenios antes: “gran parte de la dificultad consiste en tener que pasar en un tiempo, además brevísimo, por los infinitos grados de lentitud precedente a cualquier velocidad adquirida por el móvil en un tiempo concreto.”⁶⁶⁵ La vieja

663 Galileo, *Il saggiatore*, §12 [Revuelta, 1984: 91].

664 Galileo, *Diálogo*, I, [Beltrán, 1994: 44].

665 Galileo, *Diálogo*, I, [Beltrán, 1994: 46].

paradoja de Zenón de que para atravesar infinitos puntos (grados de velocidad para Galileo) se necesita un tiempo infinito, Galileo responde simplemente dividiendo el tiempo en instantes, tantos como sea necesario pues “conteniendo cualquier tiempo, por pequeño que éste sea, infinitos instantes, no nos faltará para asignarle el suyo a cada uno de los infinitos grados de lentitud.”⁶⁶⁶

Galileo, con espíritu matemático, intuyó que es posible asignarle a cada grado de velocidad su propio instante. Es una intuición matemática, que ya anuncia la geometría de Cavalieri, proclamaba que en última instancia cada cosa está formada de innumerables elementos mínimos puntos y líneas indivisibles, pero sometidos todos a la misma razón. Así, cuando Galileo anunció la proporción de caída de los cuerpos, no importa que se deba pasar por infinitos grados:

Puesto que, en el movimiento acelerado el aumento es continuo, los grados de velocidad, lo cual crece continuamente, no se pueden dividir, en algún número determinado, porque, al cambiar de instante en instante, siempre son infinitos.⁶⁶⁷

Estos infinitos grados están sujetos a una misma proporción, cada grado infinitesimal está sometido a la misma razón, la cual se asociaba a la suma de los números impares:

“La aclaración del movimiento rectilíneo de los graves se da según los números impares *ab unitate*... lo que equivale a decir que los espacios atravesados por el móvil, partiendo del reposo, son como los cuadrados de los tiempos”⁶⁶⁸

Esta misma visión se expresó en los *Discorzi*, donde desde la “Primera Jornada” la materia es vista desde la teoría atómica. De hecho lo hizo en un pasaje bastante oscuro, donde Galileo escribió que:

¿Y que diremos ahora de una tal metamorfosis en el pasar de lo finito a lo infinito? ¿Y porqué hemos de sentir mayor repugnancia, si al buscar lo infinito en los números, lo hemos hallado en la unidad [*l' unità*]? Si al desmenuzar un sólido en muchas partes, y seguir reduciéndolo a finísimo polvo, llegamos a tenerlo resuelto en sus infinitos átomos ya indivisibles.⁶⁶⁹

666 Galileo, *Diálogo*, I, [Beltrán, 1994: 62].

667 Galileo, *Diálogo*, II, [Beltrán, 1994: 255].

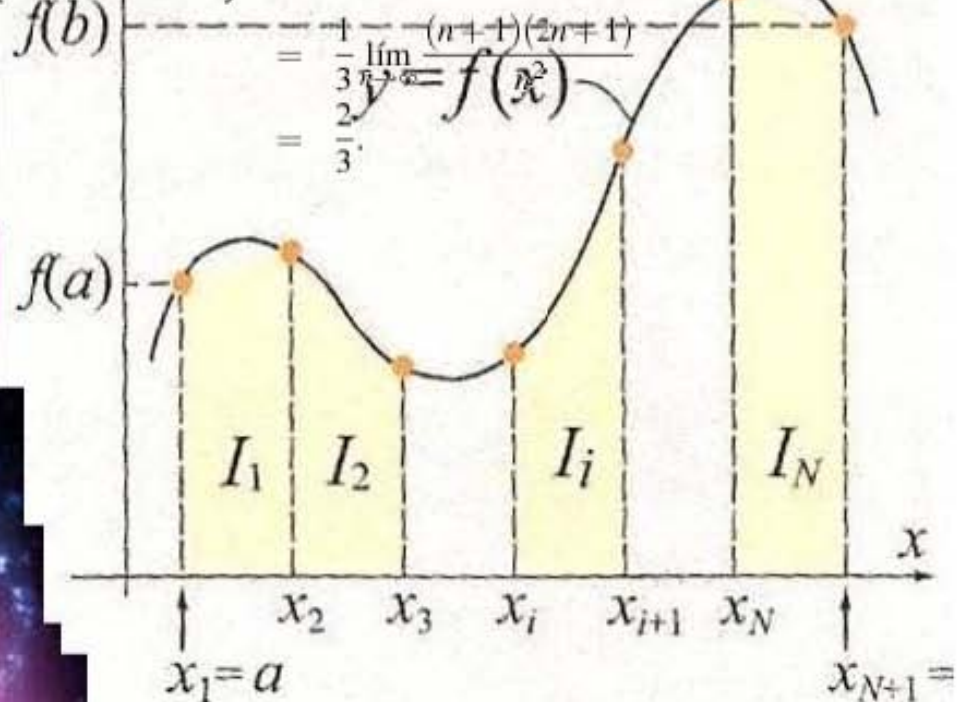
668 Galileo, *Diálogo*, II, [Beltrán, 1994: 248].

669 Galileo, *Discorzi*, I, [San Román: 2003: 70]. Cfr.: Favaro, 1890-1909: VIII: 83.

En dicho pasaje, Galileo empezó por reiterar que no se puede llegar al infinito por acumulación. Pero después afirmó con inusual claridad que el infinito se encuentra en la unidad. La resonancia pitagórica es más que clara en dicha frase, la unidad es el complemento dialéctico del infinito, así, en una única cosa, por ejemplo un pedazo de materia o una curva matemática, se encuentra un infinito escondido, ya en su forma de átomos o en la de indivisibles. Para que los átomos sean indivisibles deben carecer de partes y ser unidades absolutas y para que en su conjunción formen el continuo, deben ser infinitos en número e infinitamente pequeños en extensión. Las propiedades parecen paradójicas desde una lógica lineal, y aunque el mismo Galileo no desarrolló completo el problema, si sentó en parte sus bases para que lo continuara Leibniz.

$$\begin{aligned}
 \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n (i^2 + j^2) &= \sum_{i=1}^n \left(n \cdot i^2 + \frac{n(n+1)(2n+1)}{6} \right) \\
 &= n \sum_{i=1}^n i^2 + \frac{n^2(n+1)(2n+1)}{6} \\
 &= \frac{n^2(n+1)(2n+1)}{6} + \frac{n^2(n+1)(2n+1)}{6} \\
 &= \frac{n^2(n+1)(2n+1)}{3}
 \end{aligned}$$

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{n^2} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \left\{ \left(\frac{i}{n} \right)^2 + \left(\frac{j}{n} \right)^2 \right\} = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{n^4} \cdot \frac{n^2(n+1)(2n+1)}{3}$$



VI. .Wilhelm Leibniz: Todo conspira

“Por consiguiente todo cuerpo es sensible a cuanto sucede en el universo, de tal modo, que quien todo lo viera podría leer en cada fragmento del universo lo que acontece en todas partes y aun lo que ha sucedido y sucederá, advirtiendo en el presente lo que se encuentra alejado tanto en el tiempo como en el espacio: σύμπνοια πάντα...”

Leibniz, *Monadología*, § 61.

Gottfried Wilhem Leibniz nació el 1 de Julio de 1646 en la ciudad sajona de Leipzig. Criado en la confesión luterana, trató de estar siempre por encima de las luchas religiosas y del lado de la razón.⁶⁷⁰ Leibniz fue un firme partidario del irenismo y del libre intercambio de ideas científicas y filosóficas. La constante leibniziana por encontrar reconciliaciones entre contrarios lo llevó a postular una complementariedad entre las ideas de los antiguos y los modernos en la ciencia.⁶⁷¹ Sin embargo, lejos de intentar ir hacia el pasado o estancarse en su presente, el pensamiento de Leibniz siempre buscó nuevos caminos por explorar. Como dice Juan Arana: “La principal dificultad que encontró Leibniz para ser aceptado —en este como en otros campos— era que, so capa de una actitud nostálgica hacia la metafísica, proponía soluciones demasiado innovadoras y en muchos aspectos se adelantaba decenios o siglos a la mentalidad dominante.”⁶⁷²

Quizás la mejor cualidad del pensamiento del sajón fue saber hilar desde conceptos anteriores, como los de Kepler, Galileo, Descartes, Cavalieri, Torricelli, Bruno, los platónicos, los teólogos medievales y sus contemporáneos, nuevos campos de aplicación y posibilidades de comprensión. Leibniz fue un promotor incansable de la nueva ciencia, aunque es importante señalar que en esta última etapa el problema astronómico de Copérnico quedó en segundo plano, pues la evidencia astronómica de Galileo y las explicaciones de Kepler (además del trabajo conjunto de muchos de sus alumnos y otros filósofos) había mostrado con suficiente fuerza que el geocentrismo era insostenible y que se podía construir un sistema coherente desde el heliocentrismo. Así, salvo por algunos detractores trasnochados, la imagen

670 Para una biografía completa de Leibniz ver: Aiton, *Leibniz; A biography*.

671 Leibniz siempre consideró que la disputa entre los antiguos y los modernos era una posición “parcial y abstracta”, como bien dice Kennington [2004: 231], y en todos sus escritos siempre buscó destacar las convergencias entre contrarios, como los antiguos y modernos, católicos y protestantes, cristianos y libre pensadores, etc.

672 Arana, 2009: 41.

del universo heliocéntrico al modo kepleriano había quedado fija en los círculos científicos desde la segunda mitad del siglo XVII. En ese momento, ya no se trataba de fundar una nueva física universal que encajara con el heliocentrismo, sino de completarla; en tal sentido, el debate sobre los conceptos fundamentales es el que guía buena parte de las polémicas. Estas últimas llegan a ser tan complejas y encendidas que por momentos la imagen de fondo del cosmos heliocéntrico parece ocultarse por completo; sin embargo, las discusiones de la física de finales del siglo XVII continúan desde las bases que sentó Galileo medio siglo antes.⁶⁷³

25. Arena comparada con el firmamento: El teorema fundamental dialéctico

El análisis ordinario trata de las magnitudes finitas, en cambio éste penetra hasta el infinito mismo. Compara las diferencias infinitamente pequeñas de las magnitudes finitas, descubre las razones de estas diferencias, y por eso permite conocer las de las magnitudes finitas que, comparadas con esos infinitamente pequeños, es como si fueran infinitas. Así mismo, se puede decir que este análisis se extiende más allá de lo infinito... De tal manera que no sólo abarca el infinito, sino el infinito del infinito, o una infinidad de infinitos. Sólo un análisis de esta naturaleza podría conducirnos hasta los verdaderos principios de las líneas curvas.

L'Hopital, «*preface*».⁶⁷⁴

“Ce qui fournit autant qu'on veut de degrés d'incomparables, puisque ce qui est incomparablement plus petit, entre inutilement plus grand que luy, c'est ainsi qu'une parcelle de la matiere magnetique qui passe à travers du verre n'est pas comparable avec un grain de sable, ny ce grain avec le globe de la terre, ny ce globe avec le firmament.”

Leibniz, carta a Varignon, 2/II/1702⁶⁷⁵

En octubre de 1684 apareció un pequeño artículo de sólo seis páginas en el *Acta Eroditorum* de Leipzig de la pluma de Wilhelm Leibniz. Lo sucinto del mismo, la falta de explicaciones, la oscuridad del tema y en general todos los defectos de la comunicación escrita en latín del autor hicieron, en primera instancia, incomprensible su significado. Sin embargo, en sus páginas contenía la primera declaración abierta y explícita de que la larga búsqueda por cuadrar lo curvo, que los matemáticos habían

673 Aunque habría que agregar que dichas bases habían sido ya desarrolladas e incluso modificadas por los alumnos de Galileo y por Descartes, por ejemplo, en el caso del movimiento inercial que en el italiano aparece implícito y en el francés ya es explícito. Cfr: Benítez-Robles, 2004: 164.

674 L'Hopital, *L'Hopital, Analyse des infiniment petits pour l'intelligence des lignes courbes* [Cambray, 1998: 15].

675 Gerhardt, 1849-63: IV, 91. “Pues lo que proporciona tiene grados de inconmensurables tanto como quiera, puesto que lo que es incomparablemente más pequeño, entre lo innecesariamente más grande que él, es así que una partícula de la materia magnética que pasa a través de un vidrio no es conmensurable con un grano de arena, como un grano no lo es con el globo de la Tierra, ni el globo con el firmamento.”

emprendido desde la época de los griegos, y el problema de trazar tangentes, eran ambos en realidad dos aspectos de la misma cosa. Pues el problema de la cuadratura del círculo, que ampliado es el problema de la relación que mantiene toda curva con cada punto en su circunferencia, quedaba comprendido por un nuevo análisis que abría las puertas a su resolución de forma inmediata, Y la llave de ese análisis estaba contenida en una observación en apariencia sencilla, que de forma más que sucinta el marqués de L'Hopital (1661 - 1704) lo resumió así en 1692:

Las curvas al ser poligonales de una infinidad de lados [*côtés*], y al diferir entre ellas sólo por la diferencia [*différence*] de los ángulos que estos lados infinitamente pequeños forman entre sí, al análisis de los infinitamente pequeños únicamente corresponde determinar la posición de estos lados para obtener la curva que de ellos forman, es decir, las tangentes de estas curvas, sus perpendiculares, sus puntos de inflexión o de retorno, los rayos que se reflejan, los que rompen, etcétera.⁶⁷⁶

La descripción de L'Hopital resume muy bien de dónde partía el nuevo análisis infinitesimal; primero, las curvas se consideran como polígonos de infinitos lados; segundo, cada uno de esos lados infinitesimales es matemáticamente diferente de otros y puede ser ubicado; tercero, como cada punto está plenamente identificado, y todos los puntos de interés mayor, como los puntos de inflexión, máximos y mínimos, etc., pueden ser encontrados junto con sus rectas tangentes; finalmente, como cada infinitesimal es diferente y está determinado por su posición en la curva, desde cualquier punto se puede volver a trazar la curva completa,⁶⁷⁷ lo cual implica que también es posible encontrar su área, volumen o perímetro. En otras palabras, se expresaba lo que a la postre se viene llamando el teorema fundamental del cálculo: los problemas de tangentes y de cuadraturas son equivalentes e inversos.

Sin embargo, el pequeño artículo al que nos referimos, titulado *Nova methodus pro maximis et minimis, itemque tangentibus, quae nec irrationales quantitates moratur, et singulare pro illis calculi gemus*⁶⁷⁸ (1684) no ponía las cosas tan fáciles. El *Nova methodus*, como mejor se le conoce, comienza

676 L'Hopital, "Preface" [Cambray, 1998: 15].

677 Sobre este punto en particular existen ciertas reservas ya expresadas por el mismo Leibniz, pues: "también ha de notarse que no siempre es posible la vuelta desde una ecuación diferencial, sino con cierta precaución." Leibniz, *Nova methodus*, [Martín, 1987: 5].

678 Gerhardt, 1849-63: V, 220-226. "Un nuevo método para los máximos y los mínimos, así como para las tangentes, que

directamente describiendo el algoritmo de cálculo de lo que ahora llamamos derivadas (o las diferencias de L'Hopital). El escrito arranca con las operaciones de infinitesimales, sin dar definiciones, comentarios o siquiera una introducción general. Lo anterior da una muestra del grado de abstracción que manejó Leibniz, y explica las dificultades que sus contemporáneos tuvieron para entender lo que exponía. Por lo tanto, cuando el filósofo alemán afirmó que “la demostración de todo será muy fácil para uno versado en estas materias”⁶⁷⁹, estaba siendo demasiado optimista, por calificarlo de forma amable. La famosa frase de los Bernoulli lo representa mejor, el trabajo de Leibniz era “*un énigme plutôt qu'une explication.*”⁶⁸⁰

El *Nova methodus* enseña cómo realizar las clásicas operaciones de la aritmética: sumar, restar multiplicar y dividir; sin embargo todas adquieren un nuevo significado al operar con infinitesimales y no con números. Las operaciones se aplican a indivisibles o diferencias, que expresan la medida de cambio entre dos puntos de una curva; por ello se considera normalmente que Leibniz enseñó cálculo diferencial, aunque el planteamiento apuntaba ya tanto a los diferenciales como sus opuestos, aquello que después se llamó integrales. El escrito en cuestión se puede definir como una exposición con un enfoque operativo, donde se enseña el manejo del nuevo algoritmo para calcular con infinitesimales y se muestra un sistema de notación para dicho propósito.

Esto último fue de particular importancia para la historia del cálculo, pues una vez clarificados los conceptos de la nueva matemática, la notación de las operaciones fue un ingrediente esencial y no sólo un auxiliar para realizar el cálculo. El avance más significativo en simbología que ofreció Leibniz en el tratado es la introducción del símbolo “*d*” para denotar la diferenciación como algo ya construido.⁶⁸¹

no se detiene ante las cantidades fraccionarias o irracionales y es un singular género de cálculo para estos problemas”. Utilizo la edición en español de Teresa Martín [1987].

679 Leibniz, *Nova Methodus* [Martín, 1987: 9].

680 Gerhardt, 1849-63: III, I, 5. “un enigma antes que una explicación.” Cfr. Gonzalez-Velasco, 2010: 361.

681 La simbología leibniziana es una de las características más significativas de su cálculo y un mérito que lo diferenció del de Newton, mérito negado por largo tiempo luego de la polémica que tuvo con los matemáticos ingleses. Como afirma Oscar Esquisabel: “El diseño leibniziano del cálculo infinitesimal puede ser considerado como parte de su proyecto de una característica general, entendida esta última en el sentido de un arte o disciplina que tiene como meta fundamental el diseño de sistemas simbólicos eficientes para todas las ciencias” [Esquisabel, 2012: 67].

Algo evidente dentro del pequeño tratado es que la presentación del análisis infinitesimal por parte de Leibniz se centra en resolver los principales problemas que eran preocupación entre los geómetras analíticos de la época. Con cada nueva interpretación geométrica de los datos, Leibniz hilvana un nuevo problema: la transformación del valor de una diferencia indica la presencia de un máximo o un mínimo, según sea de positivo a negativo o viceversa; si la diferencia del eje ordenado y de las abscisas es infinita entonces la tangente es perpendicular al eje de las abscisas, mientras que si los infinitesimales son iguales, entonces la tangente es paralela al eje de las ordenadas, etc. Al ir desplegando la explicación, uno a uno los grandes problemas de la geometría de curvas van cayendo. Gracias a ello, Leibniz declaró con orgullo.

Del conocimiento de este Algoritmo, así lo llamo, o de este cálculo, que llamo diferencial, puede obtenerse todas las otras ecuaciones diferenciales por medio del álgebra [*calculus*] común, y los máximos y mínimos, así como pueden obtenerse las tangentes, de tal forma que no sea necesario separar fracciones o los irracionales u otros vínculos, como sin embargo, debía hacerse según los métodos hasta ahora publicados.⁶⁸²

El gran logro del nuevo algoritmo era precisamente que unificaba todos los problemas que estaban en ese momento dispersos. No es de extrañar que los problemas geométricos sean los primeros en ser atacados por Leibniz, ya que el nuevo análisis de infinitesimales se fincaba sobre el análisis espacioso de Vieta, Descartes y Fermat, conservando mucho de su sabor geométrico. Incluso en el pequeño *Nova methodus*, tan parco en demostraciones, habla de que las diferencias se pueden considerar como una “cuarta proporcional”⁶⁸³, adelantando un poco que la demostración del nuevo algoritmo está construida sobre una tradición matemática que se remonta hasta Grecia.

Sin embargo, esa misma tradición aparece literalmente modernizada por los trabajos de geometría analítica moderna y así se nos muestra en la obra de Leibniz. De ese modo, las curvas están situadas sobre ejes de referencia y son expresadas por ecuaciones algebraicas; congregando de esa forma el mundo algebraico y el geométrico. Entonces, con el nuevo análisis infinitesimal, Leibniz pretendía

682 Leibniz, *Nova Methodus* [Martín, 1987: 8].

683 *Ibid.*

llevar esa tradición aún más lejos. Así escribió: “Además no me parece que añadido en vano que la Geometría con este método es llevada mucho más allá de los límites propuestos por Vieta y Descartes.”⁶⁸⁴

Pero si la tradición geométrica-aritmética de los franceses era la que daba cuerpo y concreción a las ideas de Leibniz, la inspiración de esas ideas se encontraba en el arte combinatorio. Desde la cábala de Lull y el arte de Bruno, la combinatoria sirvió como la fuente de inspiración del pensamiento leibniziano; una combinatoria de las diferencias, o más radical quizás, de los contrarios, donde brotaba la unidad dialéctica entre opuestos. En ese sentido Leibniz se inserta en la tradición de pensamiento pitagórico-platónica que hemos trazado desde los florentinos hasta Galileo y Kepler. En tal sentido, explica Bernardino Orio:

Herederero de una vieja idea que se remonta a los llamados «*prisci theologi*» y que reciben Platón, Aristóteles y Plotino, en una formidable tradición que, atravesando la Edad Media tanto judía o musulmana como cristiana, llega hasta la Escuela de Florencia de Ficino y Pico della Mirandola y los neoplatónicos naturalistas del Renacimiento, Cardano, Cusa o Campanella, Leibniz había concebido un mundo unitario, orgánico, activo, energético, un vasto sistema de sistemas arquitectónicos, nunca clausurado por sus datos en origen sino abierto a infinitas perspectivas irreversibles, porque el mundo es el efecto completo *in fieri* de la Causa Plena, de la vieja Razón Suprema o Principio de la Razón, que se expresa o se despliega en infinitos sujetos activos, cada uno de los cuales expresa, a su vez, de formas muy diversas a todos los demás, y donde cada nivel ontológico de la naturaleza expresa y es expresado, a su vez, por todos los demás niveles de lo real, que está gobernado por lo que Leibniz llamaba ley de continuidad y puede ser conocido por razonamiento analógico.⁶⁸⁵

La historia misma que conduce al nuevo algoritmo infinitesimal no es posible sin la convicción de Leibniz, como antes la de Bruno, de que el universo funciona como una serie de combinaciones dialécticas que se despliegan desde el Uno trascendente (*Monas monadum*). La idea central del cálculo, es que las diferencias y las sumas son opuestos y también complementarios, no es más que una forma concreta del presupuesto primero. En ese sentido, no se trata de dos operaciones separadas, sino la

⁶⁸⁴ Leibniz, *De geometria recondita*, [Martín, 1987: 23]

⁶⁸⁵ Orio, 2009: 109.

misma en sentidos inversos. Esta convicción la afirmó con claridad Leibniz en un escrito un poco posterior: “Pues como las potencias y las raíces en los cálculos comunes [*vulgaribus calculis*], las sumas y las diferencias o «*l*» y «*d*» son recíprocas [*reciprocae*].⁶⁸⁶ Esa idea fructífera existía de forma previa al mismo cálculo de infinitesimales. Javier de Lorenzo la descubre ya en el *De corpore* (1655) de Hobbes,⁶⁸⁷ aunque afirma que existe desde antes:

Dos operaciones, suma y sustracción, claves para la combinatoria de nuestra razón, para el cálculo en que consiste el razonamiento. Idea no sólo de Hobbes, ciertamente, sino que estaba en el ambiente, en la búsqueda de una compensación a la Torre de Babel en que se había visto sometida la especie humana. Idea que también explicitó Descartes cuya carta del 20 de Noviembre de 1629 a Mersenne copia Leibniz hacia 1678. Copia a la que Leibniz agrega que la invención de una lengua o al menos una escritura para expresar los pensamientos sería algo maravilloso sobre todo para acabar las disputas que dependen del razonamiento; porque con esa lengua o escritura razonar y calcular serían lo mismo.⁶⁸⁸

La combinatoria y la búsqueda de un lenguaje universal son parte de una misma forma de razonar para Leibniz, de ahí que el alemán se interese tanto por la lógica pura como por la creación de un simbolismo adecuado para las matemáticas. Ambas cosas las concibió para superar las ambigüedades y expresar de una forma más precisa los vínculos de la realidad. Pero existe una dificultad, pues la combinatoria de opuestos es un arte esencialmente discreto, e igual que las formas numéricas, trabaja con unidades cerradas y en última instancia se acerca más a realidades lingüísticas como lo expresa bien la búsqueda de Leibniz por un lenguaje combinatorio; en cambio, en el ámbito de la geometría, donde tenía el cálculo su aplicación más inmediata, las formas existen de manera continua, desde las mismas líneas que carecen de partes, fluyendo siempre como un todo. El mismo Leibniz no creyó siquiera que los puntos fueran parte de la línea. Así lo afirma, entre varios lugares, en una de sus cartas: “los puntos hablando con exactitud, son extremidades de la extensión y de ningún modo partes constitutivas de las cosas: la geometría lo muestra.”⁶⁸⁹

686 Leibniz, *De geometria recondita*, [Martín, 1987: 25]. Cfr: Gerhardt, 1849-63: V, 231.

687 Leibniz, *De geometria recondita*, [Martín, 1987: 25]. Cfr: Gerhardt, 1849-63: V, 231.

688 Lorenzo, 2007: 123.

689 Leibniz a Samel Masson, 1716 [Gerhardt, 1890: VI, 628-629] Tomo la traducción de Manuel Luna [1996: 158]. Cfr:

El filósofo alemán requería de un engarce que mediara entre los dos extremos, algo que hiciera posible pasar de lo discreto a lo continuo; es decir, que mediara entre las sumas y las restas de elementos discretos, y los puntos y las líneas de lo geométrico. Este engarce lo encuentra en la noción de infinitésimo, tomada de Wallis vía Huygens, pero desarrollada para intentar superar las ambigüedades de la terminología que se venía arrastrando desde los indivisibles. El infinitésimo es la diferencia entre dos puntos de una recta, separados por una distancia tan pequeña que el arco de la curva coincide con la tangente. Esta definición paradójica resume bien el extraño ente que “no siendo un número concreto participa evanescentemente de lo numérico.”⁶⁹⁰ Pues la esencia del infinitésimo es que es menor que cualquier número, pero sin caer en la nada.

Sin embargo, esta unión de lo paradójico era por su misma naturaleza de difícil explicación. En el *Nova methodus*, sin utilizar propiamente el término “infinitesimal”, Leibniz explica su uso de la siguiente manera:

En esta situación se consigue, para encontrar la tangente, trazar la recta que una dos puntos de una curva que estén a una distancia infinitamente pequeña o el lado prolongado de un polígono de infinitos ángulos, que para nosotros equivale a la curva. Esta distancia infinitamente pequeña siempre puede ser expresada por alguna diferencial conocida...⁶⁹¹

Si se sigue este razonamiento, una curva es tanto un trazo continuo, como un polígono de infinitos lados. Sin embargo, ese delicado equilibrio se altera apenas se decanta por cualquiera de las opciones. Si los infinitesimales son reales, entonces existe al mismo tiempo lo finito y lo infinito dentro del mismo cálculo, si no son reales, entonces ni siquiera alcanzan para realizar el menor cálculo.

Para expresar esto último con otras palabras, podemos decir que para que la operación con

Respuesta de Foucher a Leibniz sobre su nuevo sistema del conocimiento de las sustancias [Quintero, 2004: 26].

⁶⁹⁰ Esta idea viola claramente los principios de la lógica aristotélica. Pues dice el libro de la *Física*: “el vacío no tiene razón (λόγος) por la cual fuera superada por un cuerpo, como tampoco la nada la tiene con el número.” *Fis.* 215b. 12-14 [Schmidt, 2001: 88]. La idea del cálculo, sin embargo, da pie a proyectar un valor cuya magnitud es menor que cualquier razón dada de antemano. Una definición de Leibniz en *Theoria motus abstracti* de punto afirma: “*Punctum non est, cujus pars nulla est, nec cujus partes sunt indistantes, cujus magnitudo est inconsiderabilis, inassignabilis, minor quam quae ratione*” [Gerhardt, 1880: IV, II, 229]. “Punto no es lo que tiene partes, ni cuyas partes son indistantes, [sí es] aquello cuya magnitud es inconsiderable, inassignable, menor que lo que puede ser dado.” Esto, afirma Leibniz, es precisamente el fundamento de la geometría de Cavalieri.

⁶⁹¹ Leibniz, *Nova methodus* [Martín, 1987: 9].

infinitesimales sea válida, la tangente y la secante deben ser idénticas; esto implica que la distancia entre dos puntos sea otro punto, pero no existe una proporción entre puntos y líneas, excepto si, como dice Aristóteles, “la línea sea un compuesto de puntos”⁶⁹² cuestión que ya ha rechazado Leibniz. Pero incluso si se aceptara, eso conllevaría la existencia de un infinito actual y de magnitudes sin valor, pero reales.⁶⁹³ Ante esta complicada discusión, Leibniz siempre trató de alejar al nuevo cálculo del debate metafísico:

mi propósito fue señalar que no hay necesidad de hacer depender el análisis matemático de las controversias metafísicas ni de asegurar que haya en la naturaleza estrictamente líneas infinitamente pequeñas, en comparación con las nuestras, ni por consiguiente haya líneas infinitamente más grandes que las nuestras (y, todavía, terminadas, pues a mí me ha parecido que en rigor el infinito debe tener su fuente en lo inconcluso, sin lo cual no veo yo el modo de encontrar un fundamento propio para distinguirlo de lo finito). Por lo cual, a fin de evitar estas sutilezas, he creído que para hacer sensible a todo el mundo el razonamiento, era suficiente con explicar aquí el infinito por los incomparables, es decir, concebir cantidades incomparablemente más grandes o más pequeñas que las nuestras; esto nos proporciona todo lo que necesitamos en cuanto a grados de incomparables...⁶⁹⁴

La intención de Leibniz de no mezclar ambas esferas y utilizar sólo metáforas a modo de explicación falló como era de esperarse. Después de publicar su algoritmo, la comunidad de matemáticos comenzó a discutir sobre si se debía considerar a los infinitésimos como entidades reales o no. El mismo Leibniz tuvo un largo comercio epistolar con Johann Bernoulli, debatiendo precisamente este asunto, aunque no enfocado en el fundamento lógico sino en una implicación mal deducida por el matemático suizo.⁶⁹⁵ El punto que debatía Bernoulli era que si los infinitesimales no son infinitamente

692 *Fis.* 215b. 18 [Schmidt, 2001: 88].

693 Herrera explicó que Leibniz acepta una serie de infinitos potenciales o impropios (sincategoremáticos) pero reserva la idea de infinito en acto o, mejor dicho, como "hipercategoremático" a Dios [Herrera, 1997: 166].

694 “*mais mon dessein a esté de marquer, qu'on n'a point besoin de faire dependre l'analyse mathematique des controverses metaphysiques, ny d'asseurer qu'il y a dans la nature des lignes infiniment petites à la rigueur, ou comparaison des nostres, ny par consequent qu'il y a des lignes infiniment plus grandes que les nostres [et pourtant terminées, d'autant qu'il m'a paru, que l'infini pris à la rigueur doit avoir sa source dans l'interminé, sans quoy je ne voy pas moyen de trouver un fondement propre à le discerner du fini]. C'est pourquoy à fin d'eviter ces subtilités, j'ay cru que pour rendre le raisonnement sensible à tout le monde, il suffisoit d'expliquer icy l'infini par l'incomparable, c'est à dire de concevoir des quantités incomparablement plus grandes ou plus petites que les nostres; ce qui fournit autant qu'on venut de degrés d'incomparables*” Gerhardt, 1849-63: IV, 91.

695 Montesino [2009: 90] hace la reseña completa de dicha discusión. En las siguientes líneas sigo en términos generales su trabajo.

pequeños en acto pero sí eran infinitos en número, entonces son cantidades con una magnitud, aunque sea mínima. Entonces, según Bernoulli, al sumar todas las infinitas pequeñas cantidades, se obtendría una cantidad infinita en cantidad, lo cual es absurdo, pues ninguna área ni volumen es infinito.⁶⁹⁶ Para evitar este supuesto absurdo, Bernoulli concluía que los infinitesimales debían ser tanto infinitos en número, como también infinitamente pequeños. La respuesta de Leibniz fue resaltar los ejemplos que ya existían de sumas de series convergentes,⁶⁹⁷ a las cuales demostraban que sumas infinitas de cantidades finitas no tenían que dar una cantidad total infinita.

Para evitar desde esos malentendidos, hasta los sensibles problemas de lógica interna, Leibniz calificará insistentemente a los infinitesimales de “*fictions, mais des fictions utiles*”⁶⁹⁸ El problema de fondo no es en sí mismo nuevo, ya desde los griegos aparecía siempre que se intenta construir proporciones entre líneas y arcos. Cada vez que esto ocurrió, los matemáticos parecía que debían optar entre la funcionalidad de los métodos y el rigor que exigía la matemática. Para salvar el rigor, Leibniz se esforzó en conservar el carácter continuo de las líneas y, por ello, se enfrentó a la virtualidad de los infinitesimales, aunque no por ello afirme su inexistencia. Como escribe Javier de Lorenzo:

Para un Pascal, para un Leibniz, el infinitésimo es un elemento que impone la razón conceptual, como el punto en el infinito, aunque no lo capte el entendimiento. Y lo que puede hacerse es dar una justificación y explicar unas reglas de manejo de tales nuevas magnitudes y en su enlace con las antiguas. Pascal dio esa justificación mediante el recíproco del postulado eudoxiano-arquimediano, y Leibniz acepta dicha justificación según se desprende de algunas cartas, a la vez que formula las reglas de manejo de las diferencias.⁶⁹⁹

Pero, si como explica Lorenzo, el infinitésimo está por encima del entendimiento, entonces está

696 “Porque, si ninguna es infinitamente pequeña, entonces cada una es finita; pero, si cada una es finita, resulta que todas tomadas en conjunto constituirán una magnitud infinita,” Carta de Bernoulli a Leibniz de Agosto de 1698, citada por Montesino [2009: 92]. “*Nam, si nulla est infinite exigua, ergo singulae sunt finitae; si singulae sunt finitae, ergo omnes simul sumtae constituent magnitudinem infinitam*” [Gerhardt, 1849-63: III, 529].

697 “*si nulla est infinite exigua, ergo singulae sunt finitae (concedo); si singulae sunt finitae, ergo omnes simul sumtae constituent magnitudinem infinitam. Hac consequentiam non concedo*” Respuesta de Leibniz a Bernoulli, 1698 [Gerhardt, 1849-63: III, 536]. Unja serie convergente es aquella que mientras más términos se suman, más se acerca a un límite, sin rebasarlo nunca, sin importar cuantos términos se sumen. Por ejemplo, la serie $1 + 1/2 + 1/4 + 1/8 + \dots + 1/2^n$ converge a 2.

698 Véase más abajo el problema de la mónada que sigue un desarrollo paralelo.

699 Javier de Lorenzo, “Estudio preliminar” [Martín, 1987: lxviii].

aún más allá de la percepción sensitiva. Sin embargo, parte de la confusión que originó el nuevo cálculo fue que quienes lo aprendían, literalmente creían ver como se construía un infinitesimal. Esto es claro en el tratado *De geometria recondita et analysi indivisibilium atque infinitorum*⁷⁰⁰ aparecido en el *Acta Eroditorum* en 1686. Ahí, Leibniz dio algunas explicaciones más acerca del nuevo análisis y ofrece un esbozo de la demostración que depende del uso del llamado triángulo característico. El problema del uso de dicho triángulo, que proviene desde Pascal,⁷⁰¹ consiste en que da la impresión de poder verlo cuando se traza el diagrama. Probablemente ese problema lo intentó evitar Leibniz en *De geometria* al no incluir diagrama alguno de la explicación, pero la explicación e incluso el mismo nombre de triángulo condiciona al lector a formarse una imagen del mismo.

Quizás por estas dificultades, fue por lo que Leibniz se centró en el *Nova methodus* en ofrecer ejemplos de aplicación, más que una demostración. Esos ejemplos mostraban la potencia y alcance de las nuevas matemáticas, resolviendo problemas difíciles de manera casi inmediata. Leibniz se sentía sumamente orgulloso de su cálculo y resaltó que éste no tenía que limitarse a cantidades algebraicas, sino que abarca por igual “fracciones e irracionales que componen a las variables”⁷⁰² y “también es evidente que nuestro método se extiende a las líneas trascendentes, que no pueden ser manejadas por el cálculo algebraico.”⁷⁰³ El método del sajon era el primero que abarcaba las llamadas cantidades trascendentes, término inventado por el propio Leibniz para nombrar ciertos números irracionales que no se construyen por polinomios; lo cual quiere decir que dichos números no se pueden construir con ecuaciones normales. Vale la pena detenerse a explicar esto para comprender el logro leibniziano; las cantidades comunes son como las líneas rectas, en cuya ecuaciones la variable tiene potencia primera, o las cónicas que son ecuaciones con dos términos cuadráticos, igual que el círculo, y así hasta la

700 Gerhardt, 1858: V, 226-233. En español: “Sobre una geometría altamente oculta y el análisis de los indivisibles y de los infinitos” [Martín, 1987: 17-29].

701 En el escrito de 1659 titulado: *Traité des sinus des quarts de cercle* (Tratado de los senos de los cuadrantes del círculo). Leibniz tuvo acceso a la obra en 1673 durante su estancia diplomática en París y encontró ahí las nociones necesarias para resolver el problema de cuadraturas-tangentes. Para un desarrollo completo del tratado de Pascal ver: Claude Merker, “La «géométrie calculante» de Pascal” http://epiphymaths.univ-fcomte.fr/Merker-Geometrie_calculante_de_Pascal.pdf

702 “*fractae et irrationales (quas indeterminatae ingrediuntur)*” Leibniz, *Nova methodus* [Gerhardt, 1849-63: V, 223].

703 Leibniz, *Nova methodus* [Gerhardt, 1849-63: V, 223].

potencia mayor que se pueda imaginar, por enorme que sea, permanecerá en el reino de lo algebraico. En contraste, escribe Leibniz, “algunos problemas no son planos, ni sólidos, ni supersólidos o de grado alguno definido.”⁷⁰⁴ Estos problemas trascendentes tiene potencia indefinida como x^x o son potencias de las funciones trigonométricas, como la curva cicloide, que usualmente se representa por una potencia del arco-coseno.

La idea de número trascendente, la usó Leibniz en oposición a Descartes, quien había calificado a las curvas cuyas ecuaciones usaban cantidades trascendentes como mecánicas, en clara alusión a que no formaban parte de las geométricas y, por ende, que no eran parte de la matemática. El sajón proporciona tres ejemplos de la potencia del nuevo análisis y como primero elige la cicloide. Ésta fue el primer ejemplo de *Nova methodus*. Desafortunadamente como ejemplo resultó muy complicado, incluso el mismo Leibniz admite a modo de excusa que “añadimos este ejemplo bastante complicado para que el modo de usar estas reglas sea evidente en un cálculo algo difícil”.⁷⁰⁵ Pese a su dificultad el ejemplo fue en cierta forma exitoso, pues mostró la capacidad del nuevo análisis para obtener resultados de cuestiones complejas, además de servir al propósito de Leibniz de extender el campo de acción de las matemáticas hacia nuevos horizontes. Porque, escribe el sajón, si

“pueden demostrarse todas las propiedades de la cicloide... [Entonces] de ese modo el cálculo analítico se extiende a todas las líneas que hasta ahora han sido excluidas no por otra causa, sino porque las consideraban inadecuadas para ello.”⁷⁰⁶

El segundo ejemplo del *Nova methodus* fue el problema de calcular la trayectoria de un rayo de luz al cambiar de medio, por ejemplo el paso del aire al agua. Esta cuestión tenía importantes repercusiones en óptica, que la hacían muy atractiva. Además, dicho problema ya había sido discutido anteriormente por Fermat y Descartes, y fue resuelto sólo con grandes esfuerzos. El mismo problema se despacha en el *Nova methodus* en unos pocos cálculos. Así, con gran alegría declaró Leibniz: “lo que

704 Leibniz, *De geometria recondita*, [Martín, 1987: 20].

705 Leibniz, *Nova methodus* [Martín, 1987: 11].

706 Leibniz, *De geometria recondita*, [Martín, 1987: 25].

otros doctísimos varones han investigado con muchas dificultades, el conocedor de este Cálculo lo ha obtenido en tres líneas.”⁷⁰⁷ Finalmente, el tercer ejemplo no es más que una forma generalizada del problema que Descartes trata en su *Geometría* (1637). Además, en unas líneas a modo de apéndice, Leibniz resuelve el problema de De Beaune, que es una curva logarítmica. En cada uno de estos ejemplos, Leibniz trató de mostrar la utilidad de su nuevo análisis, pero también de expandir el campo de los problemas matemáticos hacia nuevos terrenos teóricos y aplicados. Como él mismo declara:

“Y ciertamente estos puntos son los inicios de una Geometría muy sublime que también se extiende a los difícilísimos y hermosos problemas de la Matemática mixta que sin nuestro cálculo diferencial o semejante nadie podrá tratar con parecida facilidad.”⁷⁰⁸

26. El Santuario de lo real: La dinámica sustancial

“La matemática es sólo la puerta para entrar en el santuario de lo real”

Leibniz a Bernoulli⁷⁰⁹

La biografía intelectual de Leibniz nos ofrece algunas claves para poder interpretar los intereses matemáticos, físicos y metafísicos que éste tuvo. Formado en el aristotelismo universitario, Leibniz descubrió la filosofía mecanicista por la obra de Gassendi. Luego, en una misión diplomática a París, entró en contacto con el mundo matemático del siglo XVII. Hasta ese momento, el alemán poseía grandes dotes, pero carecía de los más elementales rudimentos de matemáticas modernas. En París tiene la suerte de encontrarse con Huygens quien se convierte en su tutor. Ese encuentro, ampliamente resaltado por las historias de la matemática, es insuficiente para aclarar los enormes cambios del pensamiento leibniziano si no se explica que Huygens era más que un matemático. Christian Huygens se interesó por los fenómenos físicos, en particular la luz, tanto en sus fenómenos, como en sus fundamentos, que no son propiamente fenómenos. Así, José Gaos nombra a la filosofía de Huygens como mecanicismo metafenoménico:

Ahora bien ¿qué es lo hecho por Huygens? Para salvar ciertos fenómenos [el modo en que

⁷⁰⁷ Leibniz, *Nova Methodus* [Martín, 1987: 13].

⁷⁰⁸ Leibniz, *Nova Methodus* [Martín, 1987: 14].

⁷⁰⁹ Citado por Montesinos, 2009: 103.

viaja la luz], imaginar y concebir la semejanza de otros fenómenos, un ente [una sustancia de dureza perfecta] y un movimiento [una elasticidad tan rápida como gustemos] de él que ya no son fenómenos -ni quizá puedan llegar a serlo [...] Por ello, si pudo caracterizarse la concepción newtoniana como un mecanicismo fenoménico, por comparación y contraste debe caracterizarse una como la de Huygens, de mecanicismo metafenoménico.⁷¹⁰

Huygens imaginó la luz como una onda de energía que avanza por el espacio, con ello no intentaba explicar sólo los fenómenos de la luz conocidos en su época, sino que trató de descubrir cual era la verdad sobre la luz. La idea de la luz como onda rebasaba lo estrictamente necesario para ofrecer una explicación física, pues bastaba pensar la luz como una partícula para explicarla; en cambio, la idea de la onda va más allá de del concepto de un mundo material y se sumerge en el reino de la metafísica. Esa ansia por llegar a la verdad y no sólo a una descripción exacta de lo que se ve, fue un rasgo que Leibniz compartió con Huygens. Ambos construyeron sistemas que intentaban sobrepasar lo fenoménico, superar las sombras y tocar los rayos de la luz que se cuelan dentro de la caverna platónica. Pero el sistema de Leibniz fue increíblemente más vasto que el de su mentor, además, mientras Huygens construyó sobre el mecanicismo moderno, Leibniz pronto descubrió que esa teoría, al menos como la manejaban los cartesianos, no satisfacía sus ambiciones.

De entre los postulados mecanicistas, el que más le cuesta admitir a Leibniz fue el concepto de sustancia que elaboró Descartes en sus *Principia* (1644). Al respecto explica Montesinos:

En la primera mitad del siglo, la extremada voluntad de Descartes de expulsar cualquier resto de vitalismo renacentista de la construcción de su Sistema del Mundo, le llevó a concebir la materia como algo inerte, sin vida, pura extensión, y en consecuencia, su Física —tratado de los seres materiales— es una geometría aplicada, con la que mediante ideas claras y distintas afronta la verdadera explicación de los fenómenos de la incierta Realidad. Y si la materia es extensión y todo lo extenso es materia más o menos sutil, entonces no existe el vacío y el espacio cartesiano es un Pleno.⁷¹¹

Descartes concibió a la materia como extensión, como aquello que se extiende por las tres

710 Gaos, 1992: 178. (Primera edición de 1973).

711 Montesinos, 2009: 97.

dimensiones del espacio, y que en última instancia es el mismo espacio. De ese modo, el francés expulsó del mundo todo vacío, todo principio vital y toda fuerza motriz, como la que usara Kepler en su hipótesis física. Si Descartes no aceptó ninguno de los conceptos anteriores, entidades como las almas de Bruno ni siquiera fueron consideradas como una posibilidad de explicación; Descartes redujo la realidad física únicamente a dos conceptos: lo extenso y el movimiento. Pero hasta el movimiento es una afección rara dentro del sistema, como bien explica Arana:

La empresa [de Descartes] es extraordinariamente ambiciosa, y más aún si se tiene en cuenta que no pueden ser mezclados entre sí de un modo demasiado íntimo...pues el movimiento es inherente a la materia, pero no se funde con ella; casi se puede decir que es un accidente 'en' la materia, y no 'de' la materia.⁷¹²

El movimiento no surge de la materia, sino que la acompaña, se imprime en ella, sin alterarla de forma interna, sólo externa. En ese sentido, el movimiento tiene que venir de algo externo al mundo material, es ahí donde Descartes hizo entrar a Dios como complemento de su física, pues primero el movimiento tiene que ser impreso en el mundo en sus orígenes y después debe ser conservado eternamente.

Para conseguir conservar el movimiento, Descartes postuló una posible ley de la conservación del movimiento, y da como ejemplo las cinco máquinas simples: polea, rueda, plano inclinado, cuña y tuerca.⁷¹³ Leibniz dedicó un pequeño ensayo a refutar esa supuesta ley y, si en principio parece una cuestión tangencial a los grandes problemas del mecanicismo, el sajón cree haber descubierto un verdadero talón de Aquiles en la cuestión. El pequeño tratado se titulaba: *Brevis demonstratio erroris memorabilis Cartesii et aliorum circa legem naturalem, secundum quam volunt a Deo eandem semper quantitatem motus conservari, qua et in re mechanica abutuntur* o en español “Breve demostración de un memorable error de Descartes” (1686).⁷¹⁴ Pese al enorme título, la obra es realmente concreta, pues

712 Arana, 1991: xvi.

713 *Explicación de las máquinas con cuya ayuda se puede levantar con poca fuerza una carga muy pesada*

714 El resto del título es: “... y otros sobre la ley natural, por la que quieren que la cantidad de movimiento sea conservada por Dios siempre igual, de la cual abusan incluso en la mecánica.” Utilizo la traducción al español de Arana, 1991.

desde las primeras líneas queda patente el problema que Leibniz encontró que:

Muchos matemáticos, al ver que la velocidad [*celeritatem*] y la masa [*molem*] se compensan entre sí en las cinco máquinas simples, deducen en general la fuerza [*vim*] motriz a partir de la cantidad de movimiento [*quantitate motus*], o bien el producto de multiplicar la masa por la velocidad.⁷¹⁵

El filósofo alemán hizo notar que la ley de los cartesianos descansa por entero en el ejemplo de las máquinas simples, pues como en ellas se conserva la cantidad de movimiento, entonces Descartes deduce que siempre se conserva el movimiento. Para analizar si siempre se conserva el movimiento, Leibniz comenzó por crear una nueva terminología para plantear el problema, añadiendo a los conceptos de masa y velocidad, el concepto de fuerza [*vis*] para denotar fuerza motriz. Aunque el mismo Descartes había hablado de fuerza,⁷¹⁶ el concepto estaba restringido en realidad al significado de cantidad de movimiento, tomada como una magnitud escalar.⁷¹⁷ En cambio, Leibniz recupera un sentido de fuerza como efecto [*effectus*], siendo éste sólo idéntico al movimiento en ciertos casos. El sajón afirmó en la *Brevis demonstratio* que es la fuerza la que se conserva en todas las acciones y no el movimiento:

...siendo acorde a la razón que la suma de la potencia motriz de la naturaleza sea la misma y que no decrezca, puesto que observamos que no se pierde ni disminuye la fuerza de ningún cuerpo sin que se transmita a otro, ya que precisamente por eso el movimiento mecánico perpetuo no se da jamás, por lo que sin un nuevo impulso exterior ninguna máquina, ni siquiera el universo entero, puede aumentar su fuerza.⁷¹⁸

La idea que maneja el pasaje anterior es muy simple, pues en ese momento ya se había comprobado, pese a los esfuerzos de muchos, que era imposible crear una máquina de movimiento perpetuo.⁷¹⁹ Al analizar la razón de dicha imposibilidad, Leibniz puede comprender mejor los factores

715 Arana, 1991: 3.

716 Por ejemplo en: Descartes, *Principes de philosophie*, II, §43, y también *Descartes a Huygens*, 5-X-1603 [Roux, 2007: 11].

717 Newton en sus *Principia*, II, cuantificará el movimiento como un vector, tomando en cuenta dirección y sentido. Sin embargo, Leibniz ocupa la versión de Descartes pues su polémica va dirigida esencialmente a los cartesianos.

718 Leibniz, *Brevis demonstratio*, §1 [Arana, 1991: 4].

719 Al respecto: Henry Dircks, *Perpetuum Mobile; or, search for self-motive power during the 17th, 18th and 19th Centuries*, 1861.

físicos del movimiento. En el *Ensayo de dinámica (Essay de Dynamique, 1692)*, Leibniz inicia precisamente con el problema de la máquina de movimiento perpetuo. Para que dicho movimiento exista, explica Leibniz, la fuerza debe ser aumentada de forma constante. En la tercera definición de tratado, el filósofo alemán afirmó que:

El movimiento mecánico perpetuo (que se pretende en vano) es un movimiento en el que los cuerpos se encuentran en un estado violento [*état violent*] y, aunque actúan para salir de él, no avanzan en absoluto, y al cabo de cierto tiempo todo se encuentra en un estado no solamente tan violento como el que había al comienzo, sino todavía más, puesto que, además de haberse restituido el estado primitivo, es preciso que la máquina pueda producir algún efecto o uso mecánico, sin que ninguna causa de fuera contribuya a esto.⁷²⁰

El 'estado violento' del que habla Leibniz es equivalente al trabajo, es decir, toda máquina de movimiento perpetuo presupone la realización de un trabajo: “elevar agua, moler grano o producir alguna otra cosa”⁷²¹; y ahí radica precisamente la imposibilidad, pues en todo trabajo, la fuerza pasa del trabajador a la obra que realiza. Si la ley de la conservación del movimiento fuera cierta, entonces una máquina de movimiento cíclico que realice un trabajo debería aumentar la fuerza por sí misma. Pongamos un ejemplo, un péndulo en teoría debería de conservar el movimiento pues al oscilar simplemente transfiere el mismo de lado a lado. Pero si dicho péndulo se pretendiera que moviera una rueda entonces nadie consideraría posible que lo hiciera indefinidamente.

Esa idea es absurda a menos que la máquina tuviera una reserva infinita de fuerza o que pudiera crear nuevas fuerzas de la nada. Como dicha máquina es imposible, la única posibilidad de un movimiento físico perpetuo, que Leibniz considera, es el movimiento inercial como lo entendió Galileo; por ejemplo, un péndulo que realiza sus recorridos de forma ideal y sin obstáculos, pues en dicho movimiento la fuerza no se realiza ningún trabajo. Galileo había explicado que un objeto es indiferente al estado de reposo o movimiento, mas no lo es al estado “violento” del trabajo. La conclusión a la que llega Leibniz con todo esto es que fuerzas iguales no necesariamente producen

⁷²⁰ Leibniz, *Essay de Dynamique*, 3. *Définition* [Arana, 1991: 34].

⁷²¹ *Ibid.*

cantidades de movimiento idénticas, ni que cantidades de movimiento iguales implican fuerzas idénticas.⁷²² En otras palabras, Leibniz demuestra que la cantidad de movimiento no se conserva en el universo.

Pero si existe un equilibrio en la naturaleza, deben existir realidades constantes, porque de otra forma el mundo necesitaría de una intervención divina constante. Leibniz postula que el equilibrio natural se basa en la ley de equivalencia de causas y efectos plenos. Esa ley afirma que la fuerza, no el movimiento, es aquello que nunca pierde sino que se transfiere de un cuerpo a otro. En una carta Leibniz explicó que: “no se conserva la misma cantidad de movimiento, pero se conserva la misma cantidad de fuerza, que debe estimarse por el efecto que produce.”⁷²³ Ahora bien, así como en cálculo matemático Leibniz creyó que era imposible pasar desde la nada a algo, sino que la continuidad impele a avanzar siempre por grados,⁷²⁴ así sea desde lo infinitamente pequeño; del mismo modo, en dinámica, los cuerpos no pueden pasar de la carencia total de fuerza al efecto pleno, sino que debe existir en los cuerpos siempre una reserva de fuerza inicial, por infinitesimal que sea. Para distinguir ese estado de fuerza virtual, Leibniz ocupa el término de Hobbes de *conatus* o la idea de fuerza muerta (*vis mortua*); mientras que para hablar de la realidad actuante usa ímpetu o fuerza viva (*vis viva*);⁷²⁵ ambas concepciones se corresponden entre sí, de la misma forma que el punto y la línea se encuentran en el cálculo infinitesimal: “*Est autem potentia viva ad mortuam vel impetus ad conatum ut linea ad punctum vel ut planum ad lineam.*”⁷²⁶ Dicho de otra forma, existe un vínculo dialéctico entre lo que parecen extremos insalvables.

722 Leibniz, *Essay de Dynamique*, 8 [Arana, 1991: 45].

723 Respuesta de Leibniz a Catelan, junio de 1687 [Arana, 1991: 28], cursivas en el original.

724 “...*nullum in transitionibus esse saltum*” Leibniz a Bernoulli 30-Septiembre-1698 [Gerhardt, 1849-63: III, 544]. “No hay salto en las transiciones”.

725 Leibniz [*Beilage*] ocupa también los términos potencia [*potentia*] muerta y viva [Gerhardt, 1849-63: VI, 120]. Ya Bruno había hecho una distinción análoga entre potencia activa y pasiva: “Se distingue generalmente en potencia activa - por la cual el sustrato de ella puede operar- y en pasiva por la cual es posibilidad de ser, o [potencia] receptiva.” Bruno, *De la causa*, III [Vasallo, 1941: 104]. “*La potenza comunmente si distingue in attiva per la quale il soggetto di quel- la può operare; et in passiva per la quale o può essere, o può ricevere, o può avere, o può essere soggetto di efficiente in qualche maniera*” [Gentile-Aquilecchia, 1985: 108]

726 Leibniz, “*Beilage*” en *Brevis demonstratio* [Gerhardt, 1849-63: VI, 121] “Son la potencia viva y muerta o el ímpetu al conato como la línea al punto o el plano a la línea.”

Sin embargo, ambas fuerzas se expresan de diversas formas: la fuerza pasiva constituye a los cuerpos físicos en cuanto a la extensión e impenetrabilidad; en cambio, la fuerza viva es el acto mismo, en cuanto tal, es siempre efecto presente y efectivo. Leibniz afirma que la fuerza activa “comprende [continet] una especie de acto o ενελέχεια, equidistante de la facultad de obrar [facultas agendi] y de la acción misma, supone un esfuerzo [conatus]⁷²⁷ y por ende entra en operación en sí misma [per se], sin tener necesidad de otro auxiliar que la supresión del obstáculo.”⁷²⁸ Para Leibniz la fuerza activa es la forma primera, entelequia o forma sustancial de la escolástica,⁷²⁹ y se sirve de todos estos términos, pues los usa como puente para introducir en el corazón del mecanicismo moderno ideas que expresan un ideal lógico y no sólo un modo geométrico de razonar.

Ahora bien, entre ambas expresiones activa y pasiva media la idea de fuerza como potencia y no sólo como acto, pues Leibniz reivindica la capacidad latente en los cuerpos de realizar un trabajo. Sobre este punto, explica Pérez Quintana:

La noción de efecto pleno exige introducir la importantísima concepción de la fuerza como potencia. Para una fuerza que produce un efecto, éste es, en la medida en que aún no ha sido producido, un efecto futuro, algo que aún no es real. Lo que es real es la fuerza como potencia capaz de realizar ese efecto, la fuerza como virtualidad que será consumida por la realización de la totalidad del efecto futuro.⁷³⁰

Con la idea de efecto pleno, Leibniz se separa por completo del concepto de fuerza como

727 Herrera [1992²: 199] explica que Leibniz utiliza la noción de conato como "la de inicio y fin del movimiento" ya desde un época tan temprana como 1671.

728 Leibniz, *De primae philosophiae Emendatione, et de Notione Substantiae*, [Quintero, 2004: 190]. Cfr.: Gerhardt, 1880: IV, 469.

729 Aunque Leibniz afirmó que “esas formas sustanciales no sirven de nada en los pormenores de la física y no deben llevarse a la explicación de los fenómenos particulares. [Sin embargo] su conocimiento es necesario en metafísica.” Leibniz, *Discours de métaphysique*, §X [Quintero, 2004: 117]. En otras palabras, Leibniz plantea una doble explicación del mundo, una mecánica desde la física y otra basada en causas finales desde la metafísica.

730 Pérez Quintana, 2007: 6. . El concepto completo de fuerza es en realidad una unión de la actividad y la potencia, pues dice Leibniz en *De primae philosophiae emendatione*: “Differt enim vis activa a potentia nuda vulgo scholis cognita, quod potentia activa Scholasticorum, seu facultas, nihil aliud est quam propinqua agendi possibilitas, quae tamen aliena excitatione et velut stimulo indiget, ut in actum transferatur. Sed vis activa actum... continet, atque inter facultatem agendi actionem que ipsam media est.” [Gerhardt, 1880: IV, 469]. “Difiere la fuerza activa de la mera potencia, comúnmente conocida en la escuela, donde la potencia activa de la escolástica, es decir, la facultad, no es otra cosa que es lo cercano a la posibilidad de actuar, pero que necesita de una excitación o estímulo externo para poder pasar al acto. En cambio, la fuerza activa contiene el acto, y se haya justo en medio de la facultad de actuar y de la acción misma.”

cantidad de movimiento, pues el movimiento está referido únicamente a cambios locales que en última instancia son relativos a los puntos de referencia que se elijan, así un cuerpo está en movimiento siempre respecto a otro, como el ejemplo del barco de Bruno y Galileo, donde el barco está en movimiento respecto a la tierra 'fija', pero considerando el planeta en conjunto el barco y la Tierra, ambos estarían en movimiento alrededor del Sol. En contraste con el movimiento, la fuerza no es un estado relativo, sino un estado individual de cada cuerpo, ya sea virtual de potencia, o bien sea instantáneo de efecto. Pero en cualquier caso es algo propio y único, así afirmó Leibniz:

La fuerza o causa próxima de estos cambios es una cosa más real, y hay bastante más fundamento para atribuirla a un cuerpo más que a otro; además, sólo por este medio puede conocerse a cuál de ellos pertenece el movimiento. Ahora bien; esta fuerza es cosa diferente de la magnitud, la figura, el movimiento, y de aquí puede inferirse que todo lo que se concibe en el cuerpo no consiste únicamente en extensión y en sus modificaciones.⁷³¹

Este es el punto culminante del desarrollo de la dinámica leibniziana, pues gracias al análisis de las condiciones de movimiento y a la idea de efecto, el filósofo alemán está en condiciones de reformar el concepto mismo de sustancia. Así, hacia 1695 escribió Leibniz, en el *Specimen dynamicum pro admirandis naturae legibus*, que:

en lo corpóreo hay algo más que extensión, anterior incluso a ésta, a saber: la propia fuerza de la naturaleza inserta en todas partes por el hacedor [*Autore*], que no consiste en una facultad simplemente... sino que se asienta en un conato o esfuerzo que tendrá efecto pleno, a no ser que se vea impedida por una tendencia contraria. Este esfuerzo se manifiesta a los sentidos por todas partes, y, a mi juicio, en todos los lugares es concebido en la materia por la razón [*materia ratione intelligitur*], incluso cuando no se hace patente a los sentidos.⁷³²

La fuerza está dentro de los cuerpos y para Leibniz ha llegado ahí sólo de dos formas, por un milagro [*miraculum*] o, como única alternativa, “la fuerza se produce en los propios cuerpos, o mejor

⁷³¹ Leibniz, *Discours*, § XVIII [Quintero, 2004: 134].

⁷³² Leibniz, *Specimen dynamicum*, § 1 [Arana, 1991: 56]. Gerhardt, 1849-63: VI, 235: “*In rebus corporeis esse aliquid praeter extensionem, imo extensione prius, alibi admonuimus, nempe ipsam vim naturae ubique ad Autorem inditam, quae non in simpli facultate consistit... sed praeterea conatu sive nisu instruitur effectum plenum habituro, nisi contrario conatu impediatur. Hic nisus passim sensibus occurrit, et meo iudicio ubique in materia ratione intelligitur, etiam ubi sensui non patet.*”

dicho, constituye la última naturaleza de lo corpóreo”.⁷³³ Porque si la fuerza está dentro de los cuerpos y es ella la que genera y mantiene la extensión, entonces es la fuerza la que permite que existan los cuerpos mismos, es su esencia. La idea de fuerza marca de forma profunda y permanente el pensamiento de Leibniz; para el sajón, las sustancias se reconocen precisamente por actuar [*agere*], mientras que una materia por completo inerte y pasiva, simplemente carece de razón de ser. Como bien explica Albert Ribas:

“Con esta concepción se producía una mutación de gran alcance: la sustitución del viejo principio escolástico '*Operari sequitur esse*' [la acción sigue al ser] por el nuevo '*Quod non agit, non existit*' [lo que no actúa no existe].”⁷³⁴

Esta manera de ver las cosas como agentes activos depende en buena medida del punto de partida del filósofo alemán respecto al tema del espacio. Ya que mientras Descartes (y luego Newton) tomó al espacio como un dato fundamental, Leibniz en sus años de madurez insistió en que el espacio no es una entidad real, sino virtual, siendo sólo la configuración de la constelación de entes existentes.⁷³⁵ Así, para Descartes el movimiento era un fenómeno que revela un hecho,⁷³⁶ mientras que para Leibniz era la evidencia que nos conduce a pensar una realidad interna más profunda y primitiva que cualquier cambio exterior. El primer paso para alcanzar esa realidad profunda lo dio Leibniz al probar que la cantidad de movimiento y la fuerza no se corresponden. Con ello, allanó el camino para indagar el significado último de la fuerza y mostró que la materia no puede ser sólo extensión, sino que la extensión misma pasa a ser una realidad de segundo orden que depende de la actividad interna de las cosas mismas.⁷³⁷ Por consiguiente, de la fuerza surgen las cosas, tanto el movimiento que muestran

⁷³³ Leibniz, *Specimen dynamicum*, § 1: “*ut vis illa in ipsis corporibus ad ipso producat; imo ut intimam corporum natura constituat*” [Gerhardt, 1849-63: VI, 235].

⁷³⁴ Ribas, 2008: 234.

⁷³⁵ Véase principalmente La polémica Leibniz-Clark.

⁷³⁶ “La primera es que la velocidad revela sólo *quod ita sit*, el hecho, y no *cur ita sit*, la causa, como es el espacio” Roux, 2007: 438.

⁷³⁷ La diferencia entre ambos estados es crucial para entender las diferencias entre Leibniz y Descartes, Laura Benítez en su artículo “Newtonianismo contra cartesianismo” explica que: “En la propuesta de inercia, según la concibe Descartes, es muy importante no pasar por alto que se trata más que nada del conato o persistencia del ser” [Benítez-Robles, 2004: 165]. Para Benítez la inercia cartesiana es consecuencia de la inmutabilidad dividida y por ello refleja un universo que debe conservarse, mientras que para el sajón el universo no se mantiene sino que se automantiene, no sólo persiste sino que crea.

como la extensión que poseen.

La extensión para Leibniz era “la continuación o difusión de una sustancia ya presupuesta que se esfuerza y opone”.⁷³⁸ Tal concepto hace de la extensión una expresión de la fuerza interna de las sustancias, pues toda cosa que persevera en seguir existiendo, ocupa un espacio y, por tanto, tiene una extensión. Este perseverar era para Leibniz sinónimo de la materia y la inercia de los cuerpos. En cambio, la capacidad de actuar era la llamada fuerza activa o virtud (*virtutem*), ésta era el acto mismo de existir de los cuerpos y también la actividad vital que los separa del reposo absoluto. Esta segunda fuerza era, para el sajón, la realidad interna que se manifiesta en el movimiento. Pero ambas fuerzas, o mejor dicho, ambas expresiones de la realidad sustancial última que es la existencia de algo, van más allá de dar materia y forma a los cuerpos. Esas dos expresiones constituyen, por decir así, el soporte de lo real y con este soporte también el marco de posiciones y de sucesiones que es lo que llamamos espacio y tiempo.

Pues ni tiempo ni espacio fueron en la mente de Leibniz cosas reales, el sajón creía que sólo las sustancias son reales, y como tanto el tiempo como el espacio no son sustancias, entonces no existían, al menos no de la misma forma que existe la materia. Esto plantea una serie de problemas para entender el estatus ontológico que ocupa el tiempo y el espacio; pues al ser hechos derivados de la actividad de las sustancias, su carácter es meramente virtual. En el universo, para Leibniz el espacio era la constelación de los entes, las sustancias individuales crean lo que llamamos espacio al expresarse y conservarse a sí mismas. Ni siquiera la idea del espacio como una serie de dimensiones vacías tenía sentido, pues el filósofo alemán no acepta la existencia del vacío radical. Esto debido tanto a ley de la continuidad, que no acepta saltos discretos entre realidades, como al principio de plenitud que, como en Bruno, exige que el universo sea infinito e infinitamente poblado de seres, sin vacíos ni huecos. El tiempo, de forma análoga, es la sucesión de estados de las sustancias. En otras palabras, el tiempo es la sucesión de estados que una cosa va adoptando sucesivamente mientras existe. Como en el caso del

⁷³⁸ Leibniz, *Specimen dynamicum*, § 1 [Arana, 1991: 57]

espacio, el tiempo no era una cosa, sino un orden. Para expresarlo de otra manera, para Leibniz, si no existieran las cosas, tampoco habría ni un tiempo ni un espacio.

El mundo era para el sajón un pleno de seres que al existir crean la sucesión temporal y espacial. Este conjunto primordial de entes estaba regulado por la ley de la correspondencia entre causas y efectos. Gracias a esa ley, Leibniz creía que podía pensarse al mundo físico como algo siempre en perfecta armonía, pues como el gran universo se regulaba a sí mismo por esa ley, entonces era totalmente autónomo. Pues como la fuerza siempre se conserva, la actividad del universo es siempre idéntica. Cuando algo pasaba de la potencia al acto o viceversa, lo hacía por sí mismo y sin perder o disminuir la fuerza total que poseía el sistema. En otras palabras, el universo podía ser eterno, pues como nada se perdía, nada necesitaba ser creado. Para Leibniz, el Mundo funcionaba como una máquina perfecta, la cual nunca necesita que la reparen, arreglen o le vuelvan a dar cuerda para seguir funcionando.

27. *Entre luz y tinieblas*

“Video plerosque, qui Mathematicis doctrinis delectantur, a Metaphysicis abhorrere, quo in illis lucem, in his tenebras animadvertant.”

Leibniz, *De primae philosophiae Emendatione, et de Notione Substantiae*.⁷³⁹

La decisión de Leibniz de establecer una identidad entre la actividad más íntima de la materia y las formas sustanciales abrió la puerta del mecanicismo del siglo XVII a las explicaciones basadas en las causas finales; gracias a ello, el universo se podía pensar tanto como el resultado de la velocidad, trayectoria y choques de los cuerpos; y también como un cosmos, donde los principios de armonía y bondad juegan un papel preponderante.⁷⁴⁰ Con esas bases, Leibniz podía otorgar un lugar a las ideas

⁷³⁹ Gerhardt, 1880: IV, 468. *Die philosophische Schriften*, “Veo a la mayoría, que se deleita en el estudio de la matemática, aborrecer de la metafísica, porque en aquella encuentran luz y en ésta sólo tinieblas en sus observaciones.”

⁷⁴⁰ Leibniz enlaza la idea de armonía con la existencia de un ser eterno, infinito y pensante, y por ende niega a la mera materia que sea eterna y pensante: “De esta manera que si la materia fuese el primer ser pensante y eterno, habría un número infinito de seres eternos, infinitos y pensantes, que serían independientes unos de otros, cuyas fuerzas serían limitadas y sus pensamientos distintos, y por consiguiente jamás podrían producir este orden, esta armonía y esta belleza que se observa en la naturaleza.” Leibniz, *N.E.* IV, X [Echeverría, 1992: 527]. Sin embargo, las implicaciones de sus sistemas apuntan a que ambas cosas, Dios y la materia, son al final uno.

renacentistas sobre las almas, inteligencias y cualidades que existían en la materia, la cual ya no se debía concebir como algo meramente cuantitativo. Sin embargo, el hilo conductor de los descubrimientos matemáticos y dinámicos de Leibniz, la idea de continuo, le cerraba en metafísica el paso para integrar a los individuos plenos, cuya realidad siempre fue considerada por él como un dato fundamental.⁷⁴¹

El principio de continuidad exigía que no se dieran ningún tipo de saltos; así la materia debía ser infinitamente divisible, porque si existieran átomos, entonces habría fragmentos en la materia cualitativamente distintos del conjunto.⁷⁴² Tampoco, en términos estrictos, podrían existir individuos separados de su entorno, ni almas particulares, pues ambas cosas implican un saltó entre el individuo y lo que no es el individuo. Y si llevamos el principio de continuidad a sus últimas consecuencias, tampoco existiría la multiplicidad y sólo quedaría el infinito. “Sin embargo, si no hubiese verdaderas unidades sustanciales, no habría nada sustancial ni real en la colección.”⁷⁴³ Esta consideración del filósofo alemán lo llevaba a creer que existían los átomos y las unidades reales, sin embargo, como refiere el mismo Leibniz:

...había dado en el vacío y en los átomos, pues esto es lo que satisface mejor la imaginación, pero habiendo regresado de allí, después de muchas meditaciones, advertí que es imposible encontrar los principios de una verdadera unidad en la materia sola, es decir, en lo que es sólo pasivo, puesto que el todo no es más que una colección o amontonamiento de partes hasta el infinito.⁷⁴⁴

El problema que vio Leibniz es similar al de Kepler, a quien ya antes le preocupó que una

741 Desde el escrito de Leibniz: *Disputatio metaphysica de principio individui*, que elabora en 1663 bajo la dirección de Thomasius para obtener el grado de bachiller en filosofía, ya muestra las preocupaciones del joven sajón por definir con claridad la individualidad, afirmando que: “Todo individuo es individualizado por su entidad total” [Beuchot, 2009: 17]. La tesis que retoma Leibniz afirmaba que si la individualidad era total, la materia, la forma y la existencia de cada individuo era por tanto única, sin influencia (concordando con el nominalismo) de realidades universales.

742 “*hic tolluntur atomi, et in universum corpora, in quibus nulla est ratio quamvis partem distinguendi a quavis.*” Leibniz, *Demonstratio contra Atomos sumta ex atomorum contactu*, VIII, 16 [Gerhardt, 1880: VII, 290]. “Aquí se eliminan los átomos, y en los cuerpos del universo, en donde no hay ninguna razón de distinguir cualquier parte de cualquier otra.” El principio que usa Leibniz en la frase anterior para negar los átomos es el de identidad de los indiscernibles. También en la polémica Leibniz-Clarke sigue un razonamiento análogo.

743 Leibniz, *Système nouveau de la nature et de la communication des substances, aussi bien que de l'union qu'il y a entre l'ame et le corps*, §11(1695) [Quintero, 2004: 17]. “*Cependant s'il n'y avoit point de veritables unités substantielles, il n'y auroit rien de substantiel n'y de reel dans la collection.*” [Gerhardt, 1880: IV, 482].

744 Leibniz, *Système nouveau de la nature*, §11 [Quintero, 2004: 11].

colección de entes infinita careciera de orden, armonía y unidad. En este punto es donde todos los desarrollos de la dinámica leibniziana tienen plena aplicación en metafísica, pues gracias a ellos es posible considerar la materia como algo mucho mayor que un ente pasivo. Pero la aplicación de las formas sustanciales fue para Leibniz un acto que siempre se debía guiar por la prudencia, pues insiste en que las almas no deben usarse como explicación para los fenómenos físicos.⁷⁴⁵ El punto que señala Leibniz con esto es más importante que el mero abuso de las formas sustanciales de los filósofos peripatéticos, pues lo que concibe el sajon es que las almas particulares son los principios plenos de individualidad, pero las almas no pueden ser la materia misma que siempre es divisible por el principio de continuidad.

Para resumir, Leibniz necesitaba que existieran átomos para que existieran verdaderas unidades, pero esos átomos no podían ser materiales. Para resolver esa paradoja, Leibniz dio el paso desde una explicación física a una metafísica, adentrándose en lo que llamaba el laberinto del continuo, pues aunque “un geómetra no tiene necesidad de turbarse el espíritu con el famoso laberinto de la composición del continuo... puesto que el geómetra puede concluir todas sus demostraciones [...] sin entrar en estas discusiones, las cuales no dejan de ser necesarias e importantes en filosofía y en la teología.”⁷⁴⁶ Como antes hiciera Bruno, Leibniz comprendió que se necesitan unidades auténticas para dar soporte a las sustancias, pero debía pensar a los átomos como algo que no fuera material:

[Porque] los átomos de materia son contrarios a la razón, además de estar compuestos de partes, puesto que el enlace indivisible de una parte con otra (si pudiera concebirse o suponerse razonablemente) no destruiría su diversidad. Sólo los átomos de sustancia [*Atomes de substance*], es decir, las unidades reales y absolutamente desprovistas de partes, son las fuentes de las acciones y los primeros principios absolutos de la composición de las cosas y como los últimos elementos del análisis de las sustancias.⁷⁴⁷

La salida al problema que encuentra el sajon fue postular átomos no materiales a los que llamó

⁷⁴⁵ *Ibid.*

⁷⁴⁶ Leibniz, *Discours*, § X [Quintero, 2004: 117-118].

⁷⁴⁷ Leibniz, *Systeme nouveau de la nature*, §11 [Quintero, 2004: 17]. Cfr. [Gerhardt, 1880: IV, 482].

puntos metafísicos. Para darle forma a esa idea, Leibniz recurrió de nueva cuenta al ejemplo del cálculo matemático, aplicando la misma lógica combinatoria para darle sentido a sus átomos que sin ser materiales, son el fundamento de la materia. Pero la unión entre puntos metafísicos y el cálculo fue más allá de esto; como antes hiciera Bruno, Leibniz hizo un correlato entre ellos y los puntos matemáticos. El filósofo alemán afirmó que “los puntos matemáticos son su punto de vista [de los puntos metafísicos] para expresar el universo.”⁷⁴⁸ Esta relación es doblemente significativa, pues Leibniz afirmó que Dios creó el mundo como una especie de cálculo combinatorio,⁷⁴⁹ donde los puntos son las almas y el continuo era el universo entero; además el alemán señaló que esas almas individuales expresan el universo entero desde su punto de vista. De esa forma, la relación alma/universo quedó establecida como una dialéctica de contrarios.

Para decirlo de forma compacta, Leibniz crea un vínculo dialéctico entre el mínimo y el máximo, entre las unidades particulares y la unidad de unidades. Ese vínculo funcionaba de forma análoga al establecido por el cálculo entre el punto y la línea, entre lo unitario y lo continuo. Con la lógica combinatoria fue posible pasar desde el continuo, que el filósofo alemán considera como real universal, a lo real particular que son los verdaderos individuos [*unités reelles*]. En ese sentido el funcionamiento del cálculo y de los puntos metafísicos es casi idéntico; sin embargo, el planteamiento establecido en matemáticas tenía una especie de inversión en las almas, porque si en el cálculo matemático los infinitésimos tienen sólo una existencia virtual; en metafísica los individuos representan la realidad más auténtica y plena, pues de ellos surge todo lo demás.

Esto se ve claramente reflejado por el rechazo de Leibniz a la idea de un alma universal.⁷⁵⁰ En

748 *Ibid.* “*et les points mathématiques sont leur points de vue, pur exprimer l'univers*” [Gerhardt, 1880: IV, 483].

749 “*Mais comme tous les possibles ne sont point compatibles entr'eux dans une même suite d'univers, c'est par cela même que tous les possibles ne sauroient être produits, et qu'on doit dire que Dieu n'est point nécessité, metaphysiquement parlant, à la creation de ce monde. L'on peut dire qu'aussitost que Dieu a decerné de créer quelque chose, il y a un combat entre tous les possibles, tous pretendans à l'existence*” Leibniz, *Teodicea* (1710), § 201 [Gerhardt, 1880: VI, 236]. “Mas como todos los posibles no son elementos compatibles entre sí en un mismo conjunto de universos, por esto mismo no todos se producen, y debe decirse que Dios no necesitó, metafísicamente hablando, crear este mundo. Puede decirse que cuando Dios ha concedido crear algo, hay un combate entre los posibles, todos pretendiendo la existencia”.

750 “*J'ai montré cy dessus que la pretendue Demonstration des Peripateticiens qui soutenoient, qu'il n'y avoit qu'un esprit commun à tous les hommes, est de nulle force et n'est appuyée que sur des fausses suppositions.*” Leibniz, *Considerations sur la doctrine d'un Esprit Universel Unique* (1702), [Gerhardt, 1880: VI, 531]: “Ya mostré

lugar de explicar el universo a partir de principio único, el alemán optó por considerar la individualidad como algo real, más auténtico que los géneros universales.⁷⁵¹ Con ello, Leibniz se adentra en las polémicas sobre el origen de las almas individuales,⁷⁵² teniendo que optar, en apariencia, entre un creacionismo *ad hoc*, o una transmigración constante de las almas.⁷⁵³ En lugar de optar por alguna de estas vías, Leibniz prefiere argumentar en favor de la eternidad de toda alma individual. Sobre esto, el sajón escribió: “*Les experiences de nostre temps nous portent à croire, que les ames et même les animaux ont tousjours existé.*”⁷⁵⁴ Pues si todo individuo es una alma y toda alma es eterna, esto implica que en el cosmos no existe ni nacimiento ni muerte, salvo en un sentido aparente. En lugar de existir destrucción y creación, sólo habría aumentos [*augmentation*], desde lo mínimo hasta el pleno efecto, y reducciones hasta la mínima expresión.

En este línea de pensamientos, Leibniz puso la particularidad de cada ser en un punto, en un átomo indivisible e indestructible que existe desde la eternidad (o desde la creación) y que continuará existiendo indefinidamente. Eso es lo que Leibniz llama mónada y equivale a los puntos metafísicos,⁷⁵⁵ pues sólo en ellos existe una verdadera unidad e indivisibilidad. En la *Monadología* (1714), Leibniz escribió:

“La Monade, dont nous parlerons ici, n'est autre chose qu'une substance simple, qui entre

anteriormente que la supuesta Demostración de los peripatéticos que sostiene que había un espíritu común a todos los hombres, carece de fuerza y admite supuestos falsos.” Sin embargo, conviene ser cuidadosos con este rechazo, pues por una parte el sajón rescata algunas ventajas explícitas de la idea de alma universal y, por otra parte, algunos desarrollos de él mismo apuntan a una tendencia panteísta ineludible.

751 La solución de Leibniz es más radical que la mera individualidad de lo vivo, pues se extiende a toda repetición de la naturaleza en el orden del tiempo y del espacio. Así, como dice Dilthey, el principio de individualidad prepara la concepción histórica del mundo, pues la riqueza óptica de los acontecimientos es que ninguno es igual a ningún otro, anterior o posterior, ni el orden del tiempo acepta repeticiones cíclicas: “El rígido sistema natural se cambia de tal modo que Leibniz prepara la concepción histórica del mundo.” Dilthey, *Weltanschauung* [Ímaz, 1978: 465].

752 “*Ceux qui nioient les ames particulieres, croyoient par là se tirer de toute la difficulté*” Leibniz, *Considerations sur la doctrine d'un Esprit Universel Unique*, [Gerhardt, 1880: VI, 532]. “Los que negaban las almas particulares creían que con ello podían huir de todas las dificultades”.

753 Leibniz, *Considerations sur la doctrine d'un Esprit Universel Unique*, [Gerhardt, 1880: VI, 531].

754 *Ibid.* “Las consideraciones de nuestros tiempos nos llevan a pensar que las almas y también los animales siempre han existido.” Cfr.: Quintero, 2004: 53.

755 La mónada de Leibniz, concepto pitagórico, es un paso significativo para ir más allá del dualismo pero a tal grado que Coudert habla de evolución: “*Leibniz's substitution of "force" for "mind" as the defining characteristic of substance represented an evolution in his thinking that ultimately banished the last traces of Cartesian dualism from his system and led to the concept of monads.*” [Coudert, 1995: 78]. “Sustitución de “mente/alma/forma” por “fuerza” como la característica definitoria de la sustancia de Leibniz representa una evolución en su pensamiento que finalmente desterró los últimos vestigios del dualismo cartesiano de su sistema y dio lugar al concepto de mónadas.”

dans les composés ; simple, c'est-à-dire sans parties."⁷⁵⁶

Con la idea de mónada, Leibniz concreta su propia versión del *triplici minimo*, ordenando en tres niveles: físico, matemático y metafísico. A estos tres niveles, le corresponde una clase de mínimo: los átomos en física, los puntos en matemáticas y las mónadas en metafísica. Como explicó el mismo Leibniz:

Así, los puntos físicos sólo son indivisibles en apariencia; los puntos matemáticos son exactos, pero sólo constituyen modalidades: únicamente los puntos metafísicos o de substancia (constituidos por formas o almas) son exactos y reales; y sin ellos no habría nada real, puesto que, sin verdaderas unidades, no habría multiplicidad.⁷⁵⁷

Pero de nueva cuenta, como con toda lógica combinatoria, la división es sólo una apariencia, pues los tres guardan vínculos entre sí. Si bien Leibniz no concibe átomos físicos, debido a que el principio de continuidad exige que la materia sea infinitamente indivisible; pero el análisis meramente formal de la matemática descubría la conexión entre lo discreto y lo continuo, y hacía posible establecer un paso entre ellos; finalmente, la necesidad de encontrar átomos verdaderos, conlleva el paso a lo metafísico y al reino de los entes individuales. Pero ese último paso implica un cambio de fondo en todo el planteamiento, porque si la actividad íntima de los entes individuales es lo que crea la realidad, entonces lo continuo, la materia, depende de la expresión de la fuerza (pasiva) de los individuos. De tal modo que la realidad debe ser continua y discreta a la vez:

*Et l'auteur de la nature a pu pratiquer cet artifice divin et infiniment merveilleux, parce que chaque portion de la matière n'est pas seulement divisible à l'infini, comme les anciens ont reconnu, mais encore sous divisée actuellement sans fin, chaque partie en parties, dont chacune a quelque mouvement propre, autrement il serait impossible que chaque portion de la matière pût exprimer tout l'univers.*⁷⁵⁸

756 Leibniz, *Monadologie*, §1. "la Mónada, de la que nosotros hablamos, no es otra cosa que una sustancia simple, que entra a formar los compuestos; simple, es decir, sin partes." [Quintero, 2004: 65].

757 Leibniz, *Systeme nouveau de la nature*, §11 [Quintero, 2004: 18]. *Cfr.* Gerhardt, 1880: IV, 483.

758 Leibniz, *Monadologie*, §65. "Y el autor de la naturaleza ha podido practicar este arte divino e infinitamente maravilloso, ya que cada parte de la materia, no sólo es infinitamente divisible, como ya reconocieron los antiguos, sino que de forma actual está dividida en partes infinitas [infinitesimales] cada una de las cuales tiene un movimiento propio; de lo contrario sería imposible que cada porción de materia pueda expresar todo el universo."

La fuerza es para Leibniz la expresión de las almas individuales, de las mónadas,⁷⁵⁹ las cuales eran absolutamente únicas y particulares.⁷⁶⁰ Pero para que éstas fueran verdaderas unidades era necesario carezcan de partes, pues lógicamente sólo lo que tiene partes puede descomponerse. Sin embargo, cuando algo no tiene partes, tampoco puede tener contacto con otra cosa; como aclara Leibniz: “donde no hay partes, no hay extensión, figura, ni divisibilidad.”⁷⁶¹ Esta falta de partes era un requisito para que las mónadas sean verdaderamente eternas. Porque, como escribió Leibniz, “tampoco hay que temer una disolución, y no hay manera concebible en la que una sustancia simple puede perecer naturalmente.”⁷⁶² Pero esta misma propiedad hacía que las mónadas estuvieran por completo aisladas unas de otras.⁷⁶³ La famosa frase de Leibniz: “*Les monades n'ont point de fenêtres*” [las mónadas no tienen ventanas], resume mejor que muchas otras el sentido del solipsismo radical que la tesis de la individualidad absoluta acarrea.

Pero si las mónadas estaban cerradas al exterior y sólo conocen su propia actividad interna, desde otra perspectiva eran lo más abierto,⁷⁶⁴ pues cada mónada porta una imagen completa del universo. Esto incluía ser el reflejo de todos los demás entes individuales, así como de todas las acciones pasadas y

759 En rigor, ambas cosas no son por completo equivalentes, pues mónada es toda sustancia individual, alma toda sustancia individual con pensamiento, y espíritu se reserva para los seres racionales. Leibniz, *Discours*, §XXXIV. Cfr. Leibniz, *Monadologie*, §19. Sin embargo, los grados de diferencia (*Monadum gradus*) [Leibniz a Bernoulli 29 de Julio 1698] no son fijos en todos sus escritos, pues si al principio en el *Discours* hay una gran diferencia entre unidad simple, alma y alma racional, en la *Monadologie* sólo hay una diferencia entre mónadas con percepciones claras y confusas.

760 «*Il faut même que chaque monade soit différente de chaque autre. Car il n'y a jamais dans la nature deux êtres qui soient parfaitement l'un comme l'autre et où il ne soit possible de trouver une différence interne, ou fondée sur une dénomination intrinsèque*» Leibniz, *Monadologie*, §9. “Es incluso necesario que cada mónada sea diferente la una de la otra. Debido a que no existe en la naturaleza dos seres que sean perfectamente iguales y siempre es posible encontrar una diferencia interna, o en base a un denominación intrínseca”.

761 Leibniz, *Monadologie*, §3. [Quintero, 2004: 65]. “*Or, là où il n'y a point de parties, il n'y a ni étendue, ni figure, ni divisibilité possible*”.

762 “*Il n'y a aussi point de dissolution à craindre, et il n'y a aucune manière concevable par laquelle une substance simple puisse périr naturellement*” Leibniz, *Monadologie*, §4.

763 “*Il n'y a pas moyen aussi d'expliquer comment une monade puisse être altérée ou changée dans son intérieur par quelque autre créature*” Leibniz, *Monadologie*, §3. “Tampoco hay manera de explicar cómo una mónada puede ser alterada o cambiada en su interior.”

764 “El carácter individual y autárquico de las mónadas sería absoluto con respecto a los fenómenos, pero con respecto a su creador —que contiene en sí todas las perfecciones de su creación- o incluso de la serie, no hay autonomía total.” Salas, 1975: 105.

futuras.⁷⁶⁵ Las mónadas fueron para Leibniz el espejo del infinito (*miroir vivant perpétuel de l'univers*⁷⁶⁶):

En efecto, toda sustancia expresa, aunque confusamente, cuanto sucede en el universo, pasado, presente o porvenir, lo cual tiene alguna semejanza con el conocimiento infinito; y como todas las demás sustancias expresan a ésta a su vez, y se conforman a ella, puede decirse que extiende su poder a todas las demás, a imitación de la omnipotencia del creador.⁷⁶⁷

Los mónadas, además de eternas en duración, también son infinitas en número. Aunque en matemáticas el sajón optó por no utilizar el infinito en acto dentro de su sistema, en el plano de la física Leibniz rechazó la doctrina de Aristóteles que negaba la posibilidad de que éste pudiera existir. Al respecto escribió: “no les concedemos [a los aristotélicos] ni la imposibilidad del infinito actual”.⁷⁶⁸ Para explicar por qué aceptaba como posible la existencia del infinito actual, aunque no lo utilice, primero debemos hacer una breve revisión de los principios lógicos que usó el sajón para fundamentar su filosofía.

La lógica de Leibniz se guiaba por dos principios: el de no contradicción y el de razón suficiente.⁷⁶⁹ El primero afirma que una cosa no puede ser y no ser a la vez, lo que es lo mismo que decir que algo contradictorio no puede ser cierto. El segundo afirma que debe existir una razón para todo. Estos principios no eran, para Leibniz, guías de la mente humana, sino principios cosmológicos;

765 Si bien la fuerza poética de las mónadas leibnizianas como espejos infinitos sirve como crisol de la imaginación, la solución del dualismo cartesiano con la doctrina de la armonía preestablecida y la imagen de los dos relojes no resuelve el problema, sólo hace superflua la solución, así Dilthey califica a esto como “artificiosa y estéril teoría” Dilthey, *Weltanschauung* [Ímaz, 1978: 465]. La salida posible a esta desconexión de lo material y espiritual estaría en su encuentro de ambas en una realidad superior, que apuntaría hacia un panteísmo monista.

766 Leibniz, *Monadologie*, §56.

767 Leibniz, *Discours*, §XXXIV. [Quintero, 2004: 116].

768 “*Car on ne leur accorde pas ny l'impossibilité de l'infini actuel*” Leibniz, *Considerations sur la doctrine d'un Esprit Universel Unique*, [Gerhardt, 1880: VI, 531]; y también: “*Infinitum actu in natura dari non dubito, positaque plenitudine mundi, et aequabili divisibilitate materiae, sequitur ex legibus motus varii*” Leibniz a Des Bosses, 14-Feb-1706 [Gerhardt, 1880: II, 300]. “No dudo que el infinito en acto se dé en la naturaleza, del laberinto del mundo pleno, y de la uniforme divisibilidad de la materia, se siguen las leyes de la variación del movimiento”.

769 Leibniz, *Monadologie*, §31 y 32. Esta es al menos la posición de Copleston y Russell. Otros principios como el de continuidad sería en tal caso derivados de estos dos, al menos así lo afirma Couturat, quien hace depender la continuidad del principio de razón suficiente [1901: 233]. En realidad la discusión sobre este punto es larga como bien ha mostrado Alejandro Herrera [1992: 33], quien reconstruye esa larga discusión y la complementa postulando que el principio de identidad puede quedar como un nivel superior de los dos principios que aquí utilizamos, lo cual se puede aceptar sin necesidad de modificar lo que derivamos de los dos principios citados.

porque para él, Dios entendido como la substancia primera y perfecta, o la unidad de las unidades,⁷⁷⁰ produjo el cosmos desde estos dos principios.⁷⁷¹ Así, mientras la existencia del infinito en acto no fuera contradictoria en sí, entonces es posible, y si además existe una razón suficiente para el mismo, entonces estaría determinado que exista.

Así, la posibilidad no es lo mismo que la necesidad, aunque la primera sea condición de la segunda. Pues si existen “una infinidad de universos posibles en las ideas de Dios... es necesaria una razón suficiente de la elección.”⁷⁷² La razón que impele a que exista una cantidad ilimitada⁷⁷³ de sustancias individuales está en el concepto de plenitud. Para explicarla, Leibniz recurre a la idea de la conveniencia [*convenance*] o grados de perfección que cada elección encierra [*les degrés de perfection que ces mondes contiennent*]. A mayor perfección, más razón para elegir. Así, el universo con mayor perfección, aquel que contenga mayor despliegue de esencias, desde la menor cantidad de principios (principio de economía),⁷⁷⁴ será aquel que tenga una razón suficiente para existir:

Así, puede decirse que, de cualquier manera que Dios hubiese creado el mundo, éste habría sido siempre regular y habría estado en cierto orden general. Pero Dios ha escogido el más perfecto, es decir, el que es al mismo tiempo el más sencillo en hipótesis y el más rico en fenómenos, como podría serlo una línea de geometría cuya construcción fuera fácil y sus propiedades y efectos muy admirables y de gran alcance.⁷⁷⁵

De tal modo que no existen vacíos ni huecos en el universo leibniziano, pues el universo se concibe como el producto de un cálculo combinatorio, el primero y más perfecto, que se orienta a tener la máxima cantidad de perfección posible:

Así, no hay nada inculto, ni estéril, ni muerto en el universo; ni caos, ni confusión sino en

770 Leibniz, *Monadologie*, §37.

771 “*Mundum esse kósmov*” Leibniz, *Demonstratio contra Atomos sumta ex atomorum contactu*, (1690) VIII, §17 [Gerhardt, 1880: VII, 290].

772 Leibniz, *Monadologie*, §53.

773 En rigor sería una cantidad ilimitada y no infinita, pues Leibniz reserva el concepto de infinito para el absoluto: “*Le vrai infini à la rigueur n'est que dans l'absolu qui est antérieur à toute composition*,” Leibniz, *N.E.*, II, 17, §1. [Gerhardt, 1880: VI, 144].

774 Leibniz, *Dircours*, §V. “pues la razón quiere que se evite la multiplicidad en las hipótesis o principios, poco más o menos como el sistema más sencillo se prefiere en astronomía.” [Quintero, 2004: 110]

775 Leibniz, *Dircours*, §VI. [Quintero, 2004: 111].

apariencia. Es esto como en el caso en que se mira el estanque, a una distancia desde la cual se viese un movimiento confuso y, por así decirlo, un hormiguero de peces, sin distinguir los mismos peces.⁷⁷⁶

El universo leibniziano es un continuo pleno, que no sólo es teóricamente divisible al infinito, sino que está infinitamente dividido en acto. Es por lo tanto ilimitado en extensión y en cantidad de sustancias infinitesimales⁷⁷⁷ y es también eterno en duración, en sí mismo, pues sólo puede perecer por aniquilación. Además es infinitamente infinito, pues cada una de sus partes, cada mónada, cada punto metafísico infinitamente pequeño, refleja el cosmos infinito. Así, es siempre infinito de infinitos, la máxima unidad plena posible.

A pesar de esto, el mismo Leibniz fue oscuro respecto a aceptar un universo físico infinito en acto. La misma definición de lo infinito como sólo aplicable a lo absoluto habla en favor de esta separación entre realidad física e infinitud. Así Leticia Cabañas escribe que la aplicación del infinito al mundo físico es contradictoria con el continuo:

Para superar la contradicción hay que pasar de poner el infinito en el objeto a ponerlo en el espíritu, en una ley ideal que se convierte en el instrumento de investigación por excelencia para penetrar lo real. Los procesos infinitos, que siempre habían sido considerados inalcanzables para el hombre, pueden ser ahora descritos mediante la aplicación del infinito matemático al mundo físico.⁷⁷⁸

En realidad no es con el continuo mismo, salvo que se quiera hacer del prejuicio del realismo materialista un axioma, en caso contrario siempre puede insertarse la idea de continuo en el marco dialéctico de la combinatoria y hacer de la dualidad continuo/discreto un eje del despliegue del

⁷⁷⁶ Leibniz, *Monadologie*, §69.

⁷⁷⁷ Conuerdo con la tesis de Richard T. W. Arthur cuando afirma que: “*The real Enigma, I propose, is that this thesis, that the continuum is not just potentially but actually divided into an infinity of parts, is one he seems to have held from as early as 1666, and consistently from then on, even while proposing atoms.*” [Arthur, 2003: 187]. “El enigma real, que propongo, es que esta tesis, donde la continuidad en realidad está dividida en una infinidad de partes, es algo que parece haber llevado a cabo ya desde 1666, y consistentemente desde entonces, incluso al tiempo que proponía átomos.” Siguiendo esa idea lo continuo está compuesto de partes infinitesimales, que no pueden ser sólo materiales, únicamente pueden ser materiales-espirituales o monádicas.

⁷⁷⁸ Cabañas, 2010: 150. La interpretación de Cabañas hace justicia a muchos de los esfuerzos leibnizianos, pero no a muchas de sus ideas que apuntan hacia un universo físico real. El intento por parte del sajón de evitar cualquier implicación panteísta que refutara sus bases cristianas explica por qué no admite las consecuencias de sus propios postulados.

universo físico. El problema central está, como bien notó Herrera, en que Leibniz rechazó aplicar la categoría de “(auténtico) todo”⁷⁷⁹, el cual reservó únicamente para Dios. Sin embargo, desde la dialéctica pitagórica era posible postular un universo autónomo absoluto, pues el infinito que reúne los opuestos es el correlato de la divinidad y en tal caso estaría en el universo y no fuera, con lo cual la idea de 'creación' carecería de sentido⁷⁸⁰ y también la división entre universo e infinito.

A pesar de los intentos del propio Leibniz por evitar llegar a la conclusión anterior, todo su sistema apuntaba en esa dirección. Esa consecuencia se desprende del núcleo de su pensamiento, como bien lo notara Samuel Clarke. “Éste, en su respuesta 4a, colocará a Leibniz ante la consecuencia inevitable de su razonamiento: que el mundo material habrá de ser infinito y eterno, lo cual contradiría la decisión creadora de Dios.”⁷⁸¹ Esta consecuencia no es contradictoria con el sistema mismo, sino con los principios cristianos a los que Leibniz concede la acción creadora de la divinidad. Como escribe Salas Ortuela:

En Leibniz, hay un esfuerzo por salvar la trascendencia de Dios con respecto a las mónadas. Esta trascendencia de Dios sólo se aprecia en la dependencia de las mónadas con respecto a Él, pues las criaturas no son sino realizaciones imperfectas de Dios. En tanto que realizaciones, hay continuidad entre ellas y Dios, pero en tanto que imperfectas, se da por una parte la diferencia y autonomía, y, por otra, la contingencia y limitación.⁷⁸²

El punto de rompimiento es la colocación de la mónada de mónadas como un ente trascendente o inmanente, fuera o dentro del universo. Leibniz trata de limitar la acción divina al cálculo combinatorio primordial que dio origen al cosmos, creando entonces, según su metáfora, dos relojes perfectamente sincronizados, y reservando un papel en un futuro indefinido donde clausure sus obras. Pero, aun con su intento de separar a Dios y el universo, la causa y el efecto, la idea de armonía que guía su pensamiento, y la necesidad de caracterizar el cosmos por su perfección infinita, impele a considerar dicha división como “*une fiction d'esprit.*”

⁷⁷⁹ Herrera, 1997: 165.

⁷⁸⁰ Aunque Tomás de Aquino consideraba que la idea de un universo que existe desde la eternidad no repugna al intelecto y como bien me señaló Alejandro Herrera Leibniz bien pudo sostener una tesis similar, lo cierto es que una creación desde la eternidad aunque no repugna a la razón es contraria el principio de economía.

⁷⁸¹ Ribas, 2008: 250.

⁷⁸² Salas, 1999: 106.

∞ Un loable interés

“Las raíces imaginarias desentrañar ese misterio”

Berkeley, CF, 764.

Al inicio del capítulo “Las bases ilógicas del cálculo”, que forma parte del libro *Las ideas matemáticas de George Berkeley* de José Antonio Robles, podemos leer:

La gran creación de los matemáticos de los siglos XVII, XVIII y XIX, el cálculo que permitió, entre otras cosas, la descripción del movimiento en términos de funciones matemáticas, tuvo su origen en la Grecia del siglo V a.C. [...] Sin embargo, y a pesar del largo tiempo de gestación, aun cuando el cálculo apareció como una poderosa herramienta para enfrentarse a los problemas que surgieron en la física de la época, [...] los fundamentos lógicos del mismo eran ciertamente inadecuados, eran inexistentes.

La crítica de Berkeley, que es el punto de partida de Robles, mostró los errores lógicos en los métodos infinitesimales. Estos últimos, dicho sea de paso, se habían convertido casi en dogmas de fe para los promotores de la nueva ciencia. Sin embargo, Berkeley ejerció su derecho a criticarlos apelando a la libertad del filósofo. La ciencia no puede ser ciencia si se basa en dogmas intocables y, por lo tanto, al criticar la ciencia moderna desde la razón y la libertad, Berkeley pasó a formar parte de la ciencia moderna y de la historia que hemos seguido.

Lo que Berkeley criticó de forma más fuerte fue la misma idea de lo infinito, sea el infinitamente grande o el pequeño, el filósofo escocés no veía que a dicho concepto se le correspondiera una idea, y también señaló que la noción es contradictoria y paradójica. En ese sentido lo que expresó es completamente cierto; sin embargo, la conclusión que extrajo Robles de que el cálculo de infinitesimales en su versión del Barroco carece de “fundamentos lógicos” es cierta y también falsa, ambas a la vez. Trataré de explicar por qué de esto último, pues creo que ello será un cierre adecuado para este libro.

El largo camino que hemos seguido en este libro nos llevó de una vaga noción de libertad, magia

y armonía, hasta una sólida cosmología, una nueva astronomía, una nueva física y finalmente una matemática en la cual se refugió la cosmología. El núcleo de esa cosmología fue la idea de la existencia real del infinito. La idea de infinito es extraña, es lo que carece de medida y por lo tanto escapa de nuestros sentidos, nuestra imaginación e incluso de nuestra lógica de lo finito. Sin embargo, cuando aplicamos nuestra lógica de lo finito a los límites de la realidad, al borde del universo o a lo más pequeño entre las partículas, surgen problemas, laberintos como decía Leibniz, y el infinito reclama ser incluido para completar el cosmos y darle sentido. Copérnico vio el problema, Bruno lo desató con todas sus consecuencias, Kepler lo intentó limitar y al final terminó aceptándolo, Galileo lo ocultó y Leibniz lo redescubrió en el lugar donde el florentino lo había dejado, en las matemáticas.

Así, de forma extraña, la misma lógica que transgrede el infinito nos conduce hasta él. Esto nos podría hacer pensar que el infinito es algo necesario, pero en absoluto es asimilable; que, en resumen, es imposible manejar tal noción. En efecto así es, con la lógica de lo finito o la lógica lineal, no es manejable el infinito. Si partimos de esa lógica y la aplicamos a la matemática, entonces tiene toda la razón Berkeley, se le debe buscar al cálculo infinitesimal una base que lo haga manejable. Eso es lo que hizo la noción matemática de “límite”, la cual fue necesaria para darle un fundamento lógico al cálculo. El “límite” es lo menor que cualquier cantidad fijada de antemano, en otras palabras, es la barrera que hace un error tan despreciablemente pequeño que ya no importa. En la visión del “límite” lo curvo y lo recto nunca son iguales, pero la diferencia entre ambos siempre se puede hacer más pequeña que el margen más severo de error que se quiera fijar. En otras palabras, la noción de “límite” destierra al infinito real y da la bienvenida otra vez al infinito potencial.

Pero si pensamos no en la lógica lineal, sino en otra lógica, una que piense que no hay derecha sin izquierda, que no hay arriba sin abajo o curvo sin recto, que proclame, por lo tanto, que ambas cosas son dos aspectos de lo mismo, entonces creo que cambia el panorama. Esa lógica fue la dialéctica de contrarios pitagórica y a la luz de ella el infinito real puede ser manejado. Al menos eso fue lo que creyeron Bruno y Leibniz, y en ese sentido, la filosofía del primero y la matemática del segundo no son

construcciones “ilógicas”. Sin embargo, dicha lógica no es demostrable, forma parte de un axioma que se acepta o rechaza. Para la historia de la ciencia que busca el progreso, la lógica dialéctica es una especie de capricho de los autores renacentistas, una anomalía en el pensamiento moderno, un resabio mágico o animista de épocas pasadas. En este libro hemos intentado probar que esa dialéctica fue parte de una visión del mundo, que ella fue importante en el proceso hacia la modernidad y que, sobre todo, fue una manera válida de pensar lo real, pues los resultados de esa forma de ver el cosmos siguen ahí y hablan por sí mismos. En ese sentido la crítica de Berkeley fue válida, pero también injusta. El autor escocés no pudo comprender la lógica subyacente al cálculo y entonces proclamó que no tenía ninguna; él no compartió ya la visión del mundo que daba sentido a esa otra lógica y como no la compartía no pudo verla.

A lo largo de este recorrido he tratado precisamente de reconstruir el camino de esa lógica o, mejor dicho, de esa manera de ver el mundo. Intenté sobre todo releer los inicios de la ciencia moderna desde el pitagorismo y rastrear esa ideología en varios de los más importantes constructores de la nueva ciencia. El principal reto fue conectar los desarrollos cosmológicos y los problemas matemáticos, mostrar que ambos se enraizan en la dialéctica de opuestos. El problema fue complicado tanto por el tema mismo, como por el hecho de que los autores revizados tuvieron que luchar contra la censura de su época y, por lo mismo, no escribieron con plena libertad sus ideas, sino que de manera velada. Con sus luces y sus sombras, los resultados son aletadores y creo que, aunque falta aún mucho, lo esencial fue demostrado: la mutua implicación entre lo infinito y lo infinitésimo.

Glosario

Astrología: Disciplina que buscaba relacionar las posiciones de las constelaciones y los planetas con los fenómenos terrestres. Existían (teóricamente) dos tipos: *la médica*, que incluía la climatología, que trataba de explicar la aparición de enfermedades y el mejor momento para suministrar curas con los astros, y *la judiciaria*, que buscaba determinar el destino de una persona mediante su horóscopo de nacimiento o por una combinación de diversos horóscopos.

Deferente: En el sistema pre-kepleriano significaba el gran círculo sobre el que viajaban los planetas alrededor de la Tierra.

Eclíptica: Es la banda del cielo por la cual transita aparentemente el Sol de Oriente a Occidente, se usa como referencia para tomar las posiciones relativas de los objetos astronómicos. En la astrología la eclíptica se debió en doce secciones que se asocian a las doce constelaciones llamadas del zodiaco, aunque esta división es arbitraria.

Ecuante: Punto imaginario desde el cual un planeta parece tener velocidad uniforme. El ecuante fue introducido por Ptolomeo para respetar la norma de la velocidad uniforme. Copérnico desechó el ecuante y Kepler lo rescató y descubrió que el ecuante es el segundo foco de las órbitas elípticas de los planetas.

Epiciclo: En el sistema pre-kepleriano significaba el pequeño círculo que giraba como la canastilla de una noria sobre el Deferente. El epiciclo estaba sujeto a las mismas reglas que el deferente, debía ser perfectamente circular y los planetas debían mantener una velocidad uniforme, aunque el sentido podía ser inverso al del Deferente. Adicionando epiciclos sobre epiciclos se pueden trazar múltiples trayectorias incluida una elíptica, sin embargo, el artificio normalmente trae por consecuencia hacer más inexactas las predicciones a la largo plazo.

Excentricidad: Medida de deformación de una cónica respecto a un círculo de igual diámetro, en las elipses a mayor excentricidad más pronunciada es la forma elíptica y a menor, más parecida es a un círculo normal.

Horóscopo: En lenguaje astrológico es el tránsito de las estrellas por la eclíptica, aunque de manera más simplificada se puede definir como la instantánea del cielo en un momento determinado.

Indivisibles: Según los platónicos al cortar una figura geométrica existe un límite en el grosor de las figuras resultantes, según Cavalieri el volumen tiene como límite al plano, el plano a la línea y la línea al punto.

Órbita: En los sistemas astronómicos pre-keplerianos significa el movimiento de los Orbes Cristalinos o la trayectoria de los planetas y estrellas alrededor de la Tierra (o del Sol para Copérnico), según las reglas impuestas por Platón y Aristóteles éstas debían ser perfectamente circulares y de velocidad regular. En el sistema de Ptolomeo, Copérnico y Tycho Brahe el movimiento de cada planeta era doble compuesto del deferente y del epiciclo. Después de Kepler significa la trayectoria que describe cada planeta en su movimiento elíptico alrededor del Sol.

Órbita Elíptica: Según la Primera Ley de Kepler, todos los Planetas (y también los cometas) describen una elipse teniendo como uno de los focos de esa elipse al Sol.

Paralaje: Desviación angular de un objeto cuando el observador se desplaza. El paralaje es la forma más usual para calcular distancias astronómicas, pues se puede utilizar para construir triangulaciones. Mientras el objeto esté más cercano es mayor el paralaje, mientras mayor sea la distancia éste disminuye. La mediación de un paralaje estelar era la prueba definitiva del movimiento de la Tierra, pero durante los primeros dos siglos del heliocentrismo esto fue imposible pues la distancia era excesiva para los instrumentos de medición tan imprecisos. La ausencia de un paralaje medible implicaba que la distancia entre la Tierra y las estrellas era inmensa o que la Tierra estaba estática. En 1838, Friedrich Bessel fue el primero en medir un paralaje estelar de la estrella 367 Cygni de Cisne. El paralaje de Próxima Centauri, la estrella más cercana a la Tierra, es de $0''765$ (0.765 segundos de grado).

Precesión (movimiento de): Es el tercer movimiento de la Tierra junto con el de rotación y traslación. Los polos describe un movimiento cónico debido a la acción conjunta de la gravedad del Sol y la Luna, esto hace que del plano del ecuador varíe en su inserción con la eclíptica. Debido a este movimiento al principio de la era cristiana el Sol se proyectaba en el equinoccio de primavera sobre la constatación de Aries, actualmente lo hace sobre Piscis. Lo mismo ocurre con la Estrella Polar o estrella más cercana al polo la cual va variando con el movimiento. El movimiento completo toma aproximadamente 25776 años, conocido como Año Platónico.

Bibliografía

Fuentes por Autor

Anónimo, **1992**, *Los diez mandamientos*, editor: Enzo Franchini, ENS Editions, Lyon.

Alberto (Magnus), **1615**, *Speculum astronomiae*, S/E. Lugduni (Lyon).

Aristóteles, **1998**, *Metafísica*, traductor: Valentín García, Gredos, Madrid.

Arquimedes, **1897**, *The Works of Archimedes*, editor: T. L. Heath, Cambridge University Press, London.

Benavent, Julian (ed.), **2004**, *Actas del proceso de Giordano Bruno*, DD, Valencia.

Bruno, Giordano, **1979-1891**, *Jordani Bruni Nolani opera latine conscripta publicis sumptibus edita*, editores: Tocco-Vitelli, 3v. D Morano,

1941, *De la causa, principio y uno*, traductor: Ángel Vassallo, Losada, Buenos Aires.

1973, *La cena de las cenizas*, traductor: Ernesto Schettino, UNAM, México

1984, *La cena de las cenizas*, editor y traductor: Miguel Ángel Granada, Editorial Nacional, Madrid.

1985, *Dialoghi italiani*, editores: Gentile-Aquilecchia, 2 vol. 3ra ed. Sansoni, Florencia.

1987, *Los heroicos furores*, traductora: María Rosario González Prada, Tecnos, Madrid.

1991, *Expulsión de la bestia triunfante*, traductor: Ernesto Schettino, Conaculta, México.

2007, *De la magia; De los vínculos en general*, traductor: Ezequiel Gatto, Cactus, Buenos Aires.

2008, *Sobre el infinito universo y los mundos*, editor y traductor: Ángel J. Cappelletti, Terramar, Buenos Aires.

2009, *Las sombras de las ideas*, traductor: Jordi Reventós, Eduardo Vinatea (prol.), Siruela, Madrid.

Campanella, Tomasso, **1957**, *Magia e grazia: inediti. Theologicorum Liber XIV*, editor: Romano Amerio, Istituto di Studi Filosofici, Napoli.

Cardano, Gerolamo; **1991**, *Mi vida*, traductor: Francisco Socas, Alianza, Madrid.

2002, *Mis libros*, traductor: Francisco Socas, Akal, Madrid.

Copernico, Nicolás, **s/a**, *De hypothesibus motuum caelestium a se constitutis commentariolus*. [http://www.hs-augsburg.de/~harsch/Chronologia/Lspost16/Copernicus/kop_c02.html]

1566, *De Revolutionibus orbium coelestium; libri VI*, Hennepetrina, Frankfurt.

1987, *Sobre las revoluciones de los orbes celestes*, editor: Carlos Mínguez, Tecnos, Madrid.

Cusa, Nicolás, **2011**, *La docta ignorancia*, editor: Manuel Fuentes Benot, Aguilar, s/l.

Dilthey, Wilhelm, **1978**, *Hombre y mundo en los siglos XXI y XVII*, traductor: Eugenio Ímaz, FCE, México.

Erígena, Juan Escoto, **2007**, *Sobre la naturaleza*, traductores: Pedro Arias y Lorenzo Velázquez, EUNSA, Pamplona.

- Ficino**, Marsilio, **1500**, *De vita libri tres*, ab Joanne Paruo sub lilio aureo, París.
1529, *De vita libri tres; De studiosorum sanitate tuenda; De vita producenda; De vita coelitus comparanda; Apologia; Eiusdem Epidemiarum antidotus*, ab Iohannes Bebelio, Basilea.
1532, *Mercurii Trismegisti Pymander, de potestate et sapientia dei eiusdem Asclepius, de voluntate dei*, Isingrinium, Basilea.
2001, *De amore*, 3ra ed. Traductora: Rocio de la Villa, Tecnos, Madrid.
2005, *La religione cristiana*, editor: Roberto Zanzarri, Città Nuova.
- Fontana** (Tartaglia), Nicolo, **1998**, *La Nueva Ciencia*, traductores: Rafael Martínez y César Guevara, UNAM, México.
- Galileo**, **1890-1909**, *Le opere di Galileo Galilei: edizione nazionale sotto gli auspicii di sua maesta il re d'Italia*, 20v. Editor: Antonio Favaro, tip. Barbèra, Florencia.
1984, *El ensayador*, traductor: José Manuel Revuelta, Sarpe, Madrid.
1995, Galileo, *Diálogo sobre los dos máximos sistemas del mundo de Galileo*, editor: Antonio Beltrán, Alianza, Madrid.
2003, *Diálogos acerca de dos nuevas ciencias*, traductor: José San Román, Losada, Buenos Aires.
2007, *La gaceta sideral* en Carlos Solís (ed.), *Galileo Galilei, La gaceta sideral, Johannes Kepler, Conversación con el mensajero sideral*, Alianza, Madrid.
- Gilbert**, William, **1651**, *De mundo nostro sublunari philosophia nova*, editor: Isaac Gruterus, Hertzberger, Amsterdam.
- Kepler**, Johannes, **1863**, *Astronomi Opera Omnia*, editor: Christian Frisch, Heyder & Zimmer, Frankfurt.
1992, *Astronomia Nova*, traductor: William H. Donahue, Cambridge University Press, Cambridge.
2001, *El sueño o La Astronomía de la Luna*, editor: F. Socas, Servicio de Publicaciones Universidad de Huelva-Sevilla, Huelva.
2007, *Conversación con el mensajero sideral* en Carlos Solís (ed.), *Galileo Galilei, La gaceta sideral, Johannes Kepler, Conversación con el mensajero sideral*, Alianza, Madrid.
2009, *Sobre la estrella nueva aparecida en el pie del Serpentario y sobre el Triángulo de Fuego*, traductor: V. González, Libros ENCASA, Málaga.
2010, *Regalo festivo o De la nieve sexángula*, traductor: Vidal González, Libros en Casa, Málaga.
- Nettesheim**, Henry Corneluis Agripa von, **1550**, *De occulta philosophia: libri III*, Bering, Lyon.
1992, *Filosofía Oculta: Magia Natural*, traductora: Bárbara Pastor de Arozena, Alianza, Madrid.
- Leibniz**, Gottfried Wilhem, **1849-63**, *Die Mathematischen Schriften*, editor: Karl I. Gerhardt, Weidmannsche Buchhandlung, Berlín.
1880, *Die Philosophischen Schriften*, editor: Karl I. Gerhardt, Weidmannsche Buchhandlung, Berlín.
1987, *Análisis infinitesimal*, traductor: Teresa Martín, Tecnos, Madrid.
1991, *Escritos de dinámica*, traductor: Juan Arana, Tecnos, Madrid.
1992, *Nuevos ensayos sobre el entendimiento humano*, editor: J. Echeverría, Alianza, Madrid.
2004, *Tratados fundamentales*, traductor: Vicente Quintero, Losada, Buenos Aires.
2009, *Discusión metafísica sobre el principio de individuación*, traductor: Mauricio Beuchot, UNAM, México.

- Leonardo da Vinci, 1817**, *Trattato della pittura di Leonardo da Vinci*, Stamperia de Romanis, Roma.
- L'Hopital, 1998**, *Análisis de los infinitamente pequeños para el estudio de las líneas curvas*, editor y traductor: Rodrigo Cambray, UNAM, México.
- Martínez de Toledo, Alfonso, 1979**, *Arcipreste de Talavera o Corbacho*, editor: Michel Gerli, Cátedra, Madrid.
- Melanchton, Philip, 1550**, *Initia doctrinae physicae*, Wittemberg.
- Pico della Mirandola, Giovanni, 1532**, *Conclusiones Nongentae, In Omni genere scientiarum: quas olim Io. Picus Mirandula Romae disputandas proposuit: quaru[m] quingentae sunt in Philosophia ueterum. Mathematica. Cabala. Magia ... Adiectum est Panepistemon Angeli Politiani, hoc est omnium scientiarum ... brevis descriptio*, Petreius, Nuremberg.
2004, *Discurso sobre la dignidad del hombre*, traductor: Adolfo Ruiz Díaz, UNAM, México.
- Moletti, Giuseppe, 2000**, *The unfinished mechanics of Giuseppe Moletti: an edition and English translation of his Dialogue on Mechanics (1576)*, editor y traductor; Walter Roy Laird, University of Toronto Press.
- Plutarco, 1874**, *Plutarch's Morals*, corregido y revisado por William W. Goodwin, Press Of John Wilson and son, Boston.
- Rheticus, Georg Joachim, 1540**, *Ad clarissimum virum D. Ioannem Schonerum, de libris revolutionum eruditissimi viri, & mathematici excellentissimi reverendi D. Doctoris Nicolai Copernici Torunnaei, Canonici Varmiensis, per quendam iuvenem, mathematicae studiosum narratio prima*, Rhode, Danzing. [<http://www.e-rara.ch/zut/content/titleinfo/360366>]
- Romero y Montoya, Julián, 1788**, *Recuerdos históricos con varias reflexiones que se dirigen a proporcionar alguna instrucción, para la historia universal, y a manifestar la certidumbre de la sagrada*, en la oficina de Don Nicolás Moreno, s/l.
- Varios, **1985**, *The Ante-Nicene Fathers.*, editores: Alexander Roberts y James Donaldson, 10v. Grand Rapids: William B. Eerdmans Publishing Company, Edimburgo.
- Varios, **2004**, *Actas del proceso de Giordano Bruno*, editor: Julian Benavent, DD, Valencia.
- Stadius, Johannes, 1556**, *Ephemerides novae et auctae*, Haeredes Arnoldi Birckmanni, Colonia.

Bibliografía General

- Africa, T. W. 1961**, "Copernicu's relation to Aristarchus and Pythagoras" en *Isis*, 52, pp. 403-409.
- Aiton, E. John, 1985**, *Leibniz: A biography*, Adam Hilger, Boston.
- Alonso Palomar, Pilar, 1997**, "La importancia de la magia a la luz de algunos libros contenidos en las bibliotecas particulares españolas del Siglo de Oro" en *Castilla: Estudios de Literatura*, No. 22, Universidad de Valencia, Valencia, pp. 21-36
- Applebaum, Wilburg y Renzo Baldasso, 2001**, "Galileo and Kepler on the Sun as planetary mover" en

José Montesinos y Carlos Solís (eds.) *Largo Campo di Filosofare, Eurosymposium Galileo 2001*, Fundación Canaria Orotova de Historia de la Ciencia, La Orotava, pp. 381-390.

Arana, Juan (trad.), **1991**, Leibniz, *Escritos de dinámica*, Tecnos, Madrid.

2009, "La interacción entre física y metafísica en el pensamiento de Leibniz" en *Thémata: Revista de filosofía*, Núm. 42, Universidad de Sevilla, pp. 39-50.

Arthur, Richard T. W., **2003**, "The Enigma of Leibniz's Atomism", en *Oxford Studies in Early Modern Philosophy*, Volumen 1, pp. 183-227.

Assman, Jan, **2006**, *La distinción mosaica o el precio del monoteísmo*, Guadalupe González (trad.), Akal, Madrid.

Cabañas, Leticia, **2010**, "El concepto de infinito en Leibniz y Locke" en *Ontology Studies*, Num. 10, pp. 143-152.

Calatrava, Juan (trad.), **1991**, Luca Pacioli, *La Divina Proporción*, Akal, Madrid.

Carbonero, León, **1873**, *Índice de los libros prohibidos por la Inquisición española. Desde su primer decreto hasta el último que expiró en 29 de Mayo de 1819*, Imprenta de Antonio Pérez, Madrid.

Claro, Andrés, **1992**, *La Inquisición y la cábala*, vol. II, Lom ediciones, Santiago de Chile.

Cornford, F. M. **1966**, *Before and After Socrates*, Cambridge University Press, Cambridge.

Coudert, R. S. **1995**, *Leibniz and the Kabbalah*, Kluwer, Dordrecht.

Couturat, Louis, **1901**, *La logique de Leibniz*, Félix Alcan, París.

Biagioli, Mario, **2008**, *Galileo Cortesano: La practica de la ciencia en la cultura del absolutismo*, traducción María Victoria Rodil, Katz Editores, Buenos Aires.

Bastitta Harriet, Francisco, **2011**, "El 'Origenismo' de Pico della Mirandola y su conflicto con Roma" en *Actas y comunicaciones del Instituto de Historia Antigua y Medieval*, Vol. 7, Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires.

<http://www.filo.uba.ar/contenidos/investigacion/institutos/historiaantiguaymedieval/index.htm/#actas>

Baumgardt, Carola, **1952**, *Johannes Kepler: life and letters*, V. Gollancz. Londres.

Beltrán, Antonio (ed.), **1995**, Galileo, *Diálogo sobre los dos máximos sistemas del mundo de Galileo*, Alianza, Madrid.

Benavent, Júlia (ed. y trad.), **2004**, *Actas del proceso de Giordano Bruno*, Els Debats de Debats, Valencia.

Benítez, Laura – **Robles**, José Antonio (coords.), **1992**, *El concepto de materia*, Colofón, México

(coords.), **1997**, *El problema del infinito: filosofía y matemáticas*, UNAM-IIF, México.

(coords.), **2002**, *Giordano Bruno: 1600-2000*, UNAM, México.

(comps), **2004**, *La filosofía natural en los pensadores de la modernidad*, UNAM-IIF, México.

- Bergua**, Juan B. **1995**, *Pitágoras*, Ediciones Ibéricas, Madrid.
- Berti**, Domenico, **1868**, *Vita di Giordano Bruno di Nola*, G.B. Paravia e comp. Turín.
- Bertolini**, Domenico, **2006**, *Thinking with objects: the transformation of mechanics in the seventeenth century*, John Hopkins, Baltimore.
- Beuchot**, Mauricio (trad.), **2009**, Leibniz, *Discusión metafísica sobre el principio de individuación*, UNAM, México.
- Biagioli**, Mario, **2008**, *Galileo cortesano*, Katz Editores, Buenos Aires.
- Bienkowska**, Barbara, **1958**, *Nicolás Copérnico en el quinto centenario de su nacimiento; 1473-1973*, Siglo XXI, Buenos Aires.
- Böckh**, August, **1819**, *Philolaos des Pythagoreers Lehren nebst den Bruchstücken seines werkes*, In der Vossischen Buchhandlung, Berlín.
- Boorstin**, Daniel, **1983**, *The Discoverers*, Random House, New York.
- Bucciantin**, Massimo, **2007**, *Galileo e Keplero: filosofia, cosmologia e teologia nell'Età della Controriforma*, Eniaudi, Turin.
- Burke**, Peter, **1998**, *The European Renaissance: Centres and Peripheries*, Blackwell, Oxford.
- Cabañas**, Leticia, **2010**, “El concepto de infinito en Leibniz y Locke” en *Ontology Studies*, 10, pp. 143-152.
- Cambray**, Rodrigo (editor y traductor), **1998**, L'Hopital, *Análisis de los infinitamente pequeños para el estudio de las líneas curvas*, UNAM, México.
- Caspar**, Max, **1993**, *Kepler*, Courier Dover, New York.
- Cohen**, Norman, **1970**, *The Pursuit of the Millennium. Revised and expanded edition*, Oxford University Press, New York.
1995, *En Pos Del Milenio: Revolucionarios Milenaristas y Anarquistas Místicos de la Edad Media*, trad. Ramón Alaix, Alianza, Madrid.
- Copenhaver**, Brian (ed.), **2000**, *Corpus hermeticum y Asclepeio*, trad. Jaume Pòrtulas, Siruela, Madrid.
- Christianidis**, Jean (ed.), **2004**, *Classics in the History of Greek Mathematics*, Springer, New York.
- D'Amico**, Claudia, **2005**, *El problema del conocimiento en Nicolás de Cusa: genealogía y proyección*, Biblos, Buenos Aires.
- Donahue**, William H. (trad.), **1992**, Johannes Kepler, *Astronomia Nova*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Dorenz**, León y Louis Thausne, **1976**, *Pic de La Mirandole en France: 1485-1488*, Slatkine, París.

- Düring**, Ingemar, **1990**, *Aristóteles*, 2ed. Editor Bernabé Navarro, UNAM, México.
- Echeverría**, J. (ed.), **1992**, Leibniz, *Nuevos ensayos sobre el entendimiento humano*, Alianza, Madrid.
- Edelhait**, Amos, **2008**, *Ficino, Pico and Savonarola: The Evolution of Humanist Theology 1461/2-1498*, Brill, Laiden.
- Elena**, Alberto, **1985**, *Las quimeras de los cielos: aspectos epistemológicos de la revolución copernicana*, Siglo XXI, Madrid.
1995, *La revolución astronómica*, Akal, Madrid.
- Elliott**, J. H. **2005**, *La Europa dividida: 1559-1598*, Trad. Rafael Sánchez Mantero, Siglo XXI, Madrid.
- Esquisabel**, Oscar, **2012**, “Infinitesimales y conocimiento simbólico en Leibniz” en *Notae Philosophicae Scientiae Formalis*, vol.1, n.1, pp. 66-79.
- Expósito**, Olga y Begoña González, **1995**, “La filosofía natural en el Renacimiento” en *De Arquímedes a Leibniz: Tras los pasos del infinito matemático, teológico, físico y metafísico*, Dirección General de Ordenación e Innovación Educativa, Tenerife.
- Farmer**, S. A. **1998**, *Syncretism in the West: Pico's 900 Theses (1486) The Evolution of Traditional Religious and Philosophical Systems*, Tempe, Arizona.
- Favaro**, Antonio (ed.), **1890-1909**, *Le opera di Galileo Galilei*, 20v. Tip. Barbèra, Florencia.
- **1965**, *Le opera di Galileo Galilei*, 20v. Nouva Ristampa, Tip. Barbèra, Florencia.
- Favaro**, Antonio e Isidoro del **Lungo** (eds.), **1915**, Galileo, *Dal carteggio e dai documenti, pagine di vita di Galileo*, Sansoni, Firenze.
- Feingold**, Mordachai, **1984**, *The mathematicians' apprenticeship: science, universities and society in England, 1560-1640*, Cambridge University Press, Cambridge.
2003, *The new science and Jesuit science: seventeenth century perspectives*, Kluwer Academic, Dordrech.
- Ferrater Mora**, Priscilla, **1994**, *Diccionario de Filosofía*, 3 v. Ariel, Barcelona.
- Field**, J. V., **1988**, *Kepler's geometrical cosmrotaology*, University of Chicago Press, Chicago.
- Fiorentino**, Francesco (ed.), **1961**, Bruno, *Opera Latina conscripta*, F. Frommann.
- Franchini**, Enzo (ed.), **1992**, *Los diez mandamientos*, ENS Editions, Lyon.
- Frisch**, Christian, **1863**, Johannes Kepler, *Astronomi Opera Omnia*, Heyder & Zimmer, Frankfurt.
- Fuentes Benot**, Manuel, **2011**, Nicolás de Cusa, *La docta ignorancia*, Aguilar, s/l.
- Gadamer**, Hans-Georg, **1999**, *El inicio de la sabiduría occidental*, Paidós, Barcelona.

- Gaos, José, 1992**, *Historia de nuestra idea del mundo*, FCE, México.
- Gatti, Hilary, 1999**, *Giordano Bruno and renaissance science*, Cornell University Press, Ithaca.
(ed.), **2002**, *Giordano Bruno; Philosopher of the Renaissance*, Ashgate, Hants.
- Gatto, Ezequierl (trad.), 2007**, Giordano Bruno, *De la magia; De los vínculos en general*, Cactus, Buenos Aires.
- García, Arturo Morgano, 1999**, *Demonios, magos y brujas en la España moderna*, Servicio Publicaciones UCA, Cádiz.
- García Fernández, Jesus (ed.), 1987**, C. S. KIRK, J. E. RAVEN Y M. SCHOFIELD: *Los Filósofos Presocráticos*, 3 v. Gredos, Madrid.
- García, Valentín. 1998**, Aristóteles, *Metafísica*, Gredos, Madrid.
- Garín, Eugenio, 1984**, *La revolución cultural del Renacimiento*, Domenec Bergadá (trad.), Crítica, Barcelona.
1997, *Marsilio Ficino y el Platonismo*, Ariela Battin (trad.) Alcion, Cordoba.
- Gentile-Aquilecchia (eds.), 1985**, Giordano Bruno, *Dialoghi italiani*, 2 vol. 3ra ed. Sansoni, Florenci
- Gerhardt, Karl Immanuel, 1849-63**, Leibniz, *Die Mathematischen Schriften*, Weidmannsche Buchhandlung, Berlín.
1890, Leibniz, *Die Philosophischen Schriften*, Weidmannsche Buchhandlung, Berlín.
- Gerli, Michale (ed.), Alfonso Martínez de Toledo, Arcipreste de Talavera o Corbacho**, Cátedra, Madrid.
- Goddu, André, 2010**, *Copernicus and the Aristotelian Tradition: Education, Reading, and Philosophy in Copernicus's Path to Heliocentrism*, Brill, Leiden.
- Goodwin, William (ed.), 1847**, Plutarco, *Plutarch's Morals*, Press Of John Wilson and son, Boston.
- González Morales, Manuel, 2005**, *II Encuentro de Historia de Cantabria: actas del II encuentro celebrado en Santander los días 25 a 29 de noviembre del año 2002, Volumen 1*, Ed. Universidad de Cantabria, Santander.
- González Prada, María Rosario (trad.), 1987**, Bruno, *Los heroicos furores*, Tecnos, Madrid.
- González Urbeja, Pedro Miguel, 1992**, Las raíces del cálculo infinitesimal en el siglo XVII, Alianza, Madrid.
- González-Velazco, Enrique, 2010**, *Journey Through Mathematics*, Springer, New York.
- Granada, Miguel Ángel (ed. y trad.), 1984**, Giordano Bruno, *La cena de las cenizas*, Editorial Nacional, Madrid.
1993, Bruno, *Del infinito: el universo y los mundos*, Alianza, Madrid.
2001, “Giordano Bruno y el fin de la cosmología aristotélica” en *Galileo y la gestación de la ciencia moderna*, Encuentros, Canarias.
2001, *Cosmología, teología y religión en la obra y en el proceso de Giordano Bruno: actas del*

congreso celebrado en Barcelona, 2-4 de diciembre de 1999, Edicions Universitat Barcelona, Barcelona.

2002, *Giordano Bruno: universo infinito, unión con Dios, perfección del hombre*, Herder, Barcelona.

2005, *La reivindicación de la filosofía en Giordano Bruno*, Herder, Barcelona.

2008, "Kepler and Bruno on the infinity of the universe and solar system" en *Journal for the History of the Astronomy*, xxxix, pp. 469-495.

Grant, Edward, **1984**, *In Defense Of The Earth's Centrality and Immobility: Scholastic Reaction To Copernicanism In The Seventeenth Century*, American Philosophical Society, Philadelphia.

Hall, Marie Boas, **1994**, *The scientific renaissance 1450-1630*, Courier Dover Publications, New York.

Hansch, Michael Gottlieb, **1718**, *Epistolae ad Joannem Kepllerum mathematicum caesareum scriptae*, 2v. Frankfurt & Leipzig

Heath, T. L. (ed.), **1897**, Arquimedes, *The Works of Archimedes*, Cambridge University Press, London.

Hellyer, Marcus, **2003**, *The scientific revolution: the essential readings*, Wiley-Blackwell, Massachusetts.

Heninger, S. K. **1974**, *Touches of Sweet Harmony; Pythagorean Cosmology and Renaissance Poetics*, The Huntington Library, San Marino.

Herrera, Alejandro, **1992**, "Problemas en torno al sistema leibniziano y la jerarquía de sus principios" en Laura Benítez y José Antonio Robles (coords.), *Filosofía y sistema*, UNAM-IIF, México (Cuadernos, 58).

1992², "Leibniz y el concepto de materia" en Laura Benítez y José Antonio Robles (coords.), *El concepto de materia*, Colofón, México.

1997, "El infinito en Leibniz" en Laura Benítez y José Antonio Robles (coords.), *El problema del infinito: filosofía y matemáticas*, UNAM-IIF, México.

Herrera, Alejandro y José Alfredo Torres, **2007**, *Falacias*, 2ed., Editorial Torres Asociados, México.

Hobson, E.W. 1913, *"Squaring the Circle" A History of the Problem*, Cambridge University Press, Cambridge.

Holdenried, Anke, **2006**, *The Sibyl and Her Scribes: Manuscripts and Interpretation of the Latin Sibylla Tiburtina*, Ashgate, Vermont.

Hume, David, **1980**, *Dialogues concerning Natural Religion*, ed. Norman Kemp Smith, Bobbs-Merrill, Indianapolis.

Ímaz, Eugenio (trad.), **1978**, Dilthey, *Hombre y mundo en los siglos XVI y XVII*, FCE, México.

Joost-Gaugler, Christiane L. **2006**, *Measuring heaven: Pythagoras and his influence on art in Antiquity and the Middle Ages*, Cornell University Press, New York.

Kennington, Richard, **2004**, *On Modern Origins: Essays in Early Modern Philosophy*, Lexington Books, Maryland.

- Koestler**, Arthur, **2007**, *Los sonámbulos: origen y desarrollo de la cosmología*, traducción Alberto Luis Bixio, Conaculta, México.
- Koyré**, Alexander, **1990**, *Estudios Galileanos*, Siglo XXI, Madrid.
- Kuri Camacho**, Ramón, **2000**, *La Compañía de Jesús, imágenes e ideas*, Benemérita Universidad de Puebla, Puebla.
- Laird**, Walter Roy (ed. y trad.), **2000**, *The unfinished mechanics of Giuseppe Moletti: an edition and English translation of his Dialogue on Mechanics (1576)*, University of Toronto Press, Toronto.
- Le Goff**, Jacques, **1996**, *La bolsa y la vida: economía y religión en la Edad Media*, traducción: Alberto Bixio, Gedisa, Barcelona.
- Lorenzo Martínez**, Javier de, **2007**, “Leibniz-L'Hopital y el cálculo diferencial” en *La ciencia europea de 1650 hasta 1800*, Encuentros Educativos, Canarias, [Documento en línea: http://www.gobcan.es/educacion/3/usrn/fundoro/web_fcohc/005_publicaciones/seminario/ciencia_europea2.htm]
- Luna**, Manuel, **1996**, *La ley de la continuidad en G. W. Leibniz*, Universidad de Sevilla, Sevilla.
- Manilio**, Marcos, **1996**, *Astrología*, Gredos, Madrid.
- Martín**, Teresa (trad.), **1987**, Leibniz, *Análisis infinitesimal*, Tecnos, Madrid.
- Menéndez-Pidal**, Gonzalo, **2003**, *Hacia una nueva imagen del mundo*, Real Academia de Historia, Madrid.
- Minecam**, Ana María, **2010**, “Introducción al debate historiográfico contemporáneo en torno a la noción de 'averroísmo latino'” en *Anales del seminario de historia de la filosofía*, 27, Universidad Complutense, Madrid, pp. 63-85.
- Mogardo García**, Arturo, **1999**, *Demonios, Magos y Brujas en la España Moderna*, Servicio Publicaciones UCA, Cádiz.
- Montesinos**, José, **2009**, “Fluxiones, infinitesimales y fuerzas vivas. Un panorama leibniziano” en *Thémata. Revista de filosofía*, Num. 42, Universidad de Sevilla, pp. 77-106.
- Muñoz**, Carlos, s/a, “Giordano Bruno: el arte de la memoria” en *A parte Rei*, número 12, spelled <http://serbal.pntic.mec.es/~cmunoz11/contenidos.html>
- Orio**, Bernardino, **2009**, “Leibniz y la tradición hermética” en *Thémata. Revista de filosofía*. Num. 42, Universidad de Sevilla, pp. 109-122.
- Pérez de Laborda**, Alfonso, **2005**, *Estudios filosóficos de historia de la ciencia*, Encuentro, Madrid.
- Pérez Quintana**, Antonio **2007**, “Física y metafísica en Leibniz” en *La ciencia europea de 1650 a 1800*, Encuentros Educativos, Canarias.
- Quintero**, Vicente P. (trad.), **2004**, Leibniz, *Tratados fundamentales*, Losada, Buenos Aires.

- Reventós**, Jordi (trad.), **2009**, Giordano Bruno, *Las sombras de las ideas*, Eduardo Vinatea (prol.), Siruela, Madrid.
- Revuelta**, José Manuel (trad.), **1984**, Galileo, *El ensayador*, Sarpe, Madrid.
- Rey Bueno**, Mar, **2004**, *Magos y Reyes*, vol. I. EDAF, Madrid.
- Ribas**, Albert, **2008**, *Biografía del vacío*, Editorial Sunya, Barcelona.
- Roberts**, Alexander y James Donaldson (eds.), **1985**, *Ante-nicene Fathers: Bibliographical synopsis*, 10v. Hendrickson. Edimburgo.
- Robles**, José Antonio, **1993**, *Las ideas matemáticas de George Berkeley*, UNAM, México.
- Rosen**, Edward, **1931**, "Review of Birlcenmajer's Strontata Copernicana", en *Isis* 16: 136-138.
1999, *Copernicus and his successors*, Continuum International Publishing Group, Londres.
- Rossi**, Paolo, **2001**, *The birth of modern science*, Wiley-Blackwell, Massachusetts.
- Roux**, Sophy, **2007**, "Los retos de de la filosofía mecánica en el siglo XVII: el caso de Descartes" en *Los orígenes de la ciencia moderna*, Encuentros Educativos, Canarias [Actas de los años XI y XII del Seminario Orotava de Historia de la Ciencia].
- Ruíz Díaz**, Rodolfo (trad.), **2004**, Giovanni Pico della Mirandola, *Discurso sobre la dignidad del hombre*, UNAM, México.
- Saiber**, Arielle, **2005**, *Giordano Bruno and the geometry of language*, Ashgate Publishing, Cornwall.
- Salas Ortuela**, Jaime, **1975**, "Hegel y Leibniz frente a Spinoza" en *Logos: Anales del seminario de metafísica*, Madrid, Num. 10, pp. 101-126.
- San Román Villasante**, José (trad.); **2003**, Galileo, *Diálogos acerca de dos nuevas ciencias*, Teófilo Isnardi (anotaciones), Losada, Buenos Aires.
- Schemmel**, Matthias, **2008**, *The English Galileo: Thomas Harriot's Work on Motion As an Example of Preclassical Mechanics, Vol.1: Interpretation*. Springer, New york.
- Schettino**, Ernesto (trad.), **1973**, Bruno, *La cena de las cenizas*, UNAM, México.
1991, Bruno, *Expulsión de la bestia triunfante*, Conaculta, México.
- Schofield**, John, **2006**, *Philip Melanchthon And the English Reformation*, Ashgate, Burlington.
- Seck**, Frederik, (ed.) **1981**, *Wissenschaftsgeschichte um Wilhelm Schickard: Vorträge bei dem Symposion der Universität Tübingen im 500. Jahr ihres Bestehens am 24. und 25. Juni 1977*, Franz Steiner Verlag, Tubingia.
- Socas**, Francisco (trad.); **1991**, Gerolamo Cardano, *Mi vida*, Alianza, Madrid.
2002, Gerolamo Cardano, *Mis libros*, Akal, Madrid.
- Solís Santos**, Carlos, **2007**, *Galileo Galilei, La gaceta sideral, Johannes Kepler, Conversación con el*

mensajero sideral, Alianza, Madrid.

2001, “La cosmología oculta de Galileo” en Montesinos, *Largo campo di filosofare*, Fundación Canaria Oratava, La Oratava, pp. 357-380.

Spampanato, Vincenzo, **1921**, *Vita di Giordano Bruno, con documenti edite e inedite*, 2 vol. Giuseppe Principato, Mesina.

(ed.), **1923**, Bruno, *Il candelaiio*, Laterza, Bari.

Stephenson, Bruce, **1994**, *The music of the heavens: Kepler's harmonic astronomy*, Princeton University Press, Princeton.

Taylor, René, **2006**, *Arquitectura y magia: consideraciones sobre la idea de El Escorial*, Siruela, Barcelona.

Tocco-Vitelli (eds.), **1879-1891**, *Jordani Bruni Nolani opera latine conscripta publicis sumptibus edita*, 3v. D Morano, Florencia,

Thompson, William Irwin, **1978**, *Darkness and Scattered Light*, Anchor Books, Londres.

Vassallo, Ángel (trad.), **1941**, *Giordano Bruno, De la causa, principio y uno*, Losada, Buenos Aires.

Vernet, Juan, **2000**, *Astrología y astronomía en el Renacimiento*, El Acanilado, Barcelona.

Villa, Rocio de (trad.), **2001**, Ficino, *De amore*, 3ra ed. Tecnos, Madrid.

Voelkel, R. James, **1962**, *The composition of Kepler's Astronomia Nova*, Princeton University Press, Princeton.

1999, *Johannes Kepler and the New Astronomy*, Oxford University Press, New York.

Weber, Max, **2008**, *La ética protestante y el espíritu del capitalismo*, trad. Luis Legaz, Península, Barcelona.

Westman, Robert S. **2011**, *The Copernican Question: Prognostication, Skepticism, and Celestial Order*, University of California Press, Berkeley.

Yates, Frances Amelia, **1964**, *Giordano Bruno and the Hermetic Tradition*, University of Chicago.

1983, *Giordano Bruno y la tradición hermética*, Domenec Bergada, Ariel (trad.), Buenos Aires.

1990, *Lulio y Bruno: ensayos reunidos*, Tomás Segovia (trad.) FCE, México.

2005, *El arte de la memoria*, Ignacio Gómez (trad.), Siruela, Madrid.

Imágenes:

Composición de Pitágoras

Números poligonales: <http://mathlesstraveled.com/2012/10/05/factorization-diagrams/>

Representación de matemáticas: http://beautifulpictureshd.com/2012/06/14/black-and-white-pictures/black_and_white_pictures_maths/

Imagen de la Escuela de Atenas de Rafael en las Estancias Vaticanas.

Teorema de Pitágoras en escultura: <http://mateturismo.wordpress.com/2012/08/20/la-geometria-en-el-jardin-sajon-de-varsovia/>

Composición Renacimiento

Diagrama de Leonardo da Vinci: http://www.zazzle.com/bosquejo_con_alas_de_la_maquina_de_vuelo_de_leonar_pegatina-217937161172680655?lang=es

Estrella pitagórica/ sección áurea: <http://ibriz.net/portfolio/>

Composición Copérnico

Imágenes del *De Revolutionibus*.

Reloj de Venecia en Piazza San Marcos.

Capturas del vídeo "Армиллярная сфера": http://www.youtube.com/watch?v=h_K1c3BXD0c

Composición Bruno

Representación de matemáticas: <http://www.calculushumor.com/3/post/2013/10/math-wallpaper-1.html>

Fotografía de la estatua de Bruno en Campo di Fiore.

Ilustración del *Umbris idearum* y del *Triplici Minimo*.

Composición Kepler

La Tierra desde la Luna: <http://www.astromia.com/fotostierra/tierradeluna.htm>

Imágenes de *Nova Stella* y del *Strena*.

Composición Galileo

Torre de Pisa: <http://bienvenuevoyageur.blogspot.mx/2012/01/pisa-y-floencia-en-blanco-y-negro.html>

Diagramas de *Nuncio* y de *Tres epistolae de maculis solaris*.

Telescopio Amici: <http://www.museogalileo.it/>

Manchas solares: <http://infobservador.blogspot.mx/2012/09/como-se-mide-la-actividad-solar.html>

Composición Leibniz

Galaxia: http://chandra.harvard.edu/resources/desktops_cat.html?cat=21

Gráfica integral: http://gutomelo.com/wp-content/uploads/2011/04/trapezio_composto-e1303191037534.jpg