

S. ALEJANDRA VELÁZQUEZ ZARAGOZA

La teoría espacial de Descartes. Método y geometría de coordenadas



Filosofía

@Schola

FFL

UNAM





La teoría espacial de Descartes.

Método y geometría
de coordenadas

@Schola Filosofía



Colección:
Mundus est fabula



Seminario de
Historia de la Filosofía

S. ALEJANDRA VELÁZQUEZ ZARAGOZA

La teoría espacial de Descartes.

Método y geometría
de coordenadas



@Schola

FILOSOFÍA

FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



La teoría espacial de Descartes. Método y geometría de coordenadas es una obra publicada en el marco del proyecto UNAM-DGAPA-PAPIIT 401620: “El papel de la hipótesis en el desarrollo del conocimiento y de la filosofía natural, ss. XVII y XVIII. Antecedentes y prospectiva”.

Primera edición:
Septiembre de 2022

DR © Universidad Nacional Autónoma de México
Ciudad Universitaria, Alcaldía Coyoacán,
C. P. 04510, Ciudad de México.

ISBN 978-607-30-6498-9

Todas las propuestas para publicación presentadas para su producción editorial por la Facultad de Filosofía y Letras de la UNAM son sometidas a un riguroso proceso de dictaminación por pares académicos, reconocidas autoridades en la materia y siguiendo el método de “doble ciego” conforme las disposiciones de su Comité Editorial.

Prohibida la reproducción total o parcial
por cualquier medio sin autorización escrita del titular
de los derechos patrimoniales.

Editado y producido en México

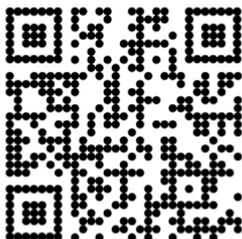
CONTENIDO INTERACTIVO

- Agradecimientos
- Prólogo
- Introducción
- 1. El criterio o canon en el conocimiento y en la representación pictórica. El espacio unitario en la *Vía de reflexión epistemológica*
- 2. El espacio físico en Descartes. De la estrategia reductiva a la geometrización
- 3. El espacio cartesiano: método y geometría de coordenadas
- Conclusiones
- Anexo. El concepto ontológico y el concepto matemático. Sustancia y función
- Bibliografía
- Índice

presentación audiovisual
haz click en el enlace

<https://youtu.be/RmiScJGvquU>

o puedes acceder vía QR



AGRADECIMIENTOS



A mis maestros: Laura Benítez y José Antonio Robles (†) quienes crearon un excepcional espacio de investigación, particularmente apto para el cultivo de la historia del pensamiento filosófico: el Seminario de Historia de la Filosofía (Universidad Nacional Autónoma de México-UNAM) que, desde 1985, ha venido formando a varias generaciones, sobre todo, en el estudio de la filosofía moderna. Esta investigación se realizó en dicho entorno privilegiado.

Asimismo, debo agradecer a las personas que me hicieron importantes sugerencias y a las que participan o han participado en el Seminario, ya que este libro se ha beneficiado del diálogo enriquecedor que allí se procura (se quedarán en el tintero, involuntariamente, algunos nombres, me excuso de antemano por ello): Zuraya Monroy, Leonel Toledo, Luis Ramos-Alarcón, Ricardo Salles, Carmen Silva, Teresa Rodríguez, Claudia Lorena García, Rogelio Laguna, Ernesto Priani, Leonardo Ruiz-Gómez, Mario Chávez, Javier Naranjo, Luis Antonio Velasco, Alonzo Loza, Óscar Santana, Diana Contreras, Raúl Jair García, Isabel Gutiérrez, Aarón Inván Jiménez, Myriam Rudoy, Valente Vázquez, José Armando Olvera, Claudio Díaz, Cristián Ramírez y los becarios del Proyecto IN401620, Adrián Sánchez y Sofía Cisneros. Expreso mi sentida gratitud a las personas de universidades extranjeras por sus colaboraciones en el Seminario, asesorías, así como por sus invitaciones a tomar parte en actividades académicas: Viridiana Platas, Alberto Luis, Daniel González-García, Margaret Wilson(†), Leiser Madanes, Hernán Miguel, Diana Cohen, Ariela Battán, Sandra Visokolvskis, Enrique Chávez Arvizo, Jean Paul Margot, Mauricio Zuluaga y Joan Lluís Llinás.



La Coordinación de Publicaciones de la Facultad de Filosofía y Letras (UNAM) reciba también mi gratitud, a través de Juan Carlos Cruz Elorza, por su atinado esfuerzo para el cuidado de sus ediciones y por incluir este libro en la colección de filosofía moderna. Esta obra se publica en el marco del proyecto UNAM-DGAPA-PAPIIT IN401620: “El papel de la hipótesis en el desarrollo del conocimiento y de la filosofía natural, ss. XVII y XVIII. Antecedentes y perspectiva”, que dirige Laura Benítez.

A Arturo Saucedo, entrañable compañero de vida.

PRÓLOGO



En esta ocasión presentamos el libro *La teoría espacial de Descartes. Método y geometría de coordenadas* que contiene un importante estudio al conjuntar la geometría con la filosofía natural de René Descartes. Ello significa que podemos visualizar el desarrollo de la ciencia astronómica en los inicios de la modernidad gracias a las propuestas cartesianas así de la óptica como de las matemáticas.

René Descartes es, sin duda, uno de los pensadores de la Modernidad que ha motivado una muy nutrida cantidad de estudios y análisis prolijos enfocados a los diversos temas que trata el pensador de la Turena: la metafísica, la epistemología, la filosofía natural, la fisiología, etc., a los que suelen remitirse los comentaristas desde la filosofía.

Por otra parte, la reconocida aportación cartesiana a la aritmética y a la geometría ha sido abordada, mayoritariamente, desde el campo de trabajo de los matemáticos: la geometría de coordenadas. La popularidad de la expresión “plano cartesiano” es resultado del afán pedagógico de la educación escolar básica que incluye el empleo del concepto de par ordenado, y sus aplicaciones en la geometría analítica. Así, las tradiciones de enseñanza han contribuido a separar los “temas filosóficos” de los “temas matemáticos” desarrollados por nuestro filósofo.

Esta investigación persigue articular ambos flancos cultivados por Descartes, quien tuvo importantes razones para el tratamiento estrechamente relacionado de dichos temas. En diversos pasajes afirma, sin empacho, que su filosofía ha de encontrar su culmen en la geometría. Entonces, podemos preguntarnos ¿por qué los estudiosos de Descartes suelen refrendar la separación de estos territorios? Así, los filósofos



se dedican a la parte que les concierne y los matemáticos hacen lo propio.

Aquí Alejandra Velázquez propone que el vínculo que une la matemática y la filosofía cartesianas ha de considerar, necesariamente, la renovadora concepción del espacio bajo la conformación del método cartesiano —en la dirección de la ciencia unitaria— y su consecuencia más abstracta: la geometría de coordenadas. Así, la condición metódica fundamental de todo conocimiento científico es la conformación de series (*Regulae ad directionem ingenii*), contra la postulación de entidades aisladas: innúmeros conceptos sustanciales, que no conducen al verdadero saber; para obtener este último, hemos de asumir los conceptos como funciones expresables a través de fórmulas matemáticas que recuperan todos los elementos contenidos en ellas de manera continua y rigurosa, representables como curvas en el plano. Por ello, la aritmética y la geometría se articulan en la geometría de coordenadas, en oposición a la irreductibilidad de los géneros defendida por Aristóteles.

De ahí el paso del *concepto ontológico de sustancia*, al *concepto matemático de función*; razón por la cual Einstein y Cassirer, entre otros, califican la teoría espacial cartesiana como un parteaguas histórico que marca el nacimiento de una nueva racionalidad para el conocimiento, que ancla su raíz en una también nueva concepción metódica.

Para plantear esta propuesta, se revisa la “geometrización del espacio”, en las aproximaciones de diversos especialistas entre quienes destacan Alexander Koyré y Edward Grant quienes, empero, extrañamente, no abordan el tema de la geometría de coordenadas; a diferencia del holandés Eduard Dijksterhuis quien aborda importantes elementos de este. El lector podrá adentrarse aquí en el tema del espacio geometrizado en el contexto de un apasionado debate entre los estudiosos del mismo.

La idea de que el espacio puede representarse mediante una red delimitada por un marco, en cuyo foco se encuentra el punto de fuga que aloja y ubica los diferentes objetos, es un redescubrimiento del renacentista Leone Battista Alber-

ti, que da lugar a la representación pictórica perspectivista remontando, de ese modo, el estilo medieval de representación no perspectivista, haciendo posible la aparición de una nueva época para la representación visual que, de acuerdo con esta investigación, tiene su equivalente en la innovadora geometría de coordenadas, que deja atrás la concepción aristotélica de la incomunicabilidad de los géneros (aritmética y geometría). Por ello, han de verse la representación perspectivista y la geometría de coordenadas como frutos de una misma revolución de la concepción espacial, hermanados por un mismo “estilo de pensamiento” que produce el ambiente conceptual para la representación sistemática en el plano.

En esta investigación Alejandra Velázquez recupera la concepción de *vía reflexiva* –que he planteado en distintos lugares–; especialmente, la *vía de reflexión epistemológica* como un “estilo del pensar” comprometido, entre otros aspectos, con el supuesto de la homogeneidad sustancial pero sobre todo, con la idea de un agente cognoscente independiente del mundo externo, capaz de representarlo desde perspectivas establecidas. El estudio muestra que “el estilo de pensamiento” abarca “modos de hacer” así como nuevas tecnologías, paralelas a correlatos teóricos y discursivos. Las ilustraciones que se incluyen revelan de manera patente, la aparición solidaria de la red en el terreno pictórico y en el ámbito metódico-matemático.

Es importante destacar que la autora concibe este trabajo como un producto realizado merced a la colaboración de un equipo dedicado a la Historia de la Filosofía que ha discutido, apoyado, matizado, corregido y, en suma, nutrido, durante varios años la investigación que aquí se ofrece. Por ello, podría asumirse que, si bien las afirmaciones de la autora son –naturalmente– de su responsabilidad, el tratamiento acucioso al que se aspira responde al esmero del grupo de investigación de Historia de la filosofía, en su labor académica constructiva y formativa de más de treinta y cinco años.

LAURA BENÍTEZ
Enero de 2022

INTRODUCCIÓN



En 1954, Einstein identificó a Descartes, a propósito de su teoría espacial, como el atrevido impulsor de una nueva época, inaugurada por la introducción del sistema de coordenadas. Años antes, en 1910, Cassirer encontró que dicho sistema trajo consigo una “verdadera revolución científica en el modo de pensar”.¹ La teoría espacial que dio lugar a una nueva época, adjunta a una revolución del pensamiento—fruto, afirmó entonces Einstein, de la conciliación renovadora de las tendencias históricas en el estudio del espacio— encontró su clave, como lo señalaron dicho científico excepcional y este acreditado filósofo, en la geometría de coordenadas, cúspide del método cartesiano.

El párrafo anterior ubica la temática de esta obra, cuyos propósitos generales son: 1. exponer el significado filosófico de la geometría de coordenadas, recorriendo el vínculo que hay entre ésta y el método cartesiano presentado en las *Reglas* y 2. explicitar—lo cual no hizo Einstein en el escrito referido— por qué podemos, en efecto, considerar que esta teoría del espacio recogió el legado de una tradición de estudios, renovándola.

En lo que concierne al primer aspecto, es conveniente destacar que *La géométrie* (1636),² aunque es célebre por su presentación de la geometría de coordenadas, se ha leído como una obra de interés puramente técnico y, en consecuencia, se le ha aislado del resto del pensamiento cartesia-

¹ Ernst Cassirer, *Substance et fonction. Éléments pour une théorie du concept*, p. 91. Todas las traducciones son responsabilidad de la autora, salvo que se indique la fuente empleada.

² *La géométrie, La dioptrique y Les météores* son los ensayos de filosofía natural precedidos por el *Discours de la méthode*.



no, soslayando la pretensión explícita de Descartes de producir un cuadro unificado del saber. Mi aportación en este trabajo radica en la incorporación de este ámbito temático al método cartesiano, mostrando el significado filosófico de la geometría de coordenadas el cual desemboca, directamente, en mi lectura de la concepción cartesiana del espacio como un *espacio sistemático*.³

En este asunto, mi propuesta, desarrollada en el capítulo 3. El espacio cartesiano: método y geometría de coordenadas, sostiene que la estrategia fundamental del método (*mathesis universalis*) encuentra su expresión más acabada en la concepción del espacio que subyace a la geometría de coordenadas. Para referirnos en forma muy escueta a la articulación método-geometría-espacio que propongo, habría que señalar que ésta se aloja, como lo he mencionado, en el contexto de la concepción metódica expuesta en las *Reglas*, según la cual todo conocimiento racional articula sus componentes serialmente, lo cual supone un ámbito estructurado, pues “en lugar de habérselas con objetos apprehendidos uno a uno, por la reflexión, [propone] un procedimiento en función del cual la totalidad de los objetos se puede construir y engendrar”.⁴ Como lo veremos, la culminación de este ideal metódico, desembocó en la geometría de coordenadas que significó el tránsito de la “geometría de la medida” a la “geometría de la posición”, cuya innovación fundamental consistió en que el objeto de investigación viene a ser “el haz de relaciones sobre las cuales se funda el sistema [que aloja] cada figura singular y da, verdaderamente, acceso al objeto geométrico”,⁵ mediante la determinación de coordenadas que permiten el tránsito del número

³ Es indispensable advertir al lector que este estudio se ubica en el marco de la historia de las ideas filosóficas. No es su propósito ofrecer un estudio técnico de la geometría de coordenadas, tampoco aspira a abordar la problemática metafísica y epistemológica del pensamiento cartesiano. Estos campos de investigación han sido prolijamente investigados; su tratamiento aquí rebasa con mucho, desde luego, el objetivo propuesto. De dichos terrenos, se tratan ciertos aspectos que conciernen a la temática tratada y para el lector interesado, se remite a algunos estudios especializados.

⁴ E. Cassirer, *ibid.*, p. 90.

⁵ *Ibid.*, p. 101.

a la forma geométrica y a la inversa. El nuevo objeto de la geometría viene a ser el haz, o retícula ordenadora que regula todo proceso de transformación geométrica. Este *espacio sistemático* es la clave del ideal metódico que, en palabras de Descartes, quedó demostrado en su *Geometría*, y que en su *Dióptrica* mostró su superioridad.⁶

Vale la pena mencionar que esta presentación viene a llenar un hueco en la literatura reciente de los estudios cartesianos pues, como lo he mencionado, son muy escasos los que se abocan a la exploración de esta temática⁷ y menos aun los que examinan la relación método-geometría-espacio, pues en esto no conté con antecedentes que apoyaran mi investigación. En cambio, entre los estudios clásicos de la interpretación cartesiana debo subrayar que el antecedente de mayor importancia en este terreno —y del que me he servido como una fuente básica— es, sin duda, el de Ernst Cassirer quien en *Sustancia y función* (1910) llevó a cabo el examen de la geometría cartesiana poniendo de relieve su sentido filosófico y su nexos con el tema del espacio; sin embargo, esta obra ha sido muy poco difundida⁸ y, por ende, poco aprovechada. Esperaría que uno de los efectos de este trabajo sea el de fomentar su estudio y difusión.

En lo que corresponde al segundo propósito debo señalar que, merced a los resultados obtenidos en el primer aspecto, el carácter de recuperación histórica renovada, que Einstein le adscribe a la teoría espacial de Descartes —sin explicitar, empero, en qué consiste— ha encontrado aquí una propuesta histórica muy interesante.

En efecto, a fin de encontrar el significado y ubicación histórica del *espacio sistemático* había que acudir a la búsqueda de sus antecedentes. Esto me condujo a la historia de la representación terrestre en la cartografía y en la pintura, descubriendo que la red —o retícula del espacio sistemático—

⁶ Cf. AT I, 478. Carta a Mersenne del fin de diciembre de 1637.

⁷ Entre ellos, se encuentra el excelente trabajo de Giorgio Israel “Des Regulæ a la Géométrie”, en *Revue d'histoire des sciences*, pp. 183-236, que ha sido una de mis principales fuentes al respecto.

⁸ De ella, no existe traducción al castellano. En inglés fue publicada hasta 1923, teniendo una segunda impresión en 1953.

fue parte medular de la teoría inherente a la representación renacentista de los espacios cartográfico y pictórico. De este modo, detrás de la red –haz o retícula– había una historia aún no escrita que aguardaba ser descubierta para revelarnos la interesante articulación entre la historia de la representación en el arte y la de los constructos cartesianos derivados del método y concretados en la geometría. Podría decirse, tal vez, que la expresión teórica de dicho implemento, llamado por Alberti “aparato” o “velo”, (“la retícula del pintor”, que daría lugar a la *perspectiva artificialis*; para nosotros, lineal) heredero de la “red” de los mapas de Ptolomeo, encontró su expresión teórica precisa en el ideal metódico cartesiano. Pareciera, por ello, que las concepciones de los teóricos de la representación terrestre y la concepción filosófica del espacio en Descartes convergen en sus supuestos básicos, lo cual nos lleva al asunto metodológico de esta investigación, mismo que trataremos más adelante.

Por ahora, es oportuno señalar que la historia de la “red” no sólo concierne a *La Géométrie*, se prolonga de un modo muy importante en *La Dioptrique* (1637). En efecto, en ella hallamos un interesante giro en los estudios ópticos (denominados también *perspectiva naturalis*) pues, además de abordar los temas habituales de los tratados de este género, Descartes trata de manera articulada los temas de la representación en la pintura y en el conocimiento. Así, los problemas derivados de la representación, a los que la *perspectiva artificialis* dio apertura, pasan a ser objeto de la reflexión filosófica a través del problema de la representación, mediante el cual Descartes examina y ataca la teoría de los simulacros. En *La Dioptrique* se integran pues, la *perspectiva artificialis* y la *naturalis* como parte de un mismo proyecto de filosofía natural que, a fin de dirigir su ataque a las teorías de la tradición, recoge los logros de la óptica-geométrica de su tiempo transformándolos, de acuerdo con los postulados metódicos, en una propuesta innovadora. De este modo, si bien se ha reconocido la importancia de *La Dioptrique* por su exposición afinada de la ley de la refracción de la luz, su aportación a la historia de la óptica, como se verá,

no se limita a esto, debiéndosele reconocer el mérito de recoger y transformar los logros de la tradición científica en una presentación filosófica renovada.

Debo mencionar que la ruta de investigación que me llevó a vincular el tema de la perspectiva al de la filosofía natural cartesiana, me fue sugerida por la propuesta metodológica para el estudio de la historia de la filosofía que desarrolla Laura Benítez, el cual es uno de los aspectos que motivaron esta investigación, por lo que me referiré enseguida a ellos.

La motivación inicial que me condujo a profundizar en el estudio del espacio en René Descartes, según el enfoque aquí propuesto, surgió a raíz de la investigación que dio lugar al artículo “Espacio pictórico y geometría natural en René Descartes”⁹ donde expuse una serie de paralelismos conceptuales entre dos descubrimientos, calificados como instauradores de la modernidad en sus respectivos campos: el de Filippo Brunelleschi, quien aplicó la perspectiva lineal en la representación plástica y el de Descartes, quien integró una explicación psico-fisiológica al análisis de la percepción sensible, en una teoría completa, acorde con la ontología y epistemología mecanicistas de la ciencia nueva. En efecto, gracias a las innovaciones de estos personajes —que no se agotan, desde luego, en las antes señaladas— se les confiere la “paternidad” ya de la pintura moderna, ya de la modernidad filosófica. Ahí señalé que la fuente de las convergencias teóricas de estos autores había de ubicarse en la noción de espacio —denominado ahí “unitario”, siguiendo a Panofsky— que subyace a sus propuestas, las cuales comparten supuestos conceptuales que pueden rastrearse en el giro que tomó el pensamiento moderno, respecto de la tradición clásica y medieval, descrito por la *Vía de reflexión epistemológica*, de acuerdo con la propuesta de *Vías reflexivas* de Laura Benítez. Alentó esta idea inicial la tesis doctoral de Abel Franco —defendida en la Universidad de Nueva York— quien

⁹ S. Alejandra Velázquez Z., “Espacio pictórico y geometría natural en René Descartes”, en *Revista de Filosofía*, No. 37.

sustentaba un proyecto parecido, enfocado a la noción de “racionalización del espacio”, desarrollada por Koyré, que Franco empleó para articular el redescubrimiento de la perspectiva en el Renacimiento y la ciencia nueva de Galileo. Este trabajo me puso en contacto con autores como Martin Kemp, David Lindberg y Giorgio de Santillana, quienes, junto con Samuel Edgerton y Thomas Da Costa, entre otros, han publicado en las últimas décadas, en forma muy intensa, estudios enfocados a la relación entre la ciencia y el arte en el periodo en el que tuvo sus orígenes la ciencia nueva, abriendo una estimulante y fructífera senda de investigación.

Partiendo de este contexto temático, busqué anclar mi investigación en el conocimiento preciso del debate filosófico del período, abordado desde el ángulo que me permitiera indagar los paralelismos que suponía, ligaban los rasgos sobresalientes de la filosofía moderna –en lo que concierne al conocimiento métrico del mundo natural– con la teoría de los artistas que re-descubrieron la perspectiva. En la discusión que generó el resurgimiento del escepticismo moderno encontré el sitio adecuado para poner de relieve, en torno al cambio del significado del criterio o canon, los aspectos en paralelo que, desde una perspectiva panorámica, aparecen en los campos que me interesaba poner en relación. Para hacer factible esta última, recurrí al apoyo metodológico que me brindó la noción de *Vía reflexiva* –y su concepto de “estilo del pensar”– misma que me permitió ubicar con claridad los supuestos teóricos que conforman el estilo del pensamiento de la modernidad, en el cual podían quedar recogidos mis campos en paralelo, articulados en la noción de “espacio unitario”, expresión, como se ha mencionado, acuñada por Panofsky. De este modo, el primer capítulo de este trabajo “El criterio o canon en el conocimiento y en la representación pictórica” atiende un doble propósito: ofrecer una introducción histórica y una base metodológica que sustenta la propuesta general de la investigación. Mi expectativa aquí ha consistido en mostrar al lector la importancia que reviste proveer todo estudio histórico del pensamiento filosófico, de una base metodológica que permita

articular de manera coherente y propositiva sus contenidos. En este caso, he pretendido proceder de acuerdo con Cassirer, para quien la historia de la filosofía debe ser capaz de albergar amplios panoramas sin abandonar el afán de penetración en los detalles; aún más, alcanzar lo uno es la auténtica condición para obtener lo otro.¹⁰

El estudio panorámico cede el paso al examen del caso cartesiano, en el capítulo 2, “El espacio físico en Descartes. De la estrategia reductiva a la geometrización”, el tema del debate filosófico del período, planteado en sus líneas generales en el capítulo anterior, se retoma para analizar la respuesta de Descartes al escepticismo de su tiempo. Esto me permitió plantear la estrategia anti-escéptica cartesiana como un proyecto reductivo —en lo que concierne a los aspectos de carácter epistemológico— en continuidad con el estilo del pensamiento propio de la *Via de reflexión epistemológica*. El sentido reductivo de la filosofía natural cartesiana lleva a algunos analistas a interpretar el espacio de Descartes como un *espacio geometrizado*. Sin embargo, en torno a qué entender por *geometrización* del espacio o incluso si la hay o no, se da una intensa e interesante discusión. Los argumentos de Koyré, Dijksterhuis y Grant dan el marco para presentar mi propuesta del espacio sistemático expuesto en el tercer capítulo, al que nos referimos en el inicio de esta introducción.

En la conclusión intento mostrar el vínculo que enlaza la propuesta cartesiana del espacio sistemático, con la estrategia filosófica general que, en mi opinión, orienta, de manera predominante, algunas de las tesis filosóficas más importantes de este autor. Esta estrategia se expone, de manera muy reveladora, en la discusión que sostienen Descartes y Gassendi. Como lo veremos, este intenso debate se desarrolla en el contexto del tema que en el primer capítulo

¹⁰ En efecto, de acuerdo con E. Cassirer “la historia de la filosofía [...] así como nunca podrá renunciar a su aspiración de lo general, y de lo más general, por otra parte debe penetrar con el pensamiento en los casos particulares y concretos, en la última minucia de los detalles históricos, de tal modo que el ahondamiento en ellos sea capaz de brindar y garantizar la auténtica generalidad”. Cf. *Individuo y cosmos en la filosofía del Renacimiento*, p. 18.

expusimos como una de las claves de la modernidad: la búsqueda del criterio de verdad. La solución cartesiana al respecto nos envía directamente a su idea del conocimiento como percepción clara y distinta. La regla o criterio de verdad, tal como Descartes la enuncia para defender su filosofía de los mal entendidos de Gassendi, descansa en una peculiar comprensión de las entidades del pensar, muy diferente de la mantenida por este último. Veremos que en el núcleo de dicha comprensión encontramos la noción que ahí denominamos espacio perceptual, como una manera de denominar la estrategia cartesiana.

EL CRITERIO O CANON EN EL CONOCIMIENTO
 Y EN LA REPRESENTACIÓN PICTÓRICA.
 EL ESPACIO UNITARIO EN LA
 VÍA DE REFLEXIÓN EPISTEMOLÓGICA

@

Introducción

El estudio del espacio cartesiano desde una perspectiva contextualizada tanto en los problemas filosóficos y culturales de su tiempo, como sustentada en los planteamientos específicos del autor exige acudir a un instrumento metodológico que haga factible tal empresa. El modelo exegético denominado *Vías reflexivas* presta aquí ese servicio. Por ello, el objetivo de este capítulo es presentar dicho instrumento teórico en sus rasgos atinentes a los fines de esta investigación. Esto me permitirá vincular la discusión filosófica de la Modernidad temprana considerando los problemas que trajo consigo el resurgimiento del escepticismo –y una de sus consecuencias principales, la resignificación del problema del criterio o canon de verdad– con el tema de la representación pictórica renacentista, que tuvo una consecuencia paralela. Veremos que, en ambos terrenos, el rumbo marcadamente epistemológico que toma la filosofía natural en este período –que resalta en la problemática de la sensopercepción–, desemboca en la concepción del “espacio unitario”.

Los diferentes temas que aquí tocamos poniendo de relieve su interconexión teórica en el panorama general de la época, se abordarán en los capítulos siguientes, orientados al análisis específico de los planteamientos cartesianos.

Del criterio “natural” a su condición de “artificio”. Aspectos del problema de la sensopercepción en el resurgimiento del escepticismo en el siglo xvii

El interés filosófico en el tema de la sensopercepción se acentúa a partir del siglo xvii. Es sabido que durante este periodo se generaron las propuestas de las que habrían de surgir las aportaciones más influyentes para la problemática que abordamos. En tal dirección, Cassirer ha afirmado que aun la aparente dispersión temática de la filosofía del siglo xviii halló su convergencia en torno a los problemas de la sensopercepción y su papel en la constitución de nuestra conciencia del mundo natural.¹ Por ello, la reflexión epistemológica de la modernidad vuelve una y otra vez al tema de la percepción sensible y los principales planteamientos desarrollados al respecto —el de Descartes y el de Berkeley— tuvieron tal impacto que habrían de constituir el punto de arranque de la diversidad de teorías epistemológicas del siglo xix.² Para entender cómo el tema de la sensopercepción se fue perfilando hasta alcanzar este destacado lugar, es conveniente revisar, escuetamente, la forma en que aparece en la escena de la discusión entre los siglos xvi y xvii.

Como es sabido, el resurgimiento del escepticismo griego ejerció una notable influencia en las controversias filosóficas que van del Renacimiento a la Ilustración.³ Mediante

¹ En *Filosofía de la Ilustración*, Ernst Cassirer afirma: “La investigación [...] en la teoría del conocimiento y la psicología del siglo xviii en su aparente dispersión se ve constantemente conducida a un problema teórico fundamental y general [...] se trata de la cuestión expuesta por primera vez en la *Óptica* de Molyneux y que despertó enseguida el más fuerte interés filosófico. ¿Nos valen las experiencias hechas en un campo de las sensaciones para construir otro de contenido y de estructura específicamente diversos? (*Ibid.*, p. 129) [...] nos damos cuenta de cuál era la circunstancia de que la reflexión filosófica y gnoseológica del siglo xviii volviera siempre a este problema, porque parecía que en él habría de decidirse el destino del *concepto de verdad en general*” (*ibid.*, p. 134).

² Cf. E. Cassirer, *La filosofía de las formas simbólicas*, volumen III, pp. 177 y ss.

³ Acentuando esta idea, Ezequiel de Olaso considera que “Una de las preocupaciones dominantes de los filósofos desde la antigüedad hasta nuestros días es la actitud que deben adoptar ante el escepticismo. Esto es singularmente aplicable al período que va del Renacimiento a la Ilustración”. “El escepticismo antiguo en la génesis y desarrollo de la filosofía moderna”, en *Dictionary of Scientific Biography*,

las traducciones de los humanistas, el escepticismo tanto pirrónico como académico,⁴ hace su entrada en el Renacimiento. La polémica en torno a la búsqueda de un criterio, norma o regla para determinar la recta lectura de las Sagradas Escrituras, pronto se extendió hacia los problemas propios de la filosofía natural y, especialmente, al del carácter epistémico que habría de otorgárseles a los datos sensoriales. En este cuadro debe también incluirse, en lo que concierne a la visión, el desarrollo de la óptica o *perspectiva naturalis*, el cual, con Kepler, había conquistado altas metas y sus resultados aportaban el fondo científico para explicar las desviaciones o ilusiones visuales a causa de la refracción de la luz. En efecto, si se desea esbozar el cuadro en el que va cobrando creciente importancia la problemática de la sensorpercepción, deben considerarse, al menos, los aspectos antes mencionados. Aproximémonos a ellos.

De acuerdo con Popkin, no se exagera al decir que “El *nouveau Pyrrhonisme* llegaría a envolver todas las ciencias humanas y la filosofía en una completa crisis escéptica, de la cual surgiría a la postre la filosofía moderna, así como la visión científica de hoy”.⁵ Si las cuestiones propuestas

p. 133. Por su parte, Popkin señala que sólo a través del escepticismo la teoría del conocimiento vino a ser el foco central del pensamiento moderno, pues aunque el aristotelismo pervivió, durante el siglo XVII, a través de la enseñanza escolar, los filósofos echaron mano de argumentos epistémicos originados de diversas fuentes, para enfrentarse al desafío escéptico. Cf. “Theories of knowledge”, en *The Cambridge History of Philosophy, Renaissance Philosophy*, p. 684.

⁴ De acuerdo con Popkin, en el escepticismo griego, helenístico, se desarrollaron argumentos para establecer “si 1. No era posible ningún conocimiento. 2. Si la evidencia era insuficiente e inadecuada para determinar si era posible algún conocimiento y, por tanto, que había que suspender el juicio sobre todas las cuestiones relativas al conocimiento”. *La historia del escepticismo desde Erasmo hasta Spinoza*, p. 11. Al primero de ellos se le conoció como escepticismo académico, al segundo, escepticismo pirrónico, llamado así porque sus inicios se atribuyen a Pirrón de Elis (360-275 a.C.) y a su discípulo Timón (c. 315-225 a.C.). El escepticismo académico se denomina de este modo porque vio sus inicios en la Academia platónica, en el siglo III a.C. Su formulación filosófica se le atribuye a Arcesilao (c. 315-241 a.C.) y a Carnéades (c. 213-129 a.C.). E. de Olaso nos informa que el escepticismo pirrónico fue transmitido por Sexto Empírico, así como por Diógenes Laercio cuya obra, que contiene la vida de Pirrón, se tradujo al latín hacia 1430. El escepticismo académico se transmitió, principalmente, por Cicerón. Cf. R. Popkin, *La historia del escepticismo desde Erasmo hasta Spinoza*, p. 134.

⁵ *Ibid.*, p. 143.

por el escepticismo⁶ llegaron a ser las “fuerzas decisivas en la formación del pensamiento de la modernidad”,⁷ se debe, en buena parte, al papel que desempeñó el problema del criterio.⁸

Planteada por la Reforma, la búsqueda de una norma para distinguir la verdadera de la falsa fe se deriva del desafío lanzado por Lutero (1483-1546) y Calvino (1509-1564) al criterio establecido por la Iglesia Católica. Sin embargo, si tanto la tradición apostólica como los escritos de los Padres de la Iglesia pueden cuestionarse, ¿cómo saber que Lutero y Calvino están en lo cierto? Dado que la Iglesia puede errar, la regla de fe católica es incierta e indigna de confianza. Pero, entonces, ¿a qué debería apelarse para dirimir el conflicto?⁹ En general, la regla de verdad de los reformadores fue la certeza subjetiva. Para Calvino, la úni-

⁶ Cabe aclarar que, en este contexto, se habla del escepticismo moderno distinguiéndolo del antiguo por cuanto éste suele asociarse más fuertemente con el pirronismo, es decir, con la suspensión del juicio que abarca las decisiones y acciones en todos los campos, incluido el moral. El escepticismo moderno se asocia con el académico, pues se trata de un escepticismo que mantiene las creencias intactas y sólo considera la duda en el conocimiento; por ello el escepticismo pirrónico es radical, en tanto que el académico es moderado. Cf., *ibid.*, p. 134. “Si la tradición pirrónica propone la suspensión del juicio como respuesta a la irresolubilidad entre hipótesis, las propuestas del escepticismo moderado o escepticismo académico plantean una posibilidad distinta, a saber, cierto tipo de probabilismo”. Leonel Toledo, “Escepticismo académico y epicureísmo en la filosofía natural de Pierre Gassendi”, p. 19.

⁷ R. Popkin, *La historia del escepticismo desde Erasmo hasta Spinoza*, p. 98.

⁸ El problema del criterio de verdad, en su sentido literal, es decir, como instrumento o medida para juzgar, fue la pieza central de las teorías helenísticas tardías. Consiste en el problema de cómo descubrir la verdad que se requiere para alcanzar el conocimiento. La palabra *criterion* (κριτηριον) parece haber sido relativamente nueva para el lenguaje filosófico del 300 después de Cristo. Probablemente fue Epicuro (ca. 341-270 a.C.) quien lo introdujo como término técnico en su *Acerca del Criterio o Canon* (DL X 27), obra muy conocida en su tiempo. Cf. Gisela Striker, *Essays on Hellenistic Epistemology and Ethics*, especialmente, el capítulo 7, “The problem of the criterion”, pp. 150-165.

⁹ San Francisco de Sales (1567-1622), en sus *Controverses*, se pregunta: “Si la Iglesia puede errar, ¡oh Calvino, oh Lutero! ¿a quién recurriré en mis dificultades? A la Escritura, me dicen; pero ¿qué haré, pobre de mí? Pues con respecto a la Escritura misma tengo dificultades. No dudo de que deba yo adoptar la fe a las Escrituras, pues, ¿quién no sabe qué es la palabra de verdad? Lo que me preocupa es el entendimiento de esta Escritura. [...] demando saber cuál de todos sus sentidos es el verdadero y saludable. ¡Dios mío! ¿Quién me hará conocer la buena exposición de entre tantas fallidas?”. *Œuvres Complètes. Controverses. Traité de l'amour de Dieu*, p. 57.

ca fuente de verdad religiosa ha de encontrarse en la lectura desprejuiciada de las Escrituras. Sin embargo, las controversias entre católicos y protestantes, y entre los mismos protestantes, muestran que no es factible realizar una lectura tal. Para aclarar el significado de las complejas aserciones bíblicas, se requiere de un juez que proponga una pauta de interpretación. Para los protestantes dicho juez es la conciencia, para los católicos, es la tradición de los Santos Padres y la autoridad papal.¹⁰ En la perspectiva del reformador, el católico sucumbe al escepticismo porque al recurrir a la autoridad o a la tradición, se requiere probar que ésta es el legítimo juez, cosa que no puede probar la Iglesia. En contraparte, la Iglesia acusa a los reformadores de ser escépticos, dado que la convicción subjetiva no puede ser el auténtico juez que se busca.¹¹

Así, el mutuo reproche de escepticismo creó, realmente, las condiciones para su triunfo.¹² La pretensión de encontrar el juez idóneo, señalaría la ruta de la expansión del escepticismo, más allá de los confines teológicos, hacia las facultades cognitivas: el razonamiento y los sentidos. De acuerdo con dicha ruta, tal como acontece con los postulados de la tradición eclesial, nuestros principios racionales tampoco

¹⁰ De manera más precisa, según lo expone Francisco de Sales (1567-1622), las reglas a las que se atiene la fe católica son ocho y poseen diversas categorías: "La Escritura, la tradición, la Iglesia, el concilio, los Santos Padres, el Papa, los milagros y la razón natural. Las dos primeras constituyen la regla formal, las cuatro siguientes son sólo reglas de aplicación, la séptima corresponde a una potencia extraordinaria y la octava es negativa", *Œuvres Complètes. Controverses. Traité de l'amour de Dieu*, p. 44.

¹¹ Para aceptar el argumento de Calvino se requiere: 1. Preguntarnos si la Escritura es la palabra de Dios, 2. Si la respuesta es afirmativa, necesitamos de un criterio que nos lo permita saber, al tratar de justificar la veracidad del criterio, por medios racionales, nos perdemos, según el mismo Calvino lo reconoce, en argumentos circulares o retóricos. 3. Para evitar esa indeseable consecuencia, necesitamos alcanzar un punto en el cual detenernos, lo cual se logra alcanzando una verdad legítima, que excluya toda posibilidad de duda. Tal iluminación es la del Espíritu Santo, única garantía de persuasión total. Empero —señala Olaso— el círculo argumental es evidente, el criterio del conocimiento religioso es la persuasión íntima, la garantía de su autenticidad es causada por Dios, y esto está asegurado por la persuasión íntima. Cf. E. de Olaso, "El escepticismo antiguo en la génesis y desarrollo de la filosofía moderna", en *Dictionary of Scientific Biography*, p. 139.

¹² *Ibid.*, pp. 139 y ss.

son fidedignos. Para tener una ciencia auténtica se requieren principios seguros, empero, los principios que han aportado los filósofos —entre los cuales los matemáticos se consideran más seguros— sólo son “presuposiciones falsas”, ideas inmateliales por las que desean medir las cosas materiales. Quienes están dispuestos a emplear principios y conceptos matemáticos para llegar al conocimiento sólo están haciendo más dudosos sus resultados. Las matemáticas son acerca de objetos imaginarios; por tanto, ¿cómo se les puede aplicar a las cosas físicas que no tienen las mismas propiedades?”¹³

Nuestros sentidos, por su parte, nos proporcionan información ilusoria o distorsionada. Las ilusiones ópticas nos permiten constatarlo. Por ejemplo, si presionamos el globo ocular veremos chispas y colores que nos muestran la debilidad de nuestros sentidos para distinguir lo verdadero de lo falso.¹⁴ Ante tal panorama: desconfianza de la tradición, de los datos sensoriales y de la rectitud de nuestros principios racionales; la Iglesia Católica recurrió al fideísmo, es decir, al rechazo de la razón como medio para establecer la verdad religiosa, encontrando que el único camino legítimo habría de ser el de la fe.¹⁵ San Francisco de Sales (1567-1622), en su *Tratado del amor de Dios* (1614), expresa esta posición del catolicismo.¹⁶ Al articular la fe y el amor a Dios

¹³ Abate Léonard de Marandé, *Jugement des actions humaines*, París, 1624, cit. en R. Popkin, *La historia del escepticismo desde Erasmo hasta Spinoza*, pp. 159-60. Popkin nos informa que Marandé, uno de los secretarios del Cardenal Richelieu, desarrolló en esta obra una buena parte de los argumentos escépticos, al parecer, tomados de Sexto Empírico.

¹⁴ L. de Marandé, *ibid.*, pp. 39 y 52-53, cit. en R. Popkin, *ibid.*, p. 159.

¹⁵ El notable antecedente renacentista de esta actitud es el formulado por Michel de Montaigne: “Sólo la fe abarca vivamente de un modo verdadero y seguro los elevados misterios de nuestra religión, lo cual no significa que deje de ser una empresa hermosa y laudable la idea de acomodar al servicio de aquélla los instrumentos naturales y humanos con que Dios nos ha dotado”, *Ensayos*, p. 377.

¹⁶ Aunque Popkin en su *Historia del escepticismo...*, destaca los pasajes de esta obra de Sales que avalan su fideísmo, en su *Controverses* (*op. cit.*, p. 44), Sales se muestra más explícito al respecto. Ahí aclara que, si bien siempre la razón natural resulta inferior a la fe, ésta “no desdeña el apoyo de nuestra razón natural [...]. La razón natural y la fe siendo emanadas por una misma fuerza y originadas por un mismo autor, en diversos órdenes, no pueden ser contrarias la una a la otra”. De tal modo que si el fideísmo excluye de las verdades de la fe todo carácter racional, no es ésta la regla de fe que Sales asume. He desarrollado esta propuesta, en la que difiere de la ubicación que expone Popkin acerca de Sales. *Cf.*, S.

con la verdad revelada, Sales muestra la superioridad de esta última con respecto a cualquier verdad extraída por medios argumentales:

en los Concilios generales se celebran grandes disputas y se hacen indagaciones sobre la verdad, por medio de discursos, razones y argumentos sacados de la Teología; más una vez discutida la cosa, los Padres, esto es, los Obispos, y especialmente el Papa, que es la cabeza de los Obispos, concluyen, resuelven y determinan, y una vez pronunciada esa determinación, todos se detienen allí, conformándose a ella plenamente, *no en consideración a las razones alegadas en la disputa e investigación precedente, sino en virtud de la autoridad del Espíritu Santo que, presidiendo invisiblemente los Concilios, juzga, concluye y define por boca de sus siervos, que Él ha establecido como Pastores de sus Iglesia [...] En fin [...] esta seguridad que el espíritu humano recibe en las cosas reveladas y los misterios de la fe, comienza por un sentimiento amoroso de complacencia [...] de modo que la fe comprende un comienzo de amor, que nuestro corazón experimenta en las cosas divinas.*¹⁷

De este modo, al tomar argumentos de los *nouveau Pyrrhoniens* el catolicismo se enfrentó a la Reforma postulando una “justificación” fideísta para su propia causa. Aunque la alianza del catolicismo y el *nouveau Pyrrhonisme* no fue duradera, éste sembró la simiente de la duda que, una vez plantada, fue imposible erradicar, tanto del campo teológico, en el cual surgió, como en el del conocimiento de la naturaleza. Pero ¿cómo tuvo lugar el desplazamiento de uno a otro campo y cuáles fueron sus efectos inmediatos?

El resurgimiento del problema del criterio, originado –como se ha mencionado– en la teología, conducía al abandono de la búsqueda de certidumbre en una época singularmente caracterizada por el avance en el conocimiento.¹⁸ Así,

Alejandra Velázquez Z., “Conocimiento y creencia. ¿Fideísmo en San Francisco de Sales?”, pp. 11-25.

¹⁷ Libro II, Cap. XIV “Del sentimiento de amor divino que se recibe por la fe”, F. de Sales, *Tratado del Amor de Dios*, pp. 157-158, (subrayado mío).

¹⁸ El pirronismo era considerado particularmente pernicioso en los temas teológicos, sin embargo, muchos pensaron que sus efectos no eran negativos en otras materias. Éste es el caso de Pierre Bayle, quien justifica que, en materia teológica

aunque la nueva ciencia y el descubrimiento del Nuevo Mundo podían dar bases al escepticismo, por cuanto socavaban el reinado del saber tradicional, también avalaban, en sentido inverso, la posibilidad de alcanzar “algún tipo” de saber. Por ello, el abandono de cualquier pretensión de alcanzar el conocimiento parecía contravenir los signos fehacientes que la rápida expansión del conocimiento experimentaba.¹⁹ De este modo, señala Popkin, “La *crise pyrrhonienne* había abrumado la búsqueda humana de la certeza, tanto en el conocimiento religioso como en el científico”.²⁰ En efecto, a pesar de las críticas provenientes del escepticismo, las ciencias antiguas o nuevas suponen la posesión de algún tipo de conocimiento del mundo. La disputa filosófica contra los escépticos durante la modernidad se ha interpretado, pues, como un intento de abatir la fuerza de las dudas del pirronismo con base en la evidencia del desarrollo creciente del conocimiento.²¹ Para otros, tal enfrentamiento revela, más que la búsqueda de la certidumbre, la construcción de una estabilidad intelectual que pudiera conciliar la duda con el conocimiento, tanto en la esfera científica como en la religiosa. Pero, en cualquier caso, la lucha contra el escepticismo contribuyó significativamente a determinar posiciones ante el

se deteste al pirronismo, no así en otros campos. La posición de Bayle puede asociarse con la refutación moderada al escepticismo, que expondremos más adelante: “Es con razón que se detesta el pirronismo en las Escuelas de Teología. Es con relación a esta divina ciencia que el pirronismo es peligroso, pero no se ve que lo sea así, ni en relación con la física, ni en relación al Estado”. *Dictionnaire Historique et Critique*, vol. III, p. 732, n. B.

¹⁹ L. Benítez y J. A. Robles reparan en esta situación: “En los siglos XVII y XVIII, los filósofos, a partir de Descartes, tratan desesperadamente de superar los problemas que plantean las posiciones escépticas de la época con respecto a nuestras posibilidades de conocer el mundo que nos rodea. Que esto sea así parece muy paradójico en una época en la que se dan los mayores y más importantes avances científicos con respecto a ese mismo mundo exterior”. Cf. “El camino de las ideas”, en *Enciclopedia Iberoamericana de Filosofía. Del Renacimiento a la Ilustración 1*, tomo 6, p. 111. La paradoja se diluye si consideramos que, mientras se incrementa el saber de un mundo en transformación y expansión intelectual, más urgente se estima la necesidad de acotar y ubicar esa sobreabundancia. De ahí que, como lo expondremos más adelante, el problema de la búsqueda del criterio de verdad fuera medular, durante la modernidad, para la filosofía en su conjunto.

²⁰ R. Popkin, *La historia del escepticismo desde Erasmo hasta Spinoza*, p. 175.

²¹ Esta fue, medularmente, la posición del escepticismo moderado entre quienes se encuentran Pierre Gassendi y Marin Mersenne. Volveremos a esto más adelante.

problema que, una vez postulado, sería imposible remontar: el de la determinación del criterio de verdad, el de la búsqueda del juez idóneo. Este problema había sido apuntado, desde el siglo XVI, por Montaigne (1533-1592):

al controvertir [...] hemos menester de un hombre que no esté ligado al uno ni al otro bando, que esté libre de toda afección e inclinación, [...] si el juez es viejo, no puede hacerse cargo de la vejez, siendo él mismo parte interesada en el debate; si es joven, acontece de igual modo; y lo mismo si es sano o enfermo, si duerme o vela. Precisaríamos uno exento de todas esas condiciones, a fin de que, libre de prejuicios, juzgara las cosas como siéndole indiferentes. Un juez cuya existencia es imposible.²²

El debate en torno a la existencia de este juez, absolutamente imparcial, dio inicio al fiero ataque escéptico que azotó a la Modernidad, ante el cual surgieron diversas respuestas. De acuerdo con Popkin, es posible distinguir tres clases de refutación al pirronismo —algunas de las cuales, como lo veremos, sólo alcanzaron a ser intentos de ello—, dependiendo de la posición asumida en torno al problema de la búsqueda de un criterio o norma para el establecimiento de la verdad: 1. las refutaciones basadas en principios de la filosofía aristotélica, 2. las refutaciones que, puesto que reconocen toda la fuerza y la validez de los argumentos pirrónicos, tratan de mitigarla, evitando las consecuencias de un escepticismo total y 3. las refutaciones que, ante el desafío escéptico, pretenden remontarlo mediante la erección de nuevos sistemas de filosofía.²³ En cada uno de los casos anteriores, la sensopercepción desempeña un papel diferente, estrechamente relacionado con la solución peculiar que se otorga al problema del criterio. El tema de la sensopercepción, como se verá a continuación —dado el propósito de este apartado— aparece como eje del siguiente desarrollo.

²² M. Montaigne, *Ensayos*, Vol. 1, p. 536.

²³ He tomado esta clasificación tripartita de R. Popkin, en *La historia del escepticismo*, *op., cit.*, p. 187. Sin embargo, algunos aspectos de la caracterización y las conclusiones a propósito de cada compartimento son responsabilidad mía.

En el primer caso, al tratar de mostrar que, dentro de ciertos márgenes, la información sensorial es fidedigna, varios autores recurrieron a la teoría aristotélica del funcionamiento natural de los sentidos y la razón. Cabe aclarar que, en ciertos casos, la adhesión a este tipo de refutación no comprometió a los pensadores a aceptar el conjunto de planteamientos del Estagirita pero, en cambio, sí los condujo a asumir, al margen de sus diferencias, “la idea de que existen condiciones apropiadas para las percepciones o el razonamiento, y que tenemos facultades que, operando adecuadamente en estas condiciones, pueden conducirnos al conocimiento verdadero”.²⁴ En efecto, siempre que el órgano sensorial opere sanamente, que el objeto a examinar se coloque a una distancia apropiada y que el medio en el que ocurre nuestra percepción sea el adecuado, no puede haber errores achacables a nuestros sentidos. Las ilusiones o engaños que, en ocasiones, producen nuestros sentidos, se presentan cuando algo acontece de manera anormal en el órgano, en el medio o en la ubicación del objeto. Así, el problema del remo que se “quiebra” en el agua; la torre cuadrada que, de lejos, parece redonda; la distorsión de la visión que produce el haber ingerido vino; los problemas de apreciación visual que plantea la ubicación en perspectiva de los objetos son, todas ellas, situaciones en las que se han introducido modificaciones al estado “natural” de las condiciones que intervienen en la percepción. El problema se reduce, pues, a ubicar nuestras experiencias cognoscitivas dentro de las condiciones apropiadas para cada caso. Los obstáculos que proponen los escépticos pueden sortearse, pues sí poseemos una norma o criterio para distinguir la experiencia sensorial verdadera de la que no lo es: hay que basarnos en la norma aristotélica del conocimiento sensorial.²⁵

²⁴ *Ibid.*, p. 199.

²⁵ Un ejemplo de esta posición, lo presenta Pierre Chanet, quien en su *Considerations sur la Sagesse de Charron*, París, 1643, Prefacio, pp. 2-3, se opone a los argumentos escépticos, dirigidos a los sentidos y a la razón. Con relación a los primeros “hay una base [...] para aseverar la “Certidumbre de los Sentidos”. A veces sí nos engañan, pero existen condiciones, a saber, las establecidas en el *De Anima*, de Aristóteles, que si se cumple con ellas, hacen que los sentidos sean incapaces de error o engaño”. Cit. en *ibid.*, p. 188.

Es evidente que este género de ataque al escepticismo, en realidad, evade el núcleo del problema de la búsqueda del criterio, tal como se planteó en este contexto. Efectivamente, al responder que la norma o regla para distinguir nuestras sensaciones verídicas es el criterio aristotélico, solamente se posterga el problema, pues habría que justificar la idoneidad de aquél. La pregunta en torno a cómo sabemos que las percepciones obtenidas en condiciones “sanas” y “normales” corresponden a la descripción del mundo real, queda sin respuesta. El criterio se asume, pues, como determinado de manera natural; en su génesis no ha intervenido el sujeto mediante la creación de teorías o constructos caprichosos, por lo que los reproches dirigidos a mostrar la falibilidad del conocimiento humano quedan, pretendidamente, eliminados. Nuestro conocimiento de la fisiología de los órganos sensoriales, así como el del medio material en el que ocurren las sensaciones, basta para que el juicio racional “corrija” las distorsiones detectadas.

Es interesante considerar que el amplio desarrollo alcanzado por la óptica (o *perspectiva naturalis*), durante la Modernidad, sobre las bases de la geometría euclidiana, pudo aportar material para favorecer esta postura al proporcionar las bases científicas que apoyarían la idea de que nuestro juicio sano, aunado a la experiencia sensorial en condiciones “normales”, cuenta con un instrumento científico para: 1. darse cuenta de cuándo hay “anormalidades” e ilusiones causadas por cambios en el medio material y 2. corregir esas distorsiones mediante los, para entonces, ampliamente estudiados fenómenos de la reflexión y refracción de la luz. El apoyo de la *perspectiva naturalis* a este género de ataque al escepticismo cobra, así, su sentido más pleno: es la ciencia que nos ha permitido advertir que nuestra visión, en ciertas circunstancias, nos provee de información distorsionada pero, a la vez, nos aporta las pautas teóricas mediante las cuales podemos regular y por ende, corregir, el dato sensorial. La *perspectiva naturalis* fue empleada, de ese modo, como un recurso teórico que permitió conciliar la distorsión del fenómeno visual con su corrección, preten-

diendo prescindir de la intervención o constructo del sujeto, en sus explicaciones y apelando, exclusivamente, al expediente de los recursos naturales que nos proporcionan los sentidos y la razón.²⁶ El ataque aristotélico al escepticismo, liberado de este riesgo, todo lo que requería era apelar al conocimiento que nos ofrece la ciencia natural, legítima descriptora del mundo real.²⁷ Tal afán fue, en efecto, el que prevaleció tras la defensa del criterio aristotélico de verdad.

Como se ha mencionado, esta postura no responde al reclamo del escéptico en lo que se refiere al núcleo del problema del criterio, tal como fue planteado en este contexto. Aunque Aristóteles tuviera razón en lo que toca a su criterio, y procurásemos que nuestras sensaciones y juicios fueran sanos y normales, ello no contesta la pregunta sobre la correspondencia o no de tales sensaciones y juicios con el mundo real. El desafío escéptico no sólo alcanza el nivel de las condiciones en que operan nuestros sentidos, dicho desafío cuestiona, propiamente, la legitimidad y autoridad de la

²⁶ Una muestra de la cotidiana aplicación de la *perspectiva naturalis* a la astronomía, se aprecia en numerosos pasajes de la correspondencia entre Kepler y Galileo. Un ejemplo de ello es el de los argumentos que Kepler opone a Galileo para objetar la existencia de satélites en Júpiter. En su misiva a Galileo (19 de abril de 1610), Kepler le pide afinar sus observaciones y corregir sus conclusiones, considerando los errores provocados por la luz, y las apariencias que causa, pues “si estos cuatro planetas [satélites] tienen forma de disco y giran con un plano mirando hacia Júpiter, cuando se hallen en el alejamiento máximo se presentarán al Sol y a nosotros como una línea, mientras que por encima y por debajo recibirán la luz perpendicularmente y parecerán grandes [...] Sólo me resta, celeberrimo Galileo, pedirte vehementemente que te entregues de cuerpo y alma a la observación y que cualquier cosa que consigas observar me la comuniques cuanto antes”. Cf., Galileo-Kepler: *El mensaje y el mensajero sideral*, pp. 150-151.

²⁷ Charles Sorel (1597-1674) en su *Science universelle (La Science universelle de Sorel, où il est traité de l'usage et de la perfection de toutes les choses du monde. Tomo III, París, 1647, pp. 257-269)*, argumenta a favor de que “nuestros sentidos son capaces de percibir las cualidades de los objetos *tal como son* y nuestro [intelecto] tiene la capacidad de juzgar cuándo los sentidos dan información precisa, y de corregir cuando no es así”, cit. en R. Popkin, *La historia del escepticismo desde Erasmo hasta Spinoza, op. cit.*, pp. 193-194. (Subrayado mío). Es importante observar que la línea aristotélica de refutación al escepticismo está asociada con un realismo ontológico y epistemológico. En efecto, nuestro conocimiento natural del mundo es el de los objetos reales del mundo. La *perspectiva naturalis* nos ofrece la descripción real del fenómeno luminoso, aunque su nivel científico sea el de una ciencia mixta. A este aspecto volveremos en el segundo capítulo, a propósito del tema de la naturaleza del estudio del espacio, como espacio racionalizado.

sensación como fuente de conocimiento verdadero bajo cualquier circunstancia. Por ello, la fuerza del escepticismo no radicó, tan sólo, en su rechazo a la norma propuesta por la tradición; particularmente, puso en crisis la confianza en la capacidad de las facultades cognitivas en general. Quienes entendieron cabalmente la magnitud de esta empresa se adhirieron a la segunda o a la tercera clase de refutación al escepticismo, a las que ahora nos referimos.

El problema del criterio, en su fuerza y profundidad, fue captado por los pensadores que refutaron el escepticismo asumiendo el vigor insoslayable de sus argumentos, sin aceptar la negativa absoluta de la posibilidad de conocer. En efecto, en su intento de combatir el pirronismo, la segunda clase de refutación al escepticismo reconoció no encontrar medios filosóficos para demoler los argumentos escépticos; de tal modo que, aunque no es posible conocer la esencia íntima de las cosas, no obstante, podemos conocer lo suficiente para poder vivir. Marin Mersenne (1588-1648) —uno de los filósofos que, además de Pierre Gassendi (1592-1655) ejemplifica esta posición— en *La vérité des sciences* reconoce el riesgo inherente al pirronismo, del que es necesario “librarse si no se quieren perder el juicio y la razón”.²⁸ Dado que la verdad viene de Dios, sigue el Padre Mínimo, “debemos ofrendarla en su honor, por lo que encuentro mal y carente de espíritu y de juicio, que crean [los escépticos] que la verdad de las matemáticas es inútil y que no sirve a la piedad ni a la religión; estoy seguro que esta opinión pro-

²⁸ Cf., Marin Mersenne, *La vérité des sciences. Contre les Sceptiques ou Pyrrhoniens*, Prefacio, p. 3. En esta obra, Mersenne presenta la discusión que se desarrolla entre el escéptico, el alquimista —enemigos de la verdadera ciencia— y el filósofo cristiano, en torno a diversos aspectos del conocimiento. En el Prefacio señala: “No tengo otro propósito que el de refutar [...] las objeciones que ellos [los escépticos] aportan contra las ciencias [...] mediante] un compendio de todas las ciencias, que presenta, con brevedad, a la memoria, todo lo que de ellas se sabe [...] No creo que haya escéptico alguno, si se da la ocasión de leer este libro, que no confiese libremente que hay muchas cosas verdaderas en las ciencias, y que es necesario librarse del pirronismo si no se quieren perder el juicio y la razón”. *Ibid.*, p. 3. Mersenne asume, según se advierte en el párrafo anterior, que oponerse al hecho de que hay *algunos* conocimientos verdaderos, ante la evidencia ostensible que él presenta a lo largo de su obra, es una auténtica locura.

viene, tan sólo, de la ignorancia”.²⁹ La verdad asequible al hombre es un medio para elevarlo a lo divino y ¿qué mejor muestra de que Dios nos permite conocer algunas cosas que reseñarlas?³⁰ *La verité...*, compendio del saber en diferentes áreas del conocimiento, es también la prueba ostensible de que la capacidad humana –aunque limitada y falible, pero suficiente en lo que concierne al bienestar humano– puede alcanzar conocimientos. Mersenne pretendía dejar claro que, si bien los argumentos de los escépticos no eran susceptibles de una refutación absoluta, podemos tener cierto tipo de saber que no está en disputa (“el todo es mayor que la parte”, “no es posible que la misma cosa tenga y no tenga la misma propiedad”, etc.).³¹ Esta clase de conocimiento es suficiente para nuestros propósitos humanos; la información sobre las apariencias, el carácter hipotético del conocimiento, la predicción probable acerca de las conexiones entre los acontecimientos, es todo lo que requerimos para vivir felices.

Los problemas de las variaciones e ilusiones sensoriales muestran que no podemos conocer las cosas sino mediante sus apariencias; sin embargo, la información que obtenemos de ellas nos basta para establecer leyes, por ejemplo, de la experiencia visual. Dado que la *perspectiva naturalis* depende de la geometría, a través de la *catóptrica* (rayos que se reflejan) y de la *dióptrica* (rayos que se refractan al cambiar de medio de transmisión) podemos explicar y corregir las diversas ilusiones ópticas.³² Así, a pesar de las dificulta-

²⁹ *Ibid.*, p. 6.

³⁰ [El escéptico] “cambiará su opinión tan pronto comprenda el contenido de esta obra [...] pues no hay nada en las ciencias que no sea muy útil para la comprensión de las Santas Escrituras, de los Santos Padres, de la teología, de la filosofía, la jurisprudencia y lo que nos pueda servir para elevarnos al conocimiento y al amor de Dios”. *Ibid.*, p. 6.

³¹ R. Popkin, *La historia del escepticismo desde Erasmo hasta Spinoza*, op. cit., p. 205.

³² Mersenne pone en labios del filósofo cristiano las siguientes palabras, mediante las que expone su confianza de asestar un golpe al escepticismo mediante la muestra ostensible del saber que aporta la matemática: “Luego de haber discurrecido de las ciencias en general, y después de haber mostrado que no debemos suspender el juicio para todo, ni sobre todas las cosas, quiero hacerles ver que las matemáticas son ciencias muy ciertas y muy verdaderas, en las cuales la

des planteadas por los escépticos, *no tenemos duda en torno a todas las cosas*. Tenemos recursos para solucionar nuestras preocupaciones ante remos quebrados, torres redondas, chispas de colores, etc., como lo son los aparatos para medir, los instrumentos y herramientas y, sobre todo, las teorías, a partir de las cuales se erigen las leyes físicas, aun cuando éstas, en su poder de alcanzar el conocimiento de los fenómenos naturales, posean sólo una verdad aproximativa y subsidiaria de otros campos del conocimiento, como lo es el de las matemáticas.

La evidencia de que, efectivamente, se ha asumido —y no evadido— el problema del criterio, consiste en admitir el carácter limitado del conocimiento humano como consecuencia de la imprescindible intervención del sujeto que supone la erección de teorías pues, en efecto, si debemos contentarnos con aceptar que nuestro conocimiento de las cosas no es absoluto, estamos asumiendo que siempre pueden formularse mejores teorías, cuyas bondades dependerán de la atinencia de los sujetos que las proponen. Así, el estatuto del canon o norma toma un nuevo significado al perder el carácter de “naturalidad” en que se había sustentado; ahora aparece como dependiente del sujeto que lo constituye, es decir, posee un carácter de artificio (dependiente de un artífice). Ante el estatuto “natural” —es decir, unívoco— que las refutaciones al pirronismo de cuño aristotélico le adscribieron al “criterio de verdad”; su carácter de artificio irrumpe en la escena de la modernidad como una prueba indeleble del cambio de rumbo en él operado. De ese modo, tanto el tercer tipo de intento de refutación al escepticismo —es decir, aquel que asume la fuerza de los argumentos escépticos pretendiendo remontarlos, mediante la edificación de nuevos sistemas de filosofía— como el segundo tipo, antes referido, representan posiciones que asumieron, plenamente, *las diversas consecuencias de la búsqueda del criterio en el*

suspensión del juicio no tiene lugar, pues —como lo haré ver— las demostraciones de las que ellas se sirven tienen por objeto la cantidad inteligible, y cuando tratan de la cantidad sensible lo hacen como accidente”. *Ibid.*, p. 226.

contexto de la modernidad. Por su importancia, deseo destacar estas consecuencias que, en mi opinión, son:

1. Asumir la imposibilidad de remontar el problema del canon, el cual, a diferencia del sentido clásico de “criterio” (κριτηριον como instrumento o medio natural para juzgar, se revela, propiamente, cuando hay que tomar una decisión, existiendo más de una norma para juzgar. El problema no se presenta cuando se trata de aplicar una norma aceptada a un dominio. En este caso, la legitimidad del criterio se monta, por ejemplo, sobre la base de la validez que otorga lo así considerado, “natural” o “científico”.³³ Cuando dos criterios distintos se disputan la legitimidad, surge el problema. La historia de la lucha teológica entre católicos y protestantes nos ha enseñado que, al acusarse mutuamente de escepticismo, lo que se planteaba, sin camino de vuelta, era el problema de demostrar la autenticidad del juez que determinaría la validez de la interpretación del texto sagrado. Como lo anotamos antes, quien triunfó, al margen de la contienda teológica, fue el escepticismo. La respuesta de carácter aristotélico al escepticismo pretendía resolver el problema del criterio cuando, realmente, al apelar a la aplicación de un criterio “natural”, previamente aceptado, no se enfrentaba a él.
2. Colocar el flanco epistémico de la filosofía como prioridad. En efecto, para determinar, al haber más de un criterio, cuál es el legítimo, se requiere: (a) disponer de otro criterio a partir del cual sea posible tal determinación y, (b) preverlo de tal modo que se evite que “(a)” se

³³ En Epicuro, quien como se ha mencionado, probablemente introdujo en su sentido técnico el término *criterion* o *canon*, se advierte que, en efecto, el criterio está determinado de manera “natural” mediante el uso de los sentidos. Diógenes Laercio nos informa que Epicuro: “Divide la filosofía en tres partes o especies: *canónica, física y moral*. La *canónica* contiene el ingreso a las operaciones [...] dice en su *Canon* que los criterios de verdad son los sentidos [...] y ni aun la razón puede reconvenirlos, pues toda razón pende de los sentidos y la verdad de éstos se confirma por la certidumbre de las sensaciones. [...] Aun las operaciones del entendimiento dimanar todas de los sentidos ya por incidencia, ya por analogía, ya por semejanza y ya por complicación”. DL X 22-3 en *Biógrafos Griegos*, p. 1360.

posponga indefinidamente o que se entrampe en un círculo argumental. Las refutaciones al escepticismo del tipo segundo y tercero ilustran esta forma de “lidiar” con él. Ya se proponga un escepticismo “moderado” o un nuevo sistema destinado a sobrepasarlo, lo importante es que, al reconocer la necesidad de (a) y de (b), la faceta epistémica de la filosofía emerge como una prioridad. De esta forma, la Modernidad se interna en una senda de pensamiento marcadamente epistemológica. Como es sabido, en la Modernidad, la búsqueda de los límites y posibilidades de las facultades cognitivas –sensopercepción y entendimiento–,³⁴ heredera del afán por la búsqueda del criterio, adoptaría diferentes versiones, encaminadas a postular la “legitimidad” del juez.

3. Otra consecuencia de la reflexión en torno al criterio de verdad consiste en el reconocimiento de la intervención del sujeto que coloca, como prioridad del conocimiento, la de conocer sus límites y posibilidades, en vista de: (a) el reconocimiento de la condición de “artificio” (dependiente de un artífice) del criterio –la fundación de la objetividad por el sujeto– y (b) que el sujeto puede, en efecto, realizar tal tarea, lo cual supone, entre otros aspectos, su poder auto-cognoscitivo dado que de otro modo no podría dar cuenta de sus propias limitaciones y posibilidades. El poder del sujeto-artífice para emitir criterios y, al mismo tiempo, evaluarlos, en función de que éstos no rebasen los confines de su legitimidad, remite, por supuesto, a su poder de postular marcos teóricos, los cuales, al enunciar series de condiciones, definiciones y establecer principios, determinan los “recortes” conceptuales

³⁴ La afirmación de E. de Olaso: “poner límites al conocimiento humano será una ocupación importante de la filosofía en los siglos xvii y xviii, pero ella, en sí misma, nada tiene qué ver con el escepticismo” (*op. cit.*, p. 134), es precisa si lo que quiere decir es que la búsqueda de los límites del conocimiento no constituye, en sí misma, un rasgo escéptico. En cambio, es exagerado decir que no tiene relación alguna con el escepticismo, sobre todo, con el de tipo mitigado que, precisamente, se propone determinar las condiciones en que “algunas cosas” pueden conocerse.

que respaldan y fundamentan la creación del “criterio de verdad”, así como su ámbito de validez y aplicación.

Considero que esta apretada presentación –a cuyos principales aspectos volveremos más adelante– recoge algunas de las principales secuelas que, en la modernidad, produjo el problema de la determinación del criterio de verdad, impulsada por la disputa teológica. Ellas forman parte de un conjunto más amplio de rasgos que aluden, de manera más completa, a la composición del panorama de este período. Es interesante destacar que, elementos clave de ese conjunto de rasgos, que describiremos más adelante bajo la denominación de *Vía de reflexión epistemológica*, se habían manifestado ya, en el ámbito de la representación plástica, en el Renacimiento. De este asunto nos ocupamos en el siguiente apartado.

Del canon al espécimen regulado en la representación pictórica

Es importante observar que la transformación del criterio antes referida –de su condición “natural” a la de “artificio”– tiene paralelismos (que exploraremos, sobre todo, en este apartado y el siguiente) con la transformación del “canon” en el contexto de la representación gráfica del Renacimiento. El canon fijo y preestablecido para la representación del cuerpo humano y de los animales, considerado un molde “natural” e inalterable, cedió su sitio al uso de la rejilla que, en su carácter de artificio, permitió incorporar los rasgos particulares de los cuerpos representados. A fin de explorar este tránsito, será útil acudir al tratado de Durero (1471-1528) *Los cuatro libros de la simetría de las partes del cuerpo humano* (1532-1534). “Cuando tengas que pintar la figura humana [señala Durero] sigue esta técnica. En una regla determinada [...] traza la línea de la altura de aquel de quien se te antojó pintar, de suerte que el primer punto de la línea represente el vértice, y el extremo, la planta del

pie”.³⁵ A continuación, Durero pone a disposición del lector una larga serie de instrucciones para dibujar la figura humana mediante el trazo de líneas perpendiculares a aquella primera línea-eje, las cuales han de colocarse sobre ella de acuerdo a proporciones determinadas por la longitud de la cabeza del modelo. Así, en el apartado: “Medición del cuerpo humano cuya cabeza es la séptima parte de su altura total”, ya ubicados los puntos de la recta, mediante fracciones, Durero añade:

Una vez descritas [...] la altura y anchura de todos los miembros de este cuerpo según este método, describirás consecuente y muy debidamente la disposición del dibujo y la figura según tu ingenio. Y no es poco útil lo que con gusto [busco] hacer, *que las delineaciones y la figura sean trazadas según la imagen propuesta de un hombre vivo de similar estatura; así resultan más [aptas y hermosas] que si se trazaran al acaso*.³⁶

El fragmento contiene una clara muestra del paso que dieron los artistas del Renacimiento para separarse de la tradición clásica, es decir, de la “antropometría estética”.³⁷ En efecto, los teóricos griegos —entre los que se encuentran Policleto (s. V a.C.) y Vitrubio (88-26 a.C.)— y la tradición a la que dieron inicio, manejaron la teoría de las proporciones humanas como una antropometría estética, lo cual significa que su sistema de proporciones para representar el cuerpo

³⁵ Cf., Alberto Durero, *Los cuatro libros de la simetría de las partes del cuerpo humano*, p. 36. Esta traducción se basa en la versión del alemán al latín que tradujo Joaquín Camerarius el Viejo, de la impresión de Carolus Perier hecha en París, en 1557. Los dos primeros libros se habían editado en Nuremberg, en 1532, bajo el título de *De symmetria partium in rectis formis humanorum corporum libri in latinum conversi*, los otros dos fueron impresos en 1534, con el título: *De varietate figurarum et flexuris partium ac gestib, imaginum, libri duo*.

³⁶ *Ibid.*, p. 43. (Subrayado mío).

³⁷ Erwin Panofsky señala que “Los teóricos griegos, empezando por Policleto [...] y acabando en el autor anónimo cuyos enunciados transmite Vitrubio, consideraban la teoría de las proporciones humanas como lo que podríamos llamar una antropometría estética. [...] [A diferencia de los egipcios] Policleto y sus seguidores tomaron como punto de partida no una red gráfica de unidades iguales sino la estructura orgánica del cuerpo humano en sí: trataron de establecer una relación de los diversos miembros [...] entre sí [...]”. Cf. *Vida y arte de Alberto Durero*, p. 272.

humano, también expresable en fracciones, determinaba las medidas no como éstas son en una persona concreta, sino como debían ser. Para Vitrubio, señala Panofsky, “una idea que en sus orígenes fuera cosmológica tomó el carácter de un principio estético: no es “el” cuerpo, sino el cuerpo “bien hecho” (*homo bene figuratus*) el que llenará un cuadrado cuando se lo represente”.³⁸ Lo que interesaba era, pues, ceñirse al *canon*, considerado no sólo un mero procedimiento técnico, sino como un ideal de perfección, en el que el modelo no es una persona concreta, sino el canon preestablecido. De ese modo, Vitrubio establecía una serie de igualdades individuales: “la mano es al antebrazo como uno es a dos, el antebrazo es al pie como siete es a cuatro”.³⁹ La antropometría estética representa las proporciones humanas según un criterio fijo que recoge su modelo de un ideal de perfección. Su propósito es claro: asume la separación entre el ideal y el cuerpo concreto y concentra su atención hacia el primero, el cual, con base en el apoyo del régimen propuesto por la proporción geométrica, se postula como el objetivo de la labor del artista.

Es importante contrastar la función, fija y estática, del canon, cartabón del ideal de representación, con la que vemos presentarse en los renacentistas, para quienes, al modo de Durero, el esquema geométrico destinado a fungir como regla proporcional se produce mediante la superposición de un reticulado adecuado a las formas naturales.

Aunque la antropometría estética, el *homo bene figuratus*, no desaparece en las concepciones de Leone Battista Alberti y da Vinci, los nuevos elementos que presentan bastan para transformar el cimiento mismo de la proporción empleada como canon. En efecto, en evidente oposición con respecto de los artistas medievales, Alberti y Leonardo introdujeron dos importantes innovaciones: recogieron datos estadísticos de modelos vivos e inventaron nuevos recursos técnicos para perfeccionar el sistema métrico empleado.

³⁸ *Idem.*

³⁹ *Idem.*

Ambos, señala Panofsky, pretendieron situar su empresa sobre una base nueva, acorde con los nacientes postulados de científicidad.⁴⁰

Sin embargo, en la ruptura con el canon clásico, tan importante como lo fue el hacer preceder el cuerpo concreto —su métrica real— a la representación gráfica, lo fue el hecho de que el valor numérico de una parte (del objeto o cuerpo humano) se establece en una doble relación: con respecto al propio objeto (o cuerpo) y con relación a otros objetos (o cuerpos). Esta doble relación se opera mediante un procedimiento técnico mejorado mediante la aplicación de la perspectiva geométrica. De este modo, la rejilla uniforme subyacente al modelo por representar, no lo predetermina. El modelo no se “vacía” en él como dentro de un molde. La rejilla propone un régimen en el que el modelo origina la proporcionalidad por emplear. En este proceso, la rejilla uniforme va cediendo el lugar a la rejilla flexible, determinada por las necesidades del modelo. En suma, la proporción ideal abre paso a la proporción respaldada en la experiencia pero también regulada por el *dictum* de la técnica geométrica recién descubierta. De este modo, la antropometría estética se transforma en una antropometría comparada o diferencial. El canon, fijo y estático, modelo de perfección, se ha convertido en el régimen flexible que da lugar al espécimen regulado.

La proporción, conjunción de armonía y corrección geométrica, ve aparecer una nueva etapa en su historia, en la que el dato concreto, sensible, desempeña un papel diferente para el propósito de su representación. Dicho de otra manera, el quehacer de la representación del objeto incorpora, con nuevas funciones, el dato sensible.

⁴⁰ Alberti se ocupó de perfeccionar el sistema métrico, por lo que creó un esquema denominado “Exempeada”, mediante el cual la longitud total del cuerpo se dividía en seis “pies” (*pedes*), el “pie” en diez “pulgadas” (*unceolae*, derivado, igual que el inglés *inch*, del latín *uncia*) y la “pulgada” en diez “unidades mínimas” (*minuta*). Por su parte, Leonardo fue más lejos que Alberti en lo que toca a la medición de cuerpos vivos y, asimismo, forjó un método personal que remplazaba el sistema métrico. Cf. *Ibid.*, p. 274.

En el contexto de las ideas filosóficas el proceso antes mencionado tiene su correlato. En efecto, a la dicotomía modelo concreto-proporción ideal, propia del canon fijo, le corresponde la dicotomía copia-original o mundo sensible-mundo inteligible, de inspiración platónica. El ideal que postula el mundo suprasensible, tanto de poseer la verdad, en el ámbito de lo trascendente, y su aspiración alédaña, de recoger la esencia misma del objeto, se enfrenta al giro renacentista, cuyas resonancias habrán de alcanzar a la Modernidad. En efecto, tal ideal platónico se trastoca, pues la copia, el mundo sensible, reclama para sí un nuevo rol que le otorga una faceta positiva. Lejos de quedar alojado en el oscuro diván del falso saber, el mundo que nos aparece a los sentidos asume un nuevo papel, acotado y regulado por el régimen metódico geométrico, en la edificación del saber humano.

Dado que el canon clásico pierde, en la representación plástica, su carácter “natural”, lo mismo acontece en el terreno del pensamiento filosófico: el criterio o canon adquiere la condición de artificio regulado, ya fuera por las limitaciones y capacidades del sujeto que conoce o bien, como sucede en el ámbito de la representación plástica, por las determinaciones geométricas de la rejilla. Para examinar este paralelismo, surgido a partir de su origen común, en una misma tendencia conceptual, hay que acudir a la *vía de reflexión epistemológica*, instrumento metodológico de esta investigación, y que expondremos en el siguiente apartado.

***La Vía de reflexión epistemológica* y el “espacio unitario”**

En los apartados anteriores hemos observado la aparición paralela de un tránsito conceptual que podría enunciarse como el paso del canon “natural” al canon propuesto por un artífice. En la filosofía, hemos visto que dicho movimiento promovió un nuevo papel del sujeto tras la asunción de su labor constructiva en el conocimiento, mediante la determinación de criterios o el establecimiento irrecusable de mar-

cos para la erección de teorías. En el campo de la plástica hemos referido cómo la representación abandona la rigidez del molde clásico para asimilar el valor del dato concreto, el cual, aunque regulado, deja atrás la fijeza del molde estandarizado para dar lugar a la nueva flexibilidad; ésta viene a ser el resultado de la conjunción de los parámetros geométricos, ideales, con las proporciones reales del objeto a representar. El artista aplicador-del-canon-ideal deviene así en el artista creador-del-espécimen-regulado. De ese modo, en ambos casos –filosofía/representación plástica–, ha desaparecido el prototipo regulador de la serie (ya de objetos discursivos, ya de objetos plásticos) que fungía como parámetro ideal o “natural” de la producción. Tanto en el ámbito de la determinación del criterio de conocimiento, como en el de la representación plástica regulada, el producto porta consigo, irremediablemente, la marca del artífice.

Nuestra pregunta aquí es ¿cómo entender este tránsito paralelo? Sin duda, una de las tareas más importantes del historiador de la filosofía radica en proponer soluciones a este género de cuestionamientos, pues de éstas depende, en buena parte, no sólo la comprensión del tema filosófico que lo ocupa (en este caso, la noción de espacio que propone la filosofía de Descartes), sino también la del amplio “movimiento” conceptual en el que dicho tema encuentra alojamiento. Así, cabe interrogarnos: ¿qué significado debemos conferirle a tal paralelismo?, ¿se trata, acaso, de un mero conjunto de azarosas convergencias, forjado por el “aire de la época”? ¿o hay, efectivamente, *algo* más que eso? Mi respuesta, que admite esto último, vislumbra la presencia de un lazo conceptual cuya índole es preciso investigar. Esta postura nos conduce a una incursión metodológica en torno, específicamente, a la noción de “estilo de pensamiento”. Tras la exploración que de esto resulte, espero mostrar que la pieza clave en el tránsito paralelo antes referido –o al menos una pieza muy importante de él– reside en el concepto del “espacio unitario”. Ahora bien, ¿qué hemos de entender por “estilo del pensamiento”?, ¿qué, por “espacio unitario”? Pasemos al tratamiento de la primera cuestión. Algunos rasgos

básicos de la noción “estilo del pensar”,⁴¹ según la emplearé en este escrito, son los siguientes.

1. Se trata de una serie de supuestos (“compromisos” teóricos) muy amplios, que se manifiesta en diversas áreas del saber y de la cultura. En efecto, un “estilo del pensar” se plasma en los compromisos teóricos que subyacen en los discursos de la filosofía y de otras áreas del saber, así como en expresiones culturales diversas entre las que se encuentran el arte, las técnicas, etc. Como se observa, el “estilo del pensamiento” se asoma no sólo en las presentaciones teóricas y discursivas; se expresa, asimismo, en otros “modos de hacer”.
2. El período de hegemonía de un determinado “estilo del pensar” puede ser antecedido o seguido por etapas de supeditación o subordinación de este estilo a otros. Como es sabido, la perdurabilidad y vigencia son características de los grandes problemas de la filosofía, sin menoscabo de la alternancia de su predominio a través de la historia. Así, una serie de “compromisos teóricos” puede ser preponderante durante un período y dejar de serlo en otro, para —eventualmente— resurgir.
3. La detección del “estilo del pensar” de una época, presta un importante servicio al historiador por cuanto le permite proponer hipótesis coherentes para la interpretación de los temas en estudio. En efecto, la identificación del “estilo del pensar” al que se adscribe la teoría que se examina (o un grupo de ellas), hace posible su caracterización precisa reduciendo el riesgo de interpretaciones anacrónicas o descontextualizadas, pues contribuye a ubicar los planteamientos y teorías en análisis dentro del “horizonte” conceptual que les concierne.⁴²

⁴¹ Tomo la expresión “estilo del pensar” de la propuesta metodológica que ha desarrollado Laura Benítez, denominada *Vías reflexivas*. En las siguientes páginas nos referiremos a esta propuesta. En este lugar recojo solamente algunos de los sentidos a que remite esta expresión, los énfasis en esta caracterización son consideraciones mías.

⁴² Los propios contenidos de un “estilo del pensar” están sujetos a precisiones, por lo que no se trata de un instrumento rígido. Su utilidad radica en que hace posi-

En suma, la noción de “estilo del pensar” como instrumento para el estudio de la historia del pensamiento, intenta ser tanto flexible como riguroso. Lo primero, dado que no se atiene a las separaciones establecidas por los meros períodos cronológicos; y lo segundo, porque detecta los aspectos clave de la trama de la historia de las ideas, al identificar, como se ha mencionado, los supuestos básicos, generales, que la conforman para desentrañar sus aspectos más particulares. Esta concepción de la labor del historiador de las ideas ha sido expuesta por Cassirer, aplicada al campo de la filosofía, de la siguiente manera:

la historia de la filosofía [...] así como nunca podrá renunciar a su aspiración de lo general, y de lo más general, por otra parte debe penetrar con el pensamiento en los casos particulares y concretos, en la última minucia de los detalles históricos, *de tal modo que el ahondamiento en ellos sea capaz de brindar y garantizar la auténtica generalidad* [...] sin embargo no debe coincidir en modo alguno con esa generalidad de los conceptos de género meramente empíricos, *tales como se utilizan para separar los distintos períodos de la historia y para conseguir una cómoda delimitación de sus épocas.*⁴³

Laura Benítez coincide con esta manera de entender la tarea del historiador de la filosofía. Esta convergencia se plasma en su propuesta de las *Vías reflexivas* para el estudio e interpretación de la filosofía en su historia —de dicha propuesta hemos tomado la noción de “estilo del pensar”.⁴⁴ En efecto, de acuerdo con Benítez, el estudio del pensamiento filosófico debe ser capaz de explicar la permanencia de los problemas filosóficos a través de la historia, con recursos

ble determinar constructivamente los parámetros y referencias del historiador, quien, al haberlos establecido puede removerlos, de acuerdo con la nueva información que posea y/o las necesidades de la investigación que realiza.

⁴³ E. Cassirer, *Substance et fonction. Éléments pour une théorie du concept*, p. 18. (Subrayados míos).

⁴⁴ Laura Benítez entiende la *Vía reflexiva* como un modelo exegético que pone de manifiesto el “estilo de pensamiento”: “que varias escuelas y autores sustentan, incluso en distintos momentos históricos” al compartir supuestos o nociones fundamentales. Profundizaremos en este tema a continuación. Cf. “La vía de reflexión epistemológica y el dualismo cartesiano”, p. 73.

que le permitan al historiador recoger la ruta de continuidad que articula dichos problemas, eludiendo la rigidez que implica el encuadrar los desarrollos del pensamiento en los períodos cronológicos establecidos. La “comodidad” –a la que alude Cassirer– de hacer corresponder un período cronológico y una teoría o escuela (o una serie de ellas) no se obtiene sin violentar la naturaleza perdurable de los problemas de la filosofía.⁴⁵ Así, para explicar tal permanencia es menester explicitar las nociones y supuestos básicos que tienen en común diversos problemas de la filosofía en *distintas épocas históricas*.

Al mismo tiempo que explica la permanencia,⁴⁶ el historiador debe dar cuenta de los cambios, de la discontinuidad en el pensamiento. Para alojar ambos aspectos, la *vía reflexiva* concibe las rutas del pensar como grandes caminos o sendas, en analogía con las redes carreteras. Así como éstas poseen rutas predominantes durante largos tramos, también suelen estrecharse o bloquearse para reaparecer después con amplitud. La interconexión de las teorías y el surgimiento de propuestas innovadoras, o bien renovadas, guarda analogía con la concurrencia de nuevos con viejos ramales de una red carretera que contiene múltiples entronques.

Al entender el desarrollo del pensamiento y, en particular, la cultura filosófica como “una compleja red de vías reflexivas que construimos, ensanchamos o angostamos”,⁴⁷ Benítez se opone a la idea de que el saber filosófico avanza en una marcha evolutiva, describiendo un sentido “unidimensional”, “unidireccional” y “discontinuo”, como lo supo-

⁴⁵ L. Benítez señala los inconvenientes que la *Vía reflexiva* permite evitar: “1. la forzada adecuación entre períodos cronológicos y desarrollos filosóficos. Por ejemplo, la consideración de que la filosofía moderna corresponde estrictamente, de manera cronológica con la edad moderna. 2. La idea de que toda propuesta filosófica es cancelada o superada por una propuesta posterior. 3. El prejuicio de que un único enfoque teórico puede agotar el tratamiento de complejos problemas filosóficos”. Cf. *Descartes y el conocimiento del mundo natural*, p. 5.

⁴⁶ Al respecto, Benítez expone que al entender la *vía reflexiva* como un modelo teórico amplio, en la que transitan muchos autores, “cuando por fin deja de ser una vía principal, sigue abierta, aunque sea lateralmente, como una vía más angosta, pero nunca se cancela del todo, por lo que bien puede entenderse como una especie de acervo al que puede recurrirse siempre”. *Ibid.*, p. 4.

⁴⁷ *Idem*.

nen algunas concepciones de la historia del pensamiento que asumen su desarrollo como la mera “superación” progresiva de teorías.

Dados los intereses de esta investigación, de la amplia propuesta metodológica de Benítez, recuperamos aquí, sobre todo, como se ha mencionado, la idea de “estilo del pensar”. Recurriré a esta noción en dos sentidos: en el primero, considero los contenidos específicos del “estilo del pensar” que nos atañe (lo que expondremos mediante el empleo de la noción *Vía de reflexión epistemológica*) y, en el segundo, expongo la base metodológica que sustenta la propuesta básica que me interesa desarrollar en este trabajo (el “espacio unitario”). Vayamos al primero de estos aspectos.

La Vía de reflexión epistemológica

El “estilo del pensamiento” surgido en el Renacimiento y predominante durante la Modernidad temprana encuentra, entre sus supuestos ontológicos centrales, el de la homogeneidad sustancial del mundo; en tanto que, en el aspecto epistemológico, asume la consideración de un sujeto epistémico independiente del mundo, por lo que éste se presenta como exterioridad, como un mundo externo a la mente. A partir de estos dos contenidos cardinales veremos, más adelante, la aparición del “espacio unitario”; por ahora hemos de aclarar que la anterior caracterización de este “estilo del pensar” recibe, en la propuesta de Benítez, la denominación de *Vía de reflexión epistemológica*, la cual es una de las cuatro vías “más transitadas” en la historia del pensamiento filosófico.⁴⁸ Para entender las características de esta *Vía*

⁴⁸ De acuerdo con Benítez son cuatro las vías “más transitadas” en filosofía: “la *vía de reflexión ontológica* que predomina, básicamente en las propuestas de las filosofías antigua y medieval. La *vía de reflexión epistemológica* que surge en el Renacimiento y se consolida durante la modernidad temprana. La *vía de reflexión crítica* que se instaura en la segunda mitad del siglo xvii, se consolida durante la Ilustración y de la cual pueden observarse todavía interesantes aplicaciones en el siglo xix y, finalmente, la *vía de reflexión metametodológica* que se origina a fines del siglo xix y permea buena parte de las propuestas filosóficas del siglo xx”. *Ibid.*, pp. 6-7.

es conveniente referirnos, primero, a la *Vía de reflexión ontológica*, ya que aquella se define en oposición o en relación a los rasgos de esta última.

La *Vía de reflexión epistemológica* se distingue de la *ontológica*, por cuanto ésta “se sustenta en la consideración de que el mundo es un cúmulo enorme de objetos diversos en esencia y grados de entidad”.⁴⁹ En ella, sigue Benítez, se inscribe “buena parte de los autores clásicos y medievales, [y se] postula una concepción del mundo tal que ‘este mundo’ se considera como dado [pero] en principio cognoscible”.⁵⁰ Así, es factible el conocimiento de la esencia (de cada género de objetos) mediante la capacidad abstractiva del intelecto. El pensamiento es una sustancia entre otras: “entre las sustancias de ‘este mundo’ se encuentran los seres humanos, cuya alma intelectual no es sino una sustancia más, un ente entre los entes que, como cualquier otro, porta sus características específicas”.⁵¹

Los supuestos básicos, resume Laura Benítez, “que autores y escuelas comparten en la vía de reflexión ontológica, son: 1. Una ontología dura de objetos *per se*. 2. Una epistemología realista que se origina en la percepción sensible. 3. Un mundo finito constituido por una pluralidad sustancial. 4. Una concepción de la mente o alma como primariamente pasiva, que se activa con la presencia de objetos”.⁵² La *vía de reflexión ontológica*, a diferencia de la epistemológica, se asienta en la consideración de la heterogeneidad sustancial,

⁴⁹ L. Benítez, “Percepción sensible y conocimiento del mundo natural en René Descartes”, p. 20.

⁵⁰ L. Benítez, *Descartes y el conocimiento del mundo natural, op., cit.*, p. 3.

⁵¹ En este plano, la vía de reflexión epistemológica subraya la actividad del sujeto que media, inexorablemente la aprehensión de la esencia. En el caso cartesiano, la multiplicidad sustancial se reduce a dos: *res cogitans* y *res extensa*, por lo que el tema del conocimiento del mundo natural no se plantea ya como el conocimiento de la esencia que subyace a cada género de cosas, sino a la determinación de los modos o atributos de las cosas del mundo. En el plano del mundo natural todos los cuerpos están constituidos de la misma sustancia o materia; se postula la homogeneidad sustancial así como un método que regula su conocimiento, surgido del estudio psico-fisiológico y epistemológico de las operaciones intelectuales y de una metodología científica que incorpora la observación y la experiencia sensible. El acento pues, en la vía de reflexión epistemológica recae en el conocimiento de las operaciones mentales.

⁵² *Ibid.*, p. 10.

referida a los distintos géneros de cosas que pueblan el mundo. Hay, ahí, una diversidad de sustancias o esencias las cuales, empero, bajo los modelos platónico y aristotélico, prevalecientes durante el medievo, son susceptibles de ser “atrapadas” o abstraídas en sí mismas.⁵³

En efecto, en este “estilo del pensamiento” se admite una gran diversidad de sustancias, tantas como géneros de objetos existen. Sin embargo, la grave dificultad que aquí se presenta es la del conocimiento de esa inagotable cantidad de esencias. ¿Cómo recorrer esa infinita diversidad sustancial?

En contraste, ante la inmensa heterogeneidad de sustancias que admite la *Vía de reflexión ontológica*, la *epistemológica* se funda, como se ha mencionado, en la homogeneidad sustancial del mundo, por lo que llegamos al conocimiento de la naturaleza cuando, en lugar de atribuir a las cosas cualquier propiedad captable sensiblemente, se les reduce a sus dimensiones métricas. Benítez considera que esta tendencia reductiva es una de las que caracterizan la *Vía de reflexión epistemológica*, transitada por la mayoría de los autores de la Modernidad. Las tendencias propias de esta vía son, en resumen:

1. Un cambio en la concepción ontológica que podemos llamar reductivo, ya que de la multiplicidad sustancial pasamos a la homogeneidad de la sustancia.
2. Este cambio quedará reflejado en la concepción de un sujeto que, independiente del mundo externo, es capaz de reflejarlo, engarzarlo, estructurarlo, etcétera.
3. Un cambio en la perspectiva epistemológica que abandona la necesidad de “salvar las apariencias” para lanzarse a la búsqueda de la evidencia ya empírica, ya racional.

⁵³ Ello, según la terminología de algunos autores, da lugar a diversas variedades de *realismos*. Así, Mauricio Beuchot aclara: “La postura realista extrema, llamada también ‘platonismo’, consiste en la aceptación de entidades independientes de los individuos, estableciendo esas entidades separadas como universales. La postura realista moderada consiste en postular los universales como entidades mentales que corresponden a propiedades inherentes en las cosas”. Cf. *El problema de los universales*, pp. 11-37. Lo típico del realismo es, así, la consideración básica de que la especificidad ontológica de la sustancia o esencia puede ser conocida por el sujeto.

4. Un cambio en la metodología que implica una actitud crítica o “razonablemente escéptica” frente a los datos del sentido común, tanto como frente a las meramente especulativas de la razón.⁵⁴

Como se observa, las tendencias que señala Benítez concuerdan con los rasgos del giro filosófico de la Modernidad que, en los primeros apartados, hemos señalado en el contexto del problema del criterio (canon), pues la aparición de un sujeto capaz de estructurar el mundo, corrobora el poder del sujeto como artífice y generador de marcos teóricos. De entre las tendencias antes señaladas, la reductiva es una de las que posee mayor alcance, pues expresa los cambios más decisivos en los niveles ontológico y epistemológico. En el nivel ontológico, el paso de la diversidad sustancial a su homogeneidad, da la pauta para su secuela en el campo epistemológico, en el que aparece la reductibilidad como la operación que condiciona y hace posible el conocimiento en esta *vía reflexiva*.

Cabe ahora preguntarnos ¿cuál es el origen histórico de este “estilo del pensar”? ¿qué consecuencias, en el campo del conocimiento, trae consigo la mencionada reducción ontológica? Para responder estos interrogantes, en algunos de sus aspectos básicos, recurriremos a la fuente de la que abrevaron diversos derroteros teóricos posmedievales y que marcó, en buena medida, el rumbo del pensamiento moderno. Me remitiré, a tal propósito, a la filosofía del Cusano, desde la cual observaremos la procedencia del rasgo reductivo antes referido así como sus vínculos con el “espacio unitario”. Esto nos permitirá concluir este capítulo, tras la exposición del instrumental metodológico que avala nuestra propuesta, la cual sostiene –cabe aquí repetirlo– el paralelismo del discurso de la filosofía y de la representación en el arte, como expresiones filiales de un mismo “estilo del pensar”.

⁵⁴ L. Benítez, *Descartes y el conocimiento del mundo natural*, op. cit., p. 15.

Cusa y el “espacio unitario”

El ataque escéptico de la Modernidad, según lo hemos visto, promovió un importante giro en la reflexión filosófica. La búsqueda del criterio de verdad —que, como lo hemos referido, tuvo su paralelo en la transformación del canon clásico— supuso el establecimiento de marcos teóricos para determinar los cotos de su aplicación. Si la verdad en el conocimiento había de depender de la actividad constructiva del sujeto, siendo, por ende, condicionada por las posibilidades cognoscitivas humanas, debía abandonar la pretensión de revelar la esencia o sustancia íntima de las cosas, asequible únicamente a Dios. La tarea de la razón humana se convirtió, así, en la de establecer sus límites mediante el conocimiento de sus capacidades operativas. Renunciar al saber de la esencia íntima de las cosas —dable sólo a Dios—, como resultado de lo que nuestro entendimiento sabe de sí, fue el rumbo que la filosofía tomó con Nicolás de Cusa (1401-1464), para quien la inteligencia finita no puede conocer la verdad de las cosas con exactitud, siendo su dominio el de la medida y el cálculo:

el entendimiento [...] no comprende la verdad con exactitud [...] aunque se dirija [hacia ella] mediante un esfuerzo progresivo infinito; al igual que ocurre con el polígono respecto al círculo, que sería tanto más similar al círculo cuanto que, siendo inscrito, tuviera un mayor número de ángulos aunque, sin embargo, nunca sería igual, aun cuando los ángulos se multiplicaran hasta el infinito, a no ser que se resolviera en una identidad con el círculo. [...]

La *quiddidad* de las cosas, por consiguiente, [...] es en su puridad inalcanzable, y ha sido investigada por todos los filósofos, pero no ha sido hallada, en cuanto tal, por ninguno. Y cuanto más profundamente doctos seamos en esta ignorancia, tanto más nos acercaremos a la misma verdad.⁵⁵

⁵⁵ Nicolás de Cusa, *La docta ignorancia*, Libro 1, Cap. III “Que la verdad exacta es incomprendible”, p. 32. José Antonio Robles me ha sugerido hacer notar que Cusa señala dos niveles de conocimiento; uno de los cuales, como lo ilustra el pasaje citado, posee un carácter asintótico y asume que el entendimiento humano conoce

El conocimiento humano es conjetural e hipotético en tanto que, por su naturaleza, está siempre sujeto a aceptar mayor precisión en sus aproximaciones. Sin embargo, al acotar los límites del conocimiento humano, se postula, afirmativamente, el terreno de su legitimidad. Cassirer, en su *Individuum und Kosmos in der Philosophie der Renaissance*, refiriéndose al carácter de la verdad “a la altura de lo humano” conferido por Cusa al conocimiento, señala el trasfondo kantiano que ahí se trasluce: “nuestro conocimiento, aunque tenga límites que no podrá franquear, dentro de la esfera de su propio actuar no reconoce, en cambio, la menor limitación [...] [en éste, *su* terreno] puede y debe explayarse en todos los sentidos”.⁵⁶

Es muy importante reparar en que este sentido afirmativo del saber humano se realiza en la acción de comparar; en efecto, “Toda inquisición [humana] se da, [dice Cusa] en una proporción comparativa”,⁵⁷ por lo que el ámbito que le corresponde al conocimiento es, propiamente, el de lo cuantificable, pues a él conduce la medición, la puesta en relación. A tal fin, se precisa instalar los elementos sujetos a cotejo en el interior de un ámbito que permita establecer tal relación entre ellos, subordinándolos a un parámetro o “rasero” común. Cassirer señala, con relación al conocimiento en Cusa como comparación y medición, que:

Todo conocimiento supone una comparación que, a su vez, y en última instancia, no es sino una medición. Pero si hay que medir los objetos de conocimiento uno con otro y uno por el otro, es preciso postular, para este procedimiento, una primera e ineludible suposición: la homogeneidad de los objetos. Todos ellos deberían poder reducirse a una

sólo mediante oposiciones irreconciliables. El otro nivel se refiere a una vía “mística-racional” que acepta la unidad de los opuestos, noción a la que no se accede sino mediante una “dislocación” del entendimiento; la unidad de los opuestos puede ejemplificarse mediante el caso de la circunferencia infinita, cuyo segmento se identifica con una línea recta. Mediante esta clase de unidad de los opuestos el hombre vislumbra la realidad absoluta de lo divino.

⁵⁶ E. Cassirer, *Individuo y cosmos en la filosofía del Renacimiento*, p. 41.

⁵⁷ N. de Cusa, *op. cit.*, Libro 1, Capítulo 1 “De qué manera saber es ignorar”, p. 26.

única y misma unidad de medida, deberían poder pensarse como pertenecientes a un mismo orden de magnitudes.⁵⁸

Subsumidos a un “mismo orden de magnitudes”, los objetos no encuentran su determinación sino en relación con la unidad de medida, de la cual se deriva su relación con los otros objetos. Por ello, la determinación de un objeto no se efectúa en su ser aislado, sino siempre en relación con otros. Emerge, así, un “campo” o “dominio” como aquel que aloja todo objeto susceptible de medición, merced al cual todos y cada uno de los objetos adquieren su propia determinación. El *criterion* (instrumento, medio o “unidad” para juzgar, constituido por el sujeto) muestra aquí su ineludible complemento: un campo o dominio que resulta de los requerimientos del saber propio de lo humano: el cuantificable.⁵⁹ Hemos denominado aquí, a este campo o dominio “espacio unitario”, empleando la expresión de Panofsky.⁶⁰

⁵⁸ E. Cassirer, *Individuo y cosmos en la filosofía del Renacimiento*, op. cit., p. 41.

⁵⁹ Este tipo de conocimiento es el que reclaman quienes respondieron al escepticismo pirrónico con una propuesta mitigada. En efecto, el escepticismo mitigado o constructivo, como lo hemos anotado en el apartado anterior, se contenta con obtener un saber hipotético, del tipo que acepta Mersenne, tanto en el conocimiento de la naturaleza como en el de la matemática. Popkin expresa lo anterior del siguiente modo: “El conocimiento científico y matemático, para Mersenne, no nos daba información acerca de una realidad trascendental [...] Planteó una concepción positivista, pragmática del conocimiento [...] insistía, contra la destructiva fuerza del completo pirronismo, que no podía dudarse seriamente del conocimiento científico y matemático”. R. Popkin, *La historia del escepticismo desde Erasmo hasta Spinoza*, op. cit., p. 203.

⁶⁰ Cf. Erwin Panofsky, *La perspectiva como forma simbólica*, p. 11. La idea central en este trabajo apunta al hecho de que una interesante manifestación de tal dominio aparece en la representación renacentista del espacio terrestre, en los casos específicos de la cartografía, heredada por Ptolomeo, y en el de la representación pictórica en perspectiva. En tal género de representación, el dominio acotado del que se ha hablado no es otro que la postulación del “espacio unitario” que supone la aplicación de la geometría proyectiva. En el tercer capítulo de este trabajo “El espacio cartesiano: método y geometría de coordenadas” exploraremos la articulación entre este dominio de representación —que ahí denominamos “espacio sistemático”, siguiendo la terminología de Cassirer en *Substanzbegriff und Funktionsbegriff* (*Sustancia y función*, 1910)— y su impacto en la historia de las teorías del espacio, y específicamente, en la cartesiana, por lo que, dado el carácter introductorio y panorámico de este capítulo, nos concentraremos aquí en la descripción del “espacio unitario” como una tendencia del desarrollo de la noción de espacio, predominante durante la Modernidad.

Por lo anteriormente expuesto, vemos que la tendencia reductiva –uno de los rasgos que definen la tendencia del ‘estilo del pensar’ de la Modernidad– encuentra sus raíces en un trascendente giro del saber, surgido en la misma aurora del Renacimiento. Este vuelco trajo consigo la concepción del ‘espacio unitario’, uno de los rasgos de la *Vía de reflexión epistemológica*. De este modo, el tránsito paralelo que nos propusimos desentrañar encuentra en el ‘espacio unitario’ su base común. Así, en la representación renacentista del espacio pictórico (que emplea la perspectiva) el ‘espacio unitario’ aparece como el ámbito o dominio que incorpora los distintos elementos a representar, reduciendo a relaciones constantes las diversas cualidades de los objetos representables sobre una superficie. Por ejemplo, la función de la rejilla de Durero era la de llevarnos a suponer la “negación” de la superficie bidimensional del lienzo para postular un plano unitario y homogéneo capaz de ubicar, en un todo comprensivo, los valores de longitud, anchura y profundidad, como las variables significativas dentro de una relación constante entre lo representado y el espectador.⁶¹ La diversidad de flancos que presentan los objetos se pierde, en beneficio de uno de ellos, abarcado por la mirada, desde un punto de vista.

La tendencia dominante de la filosofía de la Modernidad –especialmente explícita mediante el dualismo cartesiano que define la sustancia extensa como el espacio mensurable tridimensionalmente– presenta una operación reductiva del intelecto, cuya estrategia se traza al admitir, como componentes básicos del conocimiento en general y del mundo externo en particular, los asociados a la consideración cuantitativa de lo diverso. A este respecto, expone Cassirer:

⁶¹ E. Panofsky expresa lo anterior de la siguiente manera: “Hablaemos en sentido pleno de una intuición ‘perspectiva’ del espacio, allí y sólo donde, no sólo diversos objetos como una casa o unos muebles sean representados en ‘escorzo’, sino donde todo el cuadro (...) se halle transformado, en cierto modo, en una ‘ventana’, a través de la cual nos parezca estar viendo el espacio, esto es donde la superficie material pictórica o en relieve, sobre la que aparecen las formas de las diversas figuras o cosas dibujadas o plásticamente fijadas, es negada como tal y transformada en un mero ‘plano figurativo’ sobre el cual y a través del cual se proyecta un *espacio unitario* que comprende todas las diversas cosas”. Cf. *La perspectiva como forma simbólica*, op. cit., p. 11. (Subrayado mío).

“Conocer” una multiplicidad consiste en colocar sus miembros en una relación recíproca tal que, partiendo de un determinado punto, podamos proseguir según una regla constante y universal. Descartes estableció esta forma de la conceptualización discursiva como la norma fundamental del saber matemático. [La cual...] tiende en último término a determinar la proporción existente entre una magnitud “desconocida” y otra “conocida”, que no puede ser captada con verdadero rigor más que si lo desconocido y lo conocido participan en una “naturaleza común”.⁶²

La solución de problemas, concebida como la búsqueda de datos desconocidos en función de los conocidos, señala el núcleo del método cartesiano, en el seno de su noción de *mathesis universalis* pero, como lo anota Cassirer, ello es posible una vez que la multiplicidad es colocada en el interior de un dominio que permite establecer una regla constante y universal. Este dominio es, nuevamente, un efecto del afán reductivo de la diversidad que desemboca en la postulación del “espacio unitario”.

En más de un aspecto, Descartes transita en la dirección de la ruta abierta por Cusa. Como este último, el filósofo de la Turena:

- 1º. Separa la esfera divina –de lo absoluto–, del terreno propio de lo humano, según se advierte en el título de uno de los artículos de *Los Principios de la Filosofía*: “Sobre lo que es la substancia y que este nombre no puede ser atribuido a Dios y a las creaturas en un mismo sentido”.⁶³
- 2º. De esta separación se deriva una consecuencia epistemológica: el conocimiento de las sustancias creadas no alcanza su última determinación de manera afirmativa, sino sólo negativamente, como lo ejemplifica el caso de la cualificación del universo como indeterminado y no como infinito:

⁶² E. Cassirer, *Filosofía de la Ilustración*, p. 39.

⁶³ Cf. *Los Principios de la Filosofía*, art. 51, 1ª. parte. AT IX, *Princip.*, 46-7 (*Los principios de la filosofía*, pp. 52-3).

no digo que el mundo sea *infinito*, sino solamente *indefinido*. En ello hay una diferencia notable pues, para decir que una cosa es infinita, se debe tener una razón que la haga conocer como tal, la cual no puede tener sino Dios; pero para decir que es indefinida, basta carecer de una razón que la haga conocer como tal, la cual no puede tener sino Dios; pero para decir que es indefinida, basta carecer de una razón por la cual se pueda probar que posee límites.⁶⁴

- 3º. Reconoce que el conocimiento de la substancia extensa se obtiene mediante el conocimiento de sus atributos y el conocimiento de éstos, es el de sus propiedades métricas: “no basta con que sea una cosa que existe para que la conozcamos, pues esto no nos descubre nada que excite algún conocimiento particular en *nuestro pensamiento*. Es preciso, además de esto, que tenga algunos atributos que podamos observar [...] la extensión tridimensional constituye la naturaleza de la substancia corporal”.⁶⁵
- 4º. El conocimiento particular de los fenómenos naturales posee un carácter hipotético, de certeza moral: “suficiente para regular nuestras costumbres, o tan grande como la que tenemos acerca de las cosas de las que no tenemos costumbre de dudar en relación con la conducta de la vida, aun cuando sepamos que puede ser que, absolutamente hablando, sean falsas”.⁶⁶

En suma, Descartes avanza en la dirección de la ruta señalada por Cusa, al encontrar que la definición de la cosa descansa en su determinación espacial. Al articular el concepto de espacio al de substancia, afirma Cassirer:

la “cosa”, el objeto empírico, se define de manera clara y distinta mediante sus determinaciones puramente espaciales. La extensión en longitud, anchura y profundidad es el único predicado objetivo mediante el cual podemos determinar el objeto de la experiencia. Todo lo demás que

⁶⁴ AT V, 51, Carta a Chanut del 6 de junio de 1647.

⁶⁵ AT IX, 47-8, *Princip.*, 1ª. Parte, arts. 52-3. *Los principios de la filosofía*, pp. 52-53.

⁶⁶ AT IX, 323, *Princip.*, 4ª. Parte, art. 205. *Los principios de la filosofía*, p. 411.

solemos considerar como propiedad de lo físicamente real, en la medida en que sea rigurosamente concebible para nosotros, tiene que poderse reducir a relaciones puramente extensionales.⁶⁷

Tal como acontece en el discurso filosófico, la representación plástica instala los objetos a representar en un todo acotado, como condición de su subordinación a constantes geoméricamente reguladas. El parentesco entre tal forma de representar el espacio pictórico y el discurso cartesiano, según se observa, es la expresión de una misma ruta intelectual, que —como esperamos haberlo mostrado— la *vía de reflexión epistemológica* nos permite ubicar en su suelo común, es decir, compartiendo un “estilo de pensamiento”, cuyos rasgos básicos hemos enunciado.

*** **

La ruta de análisis recorrida en este capítulo nos ha permitido plantear algunos aspectos medulares del contexto teórico que rodea la filosofía cartesiana, especialmente, aquellos que tuvieron un impacto en su concepción del espacio, desde el enfoque que me interesa proponer en esta investigación. De este modo, hemos subrayado la polémica que trajo consigo el resurgimiento del escepticismo, dado que ésta puso de relieve una nueva consideración del sujeto como artífice del “criterio de verdad”, misma que orientó, en buena medida, la filosofía natural de la Modernidad y sus bases ontológica y epistemológica. Asimismo, hemos señalado que esta nueva consideración del sujeto como “artífice” del criterio o canon muestra paralelismos con la práctica de los artistas durante el Renacimiento. Por otra parte, la puesta en relación de estos paralelismos mediante las nociones metodológicas de “estilo el pensar” y de *vía reflexiva*, nos ha permitido encontrar una clave de estos paralelismos en la noción de “espacio unitario”. A lo largo de los siguientes capítulos, veremos cómo esta última noción adquiere concreciones en el método

⁶⁷ E. Cassirer, *La filosofía de las formas simbólicas*, op. cit., pp. 174-175.

cartesiano, conduciéndonos al concepto de “espacio sistemático”. Veremos, asimismo, que las consideraciones referidas aquí a la expresión plástica del artista se extienden, realmente, a la amplia concepción plástica de su tiempo, quedando comprendidas las diversas tareas de representación gráfica, entre las que destaca, de modo paradigmático, la del cartógrafo. Sin embargo, antes de continuar con el capítulo siguiente, en el que revisamos los planteamientos cartesianos del espacio, así como algunas interpretaciones clásicas al respecto –y las controversias entre ellas– es oportuno agregar una consideración más a propósito de los resultados de este capítulo.

Nuestra primera intención al acudir al debate promovido por el resurgimiento del escepticismo fue la de adentrarnos en el tema de la percepción. De hecho, fue éste el ángulo desde el cual revisamos las distintas propuestas que buscaron una salida ante dicho problema. Posteriormente, nos dirigimos al tema de la aparición del sujeto-artíifice ¿quedó desplazado en el desarrollo de este escrito el asunto de la percepción?, ¿nos hemos olvidado de él, dando el paso a otras cuestiones? El expediente de la percepción me parece, ha estado presente a lo largo de este capítulo. En efecto, el estudio de la percepción sensible y su papel en la constitución del conocimiento del mundo natural, durante la Modernidad, se integra de manera definitiva al tema de la *percepción mental*. Una de las principales consecuencias de lo anterior, como es sabido, es admitir que la presencia de toda sensación se advierte, necesariamente, mediante ideas. Es ésta la transformación teórica que permite identificar este período de la filosofía como un “ideismo”. Todo percepto sensible es, ante todo, una percepción de la mente y bajo este estatuto debe ser analizado. El gran problema de la filosofía viene a ser, en este “estilo del pensar”, de acuerdo con Benítez y Robles: “cuáles puedan ser las relaciones entre las ideas o contenidos mentales y los objetos que configuran el mundo externo, el de los objetos materiales”.⁶⁸ En otros tér-

⁶⁸ Laura Benítez y José Antonio Robles (“El camino de las ideas”, en *Enciclopedia Iberoamericana de Filosofía. Del Renacimiento a la Ilustración I.*, tomo 6, p. 112), afirman que, esencialmente, en los siglos XVII y XVIII, la filosofía consiste en las

minos, el estudio de la percepción humana se troca en el análisis filosófico de las ideas –particularmente, su origen y operaciones– mediante las cuales toda percepción sensible es asequible a la mente.⁶⁹ Dicho estudio se presenta, como lo hemos subrayado, en medio del intenso debate suscitado por el resurgimiento del tema del escepticismo.

En este panorama complejo ¿cómo se plantea el problema teórico del espacio?, ¿cómo lo plantea, específicamente, Descartes? A la revisión de estas cuestiones nos dirigimos a continuación.

diferentes respuestas que recorren “el camino o vía de las ideas”, por cuanto aportan diferentes soluciones a la relación que hay entre las ideas o contenidos mentales y los objetos del mundo externo. En este escenario, las ideas ocupan el papel protagónico.

⁶⁹ La consideración de que lo propio de la percepción humana no consiste en la mera agregación de “datos” sensoriales, sin considerar la compleja actividad mental que trae consigo, tiene una importante evidencia en la penetrante investigación de Cassirer en *La filosofía de las formas simbólicas*, vol. III, referida al tema del espacio. En efecto, el espacio no puede ser la mera agregación de partes. ¿Qué nos advierte de la presencia del espacio?, se pregunta Cassirer, ya que: “La imagen del espacio no surge para nosotros agregando una percepción cuantitativamente nueva a las percepciones que nos transmiten los sentidos” (*ibid.*, p. 176). ¿Qué arte de “química psíquica” (*ibid.*, p. 179), podrá resolver el problema? El “secreto” de la génesis del espacio es irresoluble –admite Cassirer–; sin embargo, bien podemos acercarnos al problema y describirlo como un fenómeno de representación. Para profundizar en esta ruta de investigación es conveniente acudir a la exposición de Cassirer acerca del espacio, en el capítulo “El espacio” en *La filosofía de las formas simbólicas*, vol. III, pp. 171 a 193.

EL ESPACIO FÍSICO EN DESCARTES.
DE LA ESTRATEGIA REDUCTIVA
A LA GEOMETRIZACIÓN



Introducción

El estudio cartesiano del espacio ha sido objeto de diversas y contrastantes valoraciones; desde aquellas que implícitamente desdeñan la importancia de la aportación de Descartes en este tema, hasta las que le confieren el lugar de “parteaguas” histórico. Así, Jammer, en su historia de las teorías del espacio, se remite a la concepción espacial cartesiana sólo de manera subordinada, a propósito de la discusión entablada con Henry More.¹

Es interesante observar que, en contraste, Einstein, en el prólogo de la misma obra, afirma que la reconciliación de las dos tendencias históricas en el estudio del espacio (que lo conciben 1º. como cualidad posicional y 2º. como contenedor) fue llevada a efecto, precisamente, por Descartes. De acuerdo con Einstein, la consideración de que el espacio es una cualidad posicional del mundo de los objetos materiales, y aquella que lo concibe como contenedor de éste² son “reconciliadas por la introducción del sistema cartesiano de coordenadas”,³ por lo que esta innovación en geometría

¹ Max Jammer, *Concepts of Space. The History of Theories of Space in Physics*, Capítulo 2. Judeo-Christian Ideas, pp. 43 y ss.

² Estas consideraciones se remiten, esquemáticamente —señala Einstein— a los aspectos geométrico y cinemático, respectivamente. Cf. M. Jammer, *Ibid.*, Prólogo, p. XV.

³ *Idem.*, Prólogo, p. XV. Volveremos al tema de la geometría de coordenadas en el capítulo 3. El espacio cartesiano: método y geometría de coordenadas.

coloca a Descartes como el impulsor de una nueva época “más atrevida, lógicamente”⁴ con relación a las teorías espaciales precedentes. Esta observación nos conduce directamente a la discusión sostenida en torno al papel de la geometría en la concepción espacial de Descartes.

En este aspecto, la discusión que entablan diferentes tendencias historiográficas es muy rica e interesante. Mientras Koyré⁵ considera que hay importantes razones para aceptar que el giro peculiar del tratamiento cartesiano del espacio radica en la geometrización de la que aquél fue objeto, Edward Grant⁶ mantiene que, durante el siglo xvii, la geometría –incluida la cartesiana– no fue la fuerza directriz que orientó las concepciones espaciales.

Debe añadirse a este polémico panorama la contrastante evaluación asignada al significado de la geometría de coordenadas en el interior de la obra cartesiana y, asimismo, en la historia de las matemáticas. En este sentido, mientras una tendencia tradicional coloca a Descartes y a Fermat como los auténticos forjadores de la geometría analítica (o de coordenadas), otra tendencia, relativamente más reciente, muestra el papel secundario de la propuesta de la geometría de coordenadas en la *Géométrie*, así como el lugar más legendario que real, en la historia de las matemáticas, que se ha atribuido a la aportación cartesiana en este rubro.⁷

Ante este complejo cuadro, la ruta analítica que he trazado para desarrollar mi propuesta al respecto, parte de examinar, en el corazón de la epistemología cartesiana, el significado de su estrategia de racionalización o geometrización del espacio, para el conocimiento del mundo natural. Para ello, aprovecho el marco histórico propuesto en el primer capítulo, es decir, el del clima escéptico que rodeó la filosofía cartesiana, dándole continuidad en este capí-

⁴ *Idem.*

⁵ Cf. Las obras siguientes de Alexandre Koyré, *Del mundo cerrado al universo infinito*, p. 2; *Estudios Galileanos*, p. 87 y *Études newtoniennes*, pp. 29 y ss.

⁶ Cf. Edward Grant, *Much ado about Nothing, Theories of Space and Vacuum from the Middle Ages to the Scientific Revolution*, pp. 234 y ss.

⁷ El tema de la geometría de coordenadas será tratado, específicamente, en el capítulo 3., apartado “El espacio sistemático en Descartes”.

tulo, pero dirigiendo aquí su estudio hacia el tema de la estrategia general del proyecto cartesiano y su proyección en la epistemología y en la filosofía natural. Como veremos, el examen de los argumentos antiescéticos cartesianos es revelador de dicha estrategia general. Esto lo exponaremos en el apartado “‘Tender ganchos al cielo’. La estrategia reductiva de Descartes en sus argumentos antiescéticos”.

Una vez explorada la base epistémica que da lugar a la concepción espacial de Descartes, en el apartado “La geometrización del espacio. Problemas y propuestas” examinamos los planteamientos propiamente físicos de ella. En dicha sección recorreremos las diferentes evaluaciones que al respecto proponen Nys, Koyré y Grant, escuetamente referidas en el inicio de esta sección. Como resultado del debate entre estos autores, propongo cuál puede ser una clave significativa para interpretar, de manera contextualizada y fructífera, el significado de la “geometrización de la naturaleza” en el caso del espacio cartesiano.

“Tender ganchos al cielo”. La estrategia reductiva de Descartes en sus argumentos antiescéticos

En el artículo 11 de la segunda parte de *Los Principios* se encuentran los pasajes clave de la identificación cartesiana del espacio con la extensión material: “Fácil será conocer que la misma extensión que constituye la naturaleza del cuerpo, constituye la naturaleza del espacio, y que no difieren entre sí sino como la naturaleza de la especie o del género difiere de la de individuo”.⁸ Líneas más adelante, el artículo nos permite ubicar dos blancos del ataque cartesiano, uno de ellos contra la tradición escolástica —el cual ha sido amplia y frecuentemente comentado— y,

⁸ AT IX, 68-9, *Princip.*, Parte segunda, art. 11. *Los principios de la filosofía*, p. 78. Se han empleado las abreviaturas habituales para referir las obras de Descartes, ver bibliografía.

el otro, menos explorado, orientado a enfrentarse –en el sentido propositivo mencionado en el capítulo anterior– al escepticismo de su tiempo. El conocido pasaje establece lo siguiente:

para determinar mejor la verdadera idea que tenemos de algún cuerpo, tomamos por ejemplo una piedra y retiramos de ella cuanto sabemos que no pertenece a la naturaleza del cuerpo; esto es, quitemos, en primer lugar, la dureza, puesto que si pulverizamos esta piedra perdería su dureza y, por ello, no dejaría de ser cuerpo; quitémosle también el color, puesto que hemos visto en ocasiones piedras tan transparentes que no tenían color; quitémosle también el peso, pues vemos que el fuego, aun cuando sea muy ligero, no deja de ser considerado cuerpo; quitémosle el frío, el calor y las otras cualidades de este género, puesto que no pensamos que estén en la piedra, o puesto que no pensamos que esta piedra cambie de naturaleza porque nos parece *en unos momentos fría y en otros caliente*.⁹

Al eliminar los aspectos en que unos cuerpos difieren de otros, reteniendo exclusivamente los rasgos susceptibles de comparación o medición, Descartes no sólo rechaza la concepción tradicional del conocimiento del mundo natural como un saber fundado en sus cualidades sensibles; también asume, ante el problema de la determinación de un criterio de verdad, una posición encaminada a defender el conocimiento racional de la naturaleza, a salvo –según la intención del filósofo francés– de los riesgos previstos por los escépticos. En efecto, si el saber de la Escuela era insatisfactorio, y había que desplazarlo, también lo era la aspiración de alcanzar un saber de la naturaleza tan sólo probable, verosímil o aproximativo, por lo que debía proponerse una nueva estrategia ante el conocimiento, capaz de conquistar una verdad segura. Esta senda desemboca en la definición del cuerpo como sustancia extensa y la identificación de ésta con el espacio. Así, Descartes, tras examinar la piedra sus-

⁹ *Idem.*

trayendo de ella sus propiedades cualitativas,¹⁰ concluye: “hallaremos que la verdadera idea que de ella tenemos consiste solamente en que nosotros apercibimos distintamente que es una substancia extensa en longitud, anchura y profundidad; esto mismo está ya comprendido en la idea que tenemos del espacio”.¹¹

Como es sabido, la estrategia epistemológica que asume el conocimiento verdadero del cuerpo material como la descripción matemática de las diversas figuras, movimientos y tamaños a los que se reducen sus diversas propiedades,¹² se ha reconocido con la denominación de “geometrización del espacio”. En este apartado, lo que me interesa mostrar, es que la estrategia reductiva de Descartes constituye una orientación general, muy amplia, de su filosofía, por lo que puede rastrearse tanto en los planteamientos epistemológicos, como en su concepción física. Para examinar lo anterior revisaré los argumentos mediante los cuales Descartes responde al escepticismo de su tiempo y, posteriormente, a manera de prueba, contrastaré los resultados de mi lectura con otra interpretación, según lo veremos, fallida, en tanto no considera la ruta general cartesiana como un proyecto reductivo. Expliquemos lo anterior.

¹⁰ Margaret Wilson hace notar que el propósito de Descartes al plantear este experimento mental es el de “llevarnos a considerar qué es lo que pertenece a nuestro concepto de cuerpo” (*Descartes*, p. 133), por lo que mediante este ejemplo Descartes se pregunta, realmente, por las propiedades que están contenidas analíticamente en el concepto de cuerpo. Así, en este pasaje –y en otros pasajes de los *Principios*, por ejemplo, los artículos 3 y 4 del libro II– Descartes arguye que un cuerpo no requiere del color, de la dureza, etc., para ser un cuerpo, pues estas propiedades pueden eliminarse mentalmente sin sustraer “lo que lo hace un cuerpo”. Cf. *Idem*.

¹¹ AT IX, 69, *Prncip.*, Parte segunda, art. 11. *Los principios de la filosofía*, p. 79.

¹² Desde un enfoque de estudio que colinda temáticamente con esta problemática, Claudia Lorena García expone: “La idea clara y distinta de un cuerpo –es decir, la idea de su esencia– que pertenece al entendimiento presenta, en último análisis, una construcción matemática; es decir, una sustancia que tiene ciertas propiedades matemáticas, y ciertas capacidades matemáticamente descriptibles, tales como la capacidad de adquirir un número *indefinidamente* grande de formas”. Cf. “Descartes: la imaginación y el mundo físico”, p. 70.

En efecto, el entendimiento accede al conocimiento verdadero de la sustancia corpórea mediante la consideración de sus propiedades métricas.

Los argumentos antiescéticos cartesianos

La postura antiescética de Descartes se expresa tempranamente en sus escritos. En uno de los pasajes de la *Vie de Monsieur Des-cartes*,¹³ Baillet nos informa que éste, en su viaje a París de 1628, acudió a una reunión en casa del nuncio papal, Cardenal Bagné, donde se encontraban destacadas personalidades del mundo intelectual. Los asistentes, entre quienes se encontraba Mersenne, escucharon la conferencia del médico y químico Chandoux¹⁴ en la que atacaba las enseñanzas filosóficas de la Escuela y proponía un sistema de filosofía, pretendidamente nuevo. Los asistentes mostraron su aprobación entusiasta a la vehemente charla de Chandoux, a excepción de Descartes, quien no aplaudió. Este gesto fue observado por el Cardenal Bérulle quien al preguntar a Descartes los motivos de su reserva, obtuvo una larga y contundente respuesta. Descartes se dirigió a todos los presentes, explicando, primero, los aspectos de la charla que le parecieron dignos de aprobación y, posteriormente, atacó con firmeza la aceptación del conocimiento verosímil (o probable) como norma o criterio de verdad defendido por Chandoux. Baillet no nos informa del tema y argumentos desarrollados en la discusión, sólo nos da a conocer que Descartes mostró la imposibilidad de considerar conocimiento verdadero al conocimiento probable pues, de lo contrario, no obtendríamos un real deslinde entre lo verdadero y lo falso. Para demostrar lo anterior, Descartes pidió a los asistentes proponer, a modo de ejemplo, una aseveración considerada verdadera, desarrollando una serie de argumentos mediante los cuales tal afirmación venía a aparecer como falsa. Luego procedió a la inversa, tomando el ejemplo de una proposición considerada falsa, haciéndola pasar por verdadera. La fuerza persuasiva de los argumentos de Descartes despertó el asombro del público y, en especial, el del

¹³ Adrien Baillet, *La vie de Monsieur Des-cartes* vol. 1, pp. 160-166.

¹⁴ Chandoux, experto en metalurgia, fue ejecutado en 1631 por falsificar moneda. Cf. R. Popkin, *La historia del escepticismo desde Erasmo hasta Spinoza*, op. cit., p. 262, n. 13.

Cardenal Bérulle,¹⁵ quien le preguntó si sabía de algún modo de evitar los sofismas. Descartes le respondió que el único conocimiento del que podía servirse, con esa finalidad, era el que se obtiene de las matemáticas, agregando —señala Baillet: “que no creía que existiera verdad alguna que no pudiera demostrarse claramente por ese medio y siguiendo sus propios principios”.¹⁶ En efecto, Descartes tenía en mente —sigue Baillet—: que “ese medio no era otro que su regla universal, es decir, su método natural”¹⁷ capaz de aplicarse a toda clase de conocimiento con “una certeza igual a la que pueden producir las reglas de la aritmética”.¹⁸

El episodio de Chandoux es un ejemplo del fuerte interés de Descartes en combatir el escepticismo, el cual se mantuvo constante y continuo a lo largo de su carrera filosófica.¹⁹

¹⁵ En opinión de Popkin, el Cardenal Bérulle —quien, tal vez, fuera el más importante pensador religioso de la Contrarreforma en Francia— se interesó profundamente en la exposición de Descartes porque buscaba argumentos contundentes en contra de los reformadores de la Iglesia Católica. En este sentido, la búsqueda de una norma o criterio de verdad, independiente de los pareceres y opiniones humanas, requerida —según la Contrarreforma— para atacar a los reformadores, se asocia con el ataque de Descartes a los defensores de que sólo podemos aspirar a una verdad probable o verosímil. Así, la búsqueda cartesiana de un conocimiento verdadero, fundado en un sólido criterio de verdad capaz de ir más allá del saber probable, es paralela a la del líder francés de la Contrarreforma. Para profundizar en este asunto, Popkin nos envía a Gouhier: “La crise de la théologie au temps de Descartes”, *Rev. de Théol. et de la Phil.*, iv, 1954, pp. 45-47, en R. Popkin, *La historia del escepticismo desde Erasmo hasta Spinoza, op. cit.*, pp. 263-264.

¹⁶ A. Baillet, *op. cit.*, p. 163.

¹⁷ *Idem.*

¹⁸ *Idem.*

¹⁹ El combate de Descartes contra el escepticismo se mantuvo a lo largo de su carrera filosófica. La anécdota de Chandoux, cuyo fondo nos remite a la concepción de *mathesis universalis*, expresa la aparición temprana de la preocupación de Descartes a este respecto. En el *Discurso del método*, Descartes nos anuncia haber descubierto una verdad “tan firme y tan segura que todas las más extravagantes suposiciones de los escépticos no eran capaces de hacerla tambalear” (AT VI, *Discurso*, 32. *Discurso del método*, *Dióptrica*, *Meteoros* y *Geometría*, p. 25). En *Las Meditaciones*, Descartes advierte al Padre Bourdin del peligro que representa el escepticismo: “no me diga que tal secta [la de los escépticos] se halla extinguida al presente: tiene más vigor que nunca y la mayoría de quienes piensan tener algún mayor ingenio que los demás, no encontrando nada que los satisfaga en la filosofía [...] se pasan a la escéptica” (AT VII, 548-9. *Meditaciones Metafísicas con objeciones y respuestas*, p. 417). En la correspondencia, numerosos pasajes atestiguan la continua presencia de este tema, intensificándose hacia 1641. Así, el clima escéptico del ambiente intelectual de la época acompañó y formó parte de la filosofía cartesiana.

También nos muestra que su ataque en esa ocasión estaba dirigido al escepticismo de carácter mitigado o académico (es decir, aquel que, al asumir la validez de los argumentos pirrónicos, trata de evitar las consecuencias de un escepticismo total, aceptando la posibilidad del conocimiento pero tan sólo como probable y aproximativo)²⁰ contra el que desarrollaría una firme y compleja estrategia.

En suma, el talante escéptico del ambiente intelectual de la época no sólo formó parte del horizonte filosófico de las preocupaciones de Descartes, más aún, los argumentos destinados a derrocar el escepticismo son elementos constitutivos de la base de su sistema filosófico. Por ello me propongo, a continuación, mostrar el importante –aunque poco explorado– vínculo que articula el ataque cartesiano al escepticismo con la estrategia epistémica reductiva que se opera a través de la “geometrización del espacio”.

El núcleo de la estrategia cartesiana antiescética radica en emplear argumentos que lleven al extremo la duda, de tal modo que al remontarla, el retorno a ella sea imposible. En su misiva al Padre Dinet, Descartes le explica sus intenciones al servirse de la duda: “no había propuesto ninguna razón para dudar con el designio de persuadir a otros, sino al contrario, para refutarlos; habiendo seguido en ello, completamente, el ejemplo de los médicos, quienes describen las enfermedades con el propósito de aprender la cura”.²¹ El sano producto de la duda consiste, entonces, en la convicción de que es factible acceder al conocimiento verdadero. De acuerdo con el cuidadoso estudio que Laura Benítez

²⁰ Este género de respuesta ante el escepticismo radical asume que si bien no es posible conocer la esencia íntima de las cosas, es factible conocer lo suficiente para poder vivir. Cf. (*supra*) 1.1 Del criterio ‘natural’ a su condición de ‘artificio’. Aspectos del problema de la sensorpercepción en el resurgimiento del escepticismo en el siglo XVII.

²¹ AT VII, 574. ALQ, II, 1080. En opinión de Alquié, la duda le presta a Descartes un servicio de importancia tal, que si se prescinde de una duda de la envergadura de la suya, nada se sabrá, jamás, con total certeza. Por ello, lejos de favorecer el escepticismo, la duda cartesiana es el remedio contra él. Cf. ALQ, II, 1080, n. 1.

desarrolla en torno a este tema de la filosofía cartesiana,²² en la argumentación escéptica –momento metodológico fundamental para el establecimiento del conocimiento verdadero–²³ se pueden distinguir dos niveles; en el primero de ellos, la aplicación del criterio de claridad y distinción es la condición necesaria, pero no suficiente para establecer el conocimiento indudable. De este modo, en la Meditación tercera, al mismo tiempo que Descartes asume saber con certeza “que soy una cosa que piensa”, sabe lo que se requiere para estar cierto de algo:

En ese mi primer conocimiento, no hay nada más que una percepción clara y distinta de lo que conozco, la cual bastaría a asegurarme de su verdad si fuese posible que una cosa concebida tan clara y distintamente resultase falsa. Y por ello me parece poder establecer desde ahora, como regla general, que son verdaderas todas las cosas que concebimos muy clara y distintamente.

Sin embargo, he admitido antes de ahora, como cosas muy ciertas y manifiestas, muchas que más tarde he reconocido ser dudosas e inciertas. ¿Cuáles eran? La tierra, el cielo, los astros y todas las demás cosas que percibía por medio de los sentidos.²⁴

La percepción clara y distinta es suficiente para establecer el conocimiento actual, pero su garantía no alcanza a cubrir la totalidad del conocimiento; las percepciones sensibles e incluso las proposiciones de las matemáticas²⁵

²² En el artículo “Descartes y el escepticismo” Laura Benítez expone pormenorizada y ampliamente los objetivos de los argumentos escépticos cartesianos, así como la estructura lógica y niveles de estos, culminando con una evaluación muy precisa del papel de ellos en la filosofía cartesiana, en la que más adelante nos detendremos.

²³ L. Benítez, “Descartes y el escepticismo”, *op. cit.*, p. 247.

²⁴ AT IX, 27. *Meditaciones Metafísicas con objeciones y respuestas*, *op. cit.*, pp. 31-2.

²⁵ “Pero cuando consideraba algo muy sencillo y fácil, tocante a la aritmética y [a la] geometría, como, por ejemplo, que dos más tres son cinco, o cosas semejantes, ¿no las concebía con claridad suficiente para asegurar que eran verdaderas? Y si más tarde he pensado que cosas tales podían ponerse en duda, no ha sido por otra razón sino [la de] ocurrírseme que acaso Dios hubiera podido darme una naturaleza tal, que yo me engañase hasta en las cosas que me parecen más manifiestas”. AT IX, 28. *Meditaciones Metafísicas con objeciones y respuestas*, *op. cit.*, p. 32.

deben recibir, de otro nivel de planteamientos, la garantía de su verdad. Benítez nos explica que, en efecto, “el criterio de claridad y distinción de primer nivel, basta para eliminar las dudas de primer orden pero no para desechar las de segundo orden. Por clara y distinta que sea una proposición o percepción del mundo externo siempre puedo dudar de la validez de las razones que me llevan a creer algo”.²⁶ Ello acontece porque, en este caso, “lo que se pone en duda no es tal o cual proposición aislada, o tal o cual proposición concreta, sino todo un sector del conocimiento”.²⁷ John Cottingham expone que, en efecto, el papel de Dios es el de garantizar la construcción del conocimiento del mundo natural erigido en un *cuerpo sistemático de conocimiento*, lo cual requiere transitar desde la *cognitio* (mera cognición) a la *scientia* (conocimiento seguro). Este paso implica, primero, eliminar la duda básica sobre si puedo ser engañado sistemáticamente y, segundo, si puedo unir los conocimientos en un conjunto sistemático.²⁸ En otros términos, de acuerdo con Cottingham, los niveles que Benítez distingue se asocian, respectivamente, al mero conocimiento actual de algo, y al conocimiento constituido en un cuerpo sistemático de verdades.

Los niveles u “órdenes” de duda corresponden a los pasos para construir el cuerpo sistemático de conocimientos que Descartes busca. Así, para confiar en la validez indudable de las proposiciones y percepciones de primer orden se requiere pasar a un segundo nivel de conocimiento, cuya condición es aceptar la existencia de un Dios no engañador, requisito que no puede cubrir el ateo, pues –afirma Descartes– aunque:

no niego que un ateo pueda conocer con claridad que los ángulos de un triángulo valen dos rectos; sólo sostengo que no lo conoce mediante una ciencia verdadera y cierta, pues ningún conocimiento que pueda de algún modo ponerse en duda puede ser llamado ciencia; y, supuesto que se trata de un ateo, no puede estar seguro de no engañar-

²⁶ L. Benítez, *ibid.*, p. 253.

²⁷ *Idem.*

²⁸ Cf. John Cottingham, *Descartes*, pp. 111 y ss.

se en aquello que le parece evidéntísimo, según lo he mostrado anteriormente; y aunque acaso no pare mientes en dicha duda, ella puede con todo presentársele, si la considera o si alguien se la propone; y no estará nunca libre del peligro de dudar, si no reconoce previamente que hay Dios.²⁹

De los planteamientos anteriores, lo que aquí me interesa destacar es que la duda, en el primer nivel de conocimiento, pone en cuestión proposiciones o percepciones actuales (en el tiempo)³⁰ y que pueden considerarse “aisladas” toda vez que no forman parte de un sistema de conocimientos. Esta condición perecedera de las proposiciones aisladas no puede remontarse por el sentimiento subjetivo de certeza, por intenso que éste fuera (*i.e.* “sé que estoy en lo correcto”, “sé que estoy despierto”, o el saber del ateo de que “ $2+3=5$ ”). En contraste, la duda de segundo orden pone en cuestión sectores completos del conocimiento, o bien, el sistema del conocimiento como tal, dado que se aplica incluso a la creencia de que se es capaz de saber algo. Remontar este nivel equivale a rebasar el sentimiento personal de certeza; es decir, sostener la indudabilidad del conocimiento en su conjunto, sólo se logra si se trasciende el nivel del conocimiento meramente actual, de proposiciones aisladas, gracias a

²⁹ AT IX, *Medit.*, 111. *Meditaciones Metafísicas con objeciones y respuestas*, pp. 115-116.

³⁰ En este sentido, Cottingham explica el nivel de certeza que posee el *cogito*, acentuando su carácter temporal: “lo que me da la certeza de mi existencia no es un hecho estático o atemporal sobre mí [...] más bien es el hecho de que en este momento estoy ocupado en estar pensando. Y mientras continúe ocupado en esta tarea mi existencia está garantizada. Como Descartes afirma más tarde en la Segunda Meditación, ‘yo soy, yo existo –eso es cierto pero ¿por cuánto tiempo? Mientras esté pensando’ (AT VII 27; CSM II 18)”. J. Cottingham, *op. cit.*, p. 62. Por otra parte, en su acertado análisis del pasaje de Descartes acerca del conocimiento que puede alcanzar el ateo, Alquié –siguiendo a M. Gueroult– explica que se invoca ahí la veracidad divina, no tanto como una garantía para simplemente recordar la evidencia. Se recurre a Dios para garantizar la posibilidad de una ciencia verdadera mediante un requisito que le es indispensable: la continuidad, la perdurabilidad de la evidencia frente a cualquier duda posible. Estos comentaristas asumen, pues, los dos niveles del planteamiento cartesiano al que nos hemos venido refiriendo. En esta dirección, Alquié nos informa que Gueroult distingue entre el *cogito* actualizado y el *cogito* objetivado, para referirse, respectivamente, al conocimiento claro que el ateo puede conseguir y la verdadera ciencia [ALQ. II, 431, n. 1 y 565, n. 2].

la garantía que nos otorga el saber que no existe un Dios engañador.³¹ Por ello, de acuerdo con Cottingham, el ateo es incapaz de avanzar más allá de su *conciencia aislada de verdades*: “Él nunca podrá pasar a la *scientia*, ya que [...] su atención decaerá y entonces regresará a un estado de duda potencial, que le imposibilitará hacer un uso constructivo de los resultados que ha establecido”.³²

Es conveniente detenernos a observar el sentido general de la estrategia aquí aplicada. Como se ha visto, el procedimiento cartesiano, para alcanzar la indudabilidad del conocimiento, recorre el camino que avanza de las partes aisladas –cuyo conocimiento es necesario pero insuficiente– a su integración en un sistema –condición para alcanzar la indudabilidad. Si consideramos la estrategia reductiva de cualidades, geometrización del espacio, que se ilustra en el pasaje del examen de la piedra,³³ referido en el inicio de esta sección, notaremos que ahí se aplica el procedimiento antes descrito. Veamos en qué consiste.

De las partes aisladas a su integración en sistemas

La condición para conocer las cosas consiste en no considerar las propiedades que las individualizan y diferencian, de este modo, en el pasaje donde se sustraen de la piedra sus cualidades sensibles, Descartes nos pide eliminar la dureza, el color, el peso, textura, etc., de aquélla. Hay que retener, en cambio, si queremos conocer su verdadera naturaleza, las propiedades que cuantifican su extensión tridimensional. ¿Cuál es la ventaja que obtiene Descartes al proceder de este modo? Las características cualitativas de las cosas

³¹ “[R]econozco que es imposible que Dios me engañe nunca, puesto que en todo fraude y engaño hay una especie de imperfección. Y aunque parezca que el poder de engañar es señal de sutileza o potencia, sin embargo, pretender engañar es indicio cierto de debilidad o malicia, y, por tanto, es algo que no puede darse en Dios” [AT IX, 42-3], *Meditaciones Metafísicas con objeciones y respuestas*, pp. 45-46.

³² J. Cottingham, *op. cit.*, p. 113.

³³ AT IX, 68-9, *Princip.*, art. 11. *Los principios de la filosofía*, *op. cit.*, p. 78.

no son reductibles a un régimen único que, a la manera de un suelo común, permita efectuar su comparación, es decir, conocerlas. La epistemología que persigue el conocimiento cualitativo de las cosas desarrolla la estrategia de componer agrupaciones (por género, especie, etc.), fundadas en los constituyentes ontológicos de aquéllas, conformando grupos inconmensurables entre sí. La estrategia epistemológica que inquiere por el conocimiento cualitativo de las cosas avanza en profundidad, hacia el interior del grupo o clase en cuestión, hasta penetrar en la descripción pormenorizada de las cualidades; en cambio, la estrategia epistemológica que se dirige al conocimiento cuantitativo de las cosas requiere poseer una amplia red uniformemente extensible, de modo tal que recoja los datos significativos.³⁴ Así, la idea de que conocer las cosas es compararlas cuantitativamente, es decir, medirlas, lleva a Descartes a concebir una epistemología “unitaria” cuya condición de posibilidad consiste en liberar las cosas de su encierro en “grupos” o, de otro modo, rebasar el plano del “aislamiento” para arribar al de la “integración”, una vez que se constituye un ámbito (ya de carácter epistémico, ya de carácter físico) capaz de contenerlas en un todo. Ésta es, me parece, una característica que describe, en su forma más general, el proyecto cartesiano para el conocimiento del mundo natural, el cual, como veremos, tiene su raíz en el mismo núcleo de su epistemología.

³⁴ La estrategia que hemos llamado aquí cualitativa, en términos de Cassirer, conduce a un modelo científico que desemboca en la clasificación de cualidades, a diferencia del que lo hace en leyes cuantitativas de los fenómenos naturales. La primera estrategia puede encontrarse en el sentido general de la lógica aristotélica, cuyos predicados: “tienen que referirse necesariamente a cosas fijas y acabadas [...] El ideal científico que corresponde a este modo de ver es, en el fondo, el de la clasificación sistemática de los objetos: se trata de deslindar entre sí las diferentes ‘formas’ de la naturaleza y de dar a sus *cualidades* una determinada ordenación. Conocido es el peligro que esta concepción envuelve para la *física*. Ciertamente es que se le puede asignar también como misión el de investigar la *sustancia*, ya que su meta no es otra que la de determinar y retener lo que hay de permanente a través de los cambios en los fenómenos. Pero el error fundamental aparece cuando tratamos de buscar este algo permanente en la *forma* de la cosa y no en la *regla del acontecer*, cuando, para decirlo de otro modo, sustituimos las leyes por las ‘cualidades’”. E. Cassirer, *El problema del conocimiento*, vol. 1, p. 455.

En efecto, la estrategia reductiva de Descartes, en términos amplios, supone retener, solamente, los aspectos de las cosas que son susceptibles de ser integrados como elementos constitutivos de un todo o de un sistema; esta estrategia general tiene su correlato en diversos planteamientos de su filosofía. En el nivel epistemológico observamos que la parte, aislada, es insuficiente, toda vez que no nos permite el acceso al tipo de conocimiento que Descartes busca. En efecto, de la misma manera en que esta epistemología exige el tránsito de un primero a un segundo orden de duda (y sus correspondientes primero y segundo nivel de conocimiento, es decir, el paso de un conocimiento –proposición o percepción– aislado, al conocimiento sistemático o integrado); en su filosofía natural, Descartes, requiere avanzar de la parte aislada –esto es, abandonar la estrategia del agrupamiento en función de cualidades– hacia su integración en un todo homogéneo, condición para hacer posible su comparación, su medición, esto es, para su conocimiento. Si lo anterior es cierto, la geometrización de la naturaleza sería producto de la aplicación, en filosofía natural, de la misma estrategia que Descartes ha puesto en marcha en su epistemología. Para entender lo anterior, habría que asumir que la estrategia epistemológica que avanza hacia la constitución de un cuerpo sistemático de conocimientos y la que está a la base de la concepción de la nueva ciencia, mediante la disolución de la estrategia cualitativa de la tradición, son –empleando una expresión de Cassirer– fruto de un mismo giro del pensamiento ante el embate del resurgimiento del escepticismo en la Modernidad. En efecto, no basta *saber*, hay que *saber que se sabe*. Para ello, al parecer, hay que remontar el ámbito de los conocimientos aislados, para acceder al cuerpo sistemático de los mismos. Esta orientación tendrá su cúspide en la más conspicua concreción del método, que es, de acuerdo con Descartes, la de su geometría. Éste será el asunto por tratar en el capítulo siguiente, sin embargo, a continuación evaluaremos la viabilidad de esta interpretación.

Evaluación de una analogía: las respuestas de los reformadores y de Descartes ante el escepticismo

Podemos poner a prueba la consistencia de esta manera de interpretar el proyecto reductivo cartesiano –cuyo sentido general, reitero, es el tránsito de los elementos aislados a su integración (la cual, en el conocimiento del mundo natural, se concreta en la propuesta de su homogeneidad material)– si observamos las consecuencias erróneas a las que nos conduce ignorarla, lo cual, me parece, ocurre en la evaluación de Popkin a propósito de los argumentos antiescépticos cartesianos.

A continuación mostraré que tal evaluación –que equi-para las respuestas ante el escepticismo de Descartes y la de los reformadores– es fallida, como resultado de pasar por alto las diferencias entre los dos niveles de los argumentos antiescépticos cartesianos: saber algo (de acuerdo con el criterio de claridad y distinción, es decir, el correspondiente al primer nivel de la duda) y saber que sé algo (de acuerdo con el criterio infalible de la garantía divina, correspondiente al segundo nivel). En otros términos, la carencia consiste en no comprender el sentido general de la empresa cartesiana: el paso de lo aislado a lo integrado. La amplia exposición de esta “prueba”, que a continuación recorreremos, nos permitirá detallar algunos aspectos importantes de la argumentación antiescéptica cartesiana.

De acuerdo con Popkin, la respuesta cartesiana ante el escepticismo es análoga a la que presentaron los reformadores, por lo que, señala: “En la respuesta de Descartes al escepticismo encontramos *el mismo tipo de desarrollo de la Reforma*, y el mismo intento por objetivar la certidumbre subjetiva, vinculándola con Dios”.³⁵ Así, ante el escepticismo, las respuestas de los Reformadores y de Descartes se hermanan, en vista de que ambas se adhirieron a la misma

³⁵ R. Popkin, *La historia del escepticismo desde Erasmo hasta Spinoza*, op. cit., p. 286. (Subrayado mío).

voie d'examen: “Los reformados, [sigue Popkin] especialmente los calvinistas, ofrecieron como defensa de sus creencias la idea de que por *la voie d'examen* descubriríamos una verdad religiosa, la verdadera fe, que revelaría su criterio, la regla de fe, la cual a su vez revelaría su fuente y garantía, Dios”.³⁶ Podemos analizar la estrategia que intentarían poner en práctica los reformadores, de la que nos habla Popkin, distinguiendo los siguientes elementos: 1. hay una *iluminación* o luz interna, 2. ésta es el vehículo mediante el cual se recibe la seguridad completa, convicción o *certidumbre subjetiva*, 3. tal sentimiento debe *trascender la esfera de lo personal* para mostrar que lo subjetivamente cierto es, también, objetivamente cierto, 4. el paso anterior se efectúa merced a la omnipotente *acción divina*, la cual transforma “la experiencia individual subjetiva, interna, en un rasgo objetivo del mundo”.³⁷ Hay que considerar esta manera de determinar el criterio de *verdad religiosa*, dice Popkin, como la estrategia de tender “ganchos al cielo”, conformada por sus componentes: la iluminación, la certidumbre subjetiva, la demanda de objetividad y la garantía de ésta merced a la gracia de Dios. Como se observa, el proceso puede describirse como una experiencia que, a la vez que transmite determinadas verdades religiosas, aporta los medios para autentificarlas. Por ello, es un mismo proceso, sostenido por la fuerza del sentimiento personal, que culmina “de alguna manera” en el logro de la verdad objetiva: “El mismo proceso mental en que obtiene esta seguridad se trasciende a sí mismo de alguna manera y le revela a Dios, fuente del acontecimiento, que entonces garantiza que el contenido del acontecimiento, las verdades religiosas, no son sólo creencias personales, sino también verdades que Él ha ordenado”.³⁸

Sucede, pues, como si en virtud de un oculto y misterioso movimiento reflexivo del proceso, éste desplegara un poder de autotranscendencia. Popkin cree encontrar el mismo tipo de proceso en la respuesta antiescética del método

³⁶ *Ibid.*, p. 284.

³⁷ *Ibid.*, p. 285.

³⁸ *Ibid.*, pp. 285-286.

de la duda de Descartes, quien, del mismo modo que los reformadores, al recurrir al sentimiento psicológico de la certidumbre, intentaría salir de él mediante la garantía que aporta la intervención divina. De este modo, Popkin asume que, en Descartes, el primer paso en el proceso de los reformadores, la iluminación, encuentra su paralelo en el *cogito*, como el descubrimiento de la certeza subjetiva. El paso de esta certeza subjetiva a la verdad objetiva es, en el caso cartesiano, avalado por Dios, por cuya intermediación, señala Popkin: “No sólo creemos y psicológicamente hemos de creer en cualesquiera proposiciones claras y distintas, sino que ahora estamos garantizados de que aquello que creemos corresponde a lo que objetivamente es”.³⁹ En síntesis, sigue Popkin, con Descartes tenemos que, para ser victorioso, lo que “pensó que era cierto tuvo que ser cierto: aquello de que estuvo subjetivamente cierto tuvo que corresponder al estado de cosas objetivo”;⁴⁰ encontramos aquí, nuevamente –según lo ve Popkin– el salto misterioso y oculto de lo personal, interno y subjetivo, hacia la objetividad que localizamos en el planteamiento de los reformadores.

Empero, me parece que la estrategia de “tender ganchos al cielo”, en la forma en que Descartes la aplica, es mucho más rica y compleja de lo que la presentación de Popkin plantea, de tal modo que no es posible encontrar la similitud que este comentarista pretende establecer, entre los argumentos de los reformadores y los cartesianos, en virtud de la presencia de los fuertes y definitivos aspectos disanálogos que a continuación veremos.

En efecto, ya en el primero de los aspectos del planteamiento reformador, la iluminación, observamos importantes y definitivas diferencias que nos impiden analogarlo con el *cogito* cartesiano. Para proceder al examen de lo anterior será conveniente revisar, directamente, los planteamientos de Calvino.

³⁹ *Ibid.*, p. 286.

⁴⁰ *Ibid.*, p. 287.

Para los reformadores, la iluminación es un verdadero “don”, una revelación especial, la cual, según Calvino, no es patrimonio de cualquiera; depende de una facultad peculiar otorgada por la gracia divina. Al exponer que “sin iluminación no podemos reconocer a Dios”,⁴¹ Calvino nos explica que “por ‘don’ se entiende una revelación especial, y no una *inteligencia común de naturaleza*”.⁴² ¿Qué características posee tal revelación? En primer término, este saber “revelado” no está al alcance del entendimiento de todo ser humano normal (en tanto facultad natural), puesto que éste es incapaz de acceder a tal tipo de saber. En segundo lugar, en la doctrina calvinista, la revelación posee un riguroso sentido restrictivo, según el cual se trata de un don otorgado sólo a predestinados.⁴³

De acuerdo con Calvino, el entendimiento humano puede aplicarse ya sea a las cosas “espirituales”, o bien, a las cosas de las cuales se ocupa “el hombre natural”, pero entre uno y otro tipo de aplicación hay un verdadero hiato. Cuando sucede lo primero, al aplicarse a las cosas espirituales, el entendimiento “no puede entender más que en cuanto es

⁴¹ J. Calvino, *Institución de la Religión Cristiana*, vol. 1, Libro II, cap. II, 20 “Sin regeneración e iluminación no podemos entender a Dios”, p. 189.

⁴² Calvino aclara la aparición escasa de la inteligencia no común, la cual “se ve claramente cuando [San Juan Bautista] se queja de que sus discípulos no habían sacado provecho alguno de tanto como les había dicho Cristo. Bien veo, dice, que mis palabras no sirven de nada para instruir a los hombres en cosas celestiales, si Dios no lo hace con su espíritu. [...] Por eso el señor, por su profeta, promete como un singular beneficio de su gracia que daría a los israelitas entendimiento para que le conociesen (Jer. 24,7) dando, con ello, a entender, evidentemente, que el entendimiento humano, en las cosas espirituales, no puede entender más que en cuanto es iluminado por Dios”. *Idem*.

⁴³ La predestinación —señala Jesús Larriba en su pormenorizado estudio sobre los temas más influyentes de la doctrina de Calvino— es el tema más explorado de la teología de Calvino. Aunque hay discusión acerca del lugar que este asunto ocupa en el contexto general de la doctrina, los calvinólogos, nos aclara este autor, “están de acuerdo en la determinación del contenido: Dios elige misericordiosamente a unos y reprueba positivamente a otros según su secreto y justo designio y sin atender a méritos o deméritos humanos”. *Cf. Eclesiología y antropología en Calvino*, p. 60. También nos aclara que Calvino sostiene la predestinación convencido de que es fiel a la Escritura, sin embargo “para salvar sus tesis tiene que minimizar los textos bíblicos sobre la universalidad de la redención y sobre la voluntad salvífica universal”. *Ibid.*, p. 63.

iluminado por Dios”⁴⁴ por lo cual, sigue Calvino: “hay que confesar, sin lugar a dudas, que la facultad que poseemos para entender los misterios divinos es la que su majestad nos concede iluminándonos con su gracia”.⁴⁵ Apoyándose en San Pablo, Calvino nos explica que, en contraste, el hombre natural: “no percibe las cosas que son del espíritu de Dios [...] y no las puede entender porque se han de discernir espiritualmente”.⁴⁶ Hemos de llamar hombre natural, concluye: “Al que se apoya en la luz de la naturaleza. Éste [hombre natural], en verdad, no entiende cosa alguna de los misterios espirituales”.⁴⁷ Esta carencia no procede de la negligencia del hombre, sino en vista de que: “Aunque con todas sus fuerzas lo intentara [entender los misterios espirituales], nada conseguiría, porque hay que juzgar de ellos espiritualmente”.⁴⁸ El hombre natural que, presumiendo de su inteligencia, pretende entender los misterios tomando la ruta de la luz natural, sentencia Calvino: “ese tal, está tanto más ciego cuanto menos comprende su ceguera”.⁴⁹

Por otra parte, la revelación no es una “inteligencia común” en vista de que hay una predestinación o eterno decreto de Dios, quien “ha determinado lo que quiere hacer de cada uno de los hombres. Porque Él no los crea a todos con la misma condición, sino que ordena a unos para la vida eterna, y a otros para la condenación perpetua”.⁵⁰

En suma, la iluminación es un don, una revelación que 1. es dable, por su naturaleza, mediante una vía mística ajena a los cauces de la razón natural y, por ende, su contenido no es susceptible de integrarse a los propósitos de la

⁴⁴ J. Calvino, *Institución de la Religión Cristiana*], vol. 1, Libro II, cap. II, 20, *op. cit.*, p. 189.

⁴⁵ *Ibid.*, p. 191.

⁴⁶ *Ibid.*, p. 190.

⁴⁷ El párrafo continúa: “Es decir, que las cosas recónditas solamente por la revelación del Espíritu le son manifestadas al entendimiento humano, de tal manera que son tenidas por locura cuando el Espíritu de Dios no le ilumina”. *Idem.*

⁴⁸ *Idem.*

⁴⁹ *Ibid.*, p. 191.

⁵⁰ *Ibid.*, vol. II, Libro III, cap. XXI “La elección eterna con la que Dios ha predestinado a unos para salvación y a otros para perdición”, p. 729. El texto concluye tajantemente: “Por tanto, según el fin para el cual el hombre es creado, decimos que está predestinado a vida o a muerte”.

filosofía, pues el saber que invoca es incomunicable;⁵¹ y 2. alcanza sólo a algunos. Contrastaremos a continuación esta contundente afirmación de Calvino –para quien, como hemos visto, el mensaje de la revelación está absolutamente vedado al hombre natural–⁵² con el planteamiento cartesiano al respecto, muy distinto del que presenta el reformador.

En efecto, el *cogito*, lejos de ser equivalente a la iluminación religiosa de los reformadores, es la evidencia del tipo de *ilustración* o conocimiento intuitivo que Dios otorga al espíritu bajo el régimen de la *luz natural*. Popkin no ignora este obvio aspecto disanálogo, por lo que aclara que: “Esta dramática respuesta [de Descartes] a la *crise pyrrhonienne* [...] ofreció una solución de reformador al nivel del conocimiento racional, antes que religioso”.⁵³ Aunque de esta manera advierte que la solución cartesiana se produce en el terreno del conocimiento racional, no religioso, Popkin no examina las consecuencias que acarrea este desplazamiento, las cuales dificultan y, todavía más, impiden mantener su analogía. En cambio, añade: “La extensión de este tipo de problema [religioso] al conocimiento natural reveló que el mismo tipo de crisis escéptica existía también en este ámbito”.⁵⁴ Como se observa, tal declaración parece restar importancia a la diferente naturaleza que prevalece entre la incomunicable iluminación mística y la iluminación corres-

⁵¹ Lalande aclara que, en efecto, quien cree recibir la inspiración directa de Dios es un místico o iluminado (siempre que se emplea el término sin especificación). Cuando el misticismo se toma como base de una religión, “no se puede hacer de él un método filosófico, pues los conocimientos que invoca no son comunicables”. Cf. *Vocabulario técnico y crítico de la filosofía*, vol. 1, pp. 610-611.

⁵² Al aceptar que toda nuestra facultad para recibir la revelación proviene de Dios, Calvino se opone al pelagianismo –el cual, como sabemos, defendió la doctrina de Pelagio declarada herética en el concilio de Éfeso, ya que negaba, entre otros hechos, la necesidad de la gracia para la santidad. Cf. *Vocabulario técnico y crítico de la filosofía*, vol. II, p. 956. Calvino reiteraba su rechazo a la capacidad del entendimiento natural del hombre para captar el mensaje divino, con las siguientes palabras: “Y no hay razón alguna para que los pelagianos digan que Dios socorre esta torpeza e ignorancia, cuando guía el entendimiento del hombre con su Palabra a donde él sin guía no podría en manera alguna llegar”. J. Calvino, Juan: *Institución de la Religión Cristiana*, vol. 1, Libro II, cap. II, 20 “Sin regeneración e iluminación no podemos entender a Dios”, *op. cit.*, p. 190.

⁵³ R. Popkin, *La historia del escepticismo desde Erasmo hasta Spinoza*, *op. cit.*, p. 284.

⁵⁴ *Idem*.

pondiente a la luz natural de la razón. Al minimizar o pasar por alto las razones que le impiden sostener su analogía, Popkin establece conclusiones inaceptables. Como lo veremos en seguida, en fuerte contraste con la iluminación de los reformadores, en Descartes la iluminación no es un asunto reñido con la luz natural de la razón.

De acuerdo con Descartes, la ilustración (o iluminación) de Dios, recibida pasivamente por el espíritu, es el conocimiento intuitivo, mismo que presenta dos modalidades, según sea revelado o no mediante la acción milagrosa. El *cogito* es el conocimiento intuitivo de origen no sobrenatural. Lo anterior queda claro en la respuesta de Descartes a las preguntas que le formulara el Marqués de Newcastle —en su carta de marzo o abril de 1648— donde afirma:

esta proposición: [*Je pense, donc je suis*] o conocimiento, no es una obra de nuestro razonamiento ni una instrucción que nuestros maestros nos hayan dado; nuestro espíritu lo ve, lo siente y lo aplica; en él nuestra imaginación, que se mezcla inoportunamente en nuestros pensamientos, disminuye la claridad, queriéndolo revestir de sus figuras; él es, sin embargo, una prueba de la capacidad que posee nuestra alma de recibir de Dios un conocimiento intuitivo.⁵⁵

El *cogito* es un conocimiento intuitivo que se define, en este contexto, como ilustración del espíritu por la cual, éste ve en la luz de Dios las cosas que a Él le place descubrirle por una impresión directa de la claridad divina sobre nuestro entendimiento que, en esto, no es considerado como agente, sino sólo como recibiendo los rayos de la Divinidad”.⁵⁶

Esta vía del conocimiento se efectúa al margen del milagro pues nuestros conocimientos “descienden del razonamiento y del progreso de nuestro discurso”,⁵⁷ aunque sus

⁵⁵ AT V, 138. La carta aparece en Clerselier sin nombre ni fecha, sin embargo, por la información que provee la carta, en la edición AT se infiere que el destinatario es el Marqués de Newcastle. Cf. AT V, 133-4.

⁵⁶ AT V, 136.

⁵⁷ El párrafo se inicia de esta forma: “Ahora bien, todos los conocimientos que podemos tener de Dios, sin milagro, en esta vía descenden del razonamiento y del progreso de nuestro discurso”, AT V, 136-7.

fuentes parten de “las ideas y nociones naturales que están en nosotros”.⁵⁸ En todo caso, el resultado de esta vía de conocimiento, adquirido “por el camino de nuestra razón”,⁵⁹ hereda “las tinieblas de los principios de los cuales se ha obtenido y, por añadidura, la incertidumbre que poseen nuestros razonamientos”⁶⁰ si los comparamos con el conocimiento intuitivo sobrenatural. Por ello, conmina Descartes a su corresponsal: “Compare ahora estas dos clases de conocimiento y vea si hay, en ello, alguna cosa parecida”.⁶¹

El conocimiento que toma la senda de la luz natural implica “una percepción turbia y dudosa, que nos cuesta mucho esfuerzo y la cual juzgamos sólo durante un momento después de haberla adquirido”;⁶² todo lo cual contrasta con la “luz pura, constante, clara, cierta, sin esfuerzo y siempre presente”⁶³ de la revelación sobrenatural.⁶⁴

Como se advierte, la iluminación en Descartes no sólo es posible como una fuente de conocimiento asequible, en principio, a todo ser humano, es el propio conocimiento intuitivo:

enumeremos aquí todos los actos de nuestro entendimiento por medio de los cuales podremos llegar al conocimiento de las cosas, sin temor alguno de error; no admitimos más que dos, a saber: la *intuición* y la *deducción*.

⁵⁸ AT V, 137.

⁵⁹ *Idem*.

⁶⁰ *Idem*.

⁶¹ *Idem*.

⁶² *Idem*.

⁶³ *Idem*.

⁶⁴ Jean Luc Marion (“Anexo 1. Traducción de *intuitus* y utilización de *regard* Regla III, n. 1”), en *Règles utiles et claires pour la direction de l’esprit en la recherche de la vérité*, pp. 295-302, no acepta la distinción de dos tipos de conocimiento intuitivo en Descartes. A pesar de la evidencia textual, Marion afirma que: “Sería tentador distinguir dos clases de conocimiento intuitivo, uno de los cuales, humano, permitiría, desprendiéndose de su especificación como visión beatífica, obtener un equivalente de la *intuitus*”. *Ibid*, p. 297. Pero ello sería un contrasentido pues, de acuerdo con Marion, Descartes sigue muy de cerca la posición de Santo Tomás para quien, entre el conocimiento intuitivo y la visión beatífica, hay una estricta igualdad. Sin embargo, reconoce que, al menos, hay en Descartes una ambigüedad “que da a la *intuitus* cartesiana los rasgos de una *cognitio intuitiva/visio beatorum* laicizada”. *Ibid.*, p. 298.

Entiendo por *intuición*, no el testimonio cambiante de los sentidos, ni el juicio engañoso de la imaginación incoherente, sino la concepción de un puro y atento espíritu tan fácil y distinta que no deja ninguna duda sobre aquello que entendemos; o bien, lo que es lo mismo, la concepción indubitable de un espíritu puro y atento que nace de la sola luz de la razón”.⁶⁵

El criterio de la percepción atenta del espíritu, como garantía del conocimiento indudable, se mantiene en las *Reglas* del modo en que lo ilustra el pasaje anterior. Empero, en las *Meditaciones*, como se señala antes, el criterio de claridad y distinción viene a convertirse en una condición necesaria, pero no suficiente para proporcionar la garantía buscada.

La necesidad de remontar este nivel, insuficiente, de certeza condujo a Descartes a establecer los argumentos escépticos que habrían de funcionar como garantes de la indudabilidad requerida. En este plano, lo que interesa subrayar es que la necesidad de reforzar la percepción clara y distinta, se establece en vista de que ésta cubre sólo el nivel de saber o creer algo. Según lo hemos mencionado ya, de acuerdo con Descartes, el primer nivel desecha las dudas de primer orden, pero no las del segundo.⁶⁶ Es decir, para nuestro filósofo es clara la necesidad de zanjar las dudas de primer orden y a ello apunta su estrategia de fundamentar tanto el conocimiento sensible como el deductivo. Sólo tras rebasar este nivel de duda, negando la existencia del Dios engañador, ha de alcanzarse la solidez requerida, pues, según lo señala Benítez en su estudio de los argumentos anti-escépticos cartesianos: “por claro y distinto que sea mi

⁶⁵ AT X, 368, *Règles utiles et claires pour la direction de l'esprit en la recherche de la vérité*, op. cit., p. 8.

⁶⁶ En su reconstrucción de los argumentos anti-escépticos cartesianos, aplicando la lógica epistémica, Laura Benítez expone claramente la diferencia entre la duda de los órdenes primero y segundo: “la reconstrucción contemporánea del saber que se sabe en el principio KKp , permite entender [...] que el saber que p , Kp , expresa que no hay dudas de primer orden sobre p , no existen razones para dudar de lo que se cree o sabe, al paso que, el saber que se sabe que p , KKp , expresa que no hay dudas de segundo orden, esto es, no tengo motivos para dudar que realmente conozco que p ”. L. Benítez, “Descartes y el escepticismo”, op. cit., p. 252.

conocimiento de p , lo que no tengo son razones suficientemente sólidas que no puedan ser removidas por otras que falsifiquen esta creencia en tanto subsista la posibilidad del dios engañador, el genio maligno, o el sueño, para las diversas clases de conocimiento”.⁶⁷

Dicho de otro modo, el auténtico conocimiento, en el sentido cartesiano, no se sostiene, jamás, en la mera fuerza de la creencia o convicción subjetiva. Ello equivale a sostener, tal como se ha mencionado, que la estructura de los argumentos antiescépticos cartesianos se compone de dos planos: (i) el saber que corresponde a la duda de primer orden (sé o creo algo), referido al conocimiento actual –y cuya veracidad indudable no puede garantizar la mera memoria– y (ii) el saber indudable de que sé o creo algo y que corresponde a la duda de segundo orden. El primer plano equivale, en el sentido ya mencionado de la estrategia general cartesiana, a la percepción o proposición aislada (en cuanto su validez se da sólo en un presente, incapaz de ser integrado por el esfuerzo de la memoria); en tanto que, en el segundo nivel, los momentos aislados se recuperan, integrando un sistema completo de conocimiento.

De acuerdo con el propósito de Descartes, el paso de la certeza subjetiva al conocimiento indudable se opera, pues, como resultado de:

1. la ilustración o iluminación que da lugar al conocimiento intuitivo,
2. el establecimiento del criterio, necesario pero no suficiente, de las ideas claras y distintas,
3. el refuerzo del criterio de claridad y distinción, mediante la refutación del dios engañador.⁶⁸

⁶⁷ *Ibid.*, p. 255.

⁶⁸ Es importante advertir que la viabilidad del uso de la concepción del dios no engañador como garante de la indudabilidad del conocimiento, no se basa sólo en la analiticidad del concepto de Dios (la existencia no se desprende analíticamente del concepto de Dios, pues la existencia no es un predicado) sino de la inconsistencia que implicaría concebir un dios engañador, al lado de la perfección a la que apuntan los atributos divinos: omnipotencia, omnisciencia, etc. Ésta es una observación de L. Benítez en “Descartes y el escepticismo”, *op. cit.*, p. 259.

Ninguno de estos aspectos queda considerado en el análisis de Popkin que aquí examinamos. La iluminación de los reformadores descarta tajantemente la posibilidad de ver, en la razón natural, su depositaria. Según se ha expuesto, hay un verdadero hiato entre los productos de la razón natural y la iluminación, la cual, al estar reservada a unos cuantos, deja de ser un elemento constitutivo de la naturaleza del entendimiento humano. Por otra parte, el tránsito de la certeza subjetiva al saber indudable, en opinión de Popkin, jamás se efectúa en Descartes: *sceptique malgré lui*. Así, ignorando los niveles de la argumentación antiescética cartesiana, Popkin mantiene su analogía (argumentos reformados/argumentos cartesianos), por lo que, en su opinión, el esfuerzo antiescético cartesiano: “no responde al problema [del escepticismo] sino que, como la solución de los calvinistas, no es más que una reiteración de la idea de que la certidumbre subjetiva es verdadera, y todo el que la experimente creará esto”.⁶⁹

En este sentido, Popkin agrega que Descartes plantea la abrumadora compulsión: “de asentir a las ideas claras y distintas [lo cual] se convierte en garantía última de su verdad, [por lo que] Descartes parece estar subrayando aún más la experiencia subjetiva y psicológica como base de la certidumbre”.⁷⁰ Así, ante la pregunta ¿podemos estar seguros de que lo subjetivamente cierto es absolutamente cierto? Descartes se contenta con responder, según Popkin, que: “Todo lo que tenemos es ‘una convicción tan fuerte’ que la duda es imposible para nosotros, y esto es lo que constituye nuestra certidumbre”.⁷¹

El “Descartes” de Popkin, no rebasa el saber correspondiente a las dudas de primer nivel. La estrategia del avance de la parte a su integración es, aquí, inexistente, por lo que “Descartes”, en la versión de este historiador, se ha contentado con sostener tesis aisladas, no ha intentado cons-

⁶⁹ R. Popkin, *La historia del escepticismo desde Erasmo hasta Spinoza*, op. cit., p. 300.

⁷⁰ *Idem*.

⁷¹ *Ibid.*, p. 303.

tituir un cuerpo integrado de conocimientos es, en suma, un “Descartes” carente de una teoría epistemológica fundada en principios. ¿De qué Descartes se trata? No del que a continuación trataremos, dispuesto a reducir el mundo de las cosas a sus aspectos métricos, en el horizonte global de su concepción del conocimiento, como una estrategia integradora de las partes.

Es conveniente subrayar que el objetivo de esta sección no es, obviamente, el de evaluar si el propósito de Descartes de remontar la certeza subjetiva para acceder al conocimiento indubitable tuvo éxito como proyecto epistemológico consistente. En cambio, lo que interesa aquí es reconocer la estrategia explícita que desarrolló Descartes al respecto, considerando que su meta era la de combatir el escepticismo. Para ello, como se ha señalado, mi propósito es el de aplicar mi interpretación de esta estrategia –descrita como el paso de “lo aislado a lo integrado”– en la revisión del análisis que Popkin realiza de la certeza y verdad en Descartes, mostrando que este autor pierde de vista los niveles de la duda que Descartes plantea. Aun si Descartes fracasó en esta empresa, dando lugar al célebre “círculo cartesiano”, sería cierto, empero, que Popkin no sigue la ruta cartesiana explícita que señala los dos niveles de la duda. Si se ha logrado mostrar esta carencia en el análisis de Popkin, se ha alcanzado el objetivo de esta sección.⁷²

⁷² Sugiero al lector interesado en profundizar en el controvertido asunto del “círculo cartesiano”, remitirse al análisis que M. Wilson presenta al respecto en su *Descartes, op. cit.*, pp. 198-205. Wilson desarrolla una cuidadosa y ampliamente fundamentada interpretación en contra de la clásica objeción del “círculo cartesiano” y remite al lector a algunos analistas de las últimas décadas que han hecho aportaciones significativas a esta discusión. Wilson, en su sección “Circularidad” presenta el problema en forma resumida: “Descartes sostiene que ve, mediante la luz de la naturaleza, que el ser engañador es incompatible con la perfección. Ahora bien, ¿qué puede querer decir esto, sino que ve –de manera perspicua o clara y distintamente– una contradicción manifiesta al conjugar las ideas de perfección (completa) y ser engañador? Pero si él puede confiar en tales percepciones, no se necesita la prueba; y si no puede confiar en ellas, la prueba no es posible. En otras palabras, el argumento puede proceder sólo presuponiendo lo que ostensiblemente está intentando probar: que puede confiarse en percepciones de un grado muy alto de evidencia o de perspicuidad”. [*Ibid.*, p. 198].

La geometrización del espacio. Problemas y propuestas

El tratamiento del espacio en Descartes nos conduce a la exploración específicamente física de este tema. En este plano podemos localizar planteamientos básicos, característicos de la postura cartesiana y que se aceptan, como lugares comunes, por los distintos estudiosos del tema. Uno de ellos es la homogeneidad sustancial y operativa del mundo, como extensión cuantificable, y el segundo es la identificación de esta extensión con el espacio. En contraste, veremos que los acuerdos entre los comentaristas se acaban cuando se trata de establecer el significado de esta identificación, sus consecuencias, así como el carácter y papel del conocimiento métrico del que es susceptible. No dejan de ser motivos de disputa la importancia de la “geometrización” –cuyo significado también es objeto de discusión– en la filosofía natural cartesiana y las consecuencias que aquélla proyecta para su ubicación en la historia de la ciencia. Veamos, primero, los aspectos básicos o lugares comúnmente aceptados antes mencionados.

La concepción de un mundo homogéneo –tanto sustancial como operativamente (uniformidad funcional)–, cognoscible en tanto es objeto de la geometría, se expresa claramente en el siguiente pasaje de *Los principios*: “la naturaleza de la materia, o del cuerpo considerado en general, en modo alguno consiste en que sea una cosa dura, o pesada, o con un color, o de cualquier otro modo que afecte a nuestros sentidos, sino que la naturaleza del cuerpo solamente resi-

Empero, sigue Wilson, se puede intentar replicar, pues: “el argumento de Descartes no es circular [...] Descartes dice, expresamente, que la única consideración que puede ser causa de que dude de sus percepciones más evidentes es la idea del poder preeminente de Dios. Mediante un razonamiento subsecuente es capaz de desarmar esta consideración, reconociendo que Dios debe, en virtud de ser totalmente perfecto, ser no engañador, así como omnipotente. Por tanto, el argumento de Descartes consiste en mostrar que su noción original de Dios como una causa de duda, dependía de una comprensión incompleta de su idea de Dios y de sus implicaciones. ¿Dónde está la circularidad?”. [*Idem.*]

de en ser una substancia extensa en longitud, anchura y profundidad”.⁷³

Esta substancia extensa en longitud, anchura y profundidad se identifica con el espacio:

El espacio o lugar interior y el cuerpo que está alojado en este espacio, se distinguen sólo en razón de nuestro pensamiento. En efecto, la misma extensión en longitud, anchura y profundidad que constituye el espacio, constituye el cuerpo. La diferencia que existe entre ellos sólo reside en que nosotros atribuimos al cuerpo una determinada extensión, que entendemos que *cambia de lugar* con él todas y cuantas veces el cuerpo es *transportado*; por otra parte, atribuimos al espacio una unidad tan general y tan vaga que después de haber retirado de un cierto espacio el cuerpo, no pensamos haber transportado también la extensión de este espacio, ya que nos parece que la misma extensión permanece allí, mientras se mantiene la misma magnitud, la misma figura y no ha cambiado de situación respecto de los cuerpos externos en virtud de los cuales determinamos ese espacio.⁷⁴

Entre el espacio o lugar interno y la substancia corpórea que ahí se encuentra contenida, no hay sino una distinción de razón. En realidad, la extensión en largo, ancho y profundidad que constituye el espacio, constituye el cuerpo. La única diferencia entre ellos, de orden mental, se presenta cuando consideramos de manera aislada el cuerpo individual y creemos que cuando cambia de lugar un cuerpo, transportamos, con él, la extensión de este. ¿Quedaría ahí,

⁷³ AT IX, 65. *Princip.*, Parte segunda, art. 4. *Los principios de la filosofía*, p. 73. Como es sabido, en *Los principios*, el propósito de Descartes es el de hacer una presentación general de su filosofía, a la manera de un manual para exponer tanto su metafísica como su filosofía natural. En los libros primero y segundo, Descartes desarrolla los principios metafísicos de su física. A diferencia del tratamiento del mundo externo en las *Meditaciones*, en donde establece la existencia del mundo externo, en *Los principios* se expone tanto sobre la naturaleza de éste, como del modo de conocerlo. En los primeros artículos de la segunda parte de *Los principios* encontramos los pronunciamientos cartesianos más importantes para el estudio del tema del espacio y su identificación con la extensión material cuantificable.

⁷⁴ AT IX, 68, *Princip.*, Parte segunda, artículo 10. *Los principios de la filosofía*, pp. 77-78.

donde ha estado el cuerpo, un vacío? El plenismo material cartesiano –consecuencia de la identificación del espacio con la extensión y la materia– cancela tajantemente una respuesta afirmativa, por lo que hemos de asumir que, en un sentido, la extensión del espacio antes ocupado por el cuerpo que cambió de lugar, permanece ahí, ocupado por otro cuerpo (el aire, por ejemplo).⁷⁵ Ello es claro si consideramos que el movimiento de un cuerpo origina el desplazamiento de los cuerpos que lo rodean, o de otro modo, el movimiento de un cuerpo no puede efectuarse sin del desplazamiento de los cuerpos de su entorno. Esta consideración podría dar lugar a la comprensión del “espacio unitario” en Descartes como receptáculo de cuerpos cuyo movimiento no puede efectuarse en forma aislada, sin afectar el conjunto. Así, parar mientes en dicho sentido, nos evita caer en el error o prejuicio de considerar que las cosas difieren del espacio que ocupan, así como pensar que sus movimientos darían lugar a vacíos.

Pero ¿qué estatuto ontológico posee ese espacio general, unitario, no separado de la extensión material que lo ocupa?, ¿es un espacio real o se trata de un espacio ideal o imaginario?, ¿tiene sentido preguntar esto, es decir, debe poseer estatuto ontológico una entidad que no existe *per se*, separada de la extensión material, mediante una consideración de razón? Por otra parte, en lo que toca al tipo de conocimiento del que este espacio es susceptible: ¿es objeto de la aplicación del saber exacto, métrico, o es, él mismo, un ob-

⁷⁵ En el artículo 12, *En qué sentido es diferente [el espacio del cuerpo que contiene]*, Descartes expone este planteamiento, del siguiente modo: “Verdad es que hay diferencia en nuestra forma de pensar la substancia corpórea y el espacio, pues, retirada una piedra del espacio o lugar en que estaba, entendemos que también se ha retirado del mismo la extensión de esta piedra, ya que la juzgamos inseparable y sin embargo, pensamos que la misma extensión del lugar en el que estaba la piedra ha permanecido, aunque el lugar que esta piedra ocupaba anteriormente haya sido llenado por madera o por agua, por aire o por cualquier otro cuerpo, o también que parezca vacío, ya que tomamos la extensión en general, y nos parece que la misma puede ser común a las piedras, a la madera, al agua y a todos los otros cuerpos y también al vacío, con tal que sea de la misma dimensión, de la misma figura que anteriormente y que conserve una misma situación respecto de los cuerpos exteriores que determinan aquel espacio”. AT IX, 69, *Princip.*, Parte segunda, artículo 12. *Los principios de la filosofía*, p. 79.

jeto constituido métricamente?, ¿qué significado y valía poseen, para la concepción del espacio, las innovaciones matemáticas de Descartes, cómo integrarlas adecuadamente, como componentes, de esa concepción? Las respuestas a estas preguntas han dado lugar a ciertas interpretaciones que han alcanzado gran influencia y difusión. A continuación nos referiremos a ellas, anticipando que la interpretación que me interesa sostener en este trabajo, la cual desarrollaré en el siguiente capítulo, se ha constituido a partir de examinar y evaluar detenidamente dichas respuestas, mismas que presento agrupadas en los siguientes apartados: a) la extensión real y el espacio real y b) La extensión real y el espacio ideal. La exposición de estas interpretaciones nos dará, asimismo, la oportunidad de profundizar en la argumentación cartesiana al respecto.

El espacio real y la extensión real

Nys⁷⁶ mantiene que, en Descartes, el espacio real es la extensión real, concepción que han retomado, ligeramente retocada, varios filósofos entre los que se encuentra, de manera sobresaliente, Balmes.⁷⁷ La concepción del espacio que desarrolla Balmes es asociada e identificada por Nys, con la propia propuesta cartesiana. Así, Nys sostiene que, de acuerdo con Descartes y con Balmes, el espacio y la extensión material son idénticos y el espacio real, existente fuera de nosotros, es la extensión real de los cuerpos. Esta interpretación del espacio cartesiano, aunada a la identificación de la extensión corpórea con el espacio, conduce a Nys a dirigir a esta concepción diversas críticas, siendo la principal de ellas el encontrarla contradictoria.⁷⁸ En efecto,

⁷⁶ Desiré Nys (1859-1917), *La notion d'espace*, 1922.

⁷⁷ Jaime Balmes, (1810-1848), *Philosophie fondamentale*, Lardinois, 1852. Cit. por Nys, *ibid.*, pp. 182-184.

⁷⁸ Otras críticas a la concepción espacial de Descartes se relacionan con el hecho de que se trata de una postulación, no del producto de una auténtica inducción: "Ni el filósofo, ni el sabio tienen el derecho de convertir en hipótesis explicativas de la realidad, las concepciones que no son resultado de una legítima inducción.

si el espacio se identifica con la extensión, no existe ningún espacio real más allá de la extensión real, así como la extensión real no puede rebasar el territorio ocupado por los cuerpos –pues ahí donde se encuentra algo extenso se encuentra algún cuerpo–. La consecuencia indeseable que encuentra Nys es que toda sustancia corpórea desempeñará, a la vez, el doble rol de continente y contenido, lo cual –sigue–, es una contradicción: “En otros términos, los dos conceptos ‘contener y ser contenido’ siendo opuestos el uno al otro, requieren que sus objetos reales se distingan el uno del otro. De otro modo, digámoslo así, si el espacio no es nada fuera de la extensión, no hay lugar para el cuerpo extenso más que en el espacio imaginario”.⁷⁹

El espacio real, argumenta este autor objetando a Descartes, “no es la extensión individual del cuerpo localizado, sino el medio real que lo contiene o, si se quiere, esta capacidad realmente limitada por un recinto material en el interior del cual aquél se encuentra”.⁸⁰ Por todo ello, concluye: “Esencialmente dotado de una aptitud para contener, el espacio real no puede identificarse con su contenido”.⁸¹

Pero, se pregunta Nys, ¿es necesario que todo cuerpo esté encerrado en un recipiente, es decir, que toda extensión presuponga otra que la contenga? No, admite el comentarista, siempre que estemos hablando de un cuerpo aislado, mismo que no existe realmente: “relegado más allá de los límites de nuestro universo y sin relación alguna con sus congéneres. Comprendemos que nos es imposible situar ese cuerpo en un medio real [...] nuestro concepto de espacio real le es inaplicable”⁸² porque todos los seres corpóreos que caen bajo nuestra experiencia sensible están inmersos en un recinto material. Aunque nuestra imaginación creara espontáneamente un medio en torno a este cuerpo solitario,

En filosofía, particularmente, no es la naturaleza la que debe someterse a los puntos de vista del pensador, es el pensador quien debe someterse al yugo de la naturaleza”. D. Nys, *La notion d'espace*, pp. 184-5.

⁷⁹ *Ibid.*, p. 185.

⁸⁰ *Ibid.*, p. 186.

⁸¹ *Idem.*

⁸² *Ibid.*, p. 187.

no dudaríamos de que se trata, en efecto, de un medio meramente imaginario. El espacio real no puede confundirse con la extensión individual de un cuerpo aislado.

Por otra parte, no le escapa a Nys considerar el hecho de que si un cuerpo de nuestro mundo requiere de un medio en el cual ser ubicado, este medio necesitará, a su vez, de una extensión en la cual ser colocado y así sucesivamente. Empero, dice Nys, quienes plantean este inconveniente —entre quienes se encuentra Balmes—, sólo muestran su ingenio pero ignoran que nadie pretende sostener la hipótesis de que “toda extensión real supone un lugar distinto a sí misma”, todo lo que se está sosteniendo es, afirma, que “el espacio real [...] no es la extensión individual del cuerpo localizado, sino el medio real que lo contiene”,⁸³ pues, de este modo, no se violenta el sentido en que el lenguaje nos dice: “moverse *en*”, “encontrarse *en* el espacio”, etc.⁸⁴

Como se advierte, Nys asume la defensa de un antiguo argumento combatido por Aristóteles. En efecto, que el espacio es el medio continente de los cuerpos, separable de éstos, concepción que parece ser afín a la de Nys —al objetar a Descartes y Balmes—, es una de las afirmaciones combatidas por Aristóteles, en vista de que nos conduce a consecuencias insostenibles o absurdas. J. A. Robles⁸⁵ nos informa que Aristóteles, en la *Física*, no habla de espacio, sino de lugar y “lo define como ‘el límite [o superficie interna] del cuerpo continente’”.⁸⁶ La propuesta aristotélica mantiene “que todas las cosas tienen un lugar, pero el mundo (universo) o totalidad de las cosas, no es una cosa más, esto es, no tiene sentido preguntar por el lugar del universo, porque éste es el lugar de todas las cosas, pero él no ocupa un

⁸³ D. Nys, *op. cit.*, p. 186.

⁸⁴ La expresión “encontrarse en el espacio”, aclara Nys, “no traduce, pues, una ficción imaginaria, un punto de vista poético o idealizado de las cosas que nos rodean. Ella pone de relieve un hecho, una propiedad objetiva y real de la cual no puede negarse su existencia, a saber: el espacio real posee como papel esencial el de contener los cuerpos”. *Ibid.*, p. 185.

⁸⁵ L. Benítez y J. A. Robles, *El espacio y el infinito en la modernidad*. Ver 1.1. Tesis centrales de Aristóteles y una propuesta hermética, pp. 21-30.

⁸⁶ *Ibid.*, p. 23. [Fís], 212^a 5-6, p. 313.

lugar”,⁸⁷ ésta es la objeción que Balmes dirigiría a Nys, quien parece minimizarla al no advertir la siguiente consecuencia, derivada de la interpretación mediante la cual asume el espacio separado de los cuerpos. Una vez más, tal consecuencia fue señalada por Aristóteles, el lugar —explica Robles:

no es algo distinto o separado de los cuerpos; es un atributo de los mismos y, para mostrar que no debemos (ni podemos) suponer que hay un espacio ajeno a los cuerpos, [Aristóteles] presenta una serie de argumentos en los que el supuesto conduce a diversos tipos de absurdos. Primeramente, si el lugar o el espacio fuese tridimensional, entonces se seguiría que es un cuerpo y dos cuerpos no pueden ocupar el mismo lugar, por lo que ningún lugar podría ser ocupado por un cuerpo diferente, ya que el lugar mismo sería un cuerpo, [... si] se pusiera un cuerpo en un lugar, como se intenta poner un cubo dentro de un líquido (en este caso el cubo desplaza el líquido), parecería que el lugar, en vez de ser desplazado, penetraría el cubo que lo invade, pues habría una interpenetración de dimensiones por parte de los dos cuerpos.⁸⁸

Así, el lugar no puede ser un espacio tridimensional vacío, debido a que dos cuerpos tridimensionales (el lugar y el cuerpo destinado a ocuparlo) no pueden ocupar el mismo sitio; Nys, empero, dirige las consecuencias negativas de este argumento en contra de Descartes ya que, insiste, puesto que éste concibe un espacio real, ocupado por una extensión real, tiene que admitir que si el espacio real no es nada, hay una duplicación de entidades a ocupar el mismo sitio, lo cual lo lleva a albergar la interpenetración de la extensión y el espacio, cosa obviamente inaceptable.

Si en defensa de la concepción espacial cartesiana —según la interpretación que de ella hace Nys—, pretendiendo evadir los reproches señalados, se adujese que hay que “distinguir el espacio y extensión posibles, del espacio y extensión reales, considerando a los primeros como receptáculo

⁸⁷ *Ibid.*, p. 23. [Fís], 212b 13, p. 323.

⁸⁸ *Ibid.*, p. 23. [Fís], 209^a 4-6, p. 283.

de la materia, el escenario de los movimientos, el medio inmóvil de todos los cambios y asignando a los segundos la propiedad de llenar el espacio”⁸⁹ tampoco así se zanjarían las dificultades, ya que “al asignar al espacio ideal o imaginario [...] todo un conjunto de propiedades que los hombres atribuimos al mundo real, [...] nos repugnaría dotar a un ser puramente imaginario del sorprendente poder de localizar los cuerpos”.⁹⁰ Dotar al espacio ideal o imaginario de propiedades que solemos atribuir al mundo real es fallido puesto que: “El conjunto de notas que constituyen una esencia ideal o abstracta se debe encontrar íntegramente en esta misma esencia individualizada. El concepto de naturaleza humana, por ejemplo, no contiene ningún atributo que no sea realizado en todos los individuos de la especie humana, pues el hombre cesaría de ser hombre, al pertenecer a esta especie, si le faltara una nota esencial”.⁹¹

Dado que las propiedades o atributos esenciales de un concepto deben encontrarse en la individuación de dicha esencia, al concepto “espacio ideal” no le corresponden sino las individuaciones que conciernen a este mismo concepto. No esperemos encontrar en estas últimas el contenido esencial de otro concepto, menos todavía, de su polar. En efecto, no podemos asignarle el atributo de ser contenedor o localizador de cuerpos al espacio ideal.

Así, concluye Nys, “si la extensión abstracta o simplemente posible tiene por función natural la de localizar la materia, ser el escenario y al mismo tiempo la medida de sus movimientos, la misma función tendrá la extensión concreta, en el cuerpo mismo”.⁹² De este modo, nos encontramos como al principio, con dos entidades que, aunque siendo una pretendidamente abstracta y la otra real, poseen las mismas funciones y, por ende, se aplican las contradicciones mencionadas al inicio, a propósito de la imposibilidad de mantener el doble rol de continente y contenido.

⁸⁹ D. Nys, *op. cit.*, p. 188.

⁹⁰ *Ibid.*, p. 189.

⁹¹ *Idem.*

⁹² *Idem.*

En suma, en un panorama en el que el cuerpo es inseparable de su extensión individual, indistinguible del espacio –por lo que el movimiento y el espacio en que se efectúa son una y la misma cosa– es imposible concebir la inmovilidad absoluta del espacio o al menos relativa, lo cual, concluye Nys, es indispensable para poder determinar el movimiento.⁹³ Newton, en su “*De gravitatione et æquipondium fluidorum*” (1667), había argumentado enérgicamente contra Descartes en este mismo sentido. Así, si los cuerpos no se distinguen del espacio que los aloja “no puede haber movimiento, puesto que no hay ningún movimiento sin velocidad y determinación algunas”.⁹⁴ Dado que, en opinión de Descartes, –sigue Newton– “el lugar no puede definirse o asignarse, excepto por la posición de los cuerpos circundantes y, tras la conclusión de cierto movimiento, la posición de los cuerpos circundantes ya no es la misma que era antes”.⁹⁵ En esas condiciones ¿cómo podríamos determinar el lugar donde estaba el cuerpo antes del movimiento?, sin esa información, ¿cómo realizar cualquier determinación acerca de ese movimiento? En efecto, no puede decirse nada acerca de la velocidad ni de la trayectoria del cuerpo móvil. El reclamo de Newton es severo: “es claro que si se sigue la doctrina cartesiana, ni siquiera Dios mismo podría definir, de manera precisa y geométrica la posición pasada de cualquier cuerpo moviente ahora que prevalece un estado de cosas nuevo puesto que, de hecho, debido a las posiciones cambiadas de los cuerpos, ya no existe el lugar en la naturaleza”.⁹⁶ De lo anterior, concluye Newton: “el movimiento cartesiano no es movimiento, pues no tiene velocidad, ninguna definición y no hay espacio o distancia recorrida por él”.⁹⁷ Newton, para evitar los problemas anteriores, es-

⁹³ *Ibid.*, p. 188.

⁹⁴ Agradezco a José Antonio Robles su sugerencia para articular estos argumentos de Nys contra Descartes, con los esgrimidos con anterioridad por Newton. Cito la traducción de los pasajes correspondientes que me facilitó J. A. Robles. Sir Isaac Newton, “*De gravitatione et æquipondio fluidorum*”, párrafo [129].

⁹⁵ *Idem.*

⁹⁶ *Ibid.*, párrafo [130].

⁹⁷ *Ibid.*, párrafo [131].

tablecerá que “es necesario que la definición de los lugares y, por lo tanto, la del movimiento local, se refiera a algunas cosas inmóviles, tales como la extensión por sí sola o el espacio que es visto como realmente distinto de los cuerpos”.⁹⁸ Mientras Nys coincide con este género de objeciones contra el espacio cartesiano (el movimiento es imposible en una concepción que no separa el cuerpo del espacio que los contiene), también enfila sus reproches hacia otra dirección, como lo hemos visto, hacia la contradicción que encierra la dualidad de funciones de una misma entidad (contenido y continente), a ella nos referiremos en lo que sigue.

Los argumentos de Nys no carecen de interés; ciertamente, nos permiten reconocer en ellos el talante histórico de esta polémica, sin embargo, no parecen ser aplicables al caso cartesiano. Debemos considerar con todo cuidado la manera en que Descartes distingue entre el espacio y la extensión corpórea para evitar conclusiones precipitadas. El fragmento clave para disipar el malentendido es el siguiente: “El espacio o lugar interior y el cuerpo que está alojado en este espacio, también se distinguen sólo en razón de nuestro pensamiento”.⁹⁹ Ahora bien, ¿qué significa, en términos cartesianos, una “distinción que hace el pensamiento”? Unas cuantas páginas antes, en el artículo 62 de la primera parte de esta misma obra (*Sobre la distinción que se hace por el pensamiento*), encontramos la respuesta:

la distinción que *se hace por el pensamiento*, consiste en que algunas veces distinguimos una substancia de alguno de sus atributos sin el cual no es posible que lleguemos a tener un conocimiento distinto de esa substancia, también se da cuando intentamos separar dos atributos de una misma substancia, *pensando uno sin pensar el otro*. Esta distinción se pone de manifiesto en que no podríamos tener una idea clara y distinta de tal substancia si la despojamos de tal atributo; o bien se pone de manifiesto en que no podríamos tener una idea clara y distinta de uno

⁹⁸ *Idem*.

⁹⁹ AT IX, 68, *Princip.*, Parte segunda, art. 10. *Los principios de la filosofía*, p. 77. “En la edición latina: ‘*sed tantum in modo, quo a nobis concipi solent*’ (si ‘sólo se distinguen en el modo en que suelen ser concebidos por nosotros’) *Los principios de la filosofía*, Parte segunda, art. 10, p. 78, n. 24.

de los dos o de varios atributos si lo separamos de los otros. Por ejemplo, puesto que no existe substancia que no cese de existir cuando cesa de durar, la duración no se distingue de la substancia sino mediante el pensamiento.¹⁰⁰

Con base en el pasaje anterior, no podríamos tener una idea clara y distinta¹⁰¹ de la sustancia extensa si no pusiéramos de manifiesto sus atributos, como lo son el ser corpórea o material y su capacidad de ocupar el espacio. Pero no debemos pensar que, por la distinción que hace el pensamiento de estos atributos, realmente difieren el uno del otro “a causa de que nosotros pensamos alguna vez y de modo confuso en uno de ellos sin pensar en el otro”.¹⁰² En la “Respuesta a las Primeras Objeciones”, Descartes explica que el espíritu efectúa una distinción de pensamiento, cuando abstrae una cosa como distinta de otra, concibiéndola imperfecta o confusamente; sin embargo, para obtener una concepción perfecta o completa, de una sustancia, debe haber una distinción real:

para que una cosa sea concebida separada y distintamente de otra, [basta] una abstracción del espíritu que conciba la cosa imperfectamente, pero no para que dos cosas puedan ser concebidas como separadas de un modo tal que entendamos ser cada una de ellas un ente completo y diferente de cualquier otro; pues, para ello hay necesidad de que la distinción sea real.¹⁰³

¹⁰⁰ El párrafo continúa del siguiente modo: “así pues y en general, cuantos atributos hacen que nosotros tengamos pensamientos diversos de una misma cosa, tales como son, por ejemplo, la extensión del cuerpo y la propiedad de ser divisible, no difieren del cuerpo que nos sirve de objeto, y recíprocamente no difieren uno del otro sino a causa de que nosotros pensamos alguna vez y de modo confuso en uno de ellos sin pensar en el otro”. AT IX, 53. *Princip.*, Parte primera, art. 62, *Los principios de la filosofía*, pp. 59-60.

¹⁰¹ “es claro aquel conocimiento que está presente y manifiesto a un espíritu atento, tal y como decimos que vemos claramente los objetos cuando, estando ante nosotros, actúan con bastante fuerza y nuestros ojos están dispuestos a mirarlos. Es distinto aquel conocimiento que es en modo tal separado y distinto de todos los otros que sólo comprende en sí lo que manifiestamente aparece a *quien lo considera como es preciso*”. AT IX, 68. *Princip.*, Parte primera, art. 45, *Los principios de la filosofía*, p. 44.

¹⁰² AT IX, 53, *Princip.*, Parte primera, art. 62. *Los principios de la filosofía*, p. 60.

¹⁰³ AT IX I 95, *Medit. Meditaciones Metafísicas con objeciones y respuestas*, p. 100.

Entre la extensión corpórea y el espacio que ella ocupa es claro que Descartes no establece una distinción real, según lo explicita en el artículo 10 de *Los principios*, antes citado.¹⁰⁴ Si Descartes hubiera conocido los reproches de Nys, provenientes –como hemos visto– de ignorar que mediante la distinción entre el espacio y la extensión material que lo ocupa, éstos no son concebidos como entidades distintas realmente, sino tan sólo formal o mediante el pensamiento, seguramente le hubiese respondido a Nys como lo hizo al “doctísimo teólogo” de las primeras objeciones:

hay distinción formal entre el movimiento y la figura de un mismo cuerpo, y yo puedo concebir muy bien el movimiento sin la figura, y la figura sin el movimiento, y puedo concebir ambos haciendo abstracción del cuerpo que se mueve o posee esta figura; *pero no puedo concebir plena y perfectamente el movimiento sin algún cuerpo al que se refera, ni la figura sin algún cuerpo en que resida; ni, por último, puedo fingir que haya movimiento en algo que no tenga figura, ni que haya figura en algo incapaz de moverse. [...]* Pero concibo perfectamente lo que el cuerpo es o sea: concibo el cuerpo como una cosa completa pensando sólo que es una cosa extensa, movable, dotada de figura, etc...; y asimismo concibo que el espíritu es una cosa completa, que duda, entiende, quiere, etc., [...] lo que no podría suceder si no hubiera distinción real entre cuerpo y espíritu.¹⁰⁵

El movimiento, la figura y la extensión que ocupa el cuerpo son atributos de una misma sustancia completa: la corpórea. El cuerpo y el espíritu son sustancias completas, cada una de las cuales posee sus propios atributos, mismos que, discernibles mediante el pensamiento, no poseen existencia separada de la sustancia en la cual inhiere. En esta ontología, el cuerpo y el lugar ocupado por él no son entida-

¹⁰⁴ Ya en las *Reglas*, Descartes apuntaba, en este mismo sentido: “la extensión no debe concebirse de otro modo que como lo es lo extenso [...] *el cuerpo tiene extensión*, donde comprendemos que la extensión significa otra cosa que cuerpo; pero no por eso formamos dos ideas distintas en nuestra fantasía una de cuerpo y otra de extensión, sino sólo una: la de cuerpo extenso”. AT X, Regla XIV, 444. *Reglas para la dirección del espíritu*, trad. Manuel Mindán, p. 85.

¹⁰⁵ AT IX I 95, *Medit. Meditaciones Metafísicas con objeciones y respuestas*, p. 100. (Subrayado mío).

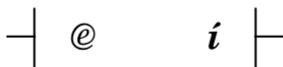
des que puedan subsistir de manera separada, esta peculiar articulación sustancia-atributos, la define.

¿Por qué le parece a Nys que hay aquí una inconsistencia? Porque, como lo hemos apuntado, de acuerdo con este autor, la esencia del espacio estriba en su aptitud para contener cuerpos, por lo que concebir un espacio que sea, a la vez, continente y contenido, es inaceptable por admitir, al mismo tiempo, atribuciones opuestas e irreconciliables para una misma concepción espacial.

Pero ¿tiene razón Nys en adscribirle a Descartes el cargo de caer en contradicción? El objetivo de esbozar aquí la discusión entre estos autores es más modesto que el de dar la razón a uno de los flancos contendientes. Lo que considero significativo aquí es mostrar que esta discusión se inserta en una polémica histórica en el desarrollo de las ideas, la cual supone marcos teóricos diferentes. En efecto, las posiciones de estos filósofos pueden verse como variantes de dos posturas que estudiosos como Edward Grant, han seguido en sus complejos detalles (en la siguiente sección abordaremos algunos aspectos de este tema). La posición de Descartes, que comparte con otros autores entre quienes destaca Aristóteles, se ha caracterizado como una de las concepciones defensoras del “espacio interno”; en tanto que la opinión de Nys —que puede asociarse, como lo hemos visto, a la de Newton— se conoce como “espacio externo”. La revisión histórica de esta discusión nos permite advertir que tras cada una de las dos posiciones básicas enfrentadas, subyacen diferentes concepciones ontológicas, lo cual explica el hecho de que, desde la óptica de los oponentes en la discusión, el adversario defienda una posición ininteligible. Al final de la siguiente sección conoceremos ciertos pormenores de esta discusión.

*** **

En la sección siguiente me propongo revisar con cierto detenimiento algunos pasajes importantes para entender la relación entre la geometría y el espacio, central para el co-



nocimiento de la propuesta cartesiana acerca del espacio. Al mismo tiempo, identificaremos las posturas de algunos comentaristas muy reconocidos en el estudio de dicha relación. Es indispensable revisar estas interpretaciones pues, mediante ellas, conoceremos aspectos básicos del contexto de la discusión al respecto, frente al cual colocaré mi propia interpretación. Este procedimiento me permitirá, además, ubicar las propuestas de los comentaristas en el seno de las tradiciones historiográficas en que surgieron.

La extensión real y el espacio ideal

En los siguientes párrafos describo, a manera de breve introducción, los temas que darán lugar a las dos subsecciones de este apartado; en la primera de ellas nos referiremos a Koyré y, en la segunda a Grant. Los detalles de la interpretación de Dijksterhuis, los encontraremos en la primera parte del siguiente capítulo. Esta introducción pretende proporcionar un escueto cuadro historiográfico del estado de la discusión que nos ocupa, en las últimas décadas.

Que la extensión real, considerada como la extensión corpórea, objeto de estudio de la física, habría de alcanzar su expresión científica más precisa en el marco de un espacio ideal y abstracto (matemático), “de planos perfectamente lisos y completamente desprovistos de fricción”,¹⁰⁶ fue la propuesta que desarrolló Koyré, a fin de entender la trans-

¹⁰⁶ H. Floris Cohen, en su denso estudio historiográfico a propósito de las diversas concepciones en torno a la idea de “revolución científica”, señala que de acuerdo con Alexandre Koyré (1892-1964), la matematización del espacio “proveyó el marco para [concebir] el mundo ideal y abstracto de la caída libre en el vacío, de planos perfectamente lisos, completamente desprovistos de fricción, que Galileo había empezado a explorar en *De Motu* y en el que permanecería por el resto de su vida”. Cf. *The Scientific Revolution. A Historiographical Inquiry*, p. 76. Esa misma concepción del espacio, ideal y abstracto, que según Koyré comparten Galileo y Descartes, es la clave para entender el hecho de que ambos pensadores, sin comunicarse entre sí, cayeran en el mismo error al formular su ley sobre la caída de los cuerpos (eliminando el factor tiempo y considerando solamente la trayectoria y la superficie recorrida. Para adentrarse en este tema ver el artículo “El tiempo en la física cartesiana”, de mi autoría, en “El tiempo en la física cartesiana”, pp. 239-249 y también H. F. Cohen, *ibid.*, pp. 73-88).

formación radical de la concepción del espacio que dio lugar a la “revolución científica” del siglo XVII. En opinión de Koyré, el pensador que lleva a cabo la tarea de convertir el mundo de lo empírico en un mundo matemático, en su forma más acabada, es Descartes, quien mediante su “realismo matemático”¹⁰⁷ habría de postular, en aras de la edificación de la nueva ciencia, el espacio de la geometría hipostasiada, es decir, el espacio que reconciliaría el mundo abstracto de la matemática con el mundo de los cuerpos físicos.

Esta interpretación de la concepción espacial de Descartes es factible gracias a la singular concepción que Koyré sostiene a propósito de la relación entre la matemática y la física; el lenguaje de la matemática, para este historiador, es capaz de expresar la esencia de la realidad.

No obstante que la idea de Koyré de asociar la matematización de la naturaleza con el surgimiento de la ciencia nueva fue compartida por diversos historiadores del pensamiento científico de gran influencia —lo cual puede observarse a través de trabajos que son ya verdaderamente clásicos, desarrollados a lo largo de varias décadas del siglo XX—,¹⁰⁸ no sucede lo mismo con la posición de Koyré respecto a la “geometrización a ultranza” del mundo natural. Esta propuesta encontró importantes oponentes y el principal motivo de discrepancia al respecto apuntó hacia la natura-

¹⁰⁷ La expresión es de F. H. Cohen, *ibid.*, p. 77.

¹⁰⁸ F. H. Cohen nos informa que mediante los trabajos de “los cuatro grandes” —Anneliese Maier (1905-1971), E. J. Dijksterhuis (1892-1965), A. Koyré (1892-1964) y E. A. Burt (1892-?)— la historia de la ciencia inicia su etapa verdaderamente contextualizada, es decir, cuando cada historiador aloja conscientemente su propuesta en el seno de una tendencia o concepción de la historia científica y, asimismo, cuando contrasta su propia interpretación con las de sus contemporáneos y antecesores. En este lapso se alentó el surgimiento de una nueva generación de brillantes estudiosos del tema, entre los que se encuentran M. Clagett, T. S. Khun, A. C. Crombie, H. Butterfield, M. Boas Hall, E. Grant, A. I. Sabra, etc. Maier, Dijksterhuis y Koyré reconocen en Pierre Duhem (1861-1916) su antecedente directo y fuente de sus principales adhesiones y objeciones. Duhem defendió una concepción continuista de la historia de la ciencia, al oponerse a las concepciones que explicaban el cambio científico en función del “genio”, del azar y, en general, del “golpe de suerte” en la historia. Cf. P. Duhem, *Études sur Leonard de Vinci*, vol. III, *Les précurseurs parisiens de Galilée*, De Nobele, París, 1955, p. vi, cit. en F. H. Cohen, *op. cit.*, p. 45 y P. Duhem, *Le système du monde. Histoire des doctrines cosmologiques de Platon a Copernic*, p. 45.

leza de la relación que cabe plantear entre la matemática y la física. De estos desacuerdos se derivan diferentes interpretaciones a propósito de la concepción espacial cartesiana, tales discrepancias pueden ser representadas por dos de los oponentes de Koyré más destacados: E. J. Dijksterhuis y E. Grant.

Así, Dijksterhuis, manteniéndose cercano a la posición de P. Duhem,¹⁰⁹ se opone a la interpretación de Koyré (de “la matemática encarnada”), pues asigna a la matemática el exclusivo papel de describir el fenómeno natural sin la capacidad de penetrar en la esencia del mismo. Dijksterhuis le confiere a Descartes un sitio ambiguo en el tránsito “del pensamiento sustancial al pensamiento funcional”¹¹⁰ pues, mediante su concepción del espacio, Descartes se convertiría en impulsor de la ciencia nueva pero, al mismo tiempo –en su opinión– se presenta como un emisario de la tradición.

Por su parte, E. Grant, alejándose tanto de la propuesta de Koyré como de la de Dijksterhuis –así como de la tradición de historiadores que ellos representan–,¹¹¹ se niega

¹⁰⁹ Para Duhem la matemática es un fenómeno de segundo orden, es decir, viene después de que el descubrimiento se ha hecho y éste posee una naturaleza cualitativa. La matemática viene a ordenar, desde un punto de vista cuantitativo, lo que el lenguaje ordinario podría exponer en palabras. *Ibid.*, p. 51. En suma, el papel de la matemática en el conocimiento de la naturaleza es yuxtapuesto y externo, por lo que no interviene en la estructura conceptual que hace posible el descubrimiento.

¹¹⁰ Esta expresión de E. J. Dijksterhuis se refiere al papel que la matemática vino a desempeñar en el estudio de la naturaleza, en oposición al estudio tradicional de ésta. Así, el papel de la matemática en la ciencia de la naturaleza es el de describir las relaciones entre los fenómenos en términos de funciones matemáticas precisas. Declara que la idea de que el mundo creado por Dios “tuvo lugar de acuerdo con principios matemáticos [...], disociada del discurso teológico, significa que la naturaleza ha sido descrita en lenguaje matemático; los hombres han de entender la naturaleza si la describen usando dicho lenguaje”. (Subrayado mío). Cf. *The Mechanization of the World Picture. Pythagoras to Newton*, p. 501. A la geometrización de la naturaleza entendida como la aplicación instrumental de la matemática para el conocimiento de los fenómenos naturales, volveremos en el siguiente capítulo.

¹¹¹ Uno de los acuerdos de los “cuatro grandes” (ver nota anterior) es el de encontrar la clave del surgimiento de la nueva ciencia en la matematización de la naturaleza. Sus desacuerdos aparecen en cuanto definen en qué consiste tal matematización. Asimismo, coinciden en admitir que las doctrinas de Aristóteles proveyeron las ideas básicas a las cuales habrían de oponerse los pensadores de la nueva ciencia. F. H. Cohen, *op. cit.*, pp. 99 y ss.

a aceptar que la matemática fuera “la fuerza directriz” en la aparición de la concepción espacial dimensional del siglo XVII. Más específicamente, en contra de Koyré, Grant califica como un error asumir que el espacio de las figuras de Euclides es el espacio de los cuerpos físicos, por lo que, de entrada, cancela la posibilidad de hablar de un espacio tridimensional (separado de las figuras) en la geometría euclidiana. En consecuencia, de acuerdo con Grant, la concepción espacial cartesiana —la cual reconoce con la denominación de espacio “interno”, concepto al que atenderemos en la segunda subsección— no sólo no es el emblema de la nueva concepción científica, sino que se instala en continuidad con una línea conceptual que arranca de Aristóteles y se cultiva durante el Medievo y el Renacimiento.

Para hacer plausible mi propia comprensión del tema, será indispensable recorrer, aunque sucintamente, las propuestas anteriores. Iniciaremos esta exposición con el planteamiento, probablemente más difundido —y que aporta la fuente para el ataque de Grant—, de Koyré: “Del mundo del ‘más o menos’, al universo de precisión”; a continuación expondremos la propuesta, contrastante, de Grant: “El espacio ‘interno’ cartesiano”. Estos planteamientos nos proporcionan las bases de la discusión que continuaremos en el siguiente capítulo, en el cual expondremos nuestra propuesta, tomando como punto de partida algunos aspectos de la interpretación de Dijksterhuis.

“Del mundo del ‘más o menos’ al universo de precisión”. La concepción espacial cartesiana, de acuerdo con Koyré

¿Por qué —se pregunta Koyré— la ciencia griega no produjo una verdadera tecnología?, ¿carecía, acaso, de los instrumentos o del lenguaje apropiado para hacerlo?¹¹² La razón

¹¹² El problema del origen del maquinismo o de la tecnología, presenta dos aspectos a investigar: ¿por qué el maquinismo surge, precisamente, en el siglo XVII y por qué no nació veinte siglos antes, en Grecia? No es posible, acepta Koyré, en-

de ello –responde– no estriba, fundamentalmente, en el hecho de que la cultura griega careciese de los instrumentos y del lenguaje requerido para la producción de tecnología. En estos aspectos, dicha cultura tenía, ciertamente, deficiencias, pero el principal motivo de ellas fue el marco de pensamiento que las alojó, la “mentalidad característica [que prevaleció entre los griegos]: la estructura general del mundo ‘del más o menos’”.¹¹³ Así, no es tanto la carencia material, como tal, lo que interesa explicar, sino la concepción amplia del mundo –su “estructura general”– que impidió la aparición y desarrollo de tales instrumentos y lenguaje. En efecto, ejemplifica Koyré, “no es el termómetro lo que haría falta sino la idea de que el calor sea susceptible de medida exacta”.¹¹⁴

El mundo del “más o menos” entraña una concepción peculiar, aquella que se resiste a aceptar el mundo material como objeto preciso de medición. Descartes, apunta Koyré, mediante su doctrina del mecanicismo universal y de su optimismo tecnológico, confirma el cambio de ruta operado en la modernidad: la estructura del mundo físico, desde su propia definición ontológica (sustancia extensa), se ha convertido en objeto de medición precisa. De manera inversa a Bacon, quien veía en la ciencia una mera generalización o prolongación del saber adquirido en la práctica, Descartes “hace penetrar la teoría en la acción, es decir, hace posible la *conversión* de la inteligencia teórica en lo real y, en suma, hace posible tanto una *tecnología* como una *física*”.¹¹⁵ De este modo, mediante una misma expresión del intelecto se arma y desarma una máquina o, análogamente, se analiza una ecuación en sus componentes. Esto es posible en el seno de una concepción general del mundo que asume la conver-

contrar una solución totalmente satisfactoria, por lo que hemos de contentarnos con esbozar una solución “de conveniencia, una solución que nos haga ver, o comprender, que la ciencia griega no *podía* dar origen a una verdadera tecnología.” A. Koyré, “Du monde de l’ ‘à-peu-près’ à l’univers de la précision”, *Cf. Études d’histoire de la pensée philosophique, op. cit.*, p. 341.

¹¹³ *Ibid.*, p. 350.

¹¹⁴ *Idem.*

¹¹⁵ *Ibid.*, p. 346.

sión de la teoría en práctica, o bien, de la matemática en física, como dos aspectos del mismo progreso que haría al hombre, según la celeberrima expresión cartesiana, como “dueño y señor de la naturaleza”.

Pero aplicar al mundo físico las nociones exactas y precisas de las matemáticas y, sobre todo, de la geometría, implica un cambio de rumbo que entraña, ciertamente, una empresa paradójica. En efecto, la vida cotidiana, en medio de la cual vivimos, no es matemática; los objetos de la geometría son entidades abstractas, meros objetos del pensamiento. Pretender aplicar las matemáticas al estudio de la naturaleza, pareciera montarse sobre un error, pues no hay en la naturaleza círculos, elipses ni líneas rectas. El abismo entre las matemáticas y la realidad física era bien conocido en el mundo griego. Así, poco importa, como lo quiere Platón, que “los objetos de la geometría posean una realidad más alta que la de los objetos del mundo sensible; o —como nos lo enseña Aristóteles, para quien las matemáticas son, tan sólo, una ciencia secundaria (...)— aquéllos son [de igual modo] entidades abstractas, meros objetos del pensamiento: *en los dos casos, entre las matemáticas y la realidad física hay un abismo*”.¹¹⁶

El pensamiento griego no admitió, pues, que la exactitud pudiese ser un atributo de nuestro mundo, es decir, del mundo sublunar. En contraste, Koyré nos explica que, en los cielos “los movimientos absoluta y perfectamente regulares de las esferas y de los astros se regían por las leyes de la más estricta y rígida geometría”.¹¹⁷ Por ello fue posible la astronomía matemática y no así la física matematizada,¹¹⁸ que

¹¹⁶ *Ibid.*, p. 342. (Subrayado mío).

¹¹⁷ *Ibid.*, p. 343.

¹¹⁸ En efecto, puntualiza Koyré: “la ciencia griega observó y midió el cielo con una paciencia y una exactitud sorprendentes, sirviéndose de cálculos y de instrumentos de medida heredados o inventados. En contraste, no intentó matematizar el movimiento terrestre [...]. Ahora bien, es a través del instrumento de medida que la idea de exactitud toma posesión de este mundo, y que el mundo de la precisión llega a sustituir al mundo del ‘más o menos’”. *Idem*.

El mundo del “más o menos” tiene importantes excepciones, las cuales no escapan a este historiador. Entre ellas, podemos mencionar el caso de “Vitruvio, quien nos transmite el diseño de un teodolito que permite medir los ángulos

habría de ser el núcleo de la nueva ciencia y Descartes su más palmario exponente.

Por ello, no fueron ni Galileo ni Bruno, afirma Koyré, “sino Descartes, quien de un modo claro y distinto formuló los principios de la nueva ciencia, su sueño de *reductione scientiae ad mathematicam* y de la nueva astronomía matemática”.¹¹⁹ Mediante la materialización del espacio, Descartes obtuvo dos consecuencias: la negación del vacío y el rechazo de la limitación espacial. La exposición de Koyré se detiene especialmente en esta última, en vista de su perspectiva de interpretación, la cual, me parece, lo conduce a establecer una opinión exagerada con relación al tema de la geometrización espacial en Descartes. Veamos cada una de estas consecuencias.

El rechazo de la posibilidad del vacío es una consecuencia física y ontológica de la identificación cartesiana de la materia con la extensión. Si la naturaleza del cuerpo se define como su extensión tridimensional, también hemos de aceptar lo inverso: “que la extensión en longitud, anchura y profundidad tan sólo puede concebirse –y, por lo tanto, existir–perteneciendo a una *substantia material*”.¹²⁰ No hay, pues un vacío físico, pero su existencia ontológica es, asimismo, imposible: “sería una *contradictio in adjecto*, una nada existente”.¹²¹ Los atomistas Demócrito, Lucrecio y sus seguidores “No se dan cuenta de que la nada no puede poseer propiedades ni, por tanto, dimensiones [...] si hubiese vacío [entre dos cuerpos] no habría separación y los cuerpos separados *por nada* estarían en contacto”.¹²² En efecto, si

horizontales y verticales para determinar las distancias y las alturas. La medida exacta existe, igualmente, para el peso de los metales preciosos” (*Idem.*, n. 2). En esta dirección, no puede dejar de mencionarse el conocido caso de Eratóstenes (276-195 a.C.) quien calculó la circunferencia de la Tierra en 252 000 estadios, equivalentes a unos 39 688 km., apartándose, tan sólo, unos 80. 5 km del cálculo actual (G. R. Crone, *Historia de los mapas*, p. 17).

¹¹⁹ A. Koyré, *Del mundo cerrado al universo infinito*, op. cit., p. 97.

¹²⁰ *Ibid.*, p. 98. Esta consecuencia juega un papel importante en la discusión entre Descartes y H. More, misma que Koyré explora en esta obra. Para profundizar al respecto sugiero acudir al capítulo “La polémica Descartes-More: ¿es el espacio interno o externo?”, en Laura Benítez y José Antonio Robles, *El espacio y el infinito en la modernidad*, pp. 113-126.

¹²¹ A. Koyré, *ibid.*, p. 98.

¹²² *Ibid.*, p. 98.

hay distancia entre dos cuerpos, hay una determinada longitud, anchura y profundidad de *algo*, es decir, de materia. Es interesante la observación de Koyré en el sentido de que, en este planteamiento, Descartes no concibe el espacio separado de los cuerpos, puesto que “Los cuerpos no están *en el espacio*, sino tan sólo entre otros cuerpos; el espacio que ‘ocupan’ no es nada distinto de ellos mismos”.¹²³

El rechazo de la finitud del espacio es otra consecuencia de la identificación de la extensión y la materia, como lo veremos enseguida. Descartes se niega a emplear el término infinito en relación al mundo porque, siendo una “idea clara y positiva”, sólo podemos referirla a Dios. Así, hemos de calificar al mundo sólo como indefinido y no como infinito.

Las razones que encuentra Koyré para mantener que la extensión indefinida del espacio es una consecuencia de la identidad materia-extensión, son: 1. asignarle límites al mundo material “no sólo es falso y aun absurdo, sino también contradictorio”.¹²⁴ Esto es así debido a que no podemos “postular un límite sin trascenderlo por el mero hecho de postularlo”¹²⁵ y 2. porque “no podemos limitar el espacio euclídeo”.¹²⁶ Koyré apoya la primera de estas razones en un elocuente pasaje de *Los principios de la filosofía*,¹²⁷ sin

¹²³ *Ibid.*, p. 99. Esta consideración es importante a propósito de los reproches que Grant dirige a la exposición de Koyré, como lo veremos en el siguiente apartado. Asimismo, la observación de que los cuerpos están entre otros cuerpos, sin un referente fijo, lleva a Milič Čapek a ubicar la concepción espacial de Descartes como una de las teorías relacionales del espacio: “la identificación del espacio con la materia es un ejemplo de la teoría relacional del espacio, dado que Descartes definió el movimiento con los cuerpos circunvecinos, esto es, en el sentido relacional”. Cf. *The Concepts of Space and Time. Their Structure and Their Development* p. XXIV. Sin embargo, Čapek encuentra inconsistente el planteamiento cartesiano: “Al insistir en la constancia absoluta del total *momentum mv*, Descartes asumió implícitamente un marco absoluto de referencia similar al del espacio newtoniano. Así, la negación del vacío no es una garantía necesaria de una teoría relacional consistente”. *Ibid.*, p. XXV.

¹²⁴ A. Koyré, *ibid.*, p. 100.

¹²⁵ *Idem.*

¹²⁶ *Ibid.*, p. 101.

¹²⁷ “También sabemos que este mundo, es decir, la materia extensa que compone el universo, no tiene límites, puesto que, cualquiera que fuera la parte en la que deseamos fingir estos límites, aun podemos imaginar un más allá de los espacios indefinidamente extensos, que nosotros no sólo imaginamos, sino que concebimos ser en efecto tales como los imaginamos; de suerte que contienen *un cuerpo* indefinidamente extenso, porque la idea de la extensión que nosotros concebimos en

embargo, quedamos en espera de sus argumentos para sostener la segunda de ellas; Koyré da por un hecho entendido y aceptado la identificación, por parte de Descartes, del espacio euclidiano con el de los cuerpos materiales. En realidad, me parece, ésta es una secuela del marco interpretativo de Koyré (su peculiar forma de entender “la geometrización de la naturaleza”) en lo que concierne a la concepción espacial cartesiana. Pero ¿tenemos suficientes evidencias para hacer plausible dicha interpretación? De acuerdo con los textos de Descartes, como lo veremos a continuación, la respuesta es negativa. Antes, aclaremos el significado de la mencionada geometrización que propone Koyré.

Como quedó establecido líneas atrás, la principal diferencia –al lado de numerosas coincidencias– entre Dijksterhuis y Koyré estriba en que el primero mantuvo que las matemáticas son el lenguaje por medio del cual puede describirse la realidad sin penetrar en su esencia, en tanto que, para Koyré, la física es la encarnación de la matemática, cuyo lenguaje expresa, efectivamente, la esencia de la realidad.¹²⁸ La matemática encarnada no es otra cosa que la “geometrización del espacio”.

Ahora bien, ¿en qué consiste geometrizar el espacio? Koyré nos responde: “es la sustitución del conjunto continuo, concreto y diferenciado de los ‘lugares’ de la física y de la astronomía pregalileana, por el espacio dimensional, homogéneo y abstracto, de la geometría euclidiana (por lo tanto,

un espacio, cualquiera que sea, es la verdadera idea que debemos tener *del cuerpo*”. Art. 21. *La extensión del mundo es indefinida*, en AT IX, 74. *Princip.*, Parte segunda. [45], *Los principios de la filosofía*. pp. 85-86.

¹²⁸ Koyré y Dijksterhuis nacieron en el mismo año, 1892 y murieron con un año de diferencia, el primero en 1964 y el segundo en 1965. Son “hermanos gemelos en la historiografía de la ciencia”, dice Cohen, pues ambos, desde su primera obra, trazaron el que habría de ser su derrotero intelectual: investigar el origen de la ciencia moderna, encontrando la clave de este en la matematización de la naturaleza. A ello contribuyó el hecho de que ambos recibieron su primera formación en matemáticas y que respondieron, con apoyo en esta formación, al estímulo intelectual que recibieron de Duhem. F. H. Cohen: *op. cit.*, pp. 73-74. Sin embargo, aun las “almas gemelas” tienen diferencias, a ellas nos referiremos en esta parte del escrito.

considerado como real)".¹²⁹ La astronomía pregalileana concibe el ámbito espacial como un "cosmos", el cual habría de ser sustituido mediante la concepción del espacio como un "mundo infinito", ¿cómo caracteriza Koyré una y otra concepción? Veámoslo en seguida.

La "geometrización del espacio", así entendida, es el complemento de la "destrucción del cosmos" y, en consecuencia, ambos aspectos marcan la caducidad de las nociones de la tradición, fundadas en la concepción "cós mica" del mundo. Mediante la "geometrización del espacio" y la "disolución del cosmos", el mundo deja de concebirse como un todo finito y jerárquicamente ordenado, cualitativa y ontológicamente diferenciado; pasa a ser un universo: 1. abierto, infinito; dado que no podemos asignarle límites al espacio euclidiano, la "geometrización del espacio" implica su infinitización y 2. unificado, tanto por la identidad de sus leyes (regularidad operativa de los fenómenos naturales), como por la homogeneidad constitutiva de los componentes materiales del universo. Esta unificación entraña la interdependencia de la astronomía o reino de lo celeste, y la física, como ámbito de lo terrestre. En conclusión, dice Koyré —en un pasaje que, considero, resume el núcleo de su concepción— la *physica coelestis* y la *physica terrestris* se unifican, al subsumirse a la geometría. De este modo, "las causas formales y finales desaparecen como modos de explicación de la nueva ciencia —o son rechazados por ella— y son reemplazados por causas eficientes y materiales, las cuales tienen cabida y son reconocidas en el nuevo universo de la *geometría hipostasiada*".¹³⁰

Ahora bien, ¿qué significa, para Koyré, que el sustento de la nueva ciencia sea, ni más ni menos que la *geometría hipostasiada*? La respuesta, explícita, se encuentra en el mismo pasaje: "y es únicamente en este mundo abstracto pero real (arquimediano), donde los cuerpos abstractos se mueven en un espacio abstracto, donde las leyes del ser y

¹²⁹ Cf., A. Koyré, *Études newtoniennes*, p. 29. Al asunto relativo a la realidad del espacio euclidiano volveremos en seguida.

¹³⁰ *Ibid.*, p. 30. Subrayado mío.

del movimiento de la nueva ciencia –la ciencia clásica– son valederas y verdaderas.¹³¹

Una interpretación del pasaje anterior nos llevaría a entender que, de acuerdo con Koyré, el verdadero descubrimiento de la ciencia nueva (o clásica, de acuerdo con la terminología de Koyré), así como su premisa clave de la naturaleza geometrizada, consisten en que para obtener explicaciones “valederas y verdaderas” del mundo natural debemos desprendernos de nuestra comprensión del espacio en su sentido cotidiano. La concepción de espacio de la nueva ciencia es, así, un verdadero constructo teórico, lo cual implica transitar del espacio “de todos los días”, lleno de colores, sabores y olores, al espacio abstracto, cuya estructura es aportada por la matemática y la geometría.¹³² Esto es lo querría decir Koyré cuando habla de que el mundo abstracto pueda ser real; ciertamente, una teoría abstracta *per se*, pretende referirse al mundo real y, de hecho, la condición para referirse rigurosamente al mundo, radica en el carácter abstracto de la explicación. Hasta aquí, creo, ni Dijksterhuis, ni Burttt, ni Grant –ni quien esto escribe– encontrarían motivo de reproche al planteamiento de Koyré.

Pero, cuando Koyré afirma que el sustento de la nueva ciencia es la *geometría hispostasiada* parece querer decir algo más. Con ello no solamente asume que la ciencia nueva tuvo que crear teorías abstractas para poder explicar el mundo real, que en cierta forma, como lo señalamos antes, ya no es el mundo cotidiano, sino uno “transformado”, a efecto de hacerlo susceptible de ser explicado teóricamente. Koyré supone, además, que si la geometría aportó la estructura explicativa del mundo físico es porque, en la concepción de los progenitores de la ciencia nueva, la geometría

¹³¹ *Ibid.*

¹³² A propósito de la manera en que Koyré usa los términos “geometrización” (o racionalización) y “matematización”, Abel Franco Rubio de la Torre propone una útil aclaración: “Koyré prefiere el uso de los términos ‘racionalización’ o ‘geometrización’ cuando se refiere al espacio. Aunque recurre más frecuentemente al segundo, parece considerarlos como sinónimos, dada la forma en que los usa. Por otra parte, reserva el término ‘matematización’ para hablar, en general, acerca de las leyes de la naturaleza”. Cf. *The Mathematization of Space, The double Birth of Pictorial Perspective and the Scientific Revolution*, p. 6.

había encarnado en el mundo; para ellos, el mundo no es susceptible de *una* descripción geométrica, *la* descripción del mundo es geométrica, porque el mundo, en su naturaleza intrínseca *es* geométrico.¹³³ Hay aquí una peculiar identificación de la geometría con la estructura íntima del mundo natural, y la investigación de las facetas y matices que esta identificación admitió en diversos filósofos naturales del período, llegó a ser un importante programa de investigación en el trabajo historiográfico de Koyré.

En lo que toca a los fines de este trabajo, hemos de preguntarnos, primero, si conviene al espacio cartesiano la calificación de asumir una geometría hipostasiada, es decir, si hay una identificación de la geometría con la física; en segundo lugar, si la respuesta es afirmativa, debemos preguntarnos por el alcance de esta identificación: qué aspectos poseen (la geometría y la física) en común.

A la primera pregunta, la respuesta parecería ser afirmativa, pues, después de todo, Descartes parece autorizar la identificación geometría-física cuando anota –de acuerdo con una multicitada frase– que toda su física “no es más que geometría”. Muchos analistas aceptan esta identificación porque consideran que ya desde la identificación de la sustancia corpórea con la extensión material, se dan las bases para aceptar que, de acuerdo con Descartes, la totalidad del conocimiento del mundo físico (corpóreo) es reductible a su conocimiento *qua* extensión geométrica. Así, parecería que según Descartes, el conocimiento completo del mundo físico se puede reducir a descripciones geométricas abstractas.

¹³³ A. Lalande, en su *Vocabulario técnico y crítico de la filosofía*, explica tres sentidos del término “hipóstasis” (ὑποστάσις): su sentido en el griego común, cuyo significado es “soporte” o “fundamento”; su sentido filosófico, que significa considerar una sustancia atribuyéndole realidad ontológica y un sentido peyorativo, que se aplica al cometer el error de tomar por sustancia algo que no lo es. *Vocabulario técnico y crítico de la filosofía*, vol. 1, *op. cit.*, pp. 551-552. El primer significado, aplicado a la geometría, nos llevaría a asignarle un papel meramente instrumental (como apoyo, fundamento o soporte) en el conocimiento físico. En contraste, el sentido filosófico, en su aplicación a la geometría, nos compromete a dotar a esta última de realidad ontológica. Considero que Koyré se remite al segundo significado, pues de otra manera, no tendría necesidad de utilizarlo. No se refiere al tercer sentido, peyorativo, porque como lo hemos mencionado, él mismo ha suscrito como válida la idea de la geometría encarnada.

Sin embargo, hay evidencia textual que nos impide aceptar una identificación “total” o “completa” entre la geometría y la física.

En efecto, es muy importante considerar el contexto en el que la expresión: “toda mi física no es más que geometría” aparece. Esta aseveración remata un elocuente pasaje de la misiva que Descartes envió a Mersenne (27 de julio de 1638), con un mensaje para el geómetra Desargues.¹³⁴ El pasaje, que no debe leerse en la forma parcial en la que muchos analistas acostumbran a citarlo, nos permite observar el estatuto que Descartes le confirió a la geometría en su relación con el estudio de la naturaleza. En primer término, Descartes pide ser disculpado por Desargues: “al mostrarme su pesar en vista de que no quiero continuar mis estudios de Geometría”. Descartes se excusa con Desargues porque ha tomado la decisión de abandonar la geometría. Así, le explica que dejará de cultivar esta disciplina, pero ¿de qué tipo de geometría pretende alejarse?: “he resuelto abandonar la Geometría abstracta, es decir, la investigación de los temas que no sirven sino para ejercitar el espíritu; dado que busco cultivar *otro tipo* de Geometría, aquella que se propone explicar los fenómenos de la naturaleza” (subrayado mío).¹³⁵

¹³⁴ Girard Desargues (1591-1661) matemático, ingeniero y arquitecto francés, nació y murió en Lyon. Trabajó al servicio de las armas como ingeniero. Entre 1626 y 1630 ofreció en París una serie de conferencias sobre matemáticas que lo revelaron notablemente influido por Descartes y Pascal. Dedicó la mayor parte de su obra a la geometría y se le considera un precursor de la geometría proyectiva. Algunas de sus más importantes obras son: *Traité de la section perspective* (1636) y *Brouillon Project* (1639), en ellas Desargues propuso una nueva geometría, diferente a la de Fermat y Descartes. Sin embargo, pese a que su obra suponía un enorme avance, los matemáticos de su tiempo no aceptaron los métodos de esta “nueva geometría”, en parte por no entenderla, pues usó un lenguaje confuso y plagado de metáforas extraídas de la biología, pero también porque Desargues hizo circular muy escasas copias que no fueron puestas a la venta, sino obsequiadas entre sus amistades. Philippe de Lahire encontró un manuscrito de la obra de Desargues en la Biblioteca de París, en 1847 y, hasta entonces, la obra fue debidamente apreciada. Cf. Carl Boyer, *Historia de la matemática*, pp. 451-454.

¹³⁵ Por su importancia, transcribo el pasaje completo de su fuente original: “*M. des Argues m'oblige su soin qu'il luy plist auoir de moy, en ce qu'il tesmoigne estre marri de ce que ie ne veux plus estudier en Geometrie. Mais ie n'ay resolu de quitter que la Geometrie abstracte, c'est a dire la recherche des questions qui ne seruent*

En efecto, de acuerdo con Descartes, podemos distinguir, al menos, dos tipos de geometría, según ésta se lleve a la práctica. En el primero de ellos, la *geometría es abstracta*, se trata de la resolución de problemas que permiten “ejercitar el espíritu” (*exercer l'esprit*). En el segundo caso, la geometría nos permite “explicar” el mundo natural y encontrar una concreción a sus procedimientos. Se trata, pues, de una *geometría aplicada*, mucho más cercana, en su estatuto, al de una teoría instrumental o herramienta mediante la cual Descartes buscaba garantizar la certeza de su ciencia de la naturaleza.¹³⁶ La geometría del mundo físico es una aplicación de la disciplina como tal, que busca poseer eficacia explicativa. ¿Hay aquí una geometría hipostasiada o encarnada? No lo considero así. Donde se habla de un esfuerzo para encontrar una eficacia explicativa, se trata más bien, de adecuar un instrumento para un uso, no se habla pues de “descubrir” o de “abstraer” una teoría (una geometría) a partir de la consideración de una realidad en la cual ésta ya se encuentra “encarnada” o “hipostasiada”.

Al asumir que la naturaleza del cuerpo o de la materia es su extensión tridimensional, Descartes no ha confundido la física con la geometría, aun cuando la certeza *metafísica* que ésta posee preste el servicio de garantizar los principios más generales de aquélla. En efecto, una clara prueba de que, en la concepción espacial cartesiana, no hay una geometría hipostasiada, es que la física, considerada global-

qu'a exercer l'esprit; & ce affin d'auoir d'autant plus de loisir de cultiuer vne autre sorte de Geometrie, qui se propose pour questions l'explication des phainomenes de la nature. Car s'il luy plaist de considerer ce que i'ay escrit du sel, de la niege, de l'arc-en-ciel &c., il connoistra bien que toute ma Physique n'est autre chose que Geometrie". AT II, 268.

¹³⁶ El vínculo que establece Descartes entre el carácter abstracto de la geometría y su carencia de aplicación a casos concretos se refuerza en el siguiente pasaje: “en relación con el análisis de los antiguos o el álgebra de los modernos, además de que no se refieren sino a muy abstractas materias que parecen carecer de todo uso, el primero está tan circunscrito a la consideración de las figuras, que no permite ejercer el entendimiento sin fatigar excesivamente la imaginación.” AT VI, 17-8, *Disc. Discurso del método, Dióptrica, Meteoros y Geometría*, p. 15.

mente, sólo posee una certeza *moral*,¹³⁷ lo cual, obviamente, no sucedería si la geometría y la física ostentasen el mismo estatuto ontológico; no tendrían, ciertamente, por qué diferir sus respectivos estatutos epistemológicos.

Otros argumentos en contra de la “geometrización a ultranza” (encarnada o hipostasiada) de Koyré, son los que desarrolla Edward Grant, mediante su tipificación del espacio cartesiano, como espacio “interno”.

Grant: la concepción del espacio ‘interno’ en Descartes

¿Qué quiere decir la expresión “geometrizar el espacio”? Geometrizar el espacio, anota Grant, es asumir que la geometría euclidiana requiere de un espacio independiente, infinito, tridimensional y homogéneo en el cual localizar sus figuras.¹³⁸ Desde luego, sostener lo anterior, de acuerdo con este comentarista, es erróneo pues conduce a plantear una superposición de espacios: el espacio tridimensional independiente (el continente) y el espacio de las propias figuras geométricas (el contenido). Es casi seguro, sigue Grant, que esto lo haya considerado Euclides, dado que evitó postular

¹³⁷ Los rasgos más importantes que caracterizan la ciencia cartesiana, considerando sus niveles y sus correspondientes estatutos epistémicos, son:

1. estar conformada por un conjunto de hipótesis que, derivado de un conjunto más reducido de principios o proposiciones metafísicas, se dirige a dar cuenta de la esencia real del mundo. La certeza que poseen estos principios, de carácter metafísico: “*es la que tenemos cuando pensamos que no es en modo alguno posible que la cosa sea de otra forma a como la juzgamos. [...] Esta certeza se extiende a todo lo que es demostrado en las Matemáticas; digo tal, pues claramente vemos que es imposible que dos y tres sumados sean más o menos que cinco, o bien que un cuadrado no tenga cuatro lados y cosas semejantes*”. AT IX, 324, *Princip.*, 4^a. Parte, art. 206. *Los principios de la filosofía*, pp. 412-413.
2. Al ofrecer una explicación de la génesis del mundo, Descartes asume explícitamente la certeza *moral* de las hipótesis que constituyen este nivel. La certeza moral es: “*suficiente para regular nuestras costumbres o tan grande como la que tenemos acerca de las cosas de las que no tenemos costumbre de dudar en relación con la conducta de la vida, aun cuando sepamos que puede ser que, absolutamente hablando, sean falsas*”, AT IX, 323, *Princip.*, 4^a. Parte, art. 205. *Los principios de la filosofía*, pp. 411-412.

¹³⁸ Edward Grant, *Much ado about Nothing, Theories of Space and Vacuum from the Middle Ages to the Scientific Revolution*, pp. 14-17.

tal clase de espacio; el cual, además, no habría servido a propósito alguno y, en cambio, daría lugar a los problemas de interpenetración que había previsto Aristóteles.¹³⁹

Las figuras geométricas de Euclides poseen, naturalmente, su propio espacio, en el cual están configuradas; éste las acompaña donde quiera que la figura se encuentre. El espacio inseparable de la figura geométrica tiene su contraparte física en el espacio “interno”. El concepto de espacio “interno”, señala Grant: “ya fuera medieval o de la modernidad temprana, es la contraparte física del espacio puramente geométrico de los *Elementos* de Euclides. Tal como el espacio interno o dimensión de un cuerpo material es inseparable del cuerpo [al que le pertenece] así, cualquiera que fuese su localización, un cuerpo tiene su propio espacio, como lo tienen las figuras geométricas en los *Elementos* de Euclides, las cuales poseen su propio espacio ‘interno’”.¹⁴⁰

La noción de espacio ‘interno’, (es decir, la concepción espacial que asume que cada cuerpo posee su espacio propio, no separable de él), tiene remotos antecedentes. En el siglo vi, Juan Filópono (ca. 490-566) aportó, muy probablemente, argumentos de importancia para su desarrollo. Juan Filópono no defendió la existencia de un espacio interno pues

¹³⁹ Ver *supra.*, apartado “El espacio real y la extensión real”, donde se abordan los argumentos de Aristóteles para rechazar la existencia de un espacio separado de los cuerpos que lo ocupan.

E. Grant estudia las teorías del espacio y del vacío de la Edad Media al Renacimiento, se interesa especialmente en explorar los argumentos de Aristóteles para rechazar el vacío. Entre ellos aparece, nuevamente, la preocupación por evitar la interpenetración de entidades. Grant afirma al respecto: “La simultánea interpenetración y coexistencia de entidades dimensionales separadas es imposible o, para expresar la idea en su forma concisa, dos cuerpos no pueden ocupar el mismo lugar simultáneamente. Así, Aristóteles se convenció de que el espacio vacío no podría existir [en vista de] su identificación explícita del vacío tridimensional con materia corpórea tridimensional, [la cual] estaba destinada a desempeñar un papel significativo en la controversia sobre la posible existencia de un espacio separado en el período que va de la Edad Media al siglo xvii”. *Ibid.*, pp. 5-6.

En efecto, de acuerdo con Aristóteles, había que rechazar la existencia del vacío porque éste, al ser concebido como una entidad dimensional, conducía al problema de la imposible interpenetración de dos cuerpos ocupando, simultáneamente, el mismo lugar.

¹⁴⁰ E. Grant, *ibid.*, p. 16.

creía en la existencia de un espacio vacío separado;¹⁴¹ sin embargo, al sostener que la sustancia de una entidad corpórea es su extensión, quienes rechazaban la existencia de un espacio separado e independiente, señala Grant: “podrían fácilmente haber adaptado las ideas [de Filópono] sobre la sustancia extensa, al concepto de espacio ‘interno’”.¹⁴²

Entre quienes adoptaron la noción de espacio ‘interno’ se encuentran Juan Buridán (ca. 1300-ca. 1358), en el siglo XIV; Francisco Toledo (1532-1596), Francisco Suárez (1548-1617) y René Descartes, en los siglos XVI y XVII. Toledo describió el espacio “interno” como “la cantidad extensa de una materia corpórea”.¹⁴³ El espacio interno está presente porque cuerpo y espacio “se implican con una consecuencia mutua. Porque si hay un cuerpo, hay espacio; y si hay un espacio verdadero hay un cuerpo en él”.¹⁴⁴ Buridán también mantuvo que el espacio no es más que la dimensión del cuerpo.¹⁴⁵ El espacio interno como volumen del cuerpo, se

¹⁴¹ J. A. Robles y L. Benítez informan que Juan Filópono (de Alejandría, el Gramático o el Cristiano), a diez siglos de la muerte de Aristóteles fue, a la vez, su admirador y su lúcido crítico. Aceptó las propuestas cosmológicas del Estagirita: “un universo finito, cerrado, pleno de materia, así como la nada completa y total fuera del universo”. L. Benítez y J. A. Robles, *El espacio y el infinito en la modernidad*, op. cit., p. 67. Sin embargo, su acuerdo con Aristóteles no fue total pues introdujo la noción de espacio vacío intramundano y propuso, en contra de la noción aristotélica de *lugar*, la de espacio volumétrico, es decir, a diferencia de concebir el lugar como la superficie envolvente del cuerpo, el espacio del cuerpo es su volumen: largo, ancho y grosor. Esta concepción llevó a Filópono a conceder, observa Robles, “que es posible que haya dos tipos de estructuras tridimensionales en contra del monismo aristotélico [...] estructuras corpóreas, esto es, estructuras 3-dimensionales *impenetrables* y estructuras espaciales, es decir, estructuras 3-dimensionales *penetrables*”. *Idem*. Empero, aunque según Filópono el espacio puede estar vacío, de hecho, nunca lo está, por lo que su precoz ataque al aristotelismo se encuentra limitado.

¹⁴² E. Grant, op. cit., p. 15.

¹⁴³ *Idem*.

¹⁴⁴ Francisco Toledo: *Commentaria una cum Quaestionibus in octolibros Aristotelis De physica auscultatione*, Venecia 1580, fol. 123r, col. 2. Citado en *idem*.

¹⁴⁵ E. Grant señala que Buridán, al identificar al espacio con la dimensión del cuerpo, nos pide que imaginemos a un hombre situado en la última esfera del cielo; cuando este hombre decida levantar un brazo, hacia fuera: “antes de sacar el brazo de la última esfera, no había nada ahí; pero después de haber salido, habrá un espacio, de la dimensión del brazo.” (Cit. en *id.*) Toledo ofrece el mismo ejemplo, a fin de defender la inexistencia de un espacio separado. Así, estableció que la distinción entre la materia espacial (*realiter*), de la cantidad de ella (*formaliter*) era tan sólo de razón.

asoció fácilmente –nos informa Grant– con la magnitud matemática. Duns Scoto “observó que el volumen de un cuerpo o su *quantum*, de acuerdo con su denominación latina, es naturalmente anterior a sus cualidades y, [...] éste no existe separado del cuerpo”.¹⁴⁶ En el mismo sentido, Francisco Suárez, en sus *Disputaciones metafísicas*, respondiendo a la pregunta ¿en qué sentido se dice que la sustancia material está en un lugar por razón de la cantidad?, señala: “la sustancia material está en un lugar principalmente por razón de la cantidad [...] porque] cuando se dice que la razón de estar en un lugar es la cantidad intrínseca del cuerpo mismo, no se trata de una razón formal que confiera a la cosa la razón de existente en un lugar [...] la razón de estar en un lugar –que no es otra cosa que estar localizado– es el lugar mismo en cuanto actualmente localizante y continente.”¹⁴⁷

A pesar de estos notables antecedentes, no cabe duda de que, admite Grant, en la asociación del espacio con la extensión material de los cuerpos, cognoscible por sus medidas volumétricas, el nombre más conspicuo es el de René Descartes. Ello puede explicarse por la naturaleza intrínsecamente matemática del concepto de espacio interno. Descartes, “más explícitamente que sus predecesores [...] identificó el lugar interno con el espacio y asumió que ‘la misma extensión en longitud, ancho y profundidad que constituye el espacio, es lo que constituye el cuerpo’”.¹⁴⁸

Mediante esta concepción evitó caer en el problema previsto por Aristóteles –como lo hicieron quienes antes habían adoptado el espacio interno–: que dos extensiones separadas llegasen a ocupar uno y el mismo sitio.

Observemos ahora el planteamiento de Grant. De acuerdo con la presentación que este erudito nos ofrece, la concepción espacial cartesiana, lejos de ser la más representativa expresión de la nueva ciencia –y en contra de lo que asume Koyré quien, como vimos, está dispuesto a designar

¹⁴⁶ *Idem.*

¹⁴⁷ Francisco Suárez, *Disputaciones Metafísicas*, vol. VII, Disputación LI, Sección v, p. 346.

¹⁴⁸ *Ibid.*, p. 16.

el espacio cartesiano como emblemático de la “geometrización de la naturaleza” – es tan sólo una más entre las diversas concepciones que, desde Buridán, adoptaron la idea del espacio “interno”. Así, no sólo le niega a Descartes –en lo que se refiere a su concepción espacial– el papel revolucionario que otros historiadores están dispuestos a otorgarle; tampoco acepta el rol protagónico de la geometría en la constitución del concepto dimensional de espacio, en el siglo XVII. De este modo, al responder la cuestión: ¿fue “geometrizado” el espacio en el siglo XVII? Grant expresa su tajante desacuerdo con Koyré: “Dejando de lado el hecho de que la geometría de Euclides no propuso el espacio que Koyré describe, es apropiado preguntarnos si la geometría jugó un papel instrumental en el desarrollo y aceptación del concepto de un espacio real, infinito y tridimensional. [...Hemos de responder que] La matemática no fue la fuerza directriz detrás de la amplia aceptación de un espacio dimensional en el siglo XVII”.¹⁴⁹

En apoyo de lo anterior, argumenta que los antecedentes de la concepción del espacio como extenso e incorpóreo se remonta a los griegos –así como a Juan Filópono, Cleómedes, etc.– “quienes describieron y formularon las ideas que influirían en el occidente europeo en los siglos XVI y XVII, [y ellos] habían desarrollado sus pensamientos dentro de un contexto físico y cosmológico, no matemático”.¹⁵⁰ Por otra parte, añade, las controversias que alimentaron la concepción del espacio durante los siglos antes mencionados agregaron elementos de carácter teológico, así: “Desde el siglo XIV, el espacio fue gradualmente divinizado y, a pesar de la adopción de la tridimensionalidad en los siglos XVI y XVII, el problema de Dios con relación al espacio, siguió siendo central. *En este movimiento, las matemáticas jugaron un papel relativamente pequeño*”.¹⁵¹

Esta evaluación del papel de la matemática en el Renacimiento y la Modernidad, se apoya en el hecho de que otor-

¹⁴⁹ *Ibid.*, p. 233.

¹⁵⁰ E. Grant, *Much ado about Nothing, Theories of Space and Vacuum from the Middle Ages to the Scientific Revolution*, op. cit., p. 234.

¹⁵¹ *Id.*, Subrayado mío.

garle extensión al espacio vacío e infinito, por sí mismo, no implica una “geometrización consciente del espacio”.¹⁵² Al margen de que Grant no nos explica qué debemos entender por una “geometrización inconsciente”¹⁵³ del espacio —la cual, según lo sugiere, se dio en el siglo XVII— es importante señalar que el valor de la aportación de Grant a la historia del largo y complejo período que examina, está fuera de toda duda. Su erudito y detallado método de exploración le permite rastrear la noción central de su estudio, el vacío, así como encontrar parentescos conceptuales ocultos e inesperados. La noción de espacio “interno” obedece a la intención de estructurar, en oposición al concepto de espacio “externo”, su investigación sobre el concepto de vacío y otros afines, por lo que es evidente que la incursión de Grant en el concepto cartesiano del espacio no tiene la intención de profundizar en sus pormenores y detalles, sino, más propiamente, la de arrojar luces en los diversos eslabones conceptuales que se concatenan para defender y enriquecer la propuesta del espacio “interno”, en la perspectiva diacrónica de su estudio. De este modo, el tema del espacio cartesiano se aborda sólo en los aspectos que tienen relación con dicha propuesta. Sin embargo, según lo hemos visto, la peculiar

¹⁵² *Ibid.*, p. 233.

¹⁵³ De acuerdo con Piaget-García un uso consciente o *tematizado* de una noción en matemáticas, se presenta cuando, previamente, ha habido un uso o aplicación del mismo de manera instrumental: “las nociones abstractas de las matemáticas no fueron utilizadas, en un comienzo, sino en forma instrumental, sin que dieran lugar a una reflexión sobre su significación general, y sin siquiera tomar conciencia del hecho mismo de estarlas utilizando. A esto último se llega luego de un proceso más o menos prolongado a cuyo término la noción particular (que ya ha sido utilizada en numerosos casos de aplicación) se torna objeto de reflexión para constituirse en concepto. Este pasaje del *uso* o aplicación implícita, a la utilización consciente, a la *conceptualización*, constituye lo que hemos convenido en llamar *tematización*”. Cf. Jean Piaget y Rolando García, *Psicogénesis e Historia de la Ciencia*, p. 103.

Si entendiésemos la expresión de Grant “uso inconsciente de la geometría” en el sentido anterior, asumiríamos que la geometría (en el estudio del espacio, durante el siglo XVII), limitada a su uso instrumental, no tematizado, equivale a ignorar la aparición de la geometría cartesiana, o de coordenadas, cuyo núcleo, como lo veremos en el capítulo siguiente, no es sólo producto de una reflexión deliberada de la relación aritmética-geometría en el estudio del espacio, sino que ésta dio lugar a la creación de una nueva rama de la matemática. Cf. Boyer, *op. cit.*, pp. 425 y ss.

ubicación que asigna al caso cartesiano, con relación al papel de la matemática en la revolución científica, lo aleja notablemente de la opinión predominante de los historiadores del período.¹⁵⁴

*** **

Como resultado del recorrido anterior, será conveniente registrar las principales conclusiones que se derivan de los puntos vista que han formado parte de la discusión en torno al significado de la “geometrización del espacio” y su repercusión en la nueva ciencia. Hemos mencionado aspectos centrales de los estudios de Koyré y Grant al respecto, en tanto que trataremos los que corresponden a Dijksterhuis en la parte inicial del capítulo siguiente, en vista de que su propuesta interpretativa me será de utilidad para introducir mi propia propuesta.

El registro de conclusiones que presentaré a continuación nos permitirá distinguir las interpretaciones que hemos revisado, señalando los aspectos que comparten, así como aquellos en los que difieren y, finalmente, hacer una estimación de estas, lo cual es un paso indispensable a efecto de presentar mi propuesta, en el siguiente capítulo.

Una primera conclusión, aceptada por los diferentes historiadores del período, a excepción de Grant, señala que:

- La matemática, en su sentido más amplio, fue la pieza clave de la transformación conceptual que dio lugar a la “revolución científica del siglo xvii”.

¹⁵⁴ Es obvio que E. Grant no pierde de vista que el motivo de reunir en un mismo grupo a diversos autores separados tanto en el tiempo como en sus compromisos conceptuales es parte de su estrategia de investigación. Una clara muestra de lo anterior es su reconocimiento de que el entorno conceptual que ve nacer el espacio “interno” —la física y la cosmología aristotélicas— presupone: [...] un mundo altamente estructurado, finito y esférico, lleno por doquier de materia, un mundo en el que la resistencia del medio, los lugares naturales, los movimientos natural y violento eran los conceptos fundamentales”. Cf. *Much ado about Nothing, Theories of Space and Vacuum from the Middle Ages to the Scientific Revolution*, p. 8, tales características difieren fuertemente de las que habrían de presentarse en el entorno conceptual del s. xvii.

En efecto, a pesar de que muchos estudiosos del período discuten a propósito de los autores y acontecimientos científicos que dieron lugar a la nueva ciencia, hay un acuerdo general en que la matemática fue su pieza clave. El rechazo de esta declaración por Grant, —como lo hemos mencionado ya— puede desprenderse del propósito de su erudito estudio (*Much ado about Nothing. Theories of Space and Vacuum from the Middle Ages to the Scientific Revolution*, 1981), que es el de seguir el desarrollo histórico de las nociones de espacio y vacío a través de un largo período del pensamiento, por lo que este historiador ha subrayado con mayor énfasis los aspectos de continuidad entre las propuestas, que los de discontinuidad. Por ello, parece estar más interesado en las líneas de pensamiento que unen entre sí a una serie de autores, que en registrar las innovaciones que los separan.

De cualquier modo, en el capítulo siguiente me adhiero a la idea de que, ciertamente, la matemática fue una pieza clave en el desarrollo de la ciencia nueva. En el desarrollo del próximo capítulo presento evidencias para constatar lo anterior, pues muestro que las concepciones espaciales de la cartografía, de la representación pictórica y de la filosofía cartesiana encuentran un interesante vínculo, específicamente, en la geometría de coordenadas. Tal argumentación se apoya en el horizonte conceptual que, respecto de las nociones espaciales, comparten el Renacimiento y la Modernidad.

Por otra parte, en Koyré podemos identificar dos conclusiones básicas:

- “Geometrizar el espacio” es sustituir los “lugares” provistos de una preeminencia jerárquica de la física pre-galileana, por el espacio dimensional euclidiano. La explicación científica de la nueva ciencia reemplaza el mundo cotidiano por uno abstracto, siendo ésta una condición indispensable para convertirlo en un mundo regulado por leyes expresables matemáticamente.
- Puesto que la geometría describe la esencia de la realidad física, en los filósofos de la nueva ciencia, especialmente

en Descartes, encontramos una geometría hipostasiada, pues la consideraron “encarnada en el mundo físico”.

Mientras nos hemos adherido a la observación de que el objeto de la nueva ciencia no es el mundo de todos días, hemos objetado la tesis de la “geometría hipostasiada”, en vista de la evidencia textual que, en su sitio, hemos señalado. Después de ir a Grant, volveremos a Koyré.

Mencionemos ahora las conclusiones de Grant:

- El espacio de las figuras de Euclides no requiere de un espacio independiente de ellas; cada figura posee su propio espacio. Admitir lo contrario conduciría a plantear la superposición de espacios, dando lugar a los problemas de interpenetración previstos por Aristóteles.
- Puesto que el espacio de las entidades euclidianas no requiere de un espacio continente separado, tridimensional, que las contenga, el espacio geométrico euclidiano no es el de los cuerpos físicos tridimensionales. El espacio de los cuerpos físicos no puede ser el de las entidades geométricas, porque éstas no requieren de un espacio separado en el cual alojarse. Entender lo contrario conduce a la “equivocada” idea de Koyré acerca de la “geometrización del espacio”.

Como lo hemos mencionado en su sitio, el análisis de Grant es sumamente fructífero para el historiador del desarrollo de las concepciones del espacio y del vacío por cuanto logra agrupar una gran diversidad de propuestas en dos amplios grupos: defensores de la concepción del “espacio interno” y los que argumentan a favor del “espacio externo”. Esta investigación se ha beneficiado de esta aportación de Grant, pues en efecto, hemos instalado la posición cartesiana entre las concepciones defensoras del “espacio interno”, considerando las diversas razones que encontramos para ello.

Sin embargo, el planteamiento de Grant nos ha conducido, asimismo, a su discusión con Koyré, la cual parece girar en torno a una cuestión medular, a saber: cuál es el

servicio que presta la geometría en la tarea de explicar el mundo físico. De acuerdo con Koyré, hay que “reducir” el mundo físico a la geometría para poder describirlo científicamente. Según Grant, el mundo físico –de hecho– ha requerido, para su explicación científica, de la intervención de un amplio conjunto de aspectos, entre los que figuran las consideraciones teológicas y las precisiones de la matemática. Así planteadas, considero que las diferencias entre estas posiciones, no nos conducen a una verdadera oposición de las posturas, sino más bien, a diferencias de énfasis. La gran diversidad de propuestas científicas desarrolladas durante este período da lugar a que, dependiendo del caso específico en estudio, pueda darse la razón a uno o a otro intérprete.

Si referimos la discusión específicamente al caso cartesiano, la anterior observación cobra clara pertinencia. Es muy interesante observar que, en los dos niveles que presenta la física cartesiana en su estructura, los cuales han sido señalados pormenorizadamente por Clarke,¹⁵⁵ podríamos alojar, respectivamente, las interpretaciones de estos dos historiadores. En el primer nivel, la interpretación de Koyré se aplica de manera pertinente. En este nivel la física cartesiana busca reducirse a los primeros principios (metafísicos, epistemológicos y geométricos) del saber, merced a los cuales el saber posee una certeza metafísica. Los libros primero y segundo de *Los principios de la filosofía* ilustran esta búsqueda.

En cambio, en un segundo nivel, la interpretación de Grant encontraría su aplicación, pues ahí Descartes estudia los fenómenos particulares y concretos (libros tercero y cuarto de *Los principios*) y, en ellos, su concepción de la ciencia persigue un estatuto de certeza meramente moral. El caso del estudio cartesiano del fenómeno luminoso ejemplifica estos dos niveles de tratamiento en la física de Descartes.¹⁵⁶

¹⁵⁵ Desmond M. Clarke, *La filosofía de la ciencia de Descartes* principalmente el capítulo IV Física y metafísica, pp. 88-117.

¹⁵⁶ Cf. S. A. Velázquez, *De la filosofía de la naturaleza a la física* sobre todo el capítulo 3. El estudio cartesiano del fenómeno luminoso, pp. 131-199.

Considerando lo anterior, Koyré no carece de razón al afirmar que hay, en los filósofos naturales de los siglos XVI y XVII, una reducción del mundo físico a la geometría; sin embargo, *no hay solamente esto*. También encontramos en Descartes una ciencia natural de certeza moral, o solamente probable, en la que no hallamos ya ninguna reducción de la física a la geometría, sino una serie de propuestas encaminadas a conseguir un saber verosímil de la naturaleza. Aquí se cuele la presencia de la compleja reunión de aspectos que configuraron el saber cartesiano de lo natural, a los cuales Grant se refiere cuando afirma que hay otros elementos que acompañaron la aparición de la ciencia nueva; entre ellos, las disputas teológicas entre reformadores y contra reformadores.

Si las diferencias entre estos autores son, como hemos dicho, no tanto de fondo como de énfasis, y lo que deseamos aquí es conseguir una ubicación más completa de ellos, valdría la pena subrayar, ahora, las comunidades en estas interpretaciones. En este sentido, observamos el acuerdo de ambos, en que la concepción espacial de Descartes establece que:

- Los cuerpos no están *en* el espacio, sino sólo entre otros cuerpos, el espacio que éstos ocupan no es algo distinto de ellos mismos.

En efecto, en lo que toca a la relación entre los cuerpos y el espacio que ellos ocupan, ambos historiadores aceptan que la propuesta cartesiana ha sorteado los riesgos que se desprenden de aceptar la superposición de entidades, previstos por Aristóteles y, desde luego, como consecuencia de la identificación ontológica cartesiana de la materia con el espacio. En este modo de entender el “espacio interno” cartesiano, Koyré y Grant se oponen a Nys, quien, como hemos visto, en la función del espacio cartesiano como continente y contenido, advierte una duplicación estéril y que conduce a contradicciones.

Empero, la coincidencia entre estos historiadores –más significativa para el propósito de este trabajo– radica en el hecho de que ninguno de ellos ha considerado, en sus respectivos estudios del espacio cartesiano, el papel específico de la geometría cartesiana de coordenadas, como un elemento que deba ser tomando en cuenta para efectuar dicho análisis. Esta omisión, que considero muy grave –y que es compartida por la gran mayoría de los estudiosos del tema que nos ocupa– es la que esta investigación pretende zanjar. Con esta finalidad tomaré como punto de partida algunos aspectos de la propuesta de Dijksterhuis, quien, distinguiéndose de los estudiosos antes mencionados, caracteriza la “geometrización del espacio” en Descartes, como un aspecto concomitante a su método. El estudio del método, para llegar a uno de sus resultados: la geometría de coordenadas es un eje básico, como lo veremos enseguida, en la exposición del capítulo siguiente.

EL ESPACIO CARTESIANO:
MÉTODO Y GEOMETRÍA DE COORDENADAS



Introducción

De acuerdo con la exposición del capítulo anterior, el tema de la “geometrización” del espacio en Descartes encuentra dos soluciones extremas; ya sea mediante la geometría hipostasiada de Koyré, en la que ésta expresa la esencia de la realidad física o bien, por la ausencia de una “geometrización consciente” del espacio, que —según Grant— caracteriza la filosofía natural del siglo xvii. En este capítulo presento, al respecto, una solución que, por una parte, respeta los ámbitos de la matemática y de la física, sin confundirlos —como hemos visto que acontece en el caso de Koyré— pero asociándolos a partir del método expuesto en las *Reglas* y, por otra parte, muestra la manera en que la matematización y la geometrización del mundo se efectuaron mediante un proceso consciente y deliberado en el siglo xvii, encontrando sus orígenes hacia el fin del medievo.

En ambos casos presento evidencias tanto teóricas como históricas, pues la propuesta del “espacio sistemático” cartesiano, que a continuación detallaré, encuentra su sustento en una interpretación contextualizada en la propia filosofía natural cartesiana y en la de los científicos y pensadores que le precedieron. El capítulo está integrado por dos secciones. En la primera de ellas, desarrollo mi propuesta en torno a qué debemos entender por “matematización” en la filosofía cartesiana, lo cual nos conduce a abordar el tema del método, así como su significado en el mecanicismo car-

tesiano. En la segunda parte aplico los resultados de la sección anterior al examen de la relación entre el método cartesiano y la geometría de coordenadas. De este análisis se deriva, finalmente, la propuesta del “espacio sistemático” que se corrobora y precisa en la revisión de dos casos históricos, el espacio terrestre, objeto de la cartografía, y el espacio pictórico, objeto de los teóricos de la perspectiva. Iniciemos.

Del pensamiento sustancial al pensamiento funcional. La matemática en el método y en el mecanicismo cartesiano

La disposición en series y la comunicabilidad de los géneros

Uno de los rasgos más sobresalientes del estudio de la naturaleza durante el siglo xviii fue el tratamiento matemático que recibieron sus diferentes temas de investigación. En este período, que incluye, desde luego, la filosofía cartesiana, el amplio desarrollo que alcanzaron algunos campos del saber, entre los que se encuentran la astronomía, la mecánica, la hidrostática y la óptica, fundados en la exactitud y precisión de la matemática, es una evidencia clara de la prominente posición que ocupó esta última durante la Modernidad. Es importante advertir que tal tratamiento matemático no sólo se refiere al uso de expresiones numéricas o procedimientos abreviados —éstos no fueron empleados, de manera sistemática, por todos los filósofos naturales— sino, sobre todo, a la formulación y puesta en marcha de concepciones “específicamente matemáticas”, lo cual señala el tránsito de la ciencia antigua a la clásica.¹

¹ Dijksterhuis defiende esta manera de entender el papel de la matemática en el estudio de la naturaleza durante la Modernidad. Un ejemplo que apoya esta interpretación es el caso del mecanicismo clásico pues, de acuerdo con este historiador, lo que realmente distingue esta modalidad del mecanicismo de otras que le precedieron, es su sentido propiamente matemático. Es decir, el desarrollo de la mecánica ilustra el sentido de la “matematización” de la ciencia clásica. En

Pero ¿qué debemos entender por una concepción “específicamente matemática”? Para dar respuesta a esta pregunta, E. J. Dijksterhuis (1892-1965) expone que el ideal del conocimiento de la naturaleza, impulsado por la nueva ciencia, se identificó con la búsqueda de una auténtica concepción matemática del conocimiento, la cual sólo pudo alcanzarse como resultado de la aparición del pensamiento “funcional” que, progresivamente, iría a predominar sobre el pensamiento “sustancial”, mismo que —aclara el historiador holandés—: “se preguntaba sobre la verdadera naturaleza de las cosas, [en contraste] con el pensamiento “funcional” que aspiraba a registrar el comportamiento de las cosas en su interdependencia”.² Según este enfoque, el estudio descriptivo, cualitativo, del fenómeno, considerado por sí mismo, cedió el paso a la estrategia de investigación centrada en el registro cuantitativo de las relaciones entre los fenómenos.³ Así, lo “específicamente matemático” de las concepciones de la filosofía natural, en la modernidad, radica en la nueva inteligibilidad del fenómeno, asequible sólo

efecto, para ser una auténtica concepción matemática, la mecánica ha de entenderse del modo siguiente: “la mecánica clásica es matemática no sólo en el sentido de que hace uso de términos matemáticos y de métodos para abreviar argumentos [...] asimismo lo es, en el sentido más restringido de que sus conceptos básicos son matemáticos, de tal forma que la mecánica [clásica] misma es un concepto matemático. De hecho, sólo de esta manera se revela la diferencia clave que singulariza la física medieval pues ésta, de hecho, en algunos aspectos de su desarrollo tuvo, también, asideros matemáticos pero ninguno de sus representantes alcanzó la noción que Galileo formuló en su famoso *dictum*: *Il libro della natura è scritto in lingua matematica*”. Cf. Eduard Jan Dijksterhuis, *The Mechanization of the World Picture. Pythagoras to Newton*, p. 499.

² *Ibid.*, p. 501.

³ Según lo veremos en el apartado “Sustancia y función. El espacio sistemático y su representación”, la aportación de Descartes en el tránsito del pensamiento funcional al sustancial radica, mediante la introducción a la geometría de coordenadas, en la traducción de los conceptos de espacio a los conceptos de series. Sin embargo, en este proceso el sistema de los conceptos de series debió ser afinado y modificado para incorporar la totalidad de las figuraciones espaciales posibles y no sólo una porción de ellas. Así, las exigencias internas de la geometría cartesiana dieron lugar a la geometría infinitesimal, la cual desarrollaría la potencialidad de aquélla. Descartes inició, pues, un proceso que se alcanzaría, en su plenitud, al rebasar los procedimientos del álgebra tradicional, como una condición para transitar del concepto número al concepto de función. Para profundizar en este aspecto, ver E. Cassirer, *Substance et fonction. Éléments pour une théorie du concept*, pp. 93-94.

en la medida en que se le considera formando parte de un conjunto de ellos y en cuyo interior se pueden determinar relaciones fijas.

Una exposición muy desarrollada acerca de las diferencias entre el pensamiento sustancial y el pensamiento funcional la debemos a E. Cassirer, quien en su *Substanzbegriff und Funktionsbegriff* (1910) (*Sustancia y función. Elementos para una teoría del concepto*),⁴ analiza detalladamente las características del concepto en la teoría aristotélica de la abstracción, en contraste con el concepto de función, que tiene su origen en las matemáticas. Para profundizar en dicho asunto, remito al lector al anexo: “El concepto ontológico y el concepto matemático. Sustancia y función”. Ahí expongo mi lectura del análisis de Cassirer a este respecto, quien concluye que en la teoría aristotélica de las *categorías* se conforman los conceptos genéricos con base en la abstracción de las propiedades esenciales de un grupo de elementos, como resultado de la aplicación del principio de similitud. El concepto supremo alcanza su máxima generalidad a condición de suprimir los rasgos particulares de las cosas, pues de éstas han de retenerse solamente aquellos que aparecen en común con otras, tras la operación comparativa del pensamiento.

Por otra parte, las determinaciones de la categoría de relación, en este planteamiento, están subordinadas y dependientes del concepto. Entre otros aspectos que el lector encontrará en el anexo mencionado, los anteriores caracterizan la estrategia teórica que da lugar al concepto ontológico o *concepto de sustancia*.

En contraste, el *concepto de función* alcanza su máxima generalidad cuando recoge todas y cada una de las particularidades que conforman el grupo de elementos que lo componen, lo cual logra mediante la determinación de sus valores constantes, como lo hace, por ejemplo, la fórmula matemática. A diferencia del concepto de sustancia, en el concepto de función, los elementos dan lugar a una serie de valores constantes, regulados por un principio que los

⁴ *Ibid.* Ver, sobre todo el capítulo 1. La teoría de la conceptualización, pp. 13-39.

determina; por ello, las cosas no poseen un valor *per se*, pues lo obtienen a partir de la posición que ocupan en la serie. Ello significa que su valor es relativo al lugar en que se encuentran dispuestos, por lo que aquel resulta de una determinación relacional. La geometría cartesiana se convierte en un caso paradigmático del *concepto de función*, pues en ella, mediante una fórmula matemática general (las curvas de segundo orden) se encuentran las figuras particulares del círculo, de la elipse, etc.

La aparición de la idea de función en la Modernidad es de importancia tal que suele identificarse esta idea como la más característica y quizá la de mayor influencia de la matemática moderna.⁵ G. W. Leibniz (1646-1716), quien usó el término *función* por vez primera, lo refirió a cualquier cantidad que varía de punto en punto a lo largo de una curva, en los casos en los que la curva está definida por una ecuación. Johann Bernouilli (1667-1748) y Leonhard Euler (1707-1783), entre otros, incorporaron la noción a sus trabajos con énfasis particulares,⁶ hasta que, en 1837, Peter

⁵ No es discutible el hecho de que la noción propiamente matemática de función aparece en la Modernidad, durante el siglo xvii, tampoco que aparece en la *Geometría* (1637) de Descartes. La notación 'f(x)' fue usada por Euler en 1734 y la teoría siguió desarrollándose por ilustres matemáticos, entre los que se encuentran Joseph Louis Lagrange (*Théorie des fonctions analytiques*, 1797) y Augustin Cauchy (1789-1857). Cf. *Diccionario de filosofía*, "Función".

⁶ Leibniz usó el término "función" en una carta de 1694 que dirigió a J. Bernouilli, así como en un inédito de 1673. Bernouilli empleó el término para referirse a la cantidad formada de cualquier manera, combinando cantidades constantes y variables. Euler, en 1755, adoptó el término para designar la dependencia entre cantidades y sus variaciones concomitantes. Cf. *Diccionario de lógica y filosofía de la ciencia*, p. 253.

La idea de función, entendida como la dependencia entre magnitudes, es antigua. Aristóteles sabía que hay cambios de magnitudes en la naturaleza originados por otros, así como que a mayor fuerza corresponde un mayor efecto, a mayor movimiento local, mayor tiempo, etc. También se sabía que en estos casos las dependencias obedecen a regularidades. Sin embargo, el saber de estas relaciones no condujo a su expresión mediante ecuaciones ni a través del uso de representaciones gráficas. Encontramos esto último en algunos matemáticos y filósofos del siglo xiv, entre los que se encuentran Nicole Oresme (*Tractatus de commensurabilitate vel incommensurabilitate motuum celi*, 1377) y Thomas Bradwardine (*Tractatus proportionum*, 1328). Este uso de representaciones gráficas no dio lugar a la formulación de verdaderas leyes naturales, entre otras razones, porque no se había demolido todavía el cerco aristotélico que separaba el mundo sublunar del supralunar, condición indispensable para asumir la aplicación universal de la ley. Cf. *Diccionario de filosofía*, "Función".

Gustav Dirichlet (1805-1859) estableció la definición que inspira el concepto actual de función (relación constante entre variables tal que, dadas, por ejemplo, dos variables, para cada valor asignado a una de ellas se determinan uno o más valores a la otra):⁷ “y es una función de x si a cada valor de x le corresponde un y sólo un valor de y; no importa que y dependa de x conforme a una o varias leyes, ni que esta dependencia pueda o no expresarse mediante operaciones matemáticas”.⁸

Julius W. Richard Dedekind (1831-1916), en 1888, constata la trascendencia de la idea de función más allá del mero ámbito matemático al admitir el concepto de función como correspondencia no sólo numérica, sino entre objetos pertenecientes a un conjunto cualquiera.⁹ De este modo, la idea de función precisa la noción de ley, referida a cualquier campo de conocimiento. Pierre Boutroux (1880-1922) expresa la asociación de función y ley con énfasis en la idea de relación, del siguiente modo:

Concebir una función de una variable, [...] es, en definitiva, admitir que entre dos términos que varían simultáneamente, existe una relación idéntica a sí misma; es postular que, bajo el cambio aparente del antecedente y el consecuente, hay algo constante. Ahora bien, conocemos ese postulado. Es el que preside, desde lo más alto a lo más bajo de la escala, todas las ciencias físicas y naturales. Es el concepto general de ley.¹⁰

La historia de la idea de función, decisiva para el desarrollo de la ciencia moderna, encuentra uno de sus inicios en la geometría cartesiana.¹¹ A este aspecto específico, vol-

⁷ La variable a la cual se asignan valores se denomina “variable independiente”, la variable determinada por la que se asigna es la variable “dependiente”. Por ejemplo, la ecuación $y = 2x$ es tal que, al cambiar los valores asignados a x, los de y cambian correlativamente. Si suponemos que $x = 1$, entonces $y = 2$; si $x = 2$, $y = 4$; si $x = 5$, $y = 10$. Cf., *Diccionario de filosofía*, “Función”.

⁸ *Diccionario de lógica y filosofía de la ciencia*, op. cit., p. 253.

⁹ *Idem*.

¹⁰ Cf., *Vocabulario técnico y crítico de la filosofía*, op. cit., p. 514.

¹¹ Ibarra y Mormann, a partir de su estudio de la naturaleza representacional del conocimiento científico, señalan la importancia del razonamiento subrogatorio

veremos en el siguiente apartado. Por ahora veremos el origen conceptual de la geometría de Descartes en su concepción metódica y en su ideal del conocimiento, que se extiende a la ciencia de la naturaleza.

La determinación de valores constantes, como ideal del conocimiento científico —evidente, por ejemplo, en la teoría de la refracción de la luz, que Descartes lleva a su formulación matemática más acabada— muestra que el ideal del saber de lo natural tiene su base en modelos matemáticos. En efecto, la matemática no sólo proporciona el instrumento para la descripción del fenómeno natural, asimismo, mediante el profundo significado matemático (*Mathesis*) del método cartesiano, aquella permea el edificio del conocimiento en su totalidad, toda vez que matemática y método son expresiones de un mismo esfuerzo de la mente. Dijksterhuis enuncia así su interpretación de esta filosofía natural: “La posición de Descartes no puede ser mejor descrita que cuando se reconoce que [para este filósofo] la ciencia de la naturaleza es matemática [...] no sólo en el amplio sentido de que la matemática la rige [...] sino también en el sentido más específico de que la mente humana produce el conocimiento de la naturaleza por su propio esfuerzo del mismo modo en que lo hace para las matemáticas”.¹²

El apoyo en la matemática, como lenguaje para la expresión precisa de la ciencia, es un ideal que, alimentado por científicos como Kepler y Galileo y enriquecido por Descartes, constituye un programa para muchos siglos —repara Dijksterhuis—, no para el tiempo de una vida individual, por lo que no debe sorprendernos el hecho de que “encontremos

que entienden como “la inferencia de conclusiones relevantes para el dominio representado, obtenidas en las imágenes correspondientes del ámbito representante”, p. 111. El razonamiento subrogatorio transforma el objeto de estudio como consecuencia del influjo de su imagen —las estructuras que ésta preserva del dominio representado— en la teoría científica. De acuerdo con esta perspectiva, una clara aplicación del razonamiento subrogatorio “decisiva para la emergencia de la ciencia moderna, podemos detectarla en la geometría analítica cartesiana, es decir, en la algebraización de la geometría por Descartes”, pp. 123 y ss. Cf. Andoni Ibarra y Thomas Mormann, *Representaciones en la ciencia. De la invariancia estructural a la significatividad pragmática*.

¹² E. J. Dijksterhuis, *op. cit.*, p. 404.

pocos cálculos en los trabajos científicos de Descartes”.¹³ Esta carencia parcial, empero, no impide valorar en toda su importancia la contribución cartesiana en este aspecto, sobre todo si se toma en cuenta su sobresaliente aportación en el establecimiento de la escritura simbólica de la matemática.¹⁴

Pero la matemática en Descartes no sólo es una herramienta para la expresión de las ciencias; se hace presente, asimismo, mediante la propia manera en que opera la mente. Es de este modo como ha de entenderse que, en la famosa comparación entre las ciencias y el árbol (en ella, la física se representa como el tronco cuya raíz y ramas son, respectivamente, la metafísica y la mecánica, la moral y la medicina)¹⁵ no haya referencia a las matemáticas. ¿Por qué, se pregunta Dijksterhuis, en el árbol del saber no se consideran la matemática ni la base que sustenta a la propia metafísica? La explicación de estas ausencias se encuentra en el hecho de que “el pensamiento matemático es considerado no en su

¹³ *Ibid.*, p. 405. El uso de cálculos, fórmulas y expresiones numéricas, en la ciencia de la naturaleza cartesiana, se encuentra en el desarrollo de diversos temas, entre los cuales figuran: el estudio de la caída de los cuerpos (AT X, *Cogitationes Privatae*, 213 y ss., y AT X, *Physico-Mathematica*, pp. 67 y ss.), la hidrostática (ver correspondencia, especialmente, AT III, 617 y ss.), y sus estudios ópticos (AT VI, *Dióptrica*, 79 y ss.). En este último renglón, la gran contribución cartesiana a la historia de la ciencia es, como se sabe, la exposición precisa de las leyes de la refracción de la luz, compartiendo el crédito con Willebrord Snell (1580-1626). Así, la representación geométrica en la física cartesiana desempeñó un papel definitivo para la explicitación precisa del comportamiento de la luz, empleando modelos geométricos. Para profundizar a este respecto, sugiero acudir a S. A. Velázquez, *De la filosofía de la naturaleza a la física. El papel de la luz en la física cartesiana*, ver sobre todo los apartados: 2.2 La demostración en la concepción metodológica de la ciencia: *explicar y representar*, y 3.3.2 La *representación* en la óptica cartesiana.

¹⁴ Como es sabido, la *Geométrie* es el primer texto en la historia de las matemáticas que resulta legible al lector contemporáneo. El sistema de simbolización de Descartes fue adoptado por la comunidad matemática de su tiempo y sus rasgos básicos, entre los que figura el uso de exponentes, tienen aún vigencia. Para profundizar en este tema, ver Michel Serfati, “Descartes et la constitution de l’écriture symbolique mathématique”, pp. 237 y ss., donde Serfati presenta una evaluación muy documentada del significado real de la aportación cartesiana al lenguaje simbólico en las matemáticas.

¹⁵ “[L]a totalidad de la Filosofía se asemeja a un árbol, cuyas raíces son la Metafísica, el tronco es la Física y las ramas que brotan de este tronco son todas las otras ciencias que se reducen principalmente a tres: a saber, la Medicina, la Mecánica y la Moral”. AT IX, *Princip.*, 14. *Los principios de la filosofía*, p. 15.

contenido, sino en su forma, la cual constituye dicha base”.¹⁶ Así, la matemática no debe asociarse solamente a la ciencia natural, “Se puede ir más lejos [sostiene este analista] y decir lo mismo de su filosofía”¹⁷ de cuya estructura global, forma parte el pensamiento matemático, como componente intrínseco de su método.

Para entender cómo la matemática se encuentra íntimamente ligada al método cartesiano, no hay que considerar el método expuesto en el “encantador *Discurso*, el cual es una *causerie*, más bien que un tratado”¹⁸ sino el referido en las *Regulae ad Directionem Ingenii*.

Es conveniente detenernos brevemente en la controversia generada por el significado de las *Reglas* en la historia del pensamiento filosófico-científico. Ésta puede ilustrarse mediante dos opiniones contrapuestas en torno a la continuidad o discontinuidad del método expuesto en las *Reglas*, con relación a la tradición. John Randall encuentra que Descartes, en su método: “sigue siendo el matemático interesado en cadenas de prueba, fiel al ideal aristotélico de una ciencia como la geometría que probaría por qué las cosas deben ser como son”.¹⁹ En contraste, Martin Heidegger establece:

en este escrito inacabado [...] se acuña el concepto moderno de “ciencia”. Sólo quien haya pensado real y detenidamente en este escrito, radicalmente parco, hasta sus rincones más recónditos y fríos, está en condiciones de tener una idea de lo que pasa en la ciencia moderna. [...] Lo decisivo es la manera y el modo en que esta reflexión sobre lo matemático influenció la controversia con la metafísica tradicional (*prima philosophia*) y cómo, a partir de esto, se determinó el destino futuro y la figura de la filosofía moderna.²⁰

Por otra parte, también se discute la importancia de las *Reglas* en el interior de la propia filosofía cartesiana. Octave

¹⁶ E. J. Dijksterhuis, *op. cit.*, p. 404.

¹⁷ *Idem.*

¹⁸ *Idem.*

¹⁹ *The Career of Philosophy*, vol. 1, pp. 384-5, cit. por D. M. Clarke, *op. cit.*, p. 23.

²⁰ *La pregunta por la cosa*, pp. 100-101.

Hamelin afirma, con respecto de las *Reglas*, que: “conviene subordinarlas al *Discours*, tomando a éste como base y a aquéllas como simple complemento”.²¹ Las *Reglas*, explica Hamelin, nunca estuvieron completas, además de que se advierten lagunas en el texto. Debido a que esta razón es de carácter externo, Hamelin reconoce que, en materia del método es necesario remontarse a ambas obras, pues el *Discurso*, aunque oscuro y misceláneo, “es el texto del método cartesiano”.²² En cambio, las *Reglas*, aunque rica en contenido, es vasta y no ofrece al lector una guía para clasificarlo y comprenderlo, por lo que debe considerarse un mero “comentario” del *Discurso*.²³

Una opinión más mesurada es la de Juan Manuel Navarro, quien sostiene que el *Discurso*, indudablemente, sobrepasa en “intenciones, variedad y riqueza temática, amén de su valor autobiográfico, a las *Reglas*; pero en lo que se refiere estrictamente al método [...] las *Reglas* aventajan con mucho al *Discurso* y, por otra parte, el *Discurso* no enriquece el método de la obra de 1628”.²⁴ En este último sentido, Clarke encuentra en las *Reglas* aspectos básicos, “premonitorios de las posiciones que adoptará Descartes después de 1628” en su pensamiento científico, lo cual permite mantener una continuidad entre esta obra de juventud y otras de madurez.²⁵ Si las *Reglas* motivan lecturas tan diversas, es debido a su condición de encrucijada entre dos mundos.

Las *Reglas* contienen, en efecto, la exposición de la así denominada *Mathesis Universalis* que Descartes consideró uno de sus más importantes descubrimientos metodológicos y el verdadero sentido de la matemática en su método.²⁶

²¹ Cf. *El sistema de Descartes*, p. 58.

²² *Ibid.*, p. 59.

²³ *Idem*.

²⁴ ‘Introducción’ a *Reglas para la dirección del espíritu*, trad. Juan Manuel Navarro Cordón, p. 15.

²⁵ Cf. *La filosofía de la ciencia de Descartes*, op. cit., pp. 188-189.

²⁶ Giorgio Israel en su detallado estudio sobre el papel que desempeña la geometría en el método cartesiano (“Des Regulae a la Géométrie”), coincide con Dijksterhuis al encontrar el verdadero discurso del método en las *Reglas*: “las ligas y nexos entre el programa filosófico de Descartes y su matemática son muy evidentes,

Descartes es claro al enunciar lo anterior, como lo veremos en seguida.

En el mismo núcleo de la noción *Mathesis Universalis* se halla la matemática en su sentido básico pues, si bien *Mathesis* etimológicamente “significa tan sólo lo mismo que disciplina [por lo que la aritmética y la geometría, así como] la Astronomía, la Música, la Óptica, la Mecánica y otras muchas se consideran parte de la Matemática,²⁷ —al ser, todas ellas, disciplinas—, *Mathesis Universalis* se refiere a todo objeto que se estudia con orden y medida:

no importa si tal medida ha de buscarse en los números, en las figuras, en los astros, en los sonidos o en cualquier otro objeto [...] debe haber una ciencia general que explique todo lo que puede buscarse acerca del orden y la medida, no con un nombre adaptado, sino ya antiguo y aceptado por el uso: *Mathesis Universalis*, ya que en ésta se contiene todo aquello por lo que las otras ciencias son llamadas partes de la Matemática.²⁸

La posibilidad de esta ciencia general se deriva de que todas las ciencias, en su diversidad, no son más que la expresión de una sabiduría universal (*universalis sapientia*)²⁹

incluso para el lector menos cuidadoso. La clave de esas conexiones está constituida por el programa de la *Mathesis universalis*, tal como ha desarrollado este concepto en las *Reglas*, más que en el *Discurso del Método*. Cf. M. Wilson, “History of Philosophy in Philosophy Today; and the Case of the Sensible Qualities”, p. 187. De acuerdo con G. Israel, son los historiadores “puros” de las matemáticas quienes, en la medida en que están desinformados de los pormenores de la metodología cartesiana, “tienden a subrayar la conexión entre la *Geometría* y el *Discurso* puesto que esta interpretación debilita las ligas entre las matemáticas y la filosofía”. G. Israel, *Ibid.*, pp. 204-205. El historiador que conoce, además de la historia del pensamiento matemático, el papel del método en la filosofía cartesiana, está en condiciones de advertir que el verdadero discurso del método se encuentra en las *Reglas*.

²⁷ AT X, *Regla* IV, 377. Cf. *Reglas para la dirección del espíritu*, trad. Juan Manuel Navarro Cordón, p. 85.

²⁸ AT X, *Regla* IV, 378. *Ibid.*, p. 86.

²⁹ Navarro Cordón explica la diferencia entre la sabiduría universal y la *mathesis universalis*, del siguiente modo: “a propósito de la unidad de la ciencia se habla de ‘universalis Sapientia’, que no es lo mismo, [...] que ‘mathesis universalis’, referida ésta tan sólo a un grupo determinado de ciencias o saberes. La ‘sabiduría universal’, que vale tanto como ‘unidad de la ciencia’, va más allá de la ‘mathesis universalis’ [...] tanto en el ámbito de su aplicación y validez cuanto en el orden de la fundamentación. La ‘universalis Sapientia’ es la ‘sagesse’, a propósito de la

es decir, de “la sabiduría humana, que permanece siempre una y la misma, aunque aplicada a diferentes objetos”.³⁰ La unidad de la ciencia permanece oculta a quienes orientan sus esfuerzos al conocimiento de “estudios particulares”, parciales, ignorando que “nada nos aleja más del recto camino de la búsqueda de la verdad que el dirigir los estudios no a este fin general [sabiduría universal], sino a algunos particulares”.³¹ En consecuencia, quien quiera investigar de acuerdo con el método verdadero,³² deberá saber que “el conocimiento de una verdad no nos aparta del descubrimiento de otra [...] sino, más bien, nos ayuda”,³³ por lo que su “principal secreto” consiste en disponer todos los temas de investigación en series. En efecto, de todas las enseñanzas de este tratado, Descartes reconoce que la de mayor utilidad nos revela: “que todas las cosas pueden ser dispuestas en ciertas series [...] *en cuanto pueden conocerse unas a partir de otras*, de modo que cuantas veces se presente alguna dificultad, inmediatamente podamos advertir si sería útil examinar primero algunas otras, y cuáles y en qué orden”.³⁴

En otros términos, si queremos encontrar la solución de la dificultad o problema en estudio, hemos de colocar serialmente los diversos aspectos que la conforman. Tal disposición dependerá, pues, del lugar que ocupa un elemento entre los otros, lo cual ha de definirse como resultado del cotejo de los aspectos en investigación. El “lugar” de un ele-

cual escribe Descartes en el Prefacio de los *Principia philosophiae*: ‘este soberano bien, considerado mediante la razón natural sin la luz de la fe, no es sino el conocimiento de la verdad por sus primeras causas, es decir, la sabiduría, cuyo estudio es la filosofía’”. (AT X-2, p. 4). *Ibid.*, p. 48.

³⁰ AT X, *Regla* I, 360. *Ibid.*, p. 62.

³¹ AT X, *Regla* I, 360. *Ibid.*, p. 65.

³² El método cartesiano es, a la vez, tanto una guía o criterio epistémico, como una ejercitación de las habilidades cognitivas: “entiendo por método reglas ciertas y fáciles, mediante las cuales el que las observe exactamente no tomará nunca nada falso por verdadero y no empleando inútilmente ningún esfuerzo de la mente, sino aumentando gradualmente su ciencia, llegará al conocimiento verdadero de todo cuanto es capaz”. AT X, *Regla* IV, 371-372. *Ibid.*, p. 79. Trataremos el asunto del método como criterio en el siguiente apartado.

³³ AT X, *Regla* I, 360. *Ibid.*, p. 63.

³⁴ AT X, *Regla* VI, 381. *Ibid.*, p. 89. (Subrayado mío).

mento es, pues, relativo al conjunto del cual forma parte.³⁵ Por ello, el acto de conocer, acatando la rectitud metódica, implica el acto de comparar –asignar un valor como resultado de un cotejo–, lo cual queda firmemente asentado desde el inicio de la Regla I, donde Descartes señala que el conocimiento erróneo es el producto de una comparación equivocada,³⁶ por ende, el verdadero conocimiento es el fruto de una comparación acertada, para lo cual debemos situar los distintos elementos estudiados en “una misma visión de conjunto”.

Ya que comparar supone el conocimiento de una cosa mediante otras, el conocimiento verdadero, de acuerdo con Descartes, es el obtenido tras la aplicación del método, como una auténtica determinación de relaciones entre los elementos cotejados. He ahí, en el núcleo del significado matemático del método cartesiano, el vuelco radical que implica la aparición del pensamiento “funcional”; no hay conocimiento científico del fenómeno aislado, la verdadera ciencia requiere ubicar los fenómenos en una misma “visión de conjunto” que permita establecer interconexiones entre ellos.

El conocimiento metódico deberá disponer en series los elementos en investigación para lo cual es imprescindible alejarse de los procedimientos del pasado, por lo que –señala Descartes– tal disposición deberá efectuarse “no, sin duda, en cuanto se refieren a algún género del ente, como

³⁵ El acto de conocer lleva, en su núcleo, un componente espacial. A esto volveremos en el siguiente apartado.

³⁶ Al respecto, Descartes apunta: “Es costumbre de los hombres el que, cuantas veces reconocen alguna semejanza entre dos cosas, atribuyan a ambas, aun en aquello que son diversas, lo que descubrieron ser verdad de una de ellas. Así comparando equivocadamente las ciencias [...] con las artes, que requieren cierto ejercicio y hábito del cuerpo [...] creyeron también lo mismo de las ciencias y distinguiéndolas unas de otras por la diversidad de sus objetos, pensaron que cada una debía adquirirse por separado”. AT X, *Regla I*, 359. *Ibid.*, pp. 61-62.

Con respecto a este pasaje, J. M. Navarro, en su traducción anotada de las *Reglas*, hace notar que es en la semejanza, o más propiamente, en la falta de ella, que Descartes encuentra un motivo de caer en el error, por lo que aquélla se coloca “como experiencia fundamental y principio en la construcción del saber”. *Ibid.*, p. 61.

los filósofos dividieron [las cosas] conforme a sus categorías, sino en cuanto pueden conocerse unas a partir de otras”.³⁷

La seriación, de acuerdo con Descartes, no se refiere, exclusivamente, a disponer los elementos o componentes de un problema de acuerdo con un orden de “uno-tras-otro” como acontece en los ejemplos de la Regla VI, donde se presentan casos de enumeración aritmética:

Por ejemplo, si se me viniere al pensamiento que el número 6 es el duplo de 3, buscaré después el doble de 6, es decir, 12; buscaría de nuevo, si me place, el doble de éste, es decir el, 24; y el de éste, es decir, 48, etc.; y de aquí deducirla, como es fácil hacerlo, que hay la misma proporción que entre 3 y 6, que entre 6 y 12 y lo mismo entre 12 y 24, etc., y que , por tanto, los números 3, 6, 12, 24, 48, etc., son continuamente proporcionales; de aquí en realidad [...] comprendo, reflexionando atentamente, según qué razones están implicadas todas las cuestiones que pueden plantearse acerca de las proporciones o relaciones de las cosas y en qué orden deben ser buscadas: y es esto lo único que encierra lo más esencial de toda la ciencia de la Matemática pura.³⁸

El orden serial no sólo se aplica a la “matemática pura”, sino a cualquier otra disciplina, dependiendo de la naturaleza de cada una de ellas el tipo de enumeración que deberá aplicarse:

esta enumeración debe ser a veces completa [como en el caso de las series numéricas], a veces distinta, y otras no hace falta ni lo uno ni lo otro; por eso se ha dicho solamente que debe ser suficiente. Pues si yo quisiera probar por enumeración cuántos géneros de entes son corpóreos o de alguna manera caen bajo los sentidos, no afirmarí que son tantos, y no más, a no ser que antes haya conocido con certeza que he abarcado todos en la enumeración y he distinguido unos de otros. Pero si por el mismo camino quisiera mostrar que el alma racional no es corpórea, no será necesario que la enumeración sea completa, sino que bas-

³⁷ AT X, Regla VI, 381. *Ibid.*, p. 89.

³⁸ AT X, 384-5. *Ibid.*, pp. 92-93.

tará que reúna todos los cuerpos a la vez en algunos conjuntos, de manera que demuestre que el alma racional no puede ser referida a ninguno de ellos.³⁹

Lo importante es que, sea cual sea el tipo de enumeración que se haga, se mantenga un orden en el examen de los componentes, lo cual exige siempre tener una “mirada de conjunto” que abarque las cosas en examen, pues:

sucede con frecuencia que, si cada una de las cosas que se refieren a la cuestión propuesta *hubiera de ser examinada separadamente*, la vida de ningún hombre sería suficiente para ello, bien porque esas cosas son demasiadas, bien porque frecuentemente volverían a presentarse las mismas. Pero, si disponemos todas estas cosas en un orden perfecto, a fin de reducirlas lo más posible a clases ciertas, bastará examinar exactamente, o una sola de esas clases, o algo de cada una de ellas, o unas mejor que otras, o al menos no recorreremos nunca inútilmente dos veces la misma cosa.⁴⁰

La clave de la seriación, como pieza central del método, es disponer los elementos en forma relacionada, evitando examinarlos separadamente.⁴¹ Al oponerse a la tradición aristotélico-escolástica, proponiendo un marcado giro en la estrategia metódica para el conocimiento de la naturaleza, Descartes se coloca como el verdadero fundador de la filosofía moderna, lo cual, de acuerdo con Cassirer, se reconoce “no porque coloque a la cabeza de su especulación la idea de método, sino porque asigna a éste una *función* nueva”.⁴² En efecto, durante este período, diversos autores se ocuparon de dicho tema, empero, no lograron “representar ni

³⁹ AT X, *Reg.* VII, 390. *Ibid.*, pp. 97-98.

⁴⁰ AT X, *Reg.* VII, 391. *Ibid.*, p. 98. (Subrayado mío).

⁴¹ Así, se entiende que la cúspide del método, “el ejemplo más noble de todos” consista en conocer el propio entendimiento, ya que “nada puede ser conocido antes que el entendimiento, puesto que de él depende el conocimiento de todas las demás cosas, y no a la inversa”. AT X, *Reg.* VIII, 395. *Ibid.*, p. 102. En efecto, la conclusión de Descartes es que no hemos de ocuparnos de las cosas por sí mismas, sino de la manera en que éstas pueden, con fruto, ser abarcadas, es decir, conocidas. Hay que ocuparnos, pues, en conocer cuáles son las capacidades del entendimiento humano.

⁴² E. Cassirer, *El problema del conocimiento*, vol. 1, p. 448.

garantizar todavía una renovación sustancial del ideal del conocimiento”.⁴³

Para entender el papel renovador del método en la filosofía moderna, promovida por Descartes, es conveniente parar mientes en la concepción tradicional a la que se enfrentó.⁴⁴ A tal respecto, la propuesta de Ortega y Gasset, en su ensayo “La incomunicación de los géneros” resulta aclaradora. Este pensador enfatiza que el gran significado histórico del cambio de ruta metodológico de la modernidad, se canalizó mediante la idea de la unidad de la ciencia, la cual no es otra que la de “la comunicabilidad de los géneros. Ésta [trajo consigo] el vuelco más radical y fulminante del ‘modo de pensar’ tradicional. [Ya que] todo el método aristotélico-escolástico venía a desembocar en el dogma de la incomunicabilidad”.⁴⁵

⁴³ En este sentido, Cassirer apunta que para la mayor parte de los pensadores renacentistas y contemporáneos a Descartes, que se ocuparon del tema del método, éste “no es más que un tópico que encubre los más diversos contenidos [...] Nos encamina a las fuentes de las que fluye el conocimiento, pero no es, todavía, por sí mismo, la causa primera y fundamento de éste”. *Idem*.

⁴⁴ Como es sabido, en lógica se llama “género” a una clase que tiene mayor extensión que otra, llamada especie. Aunque la noción de género se ha definido de diversas maneras, la de Aristóteles constituye la base para la concepción de “género” que emplean los lógicos de tendencia clásica (*Diccionario de filosofía*, “Género”). Aristóteles (en *Top.*, I 5, 102a 31) define el género como: “lo que se predica, dentro del *qué es* acerca de varias cosas que difieren en especie. Se dirá que se predicán dentro del *qué es* todas las cosas que corresponde dar como explicación cuando alguien ha preguntado qué es la cosa en cuestión; como, por ejemplo, en el caso del hombre, cuando alguien ha preguntado qué es la cosa en cuestión, corresponde decir *animal*. También es genérica la cuestión de si una cosa está en el mismo o en distinto género que otra. En efecto, una cuestión de este tipo cae bajo el mismo método (de investigación que el género). Pues, si hemos probado que el animal es el género del hombre y también, igualmente, del buey, habremos probado, asimismo que estas cosas están en el mismo género; en cambio, si hemos mostrado que es el género de uno, pero no del otro, habremos probado que estas cosas no están en el mismo género”. *Tratados de lógica (Organon)*, vol. I, p. 97.

⁴⁵ José Ortega y Gasset, *La idea de principio en Leibniz y la evolución de la teoría deductiva*, p. 225. Por su parte, Miguel Candel Sanmartín, en su traducción del *Organon*, apoya esta opinión, pues considera (en sus notas a los Analíticos Segundos) que la falta de unidad de la ciencia aristotélica es recurrente en todo el *Corpus aristotelicum*: “no parece que pueda haber ciencia universal, ya que, para que la hubiera, habríamos de contar con unos principios demostrativos comunes a todo, lo cual se ha demostrado imposible [...] al mostrar la mutua exclusión de los géneros y, por ende de los principios demostrativos pertinentes, que deben estar contenidos en el propio género de la cosa demostrada”. Aristóteles, *Tratados de lógica (Organon)*, vol. II, *op. cit.*, pp. 335-6, n. 48.

Es decir, explica Ortega y Gasset, la idea de que los géneros de las “cosas” no se comunican, se asienta en una serie de supuestos fundantes de la tradición aristotélica-escolástica, la cual tiene como base la idea aristotélica de que todo concepto es producto de una abstracción a partir de la cosa sensible. Si nos planteamos el caso de la incomunicabilidad genérica de lo discontinuo como número y de lo continuo como extensión, es decir, de la aritmética y la geometría, la razón de su incomunicabilidad estriba en que: “*de hecho* no existe un concepto común a ambos y que sea concreto o lo que es igual, completo”⁴⁶ o universal. La aritmética y la geometría son géneros comunicables porque no son recogidos por un mismo concepto universal. La razón de ello estriba en que “estos dos conceptos –como en principio todos en Aristóteles– han sido formados, partiendo de las cosas sensibles, mediante abstracción”.⁴⁷ Así, entre la “cosa’ número y la ‘cosa’ extensión no hay nada, a la vez, concreto y común”.⁴⁸

En efecto, de acuerdo con Aristóteles, el razonamiento científico implica siempre su demostración⁴⁹ y ésta no pue-

⁴⁶ J. Ortega y Gasset, *op. cit.*, p. 226.

⁴⁷ En los *Segundos analíticos*, Aristóteles nos habla del concepto universal y de la manera en que éste se encuentra en las percepciones sensibles: “cuando alguna de las percepciones sensibles hace alto en el alma, nace en ella el primer comienzo de una representación universal. La percepción apunta, es cierto, a algo individual, por ejemplo, a que el hombre que está ahí es Calías, pero el contenido de la percepción es lo universal, ‘hombre’. Una y otra vez ocurre que se hace alto en medio de las percepciones sensibles, hasta que aparece lo universal e indivisible”. II, 19, 100 a 15-20 *Organon*, trad. por J. Tricot, pp. 245-246. Tomé la traducción de Bernabé Navarro, en I. Düring, *Aristóteles*, p. 177. J. Tricot, en su traducción de este pasaje al francés, apunta, en lugar de “cuando alguna de las percepciones sensibles hace alto en el alma”, “cuando alguna de las cosas específicamente indiferenciadas hace alto en el alma”, considero que esta traducción francesa, más literal, permite captar la gradación que admiten las sensaciones, que son “cosas específicamente indiferenciadas” hasta formar “la noción general de primer grado, que es la especie”. Cf. A. *Organon*, *ibid.*, p. 245, n. 3.

⁴⁸ J. Ortega y Gasset, *op. cit.*, p. 227.

⁴⁹ *Anal. Seg.*, I 2, 71b 16. Como es sabido, la demostración –la cual es la condición del conocimiento científico siendo éste el saber necesario de las cosas– se compone de tres elementos: 1. lo que se demuestra, es decir, lo que se da en sí en cada género, 2. los principios o axiomas y 3. el género, es decir, el sujeto del cual la demostración da las afecciones. En la concepción aristotélica cada género posee sus propios principios y, en consecuencia, la demostración es de cada género. *Anal. Seg.*, I 7, 75a 35.

de alcanzarse si no es a partir de los principios propios de cada género;⁵⁰ por ello, toda demostración debe darse en el género que corresponde a la cosa investigada, es decir, no hay demostración inter-genérica:

Por tanto no es posible demostrar pasando de un género ‘a otro’, *v. gr.*: ‘demostrar’ lo geométrico por la aritmética. [...] Así pues, ‘las estimaciones’ [los principios o axiomas] a partir de los cuales ‘se hace’ la demostración es admisible que sean las mismas; en cambio, de las cosas cuyo género es distinto, como la aritmética y la geometría, [la demostración] no es posible [...] La demostración aritmética siempre tiene su género, acerca del cual es la demostración, y de manera semejante las otras [ciencias].⁵¹

A esta concepción se opone, desde sus primeras líneas, la propuesta cartesiana sobre el método, en las *Reglas*, donde, según Ortega y Gasset, pareciera escucharse el grito: “La incomunicabilidad de los géneros ha fenecido. ¡Viva su comunicabilidad!”⁵² De acuerdo con este pensador, nos queda claro que en los planteamientos cartesianos de dicha obra “Las ciencias no se ocupan de las cosas como tales cosas, sino de sus ‘relaciones o proporciones’”.⁵³ Esta idea implica que la ciencia nueva no habla de las cosas como entes: “en cuanto que cada una es una *natura solitaria* encerrada en sí o en su esencia. La ciencia [...] toma todas las cosas en el sentido [...] que] nos lleva a no contemplar sus naturalezas solitarias, sino que las comparamos, entre sí, a fin de que *puedan ser conocidas unas por otras*.”⁵⁴

Por lo anterior, en resumen, esta forma de pensar no es, tan sólo, un nuevo método para conocer, sino que “parte ya de una idea de lo que es el conocer mismo completamente distinta de la tradicional [...], el conocimiento científico consistirá en pensar las relaciones entre los entes, y no a

⁵⁰ *Anal. Seg.*, I 9, 71b 16.

⁵¹ *Anal. Seg.*, I 7, 75a 35.

⁵² J. O. y Gasset, *op. cit.*, p. 241.

⁵³ *Idem.*

⁵⁴ *Idem.*

éstos”⁵⁵ en su aislamiento genérico. El corolario de esta transformación de la idea de conocer se hace patente en la solución que toma, en Descartes, la comunicabilidad de los géneros de la aritmética y la geometría, lo cual, como lo veremos más adelante, se revela con toda claridad en la geometría de coordenadas.

Lo propio de la noción de *función*, según antes lo hemos anotado, consiste en efectuar el registro del comportamiento de los fenómenos en su interdependencia (recordemos que asignar la *función* de una variable, siguiendo a Pierre Boutroux, significa asumir que entre dos términos que varían simultáneamente, hay una relación idéntica a sí misma, que permanece constante: el concepto general de ley). El ideal del conocimiento entendido como la determinación de funciones, según lo hemos expuesto en este apartado, es la orientación central que guía el método cartesiano. Como se ha señalado, Cassirer encuentra que, en tal aspiración, radica el signo distintivo del método en la modernidad, mientras que Ortega y Gasset está dispuesto a reconocer en ella el auténtico viraje que separa el pensamiento moderno, de la tradición aristotélica-escolástica.⁵⁶ El método cartesiano encarna, pues, el ideal del conocimiento que promueve el pensamiento funcional, a partir de una aportación clave: la comunicabilidad de los géneros que, en realidad, concreta el propósito de ubicar “en una misma visión de conjunto los elementos en estudio”, indispensable para la seriación. Pero ¿es posible afirmar lo análogo del mecanicismo cartesiano? Es decir, ¿el mecanicismo en Descartes puede evaluarse como un programa de estudio de la naturaleza que comparte el ideal de conocimiento del pensamiento funcional? Al tratamiento de este aspecto nos dirigimos a continuación.

⁵⁵ *Idem.*

⁵⁶ En este sentido, Brunschvicg afirma que el inicio de la ciencia moderna está señalado por la diferencia básica que prevalece entre la geometría de los antiguos y la cartesiana pues, la primera: “continúa siendo lo que llamaremos un estudio cualitativo de la cantidad; [por lo que] es natural que no conduzca al estudio cuantitativo de las calidades, que es el principio de la ciencia moderna”. L. Brunschvicg, *Las etapas de la filosofía matemática*, p. 122.

Matemática y mecanicismo. El ‘modelo’ en la explicación analógica

El rasgo que define el mecanicismo cartesiano consiste en su concepción de lo natural como aquello que puede ser imitado por un modelo mecánico. Dijksterhuis sostiene lo anterior, explicándonos que el mecanicismo cartesiano “establece explícitamente que entre los cuerpos naturales y los artefactos producidos por hábiles artesanos no hay diferencia sino en el tamaño [...] Por lo demás, no hay una sola diferencia entre un reloj mecánico y un árbol”.⁵⁷ Un conocido pasaje de *Los Principios de la filosofía* ilustra esta caracterización:

no reconozco diferencia alguna entre las *máquinas que construyen los artesanos* y los cuerpos que *la naturaleza por sí misma ha formado*; la única diferencia reside en que los efectos de las máquinas sólo dependen de *la disposición de ciertos tubos, resortes u otros instrumentos que [...] son siempre tan grandes que sus figuras y movimientos se pueden ver*, mientras que los *tubos o resortes* que causan los efectos de los cuerpos naturales son por lo general muy pequeños para ser percibidos por nuestros sentidos. [...Por esta razón], cuando un reloj marca las horas por medio de las ruedas de las que está formado, no es tal efecto menos natural de lo que es que un árbol produzca frutos.⁵⁸

De acuerdo con este historiador holandés, el aspecto analógico para la explicación del fenómeno natural caracteriza, no sólo la versión cartesiana del mecanicismo, sino también la del mecanicismo clásico o de la modernidad. Ésta, la analógica, es una de las imágenes mecánicas del mundo que pueden registrarse históricamente.

En su erudito estudio sobre el desarrollo de la visión mecanicista, Dijksterhuis identifica las diferentes imágenes mediante las cuales los científicos han reconocido el mecanicismo. Así, se pregunta: “¿Qué entendemos por meca-

⁵⁷ E. J. Dijksterhuis, *op. cit.*, p. 415.

⁵⁸ AT IX, 321-2, *Princip.*, IV, art. 203. *Los principios de la filosofía*, p. 410.

zación de la imagen que los científicos se forman del mundo físico?, ¿cuál es la especificidad del carácter mecanicista?, en suma, ¿cuál es el significado del término ‘mecánica’ el cual, a partir de ahora, va a ligarse tan liberalmente a un amplio número de términos científicos como lo son ‘problema’, ‘modelo’, ‘hecho’, ‘ley’, ‘fenómeno’, ‘concepción?’⁵⁹

Al atender estos cuestionamientos, Dijksterhuis encuentra que la imagen mecánica del mundo se ha interpretado de diversas maneras. Principalmente, se ha acudido al significado de “máquina” (μηχανή), acentuando unos u otros de sus rasgos:

Los diversos significados de la palabra “mecanicista” se distinguieron, en mayor o menor medida, por su asociación con las características positivas del concepto de instrumento o máquina.⁶⁰ [...] Una imagen del mundo mecanicista es, entonces [...] una concepción de acuerdo con la cual el universo físico es visto como una gran máquina, la cual, una vez puesta en movimiento, en virtud de su construcción, desempeña el trabajo para el cual fue traída a la existencia.⁶¹

Compartida, sobre todo, por los autores de la antigüedad⁶² esta opinión pone de relieve dos características de la máquina; a saber, haber sido construida por alguien y con algún propósito; por lo que presupone tanto un artífice del mundo consciente e inteligente como el trabajo o servicio que

⁵⁹ E. J. Dijksterhuis, *op. cit.*, p. 495.

⁶⁰ *Ibid.*, p. 498.

⁶¹ *Ibid.*, p. 495.

⁶² Sin embargo, este punto de vista señala Dijksterhuis, “es incompatible con la idea básica y original del atomismo de que todos los procesos que se dan en el mundo son, esencialmente, irregulares, movimientos puramente accidentales de partículas diminutas inmutables”. *Ibid.*, pp. 495-496. El atomismo, además, no asumió la creación del mundo, al cual consideró infinito y eterno. Para profundizar en este aspecto, sugiero acudir al denso estudio de E. Grant, en su capítulo dedicado a Pierre Gassendi y su cosmología híbrida, entre el atomismo, el estoicismo y el mecanicismo. *Cf. Much ado about Nothing, Theories of Space and Vacuum from the Middle Ages to the Scientific Revolution*, pp. 206 y ss. El atomismo, en su versión gassendiana, es decir, durante la modernidad, sí tomó la idea de un creador del mundo, por lo que aun el atomismo vendría a asimilarse al mecanicismo moderno.

el artefacto debe efectuar para cumplir su objetivo o fin. La máquina del mundo posee, pues, un diseño y un designio.⁶³

Por su parte, la adopción del mecanicismo por la ciencia de la Modernidad, respondió a la necesidad de disponer de un modelo explicativo del comportamiento de los fenómenos, por lo que aquélla enfatizó el papel de la analogía como un recurso para descubrir el funcionamiento de los sucesos que acontecen en el microcosmos, a partir de los del macrocosmos. De este modo, quien pretendiese conocer el funcionamiento de los fenómenos naturales debía actuar como “un hábil ingeniero capacitado para imitar el curso real de los sucesos”.⁶⁴ Aunque fue éste el atributo distintivo del mecanicismo de la ciencia moderna —“considerado, casi siempre, como el verdadero significado del adjetivo descriptivo ‘mecanicismo’”—⁶⁵ los instrumentos simples como las poleas, las palancas y los engranes, piezas de la concepción del movimiento por contacto, no cubrieron las necesidades explicativas de las nuevas concepciones que, al emplear la noción de fuerza, lo encontraron ineficaz.⁶⁶ Ciertamente, “ni el más hábil mecánico es capaz de construir aparatos en los cuales los objetos materiales se muevan como consecuencia de su gravitación mutua”.⁶⁷

Aunado a lo anterior, la aparición de la noción de fuerza,⁶⁸ asociada a la explicación del movimiento de los cuerpos ce-

⁶³ Esta observación la debo a J. A. Robles.

⁶⁴ E. J. Dijksterhuis, *op. cit.*, p. 497.

⁶⁵ *Idem.*

⁶⁶ Christiaan Huygens (1629-1695) consideró que el verdadero significado del mecanicismo era la posibilidad de representar el fenómeno natural mediante alguna clase de imagen. Con base en esta opinión, rechazó la noción newtoniana de fuerza; la gravedad, en efecto, escapaba a la posibilidad de ser representada mediante el mero movimiento por contacto de cuerpos materiales. Para profundizar en este asunto ver Bernard Cohen, *La transformación newtoniana y la transformación de las ideas científicas*, pp. 69 y ss.

⁶⁷ E. J. Dijksterhuis, *op. cit.*, p. 497.

⁶⁸ En su análisis de la transformación de la noción de fuerza, Bernard Cohen expone que, en los *Principia*, Newton emplea tanto la noción de fuerza como impulso o discontinua (*impulsiva*) que ya existía en el siglo XVI en autores como Galileo, Baliani, Marcus Marci, Descartes, Wallis, Wren y Huygens, como la noción de fuerza que actúa continuamente: “Esta transición de una sucesión de impulsos a una fuerza que actúa continuamente constituye una especie de hito de la física newtoniana”. *Op. cit.*, p. 195.

lestes, mostró otra insuficiencia de la imagen del mecanicismo en la Modernidad: la referida a su asociación con lo inanimado. Uno de los aspectos básicos del reemplazo de la física aristotélica por la moderna fue, como es sabido, el rechazo de cualquier principio interno de cambio, por lo que la definición del mecanicismo clásico como no animista llegó a formar parte de su descripción más empleada. De este modo, la imagen de dicho mecanicismo, basada en instrumentos simples y en su asociación con lo inanimado, fue rebasada por las exigencias explicativas de las nuevas teorías físicas, a las cuales, sin embargo, se les siguió reconociendo como mecánicas, aun cuando poco quedaba en ellas susceptible de asociarse al sentido original de *μηχανή*. Lo anterior se debió, sin duda, a la resignificación de la imagen del mecanicismo que se concretó, finalmente, en: “la definición de lo mecánico como [...] la rama de la física clásica en el sentido de la doctrina de los movimientos de los cuerpos materiales en concordancia con el sistema newtoniano”.⁶⁹ Así, apareció la mecánica como rama independiente de la física matemática, la cual, emancipada de su sentido original, encontró en el estudio de las máquinas tan sólo una de sus numerosas aplicaciones.

En este contexto, la versión cartesiana del mecanicismo parecería no corresponder al ideal del conocimiento auténticamente matemático o —empleando la expresión del propio Dijksterhuis— del pensamiento funcional. En efecto, si lo propio de este mecanicismo es su procedimiento explicativo basado en la analogía ¿qué hay en ello de “específicamente matemático”?⁷⁰

⁶⁹ E. J. Dijksterhuis, *op. cit.*, p. 497.

⁷⁰ A la limitación e insuficiencia explicativo-descriptiva de las imágenes simples de las poleas y engranes, debemos añadir la reiterada evaluación negativa que ha recibido el uso cartesiano de la analogía, calificándolo como reminiscencia del pensamiento escolástico. Así, Teófilo Isnardi, físico analista de la filosofía natural cartesiana, opina que el uso de la analogía que hace Descartes es erróneo. El analista asevera que el fallido empleo de la comparación es una reminiscencia “del proceso dialéctico preferido por la escolástica; con él cualquier conclusión es justificable”. Cf. “La física de Descartes”, p. 105. Esta apreciación la extrae de su examen de la comparación que presenta Descartes entre el rayo luminoso y el movimiento de una pelota, donde Isnardi encuentra un uso erróneo de la analogía,

Al respecto, Dijksterhuis señala que, en el panorama de las imágenes mecánicas del mundo, el verdadero contraste de la imagen mecánica clásica, con relación a las anteriores, se advierte, gracias a que ésta incorpora “el rasgo del tratamiento matemático como un ingrediente indispensable”.⁷¹

Para aclarar lo anterior hemos de considerar que, entre los rasgos que ubican a la filosofía natural cartesiana dentro del contexto del pensamiento funcional, no debemos tener presente sólo la disposición en series –antes referida– también hay que tomar en cuenta que en la propia imagen de la operación mecánica de la Modernidad (árbol-reloj) se encuentra el núcleo del pensamiento funcional. Revisemos esto.

A través de sus escritos de filosofía natural, Descartes emplea “comparaciones” de diversas clases, muchas de las cuales formaban parte del vocabulario científico de la época. Una clasificación de las analogías entonces más utilizadas podría arrojar, sin duda, luces importantes acerca de los matices y variantes que adoptó el mecanicismo durante la modernidad. Lejos de pretender presentar aquí un catálogo completo del uso de la analogía en Descartes, sólo procederé a distinguir dos grandes grupos en dicho empleo, uno de los cuales es apto para la explicación cuantitativa de la ciencia. Antes de señalarlos, es conveniente recordar el sentido general en que Descartes se sirve de la analogía.

En 1637, le escribe a Plempius: “Nada hay más razonable que juzgar las cosas que percibimos, a causa de sus pequeñas dimensiones, a ejemplo y similitud con aquellas que sí vemos”.⁷² La base de esta manera de pensar se encuentra

ya que: “el razonamiento por analogías es sólo correcto cuando se funda *exclusivamente* en las propiedades comunes al objeto que se aplica y al análogo”. Isnardi juzga que Descartes no comparó “propiedades comunes”, porque, en Descartes, el rayo luminoso se transmite de manera instantánea, mientras que el movimiento de la pelota es sucesivo en el tiempo. Este aparente problema se ha analizado en el estudio cartesiano del fenómeno luminoso: *De la filosofía de la naturaleza a la física. El papel de la luz en la física cartesiana. Cf.*, pp. 361 y ss. Ahí se muestra que el reproche de Isnardi no es acertado ya que Descartes presenta dos explicaciones para la transmisión del fenómeno luminoso, las cuales constituyen un importante antecedente de las teorías corpuscularista y ondulatoria de la luz.

⁷¹ *Ibid.*, p. 409.

⁷² AT I, 421. ALQ, I, 793. Carta a Plempius del 3 de octubre de 1637.

en la uniformidad que Descartes le otorga al mundo; no hay por qué suponer que el mundo microscópico opere de acuerdo a principios diferentes de los que regulan el orden de lo macroscópico.

Sin embargo, aun aceptando este supuesto se podría objetar el fuerte peso que depositó Descartes en la analogía, para el estudio de la naturaleza. De esta manera, Morin le reprochó a Descartes su uso de comparaciones en la física pues, de acuerdo con este matemático francés, los problemas de la física: “raramente pueden resolverse mediante analogías [*comparaisons*]; casi siempre hay una diferencia [entre el modelo y la realidad], alguna ambigüedad o algún elemento oscuro que es explicado por algo aún más oscuro”.⁷³ En su respuesta a Morin, Descartes defiende su uso de la analogía, diferenciándolo de las *comparaisons* de las que se sirve la Escuela, las cuales: “explican cosas intelectuales por medio de cosas corpóreas, las sustancias, por accidentes o, al menos, una cualidad por otra de diferente especie; por ello [concluye], instruyen muy poco”.⁷⁴

Descartes quiere distinguir sus *comparaisons* de las que empleaba la Escuela, por lo que, en la respuesta a su objetor, describe el tipo de analogía que le interesa mantener. En sus *comparaisons*, aclara: “no comparo más que unos movimientos con otros o unas figuras con otras, es decir, que comparo las cosas que, por su reducido tamaño no son accesibles a nuestros sentidos, con aquellas que sí lo son y que no se diferencian de las primeras más de lo que un círculo pequeño se diferencia de otro mayor”.⁷⁵

Así, Descartes concuerda con Morin en que hay comparaciones ilegítimas, entre las que se encuentran las que usa la Escuela y la del tipo que describe Morin en su carta, quien, una vez que conoció la respuesta de Descartes, también rechazó. Es oscura aquella comparación –afirma Morin– que se presenta: “al decir [...] de un Gobernador, que es como Rey en su Gobierno, la palabra *como* no significa que él sea

⁷³ AT II, 291. Carta de Morin a Descartes, 12 de agosto de 1638.

⁷⁴ AT II, 367. Carta de Descartes a Morin, 12 de septiembre de 1638.

⁷⁵ AT II, 367-8. Carta de Descartes a Morin, 12 de septiembre de 1638.

Rey”.⁷⁶ Este ejemplo le deja ver a Descartes que su correspondiente no alcanza a percatarse del uso propiamente científico de la analogía por él propuesto. Por ello, en su respuesta, es muy explícito: “empleo esferas observables para explicar sus movimientos giratorios, más que servirme de partículas sutiles de materia que son invisibles, de modo que puedo someter mis explicaciones a la prueba de los sentidos, tal y como trato de hacerlo siempre”.⁷⁷ De acuerdo con Descartes, la analogía apropiada para la explicación científica debe reunir dos características: comparar sólo movimientos o figuras y presentar evidencia observable.⁷⁸

Aquí hay que señalar que, ciertamente, no siempre las comparaciones de Descartes reúnen las dos condiciones. En *Los Meteoros* hay una serie de analogías de otra clase, que pueden ilustrarse con el siguiente ejemplo:

no se puede imaginar razón alguna que impida que todos los cuerpos redondos e iguales que se mueven en un mismo plano en virtud de una fuerza [los pequeños trozos de hielo que permanecen en las partes superior e inferior de la nube...] se disponen naturalmente de esa manera, tal como podréis comprobarlo mediante la experiencia, al lanzar una fila o dos de perlas muy deslizantes sobre un pla-

⁷⁶ AT II, 291. Carta de Morin a Descartes, 12 de agosto de 1638.

⁷⁷ AT II, 366. Carta de Descartes a Morin, 12 de septiembre de 1638.

⁷⁸ ¿Cómo Descartes transita de lo observable a lo no observable? Parecería —señala J. A. Robles— que hay aquí una especie de *ley de continuidad* de acuerdo con la cual lo que sucede con una figura $f(1)$ macroscópica, sucederá igualmente con lo microscópico, lo pequeño e imperceptible de la figura $f(2)$. Lo anterior da pie a las siguientes preguntas: ¿será posible imputarles figuras a los cuerpos imperceptibles?, ¿podremos tratar una circunferencia como si fuera un polígono con un número α de lados? Enfrentado Descartes a estas preguntas, en mi opinión, no requiere asumir el compromiso del realismo que entrañan estas cuestiones (su compromiso ontológico lo obliga a aceptar la existencia fuera de la mente de la materia como sustancia pero no lo constriñe en lo que se refiere a sus presentaciones particulares, mismas que pueden ser conocidas por el hombre sólo con *certeza moral*) le basta recurrir a la analogía (al *como sí*) puesto que las preguntas se ubican en el ámbito de la *explicación* científica en la que conocemos los efectos y, tan sólo, suponemos qué los ha producido. Por lo tanto, si las figuras o cuerpos imperceptibles son o no realmente idénticas a las figuras o cuerpos macroscópicos, no es un tema susceptible de análisis desde la perspectiva de la *certeza metafísica*. Cf. S. A. Velázquez, *De la filosofía de la naturaleza a la física. El papel de la luz en la física cartesiana*, p. 113, n. 164.

to si sopláis solamente [...] con el fin de que se aproximen las unas a las otras.⁷⁹

Vale la pena contrastar el pasaje anterior, con el siguiente:

estos rayos [luminosos] deben imaginarse siempre que son totalmente rectos cuando solamente atraviesan un cuerpo transparente que es por todas partes igual a sí. Pero cuando encuentran otros cuerpos, están sujetos a ser fácilmente desviados o amortiguados, de la misma forma que se produce una desviación o amortiguamiento del movimiento de una pelota o de una piedra arrojada en el aire por aquellos cuerpos con los que choca.⁸⁰

Como se observa, ambas comparaciones –los trozos de hielo de la nube con las perlas en el plato y el rayo de luz con la pelota– son de diferente utilidad en el estudio de la naturaleza. Veamos los aspectos que ambas clases de analogía tienen en común:

1. Explican fenómenos no observables a simple vista, por medio de fenómenos observables. En este sentido, Descartes refuerza su idea de que cualquier fenómeno es susceptible de explicación científica.
2. Subsumen los fenómenos en estudio a las mismas leyes naturales. No sólo todo fenómeno es explicable científicamente, sino que esto equivale a someterlos a la misma legalidad natural.
3. Ofrecen evidencia de la hipótesis formulada, con el respaldo de “la prueba de los sentidos”.

Sin embargo, solamente la comparación del rayo de luz con la pelota es susceptible de ser traducida a términos estrictamente cuantitativos, lo cual supone la presencia de un auténtico modelo científico, es decir, de una *representación a*

⁷⁹ AT VI, *Meteoros*, 288. *Discurso del método, Dióptrica, Meteoros y Geometría*, p. 219.

⁸⁰ AT VI, *Discurso*, 88. *Discurso del método, Dióptrica, Meteoros y Geometría*, p. 64.

escala del fenómeno microscópico—que, en el caso del rayo de luz, se refiere al movimiento o mejor, vibración, de las partículas que lo originan—. El deslizamiento de las perlas sobre un plato liso ofrece un soporte meramente descriptivo, su propósito no es el de dar lugar a una representación cuantitativa. En cambio, como es sabido, con base en el modelo de la pelota que choca contra una superficie lisa y plana, Descartes expuso la ley de la reflexión de la luz. La aplicación de la escala es, pues, la diferencia entre ofrecer una prueba, evidencia sensible para apoyar una hipótesis, o respaldarla mediante un verdadero modelo matemático.

Cabe volver a nuestras preguntas iniciales. ¿Dónde radica el componente “específicamente matemático” de la analogía cartesiana? y ¿por qué el mecanicismo cartesiano se identifica con el ideal del conocimiento que subyace al pensamiento funcional?

Para atender estas cuestiones, recurrimos a la investigación de Ibarra y Mormann a propósito de la naturaleza representacional del conocimiento científico. En este orden de ideas, es conveniente considerar, primero “la caracterización del ‘modelo’, en el contexto del conocimiento y, especialmente, del empírico”.⁸¹ Así, “Una teoría se caracteriza mediante la clase de sus *modelos*, entendidos éstos en su sentido matemático, es decir, como conjuntos estructurados”.⁸² En la teoría de modelos, “un modelo es la interpretación abstracta bajo la que se satisfacen los enunciados de una determinada teoría (de la que es modelo)”.⁸³

⁸¹ El término “modelo” se emplea en diversos sentidos y contextos. Platón empleó “paradigma” en el sentido de “copia” o “ejemplo”, sin embargo, dado que el “paradigma” no es cualquier ejemplo, sino uno que posee, positivamente, la realidad sustante, el “paradigma” es, más bien, el “modelo”. Como un referente al cual se aspira a imitar, se habla de “modelo” en el campo del arte; un pintor tiene un “modelo”. En este uso se localizan tres componentes: el referente, la creación y el artista. Estos tres componentes aparecen en otros sentidos de “modelo”; en el terreno de las ciencias al hablar de “modelo” hay tres componentes: el propio “modelo” como una forma de interpretar la realidad para explicarla, el conjunto de datos que hay que explicar mediante la teoría, y el creador del vínculo que da significado al “modelo”.

⁸² A. Ibarra y T. Mormann, *op. cit.*, p. 76.

⁸³ *Idem.*

El modelo presenta “tres componentes: datos, constructos simbólicos y la correspondencia entre ambos”.⁸⁴ De acuerdo con Ibarra y Mormann, siguiendo a Margenau,⁸⁵ el propósito central de los constructos simbólicos o modelos consiste en dotar de instrumentos para el desarrollo y exposición de las teorías físicas. Estos elementos pueden dar lugar a la siguiente definición: “Sea D un dominio de datos y C el dominio de constructos simbólicos. Una teoría empírica es una representación $f: D \rightarrow C$. La aplicación f ofrece una representación del dominio D por el dominio C de constructos simbólicos”.⁸⁶

El constructo se constituye en un instrumento preservador de la estructura que representa; es, de hecho, una estructura que representa otra estructura, pues las aseveraciones empíricas no expresan datos de cosas singulares, sino sus datos estructurales. Estos últimos resultan a condición de suponer un marco que hace factible la aparición de la estructura: “El marco que hace plausible el programa es el *principio de homogeneidad*, esto es, el requerimiento de que todos los componentes de un problema puedan ser tratados en el mismo registro y sujetos a las [mismas] operaciones [...], de tal modo que los resultantes pertenezcan igualmente a aquel registro”.⁸⁷

Esta caracterización (no exhaustiva) del “modelo” nos permite describirlo en términos de un tipo de función: (y es una función de x si a cada valor de x le corresponde uno y sólo un valor de y).⁸⁸ Su condición de covariancia está regulada por su pertenencia al mismo registro.

Una caracterización similar puede encontrarse en la presentación cartesiana de su mecanicismo. En efecto, este último se concibe como: 1. una interpretación de un dominio de datos, 2. una estructura preservadora de otra estructura, y 3. los datos y la interpretación se encuentran sometidos a

⁸⁴ *Ibid.*, p. 94.

⁸⁵ H. Margenau, “Methodology of Modern Physics”, (dos partes), *Philosophy of Science* 2, 48-72, 1935, p. 64, en A. Ibarra y T. Mormann, *Ibid.*, p. 93.

⁸⁶ *Ibid.*, p., 94.

⁸⁷ *Ibid.*, pp. 126-127.

⁸⁸ Citado en *Diccionario de lógica y filosofía de la ciencia*, op. cit., p. 253.

un mismo registro regulativo. Veamos la manera en que Descartes expone lo anterior.

Descartes concibe su descripción del mundo natural como *una* explicación posible, pues algunos podrían objetarle que aquella no es la única admisible, ya que los mismos efectos observados podrían seguirse de una organización diferente del mecanismo que Descartes ha admitido:

Aún cabe replicar [...] que, si bien he imaginado causas que podrían producir efectos semejantes a aquellos que vemos, no debemos por ello concluir que aquellos efectos que vemos han sido producidos por las que he supuesto. Porque, al igual que un relojero habilidoso puede construir dos relojes que marquen las horas de igual forma y que, sin embargo, nada tengan en común por lo que se refiere a la organización de sus mecanismos, de igual forma es cierto que Dios posee una infinidad de diversos medios en virtud de los cuales puede hacer que todas las cosas de este mundo parezcan tal y como ahora aparecen, sin que sea posible al espíritu humano discernir cuál de todos estos medios ha querido emplear para producirlos.⁸⁹

Descartes afirma no tener ninguna dificultad para aceptar que una organización distinta a la propuesta por él, pueda ser la verdadera:

estimaría haber contribuido bastante al desarrollo del conocimiento, si las causas que he explicado son tales que los efectos que ellas pueden producir son semejantes a aquellos que vemos en el mundo, sin llegar a cuestionarme si es mediante esas u otras causas como han sido producidos. Asimismo creo que es tan útil para la vida conocer causas imaginadas de la forma indicada, como tener el conocimiento de las verdaderas.⁹⁰

En efecto, Descartes sólo busca en su descripción del mundo, “aplicar unos cuerpos a los otros”, es decir, proponer una estructura explicativa capaz de recuperar la secuencia “natural” de los fenómenos en cuestión. Su “modelo” mecá-

⁸⁹ AT IX, 322, *Princip.*, IV, art. 204. *Los principios de la filosofía*, pp. 410-11.

⁹⁰ AT IX, 322, *Princip.*, IV, art. 204. *Los principios de la filosofía*, p. 411.

nico asume la operación uniforme del mundo natural, por lo que los elementos inobservables del dominio se recogen de acuerdo a la serie estructurada que presenta el “modelo”, apto para captarla:

la medicina, la mecánica, y generalmente todas las artes a las que el conocimiento de la Física puede servir, sólo tienen por finalidad *aplicar de modo tal unos cuerpos a otros, que, por la secuencia de las causas naturales, algunos efectos sensibles sean producidos; esto nosotros lo haremos tan correctamente, considerando la secuencia de algunas causas imaginadas en la forma indicada, aun cuando sean falsas, como si fueran verdaderas, porque esta secuencia se ha supuesto que es semejante en cuanto se refiere a los efectos sensibles*.⁹¹

Las figuras, tamaños y movimientos de las partes microscópicas han de caracterizarse del mismo modo en que lo son las partes macroscópicas, dables a los sentidos, puesto que unas y otras partes, por el principio de homogeneidad, se acogen al mismo marco que regula su registro. Así, Descartes reconoce: “Alguien podría preguntarme a partir de qué he conocido cuáles son las figuras, tamaños y movimientos de las pequeñas partes de cada cuerpo, algunas de las cuales he caracterizado tal y como si las hubiera visto”,⁹² a ello responde que el conocimiento de toda parte material se atiene a las mismas reglas: “*reglas que son los principios de la Geometría y de las [artes] Mecánicas, he juzgado que era preciso necesariamente que todo el conocimiento que los hombres pueden tener de la naturaleza fuese obtenido a partir de esto*”.⁹³ Por ello, “todos los seres construidos mediante artificio, son de acuerdo con tales reglas naturales”.⁹⁴

Nuestra posibilidad de conocer la organización mecánica de los fenómenos inobservables, de acuerdo con Descartes, no responde al propósito de desentrañar su *verdadero* modo de operar. El conocimiento de lo natural puede enten-

⁹¹ AT IX, 322-3, *Princip.*, IV, art. 204. *Id.*

⁹² AT IX, 321, *Princip.*, IV, art. 203. *Ibid.*, p. 409.

⁹³ AT IX, 321, *Princip.*, IV, art. 204. *Id.*

⁹⁴ AT IX, 321-2, *Princip.*, IV, art. 203. *Ibid.*, p. 410.

derse como el resultado de una relación en la cual, un dominio D , el mundo natural, es conocido mediante el “modelo” o constructo simbólico C , articulada mediante la creación de homomorfismos preservadores de relaciones y funciones del dominio en la imagen, cuya función es la de enlazar dos (o más) sistemas.

Si la clave del pensamiento funcional estriba, como se ha mencionado, en el carácter relacional de su concepción del conocimiento, éste se encuentra en el mismo núcleo de la explicación analógica propio del mecanicismo cartesiano.

¿Cómo aparece este ideal del conocimiento en la noción cartesiana del espacio? Este será el asunto del siguiente apartado.

Sustancia y función. El espacio sistemático y su representación

[S]in duda, el descubrimiento científico de la geometría analítica, por Descartes, se adjunta a una verdadera “revolución científica del modo de pensar”.

E. Cassirer, *Sustancia y función*⁹⁵

El espacio sistemático en Descartes

Como se ha señalado en la introducción de este capítulo, el tema de la “geometrización” del espacio en Descartes, mismo que, de acuerdo con la exposición del capítulo anterior, se resuelve en los dos extremos representados ya sea por la geometría hipostasiada de Koyré o por la ausencia –denunciada por Grant–, de una “geometrización consciente” del espacio durante el siglo XVII, se coloca en el centro de la reflexión de Cassirer, a propósito del cambio decisivo del modo de pensar que trajo consigo la modernidad filosófica.

⁹⁵ E. Cassirer, *Substance et fonction. Éléments pour une théorie du concept*, op. cit., p. 91.

Empero, siendo fieles a los planteamientos de este último, la revolución conceptual de la modernidad no podría caracterizarse como una ‘geometrización’ del espacio si con ello se entiende la aplicación, sin más, de los conceptos tradicionales de la geometría, al estudio y determinación del espacio. Anticipándose a la propuesta de Dijksterhuis —que, como hemos mencionado, emparenta la aparición de la modernidad con la del “pensamiento funcional”— para Cassirer, la transformación radical de los conceptos de conocimiento y de “objetivación” es solidaria de una nueva comprensión de la geometría iniciada por Descartes pero profundizada y afinada por otros filósofos y matemáticos, entre los que Fermat y Leibniz tienen un sitio destacado.

Acerca de la originalidad de la geometría cartesiana, Carl B. Boyer nos informa que un año antes de que apareciera *La Géométrie* de Descartes, es decir, en 1636, el matemático, científico y aficionado a la literatura Fermat (1601-1665), formuló el principio fundamental de la geometría analítica: “Siempre que en una ecuación final aparezcan dos cantidades incógnitas, tenemos un lugar geométrico, al describir el extremo de una de ellas una línea, recta o curva”.⁹⁶ Sin embargo, Fermat no publicó sus trabajos, fue dándolos a conocer a través de cartas dirigidas a sus amigos. El principio antes referido, de acuerdo con Boyer, parece haberle sido sugerido a Fermat “por su aplicación del análisis de Viète al estudio de los lugares geométricos de Apolonio”. En esto coincide con Descartes, para quien la geometría de coordenadas no se desprendió de exigencias prácticas ni de la representación medieval de funciones gráficas, sino de la aplicación del álgebra a problemas geométricos de la antigüedad griega. Hasta aquí llegan las coincidencias, pues “mientras que Descartes había construido su *Géométrie* a partir del complejo problema de Pappus, Fermat limitó su exposición, contenida en el breve tratado titulado *Ad locos planos et solidos isagoge* (“Introducción a los lugares geométricos planos y sólidos”), únicamente a los lugares geométri-

⁹⁶ C. Boyer, *Historia de la matemática*, op. cit., p. 437.

cos más sencillos”.⁹⁷ Las aportaciones de Fermat a la geometría, desarrolladas con un enfoque muy distinto al de Descartes, son numerosas e importantes. Entre ellas destaca el haber asentado los antecedentes de la geometría analítica tridimensional, que alcanzaría su pleno desarrollo en el siglo xvii. Empero, en opinión de Cassirer, aunque la nueva geometría tuvo numerosos antecedentes, entre los que destaca particularmente la aportación de Fermat, aquélla “no vio sus rasgos definitivamente establecidos sino con Descartes”.⁹⁸

El proceso de transformación, que arranca de la innovación de la geometría cartesiana ante la tradición y avanza hacia la geometría infinitesimal, corre paralelo al tránsito del “concepto general de sustancia”, al “concepto general de función”.⁹⁹ (Ver anexo: “El concepto ontológico y el concepto matemático. Sustancia y función”). Por ello, Cassirer insiste en la novedad que entraña la geometría cartesiana frente a la geometría tradicional y que da lugar a la aparición del espacio “sistemático”. La propuesta que me interesa mantener aquí, sustenta, centralmente, que la geometría de coordenadas es indisociable del espacio “sistemático” y que en esto radica, de hecho, la propuesta espacial en Descartes como parte fundamental de una concepción innovadora del

⁹⁷ *Ibid.*, pp. 437-438.

⁹⁸ *Cf. Ibid.*, pp. 90 y 93.

⁹⁹ *Cf. E. Cassirer, Substance et fonction. Éléments pour une théorie du concept, op. cit.*, p. 94. En esta obra (1910), Cassirer (1874-1945) expone los elementos básicos de su teoría del concepto, mismos que se mantienen vigentes hasta su madurez filosófica, según se advierte en la *Filosofía de las formas simbólicas* (1923-1929). Al respecto, Jürgen Habermas reconoce que el tema de la “objetivación” en la *Filosofía de las formas simbólicas*: “está de todos modos en la línea de la teoría del concepto que Cassirer ya había desarrollado en 1910”. El escaso aprovechamiento de *Sustancia y función* contrasta con el destino que han corrido otras obras más conocidas de Cassirer, entre las que se encuentran *El problema del conocimiento* y *La filosofía de la ilustración*. De cualquier modo, señala Habermas, refiriéndose a Cassirer y a Jaspers: “en comparación con otros filósofos de su generación, [sus] obras [...] no han encontrado hasta ahora la repercusión histórica que se merecen”. *Cf. “La fuerza liberadora de la figuración simbólica. La herencia humanista de Ernst Cassirer y la Biblioteca de Warburg*”, p. 9. “La contribución originaria de Cassirer [evalúa Habermas] consiste en el giro semiótico de la filosofía trascendental kantiana. Éste se encuentra a la misma altura que el giro trascendental realizado en la misma época por Wittgenstein en el *Tractatus logico-philosophicus*”. *Ibid.*, p. 23.

conocimiento y de la propia filosofía. Los detalles y pormenores técnicos de la geometría cartesiana pueden revisarse en diversas fuentes especializadas;¹⁰⁰ es indispensable subrayar que el propósito de esta investigación no es aportar elementos para tal caracterización técnica sino abordar el significado filosófico de la geometría cartesiana, a lo cual iremos enseguida.

No es posible entender esta reforma de la geometría, referida por Cassirer, sin considerar la nueva ruta que tomó el método, en el contexto de la filosofía cartesiana. Como lo hemos señalado en el apartado anterior, tal renovación radica en el papel inédito del método cartesiano. ¿Cómo podemos resumir esta novedad? La estrategia ante el conocimiento asume, como punto de partida, la posibilidad de instituir un orden y relación entre los componentes de todo campo de conocimiento. Ello es factible en vista de que, en esta estrategia, el énfasis no se deposita en los contenidos (aislados) de la idea a conocer (o problema a resolver), sino en el ordenamiento necesario que poseen sus componentes al ubicarse en forma concatenada, sin hiatos. Así, aclara Cassirer: “La primera regla de todo saber racional, debe, pues, consistir en articular los conocimientos de manera tal que formen una serie única [...] excluyendo toda transición forzada”.¹⁰¹ Dado que no hay “saltos”, tal articulación supone una gradación continua de los contenidos que impide dejar componentes “fuera” de la seriación. Ésta es la condición de la nueva objetivación racional: “Para emerger del conocimiento humano un objeto debe, necesariamente, pasar por esta condición que impone una conexión continua, de tal modo que no hay un problema tan aislado, que no pueda ser recogido y completamente dominado después de un recorrido tal, seguido paso a paso”.¹⁰² De este modo, nin-

¹⁰⁰ A este propósito, es particularmente recomendable la caracterización de la geometría cartesiana (la algebraización de la geometría) de Ibarra y Mormann (*op. cit.*, p. 123 y ss.), quienes la ubican como un caso del razonamiento subrogatorio.

¹⁰¹ E. Cassirer, *Substance et fonction. Éléments pour une théorie du concept*, *op. cit.*, p. 90.

¹⁰² *Idem.*

gún componente impone arbitrariamente su presencia a los elementos que le preceden, todo elemento “debe provenir del término de una gradación continua y según una regla rigurosa”.¹⁰³

Este ideal metódico alcanza en Descartes los diferentes campos del saber pero, sobre todo, se plasma y se expresa en la *Geometría*, cuya preeminencia nuestro filósofo comunica a Mersenne de la siguiente manera: “mediante la *Dióptrica* y los *Meteoros* he tratado de persuadir [a la gente] de que mi método es mejor que el ordinario; pero, a través de mi *Geometría*, pretendo haberlo demostrado”.¹⁰⁴ ¿Por qué, cabe preguntarnos, pese a la universalidad del método, Descartes encuentra en la geometría su más perspicua aplicación? La respuesta debemos hallarla, no en el apoyo propedéutico que ofrecen la aritmética y la geometría, en vista de su específico contenido disciplinario,¹⁰⁵ sino en el hecho de que, para Descartes –afirma Cassirer– el auténtico conocimiento geométrico, dadas las exigencias metódicas, sólo se presenta “en el sentido riguroso del término, ahí donde, *en lugar de habérselas con objetos aprehendidos uno a uno por la reflexión*, se da un procedimiento en función del cual la totalidad de los objetos se puede construir y engendrar”.¹⁰⁶

Así, el cambio de estrategia para el conocimiento, propuesto por el método, se revela nítidamente en la auténtica geometría, contrastante con la tradición. En efecto, la geometría de los antiguos recoge sus propiedades “de una intuición sensible inmediata, mediante la cual no se puede llegar, jamás, a exponer el *encadenamiento sistemático* que

¹⁰³ *Idem.*

¹⁰⁴ AT I, 478. Carta a Mersenne del fin de diciembre de 1637.

¹⁰⁵ Como es sabido, el apoyo que encuentra Descartes en las disciplinas de contenido matemático –en el sentido vulgar– o sea, en la aritmética y la geometría, es de carácter propedéutico y orientador, como lo hace saber en las *Reglas*: “Cultivé preferentemente la Aritmética y la Geometría, porque se las tenía por las más simples y como un camino para las demás”. AT X, *Reglas*, IV, 374-5. *Reglas para la dirección del espíritu*, trad. Manuel Mindán, pp. 24-25.

¹⁰⁶ E. Cassirer, *Substance et fonction. Éléments pour une théorie du concept*, op. cit., p. 90. Subrayado mío.

la une a otras figuras”.¹⁰⁷ De las enseñanzas de aritmética y geometría que Descartes tuvo a su alcance, opina:

no caían en mis manos autores que me satisficieran plenamente en ninguna de las dos; porque es verdad que leía en ellos muchas cosas respecto de los números que yo comprobaba que eran verdaderas, por cálculos hechos después y por lo que toca a las figuras, presentaban, por decirlo así, ante los mismos ojos, muchas verdades, que sacaban verdaderamente de ciertos principios; pero me parecía que no hacían ver suficientemente al espíritu por qué tales cosas eran así y cómo se hacía su descubrimiento.¹⁰⁸

La exposición que impide ver el procedimiento empleado es la que corresponde al método sintético, el empleado por los géometras de la tradición.¹⁰⁹ A petición de los autores del segundo grupo de objeciones, en las *Meditaciones*, Descartes precisa su parecer acerca de la síntesis, método de demostración en geometría que: “usa de una larga serie de definiciones, postulados, axiomas, teoremas y problemas [...] [sin embargo] no satisface por entero, como sí lo hace el análisis, a quienes desean aprender, pues [el método de la síntesis] no enseña el camino seguido para construir la

¹⁰⁷ *Id.* Subrayado mío.

¹⁰⁸ AT X, *Reglas*, IV, 375. *Reglas para la dirección del espíritu*, trad. Manuel Mindán, *op. cit.*, pp. 24-25.

¹⁰⁹ Descartes no rechazó en bloque la tradición matemática de su tiempo, ante ella mantuvo una actitud cautelosa y crítica, pero no de absoluta descalificación; de hecho, señaló que su geometría había encontrado su origen en los planteamientos de Pappus (de Alejandría, fl. 320). Así, por una parte, expuso su propósito de presentar, frente a los géometras de la antigüedad, la misma disposición que mostró para con sus antecesores en otras materias, es decir, la de aceptar de éstos sólo lo que pudiese ratificar “por sus propios medios”, así lo afirma en el inicio de la *Regla X*: “He nacido, lo confieso, con tal inclinación de espíritu que he puesto siempre el sumo placer del estudio, no en oír las razones de los otros, sino en encontrarlas yo mismo, con mi propio trabajo”. (AT X, 403. *Reglas para la dirección del espíritu*, trad. Manuel Mindán, *op. cit.*, p. 51. Con esta consigna en mente, Descartes le explicó a Mersenne que, a diferencia de sus contemporáneos –François Viète (1540-1603) y W. Snellius (1580-1626)–, no intentó jamás restituir los escritos perdidos de los antiguos, entre los que se encuentran obras de Apolonio (c.260-190 a.C.), sino “ir más allá de donde ellos llegaron, como lo he hecho [afirma Descartes], al iniciar [mis propios estudios] en la investigación que, de acuerdo al testimonio de Pappus, no ha podido resolverse por ninguno de los [géometras] antiguos” (AT I, 491).

cosa”.¹¹⁰ Es conveniente detenernos brevemente en el contraste que Descartes establece entre ambos métodos.

De acuerdo con G. Israel, para entender los términos “analítico” y “sintético”, en el caso cartesiano, es indispensable evitar las referencias a la acepción que dichos términos han tenido en la historia de las matemáticas. En Descartes, lo “analítico” (y por ende “lo sintético”) se redefine, pues el concepto no se aplica, exclusivamente, al tema de la geometría; *forma parte medular del método filosófico*. La incompreensión de este asunto ha conducido “a oscurecer completamente el significado que tenía para Descartes lo ‘analítico’ en la geometría cartesiana”.¹¹¹ En suma, “Los términos ‘sintético’ y ‘analítico’, tienen, en la obra de Descartes, un significado profundamente diferente de aquel que han acostumbrado señalar los matemáticos”.¹¹² Un ejemplo interesante de lo anterior, por haber sido muy posiblemente del conocimiento de Descartes, puede recogerse en Pappus, en el libro VII de su *Colección Matemática*:

El análisis es el camino que parte de la cuestión que se busca, suponiéndola conocida, para llegar, por medio de las consecuencias que se deduzcan, a la síntesis de lo que se dio por conocido.

Suponiendo obtenido, en efecto, lo que se busca, se considera lo que se deriva de ello y lo que le precede, hasta que, volviendo sobre los pasos dados, se llega a una cuestión que ya se conoce o pertenece al orden de los principios; y este camino se llama análisis porque es una inversión de la solución, mientras que en la síntesis, por el contrario, suponiendo la cuestión, finalmente, conocida por el análisis, disponiendo sus consecuencias y causas en su orden natural y enlazando unas y otras, se llega a construir lo que buscamos; y este método es la síntesis (*Cf. Científicos Griegos*, vol. 2, p. 991).

En contraste, ¿cuál es el significado, específicamente cartesiano, del análisis y la síntesis? Acudamos a las “Respuestas de Descartes a las Segundas Objeciones”:

¹¹⁰ AT IX, 122. *Meditaciones Metafísicas con objeciones y respuestas*, p. 126.

¹¹¹ G. Israel, *op. cit.*, p. 185.

¹¹² *Ibid.*, p. 199.

El análisis muestra el verdadero camino por el que una cosa ha sido metódicamente construida, y manifiesta cómo los efectos dependen de las causas; de suerte que, si el lector sigue dicho camino, y se fija bien en todo cuanto encierra, entenderá la cosa así demostrada tan perfectamente, y la hará tan suya, como si él mismo lo hubiera trazado. Más este género de demostración no sirve para convencer a los lectores testarudos o poco atentos: pues si escapa a la atención el más mínimo detalle de ella, sus conclusiones no parecerán necesarias [...] Al contrario, la síntesis, siguiendo un camino muy distinto, como si examinase las causas por sus efectos (aunque con mucha frecuencia, la prueba en ella contenida sea también la de los efectos por sus causas), demuestra claramente lo contenido en sus conclusiones, y usa de una larga serie de definiciones”.¹¹³

El hincapié de Descartes, según se advierte, para distinguir la síntesis del análisis, no se deposita en el sentido del examen que, en aquélla, puede ir tanto de las causas a los efectos, como de los efectos a las causas. Es evidente, aclara Ferdinand Alquí, en su comentario a este pasaje, “que Descartes opone el análisis y la síntesis como, por una parte, el orden del descubrimiento y, por otra, el orden de la demostración, el cual se pone una vez que se han obtenido los resultados del descubrimiento”.¹¹⁴ El acento de Descartes se coloca, pues, en el tipo de exposición que se requiere en cada caso. De este modo, Descartes ofrece a sus objetores “a fin de aliviar su atención”,¹¹⁵ una exposición de las *Meditaciones* –presentadas originalmente según el orden del descubrimiento–pero dispuestas en el orden de la demostración, tratando de “imitar la síntesis de los geómetras”.¹¹⁶

Descartes le reprocha a la geometría tradicional su carencia de “constructivismo”, como se ha mencionado, no muestra el modo por el cual la cosa se ha generado y ello dificulta el seguimiento racional de la exposición, entonces,

¹¹³ AT IX, 121-2. *Meditaciones Metafísicas con objeciones y respuestas*, pp. 125-126.

¹¹⁴ ALQ, vol. II, p. 583, n. I.

¹¹⁵ AT IX, 123. *Meditaciones Metafísicas con objeciones y respuestas*, p. 127.

¹¹⁶ *Idem*.

dice Descartes, las disciplinas que cultivaron los antiguos geómetras, eran desdeñadas

aun entre los hombres de talento y de saber, [al considerarlas] pueriles y vanas [...] apenas probadas o por el contrario, se asustasen de aprenderlas, en los mismos comienzos, por ser muy difíciles e intrincadas. Porque, en verdad, nada hay tan vano como ocuparse de números vacíos y de figuras imaginarias de tal modo que parezca que queremos reposar en el conocimiento de tales bagatelas y consagrarnos a este género de demostraciones superficiales, que más veces se encuentran por casualidad que por arte, y que pertenecen más a los ojos y a la imaginación que al entendimiento, hasta el punto de que perdemos, en cierto modo, la costumbre de utilizar la razón misma.¹¹⁷

En efecto, los números son vacíos y las figuras son fingidas mientras no se encuentre la manera de trascender la superficialidad de la demostración que se desprende de su carácter fortuito; debe buscarse, en cambio, que aquélla repose en una *auténtica necesidad* que sólo habrá de alcanzarse cuando el cálculo aritmético y las operaciones de la geometría se encuentren vinculadas racional y sistemáticamente. En dicha articulación desemboca la racionalidad del método, que Descartes se propone lograr en la *Geometría*, donde nos explica, tras el primero de sus párrafos, en el Libro primero: “Cómo el cálculo aritmético se relaciona con las operaciones de la geometría”.¹¹⁸

Considerando el recorrido anterior, estamos en condiciones de comprender a Cassirer, cuando juzga que ha sido “una necesidad filosófica interna la que condujo a Descartes a descifrar la noción de espacio mediante la noción de número”.¹¹⁹ El método ha desembocado, pues, en una nueva geometría, misma que deja de ser una “geometría de la medida” para pasar a ser una “geometría de la posición”, pues

¹¹⁷ AT X, *Reglas*, IV, 375. Biblioteca Popular de la SEP, p. 25.

¹¹⁸ AT VI, *Geometría*, 369. *Discurso del método, Dióptrica, Meteoros y Geometría*, p. 279.

¹¹⁹ E. Cassirer, *Substance et fonction. Éléments pour une théorie du concept*, op. cit., p. 90.

—afirma Cassirer—: “Al transferir el espacio al número, el conjunto de investigaciones geométricas cambia de plan y recibe un estatuto teórico nuevo”.¹²⁰

En efecto, la “traducción” del espacio por el número implica servirse de éste no como una mera técnica de medida. El número, al convertirse en una serie de valores ligados entre sí por una regla, da lugar a puntos, líneas o curvas, expresados como especificaciones singulares de esas series de valores. Así, la figura concreta “bien representada”, que en la geometría sintética se obtenía como un dato determinado y “susceptible de aprehensión inmediata”,¹²¹ resultado de un proceso de mediciones, “se borra en provecho de un conjunto de determinaciones virtuales llamadas a aplicarse de manera diferente al pasar de un punto a otro”.¹²² Como resultado del vínculo entre el número y la forma geométrica, explica Cassirer: “La figura ‘dada’ es, de alguna manera, pulverizada y, en su lugar, se revela una multiplicidad de relaciones [...] unificadas, a fin de cuentas, en el conjunto de una sola pieza en virtud de las reglas de dependencia que las articula”.¹²³ De este modo, la investigación matemática deja de considerar meras magnitudes extensivas y se transforma en “una teoría general de las funciones”.¹²⁴ Los “elementos” llamados a constituir magnitudes extensivas, por medio de la conjunción de “partes”, pasan a ser formas determinadas por “funciones”.

Así, nos encontramos —sigue Cassirer—: “desplazados del concepto abstracto de número al concepto puro de forma”.¹²⁵ Ello significa que el objeto de interés de la geometría griega, es decir, la diversidad sensible de las figuras posibles, se deposita, ahora, *en la manera en que proceden unas figuras de las otras*, por lo que, al tomar en consideración una de ellas en particular, no se puede dejar de tomar en cuenta “la red de conjunto de la que forma parte y que

¹²⁰ *Ibid.*, p. 91.

¹²¹ *Ibid.*, p. 93.

¹²² *Ibid.*, p. 95.

¹²³ *Ibid.*, pp. 95-96.

¹²⁴ *Ibid.*, p. 96.

¹²⁵ *Idem.*

expresa la colección entera de las figuraciones entre las cuales la figura está potencialmente determinada, de acuerdo con ciertas reglas invariables de transformación”.¹²⁶ Las cuales, como es sabido, caracterizan la aparición de la geometría proyectiva, diferenciada de la métrica.¹²⁷

La repercusión filosófica de esta transformación, impulsada desde el método cartesiano, es identificada por Descartes como la verdadera “metafísica de la geometría”. Así, a propósito del trabajo de Girard Desargues,¹²⁸ impulsor del método proyectivo en geometría, Descartes le escribe a Merenne: “su razonamiento aplicado al conjunto de las líneas rectas y curvas, el cual es más bello en cuanto más general, me parece ser tomado de lo que acostumbro denominar la Metafísica de la Geometría, que es una ciencia de la cual

¹²⁶ *Ibid.*, p. 98. Subrayado mío.

¹²⁷ En su obra *El espacio y el tiempo*, (pp. 15 y ss.), Poincaré distingue tres clases de geometría, de acuerdo con el tipo de equivalencia que éstas mantienen entre las figuras: la *geometría métrica* que considera equivalentes dos figuras tan sólo cuando son “iguales”; la *geometría proyectiva* cuya equivalencia no requiere de la igualdad de las figuras, éstas se relacionan proyectivamente cuando son cualitativamente similares, esto es, cuando *no existe diferencia estructural* entre ellas; la tercera forma de equivalencia la encontramos en el *análisis situs*, en el cual dos figuras son equivalentes “siempre que pueda pasarse de una a otra mediante una deformación continua”. *Ibid.*, p. 16., considerando sólo sus propiedades topológicas. Así, en el primer caso un círculo sería equivalente a otro sólo cuando fuesen iguales, lo cual constataríamos al superponerlos; un círculo sería equivalente a una elipse en el segundo caso y, en el tercero, el círculo es equivalente “a cualquier curva cerrada pero no puede serlo a un segmento de recta, porque el segmento no está cerrado”. *Ibid.*, p. 16. La filosofía cartesiana, testigo e impulsora de la aparición de la geometría proyectiva, incorporará a su seno interesantes consecuencias derivadas de este hecho. A ello volveremos posteriormente.

¹²⁸ Girard Desargues (1591-1661) nació en Lyon, Francia, ciudad donde desarrolló novedosos proyectos de ingeniería. C. Boyer nos informa que, originalmente, la geometría proyectiva fue desarrollada por este matemático quien, mediante su obra *Brouillon projet d'une atteinte aux événements des rencontres d'un cone avec un plan*, París, 1639 (*Borrador de un ensayo que trata de los resultados de los encuentros de un cono con un plano*), propone una nueva geometría, diferente a la geometría métrica de Descartes y de Fermat. Sin embargo, pese a que su obra suponía un enorme avance, en lo que a generalidad se refiere, pues quedan incluidos muchos casos particulares de un teorema en una formulación general única, los matemáticos de su tiempo no aceptaron los métodos de esta “nueva geometría”, en parte por no entenderla—pues usó un lenguaje confuso y plagado de metáforas extraídas de la biología—pero también porque Desargues hizo circular muy escasas copias, que no fueron puestas a la venta, sino obsequiadas entre sus amistades. Philippe de Lahire encontró un manuscrito de la obra de Desargues en la Biblioteca de París, en 1847 y hasta entonces fue debidamente apreciada. Cf. *Historia de la matemática*, pp. 451 y ss.

nadie más se ha servido, salvo Arquímedes. En lo que a mí se refiere, me sirvo de ella para decidir, en general, sobre las cosas que son susceptibles de ser investigadas, así como [para saber] en qué lugar debo buscarlas”.¹²⁹

Como se observa, Descartes reconoció en los escritos de Desargues la intención de obtener, como él mismo, un método general para la geometría pero consideró que su presentación era deficiente; así, le confió a Mersenne que Desargues: “no había explicado lo suficiente su concepción para hacerla comprensible”.¹³⁰ Además de los problemas de exposición, la principal carencia de Desargues consistió, de acuerdo con Descartes, en no servirse del álgebra. En lo referente al tratamiento de las secciones cónicas, Descartes advierte que: “Aunque [Desargues] las haya explicado más claramente que Apolonio, y que cualquier otro, [este asunto] es, sin embargo, [...] muy difícil de tratar sin [recurrir] al Álgebra”.¹³¹

De esta forma, sin dejar de ver la renovación promovida por el método de Desargues, Descartes estimó preferible el suyo, ya que la verdadera innovación de la concepción del espacio debía ir acompañada del ideal perseguido por su método, en el cual, señala Cassirer: “El número pierde su rol exclusivo para hacer surgir, en toda su fuerza, la noción de serie. [...] En vista de que] el rigor del encadenamiento deductivo no parecía ser traspuesto al espacio más que por el recurso al número”.¹³² En efecto, para Descartes el tratamiento de las propiedades proyectivas de las formas geométricas no podía dejar de ser abarcado por el principio analítico del método, gracias al cual —como lo hemos anotado— la figura particular deja de aparecer bajo su aspecto concreto para encontrar que el objeto de la investigación viene a ser “el haz de relaciones sobre las cuales se funda

¹²⁹ AT II, 489-490. Carta a Mersenne, 9 de enero de 1639.

¹³⁰ AT II, 490. Carta a Mersenne, 9 de enero de 1639.

¹³¹ AT II, 499. Carta a Mersenne, 9 de febrero de 1639.

¹³² E. Cassirer, *Substance et fonction. Éléments pour une théorie du concept*, op. cit., p. 99.

el sistema [...] [que aloja] cada figura singular y da, verdaderamente, acceso al objeto geométrico”.¹³³

Así, el interés de la geometría deja de ser el conocimiento de la figura “dada” para concentrarse en la *red de correlaciones* que se teje entre ella y las formaciones vecinas, la cual sólo resulta ser inteligible, en forma precisa, mediante su determinación numérica. De ahí pues, la necesidad de articular el número a la forma espacial. Tal es el meollo de la geometría de la posición, de acuerdo con la cual: “Decimos de cierta figuración espacial, que está correlativamente ordenada a otra cuando se la puede derivar, por transformación continua, de uno o varios elementos de posición [...] [ello implica presuponer] rasgos invariables de ciertas relaciones espaciales [...] que [desempeñan] el rol de condiciones generales del sistema”.¹³⁴

La aparición de esta red o haz –que determina las “condiciones generales del sistema”– constituye, propiamente, el núcleo de la reforma de la concepción espacial expuesta por Descartes en su *Geometría*, a través del espacio “racionalizado” por la determinación de condiciones fijas, o coordenadas, que permiten el tránsito del número a la forma geométrica y a la inversa; pues, en efecto –según lo explica G. Israel– el álgebra, en Descartes,

no es únicamente un instrumento para obtener, de manera simple, construcciones geométricas. [...] No solamente cada problema geométrico es susceptible de un tratamiento algebraico, permitiendo razonar de una manera estenográfica y abreviada, [...] sino que será posible dar una traducción geométrica para cada formulación algebraica. Se obtendrá, pues, para cada lugar geométrico, la ecuación algebraica que lo representa [...] e, inversamente, se podrá encontrar un lugar geométrico a partir de una ecuación dada.¹³⁵

¹³³ *Ibid.*, p. 101.

¹³⁴ *Idem.*

¹³⁵ G. Israel, “Des Regulae a la Géométrie”, *op. cit.*, p. 201.

Este efecto, en espejo, que constituye la esencia de la geometría analítica moderna coloca “el método de las coordenadas en un papel que no es accesorio ni técnico, sino central”.¹³⁶

Es conveniente detenernos aquí, brevemente, en la denominación y sentido de la geometría cartesiana. De acuerdo con Giorgio Israel, en su acucioso estudio filosófico de este tema, es un anacronismo denominar geometría analítica a la geometría cartesiana. En efecto, la expresión “geometría analítica”, como es sabido, nunca fue utilizada por Descartes, apareció por vez primera en la introducción al primer tomo del *Traité du calcul différentiel et du calcul intégral* de Sylvestre–François Lacroix en la edición de 1797.¹³⁷ Por otra parte, en opinión de C. Boyer —representativa de un amplio sector de historiadores de la matemática— aunque hoy en día “geometría cartesiana” es sinónimo de geometría analítica, la finalidad principal de Descartes se aleja considerablemente de la que persiguen los actuales libros de texto de este tema; la motivación de Descartes era la de aportar una solución reductiva a los problemas de construcción geométrica.¹³⁸ Este propósito de Descartes queda explícito en el primer párrafo de la *Géométrie*: “Cualquier problema de geometría puede reducirse fácilmente a términos tales que el conocimiento de las longitudes de determinados segmentos es suficiente para su construcción”.¹³⁹ Por ello, desde un enfoque relativamente reciente, los historiadores de la geometría estiman que hay más relación entre los planteamientos del medieval Nicole Oresme (1323-1382) —en sus trabajos sobre la representación gráfica de la latitud de las formas,¹⁴⁰ y la concepción actual de la repre-

¹³⁶ *Ibid.*, pp. 201-202.

¹³⁷ *Ibid.*, pp. 199-200. Para profundizar en este tema, G. Israel nos sugiere acudir a René Tatoon: *L'Œuvre scientifique de Monge*, París, PUF, 1951, cap. III.

¹³⁸ AT VI, *Geométrie*, 369.

¹³⁹ AT VI, *Geométrie*, 369.

¹⁴⁰ Cf. Nicole Oresme and the Medieval Geometry of Qualities and Motions. A Treatise on the Uniformity and Difformity of Intensities known as *Tractatus de configurationibus qualitatum et motuum*, pp. 165 y ss.

sentación de un par ordenado, que entre ésta y la geometría cartesiana de coordenadas.

Sin embargo, el principio fundamental de lo que se denomina hoy “geometría analítica” y que consiste “en el descubrimiento de que las ecuaciones indeterminadas en dos incógnitas corresponden a lugares geométricos”¹⁴¹ aparece en el segundo libro de *la Geometría*, de la siguiente manera: “todos los puntos de las [líneas] que pueden llamarse geométricas, es decir, de aquellas que caen bajo alguna medida precisa y exacta, tienen necesariamente alguna relación con todos los puntos de una línea recta y esta relación puede ser expresada por alguna ecuación válida para todos los puntos”.¹⁴² Dado que la meta de Descartes era la de aportar una solución reductiva a los problemas de construcción geométrica, bien puede afirmarse que una caracterización precisa de la geometría cartesiana la consideraría como la “traducción” de las operaciones algebraicas al lenguaje de la geometría. En efecto, al concebir los recursos para alcanzar la reducción de todas las operaciones algebraicas a términos geométricos, Descartes –afirma G. Israel– hizo plausible la aparición del “diccionario” que habría de “traducir”,¹⁴³ realidades teóricas cualitativamente diversas; es decir, el instrumento de mediación entre el álgebra y la geometría; he ahí el hallazgo del método o geometría de coordenadas. A este asunto volveremos más adelante.

Así, aunque debe admitirse que Descartes no dio un uso práctico como el que hoy se asocia al uso de las coordenadas (ciertamente, no toma un sistema de ejes de coordenadas perpendiculares para localizar con respecto a él la posición de determinados puntos) su avance en esa dirección fue notable pues concibió los aspectos medulares del método de coordenadas, el cual jugaría el papel central en la geometría analítica.

Si es cierto que el descubrimiento de la geometría de coordenadas se adjunta a una revolución en el modo de

¹⁴¹ Cf. C. B. Boyer, *ibid.*, p. 434.

¹⁴² AT VI, *Geometría*, p. 392.

¹⁴³ G. Israel, *op. cit.*, pp. 201-202.

pensar es porque –según espero haberlo aclarado por lo dicho hasta aquí– aquél marca el cambio de estrategia en la dirección del conocimiento: en lugar de recorrer las propiedades específicas de los elementos en estudio, término a término, se ha creado una nueva manera de validar la demostración, la cual descansa en la determinación de las reglas de invariabilidad que rigen el dominio considerado. En palabras de Cassirer, esto quiere decir que: “la única regla de la cual debemos partir, se puede conceptualizar enunciando la posibilidad de fijar el valor de ciertas relaciones definidas de una vez por todas, a pesar del cambio que se presente en el contenido de los elementos y de los términos singulares que se ponen en relación”.¹⁴⁴ En otros términos, dicha regla opera bajo la determi+nación de un marco –la red o haz que antes mencionamos– a partir del cual los términos particulares adquieren sus valores específicos, su nueva “objetivación”.¹⁴⁵

Apreciamos ahora cómo diversos aspectos de la reflexión cartesiana y su contexto –que hemos venido señalando en este escrito–, entre los que se encuentran la “búsqueda del criterio” –de la que hablamos en el contexto histórico de la Reforma y la Contrarreforma–, el “espacio unitario” –como paradigma del tema de la percepción en la modernidad–, la “estrategia reductiva”, la “comunicabilidad de los géneros” y “disposición en series” que entraña el método, así como el “modelo” analógico y, final y definitivamente, la geometría de coordenadas, se reúnen para conformar una nueva concepción del espacio, solidaria de la “revolución en el modo de pensar” que da inicio a la modernidad filosófica: el espacio “sistemático”. Aunque, en la conclusión, volveremos al tema de la articulación de los aspectos anteriores, por ahora debemos resaltar que la búsqueda de un criterio

¹⁴⁴ E. Cassirer, *Substance et fonction. Éléments pour une théorie du concept*, op. cit., p. 101.

¹⁴⁵ Esta idea aparece en la noción de “modelo” de Descartes; en efecto, también en ese contexto, todos los componentes de un problema deben pertenecer “al mismo registro” como condición para la aplicabilidad del modelo, merced al principio de homogeneidad. Ver *supra*, apartado “Matemática y mecanicismo. El ‘modelo’ en la explicación analógica”.

de verdad para el conocimiento —y en particular para el del mundo natural—, condujo a Descartes, mediante su geometría de coordenadas —culminación del método—, no a una mera innovación técnica, sino a una profunda reconceptualización del conocimiento cuyo signo distintivo es la transformación del objeto de estudio mediante la introducción de estructuras que ponen en marcha el razonamiento subrogatorio, característica genuina de la actividad teórica derivada del concepto de función.¹⁴⁶

Mientras pasamos a la exposición de algunos aspectos básicos en la filosofía cartesiana que muestran muy evidentemente el impacto de la transformación antes referida, veremos, a continuación, que la “red”, como dispositivo técnico, antes de alcanzar su expresión teórica, apareció en la representación que los artesanos y artistas hicieron del espacio: terrestre, mediante la cartografía y pictórico, a través del arte renacentista. Acudir a este acontecimiento de la historia de nuestra concepción de representación, nos auxiliará, como lo he mencionado, a observar su repercusión en algunos aspectos centrales de filosofía cartesiana. Por ahora, bastará señalar que el surgimiento de la “red” del espacio “sistemático” deja atrás la noción asistemática del mismo, la cual, al carecer de retícula “divide [el espacio] en determinadas regiones y relaciones [...] [que, empero, no alcanzan a culminar] en un espacio como un todo homogéneo, en cuyo interior todas las determinaciones individuales sean equivalentes e intercambiables”.¹⁴⁷ Éste

¹⁴⁶ El razonamiento subrogatorio hace consistir el conocimiento en la *transformación regulada* de su objeto de estudio, mediante la aplicación de diversas clases de “función”. Esta ruta fue inaugurada en la modernidad, mediante la geometría de Descartes y el cálculo de Leibniz. Cf. G. Israel, *op. cit.*, p. 111 y ss.

¹⁴⁷ Cf. *La filosofía de las formas simbólicas*, *op. cit.*, p. 184. Cassirer no emplea la expresión “espacio asistemático”. En la *Filosofía de las formas simbólicas*, Cassirer opone al espacio sistemático, el espacio pragmático o de la “mera acción”, dado que su propósito es deslindar el espacio que corresponde al mito, del que le corresponde al lenguaje o a la ciencia: “en el mito todavía no hay un espacio como un todo homogéneo”. *Ibid.*, p. 182. El espacio pragmático es, ciertamente, asistemático, en el contexto del mito, por lo que la expresión “espacio asistemático”, no trasgrede el sentido del análisis de Cassirer, de cuyos términos y argumentos me he servido. Sin embargo, es conveniente notar que ni en mi caso, ni en el de Cassirer, la oposición entre estas expresiones debe señalar un antes y un después,

es el tipo de espacio que veremos ilustrado, a continuación, en el *mappamundi*.

La ‘red’ en la representación del espacio terrestre. Del mappamundi al planisferio

En la vasta historia general de los conceptos y hechos acerca del espacio, la historia del mapa representa una parte pequeña pero de primordial importancia, pues los mapas han sido el primer medio para transmitir ideas y conocimientos acerca del espacio.

John Brian Harley¹⁴⁸

La reciente actualización de la historia de la cartografía ha hecho posible ampliar la concepción de sus propias finalidades y tareas, así como documentar con suficiencia nuevas clasificaciones que le han permitido reorganizar sus contenidos. Hasta hace apenas unas cuantas décadas, cuando empezaron a publicarse los primeros resultados de un largo proceso de avances en los estudios cartográficos, éstos carecían del marco conceptual y acuerdos disciplinarios que hicieran posible ubicar y evaluar un gran caudal de material apenas valorado por la cartografía tradicional e integrar, asimismo, nuevos documentos.¹⁴⁹ En este último caso se

en un sentido evolutivo o progresivo. Las expresiones denotan estados del “espíritu humano” en su transformación.

¹⁴⁸ Cf. John Brian Harley, “The Map and the Development of the History of cartography”, p. 1.

¹⁴⁹ Ésta es la opinión que mantienen J. B. Harley y D. Woodward en la monumental obra que editan conjuntamente y cuyo propósito es el de exponer, mediante densos artículos de diferentes especialistas, los temas fundamentales de la historia de la cartografía, así como asentar criterios teóricos actualizados para la labor de investigación del cartógrafo contemporáneo. Concebida sobre la base del trabajo interdisciplinario, en *The History of Cartography*, se asume que las tareas que debe realizar la cartografía, hoy día, son: “primero, aceptar una definición universal de ‘mapa’; segundo, llevar a la discusión los procesos técnicos que han contribuido a producir los mapas en su forma y contenido; tercero, reconocer que la función primaria de la cartografía está relacionada, finalmente, con la habilidad mental de los pueblos que han usado mapas para reponer, articular, desarrollar y comunicar conceptos y hechos que poseen una dimensión espacial y cuarto, puesto que la cartografía no es sino una perspectiva del mundo, una historia

encuentra el tema del mapa de transición entre el Medioevo y el Renacimiento pues, en él, el registro de nuevas evidencias condujo a transformar la visión que prevaleció en este campo, todavía en un pasado muy reciente.

Al lado de los cartógrafos, los historiadores de la ciencia contribuyeron, de manera decisiva, a lograr dicha transformación pues, como lo señala David Woodward en su denso estudio “*Medieval Mappaemundi*”, los historiadores de la ciencia y de la filosofía “desarrollaron el marco para la historia de los conceptos cosmográficos medievales”.¹⁵⁰ En este sentido –sigue Woodward– destaca la aportación de Dana Bennett Durand, quien, bajo la dirección de George Sarton:¹⁵¹ “demostró la existencia, hasta entonces no reconocida, de un grupo de mapas del siglo xv, que era independiente tanto de la tradición ptolemaica como de las tradiciones medievales”.¹⁵² La importancia de ese hallazgo radica en el hecho de que, mediante esa evidencia, se precisa la transición entre la cartografía Medieval y la Renacentista, caracterizándola como el paso del *mappamundi* al planisferio. En este tránsito, según lo veremos enseguida, la aparición –o reaparición– del uso de las coordenadas, de las escalas gráficas y de los métodos de proyección geométrica, fue el ingrediente decisivo.

general de la cartografía debería proporcionar los fundamentos últimos del punto de vista del mundo considerado desde su propio crecimiento”. Éstos serían los criterios que resumirían el panorama básico en *The History of Cartography*. J. B. Harley y David Woodward, “Preface”, p. xviii.

¹⁵⁰ D. Woodward, “*Medieval Mappaemundi*”, p. 293.

¹⁵¹ Woodward acredita el trabajo de los historiadores de la ciencia y de la filosofía como el catalizador que le permite a la cartografía efectuar no sólo la historia de la exploración geográfica sino, sobre todo, la historia del pensamiento y concepciones geográficas. Entre quienes han contribuido al desarrollo de la cartografía, en este sentido, –subraya Woodward– figuran Pierre Duhem (*Le système du monde*, op. cit.), George Sarton (*Introduction to the History of Science*, 3 vols., Williams & Wilkins, Baltimore, 1927-48), Charles Singer (*History of Technology*, 7 vols., Clarendon Press, Oxford, 1954-78), John K. Wright (*Geographical Lore of Time of Crusades: A Study of History of Medieval Science and Tradition in Western Europe*, Dover Publications, Nueva York, 1965), etc. Cf. D. Woodward, op. cit., p. 293.

¹⁵² Dana Bennett Durand: *The Vienna-Klosterneuburg Map Corpus of the Fifteenth Century: A Study in the Transition from Medieval to Modern Science*, E. J. Brill, Leiden, 1952, cit. en *idem*.

En efecto, el mapa medieval, conocido en la historia de la cartografía como *mappamundi*, se distingue del planisferio,¹⁵³ fundamentalmente, en dos aspectos. El primero de ellos consiste en que este último se refiere a un mapa del mundo construido conscientemente de acuerdo con los principios de transformación de una superficie esférica a una superficie plana. En segundo lugar, el planisferio tiene como propósito ubicar de manera precisa un punto geográfico. Estas diferencias serán más claras si consideramos, en términos generales, algunas de las características de los *mappaemundi*.

A diferencia del planisferio, el propósito del *mappamundi* no era, primordialmente, el de ubicar con precisión el lugar representado; en los diversos tipos de *mappaemundi* que se produjeron durante un período que se extiende, aproximadamente, a lo largo de mil años, lo importante es la narración o descripción que le interesa transmitir al artesano o artista.¹⁵⁴ Sin embargo, aun en los casos en los cuales el objetivo era el de inventariar el mundo, es frecuente ver que no aparece en el *mappamundi* la concepción del espacio terrestre como un todo homogéneo; hay, en efecto, *zonas privilegiadas* en el plano, mismas que son ocupadas de acuerdo con símbolos que expresan el propósito del artífice. Esta característica se observa, como lo veremos a continuación, mediante rasgos específicos, en los diferentes períodos en que se ha clasificado al *mappamundi*.

¹⁵³ El término *mappamundi* (en plural *mappaemundi*) proviene del latín *mappa*, que significa mantel o servilleta, y *mundus*, que significa mundo; planisferio proviene del italiano *planisfero*. *Ibid.*, p. 286.

¹⁵⁴ Uno de los errores que urge desterrar de la cartografía, es el de "asumir que la precisión geográfica fue la función primaria de los *mappaemundi* [de esta idea errónea algunos concluyen que] sus objetivos eran pobremente alcanzados". *Ibid.*, p. 342. En efecto, durante el medievo —pero también podría extenderse la observación a los períodos prehistórico y antiguo— el mapa admite un número considerable de funciones, las cuales pueden agruparse en cuatro categorías principales, según sea el objetivo específico de cada mapa; a saber, como: "herramienta geográfica para inventariar el mundo real, como representación sagrada y cosmológica del mundo del pensamiento religioso, como promoción de alguna ideología secular y como artefacto estético o decorativo". *Cf.* J. B. Harley y David Woodward, *op. cit.*, p. 504. La riqueza que entraña la historia de la cartografía proviene, pues, de esta diversidad de funciones y de 'historias' que un mapa es capaz de contarnos. En el mundo medieval, agregan Harley y Woodward, no era extraño encontrar las cuatro funciones representadas en el mismo mapa.

En un primer período, que abarca del principio del s. IV al final del s. VII, los mapas fueron el resultado de dos corrientes opuestas del pensamiento: las enseñanzas de los Padres de la Iglesia y la tradición filosófica greco-romana representadas, respectivamente, por dos clases de mapas, a saber, el “tripartita” y el “zonal”. De éstos nos interesa ilustrar, sobre todo, el “tripartita”, –tradición cartográfica impulsada y difundida por Isidoro de Sevilla (ca. 560-636)– no sólo porque su uso fue muy difundido, prolongándose hasta el Renacimiento, sino también porque muestra, a través de la cruz Tau, inscrita en una circunferencia (por esta razón se le conoce también como mapa T-O), la decisión de introducir, en la representación del mundo, el símbolo por antonomasia del cristianismo.¹⁵⁵ El mapa tripartita de Isidoro, en su diagrama esquemático, aparece en la ilustración 1.¹⁵⁶ En la ilustración 5,¹⁵⁷ observamos uno de los raros mapas de Isidoro que se conservan, tomado de un manuscrito del s. IX, de *De natura rerum*.

La representación del espacio terrestre no se ciñó, durante este período, a un solo estilo. Aun en un mismo autor hay diferentes propuestas, lo cual se advierte en el caso del propio Isidoro, quien también elaboró mapas zonales, influido por sus lecturas de autores romanos, sin contar con el apoyo de las correspondientes imágenes.

¹⁵⁵ El mapa T-O puede verse como un símbolo de la pasión de Cristo ya que, señala D. Woodward, “la T en el esquema T-O representa una cruz de la variedad Tau [...] cuando el cuerpo de Cristo está sobrepuesto sobre el mapa de la Tierra, con un gesto de abrazo agonizante [...] el propio mapa viene a ser un claro símbolo de la salvación del mundo”. D. Woodward, *op. cit.*, p. 334.

¹⁵⁶ El mapa cuadripartita (ver ilustración 2), incluye características de los mapas tripartitas y zonales, haciendo aparecer, hacia el sur, un cuarto continente. Las ilustraciones 1 a 4 fueron tomadas de *ibid.*, p. 297.

¹⁵⁷ Tomada de *ibid.*, p. 343.

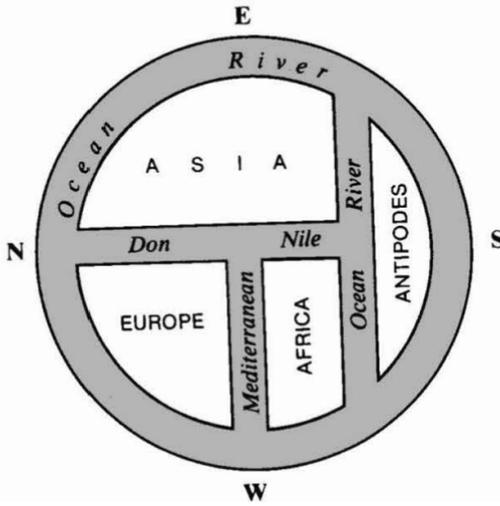


Ilustración 1. Mappamundi tripartita.

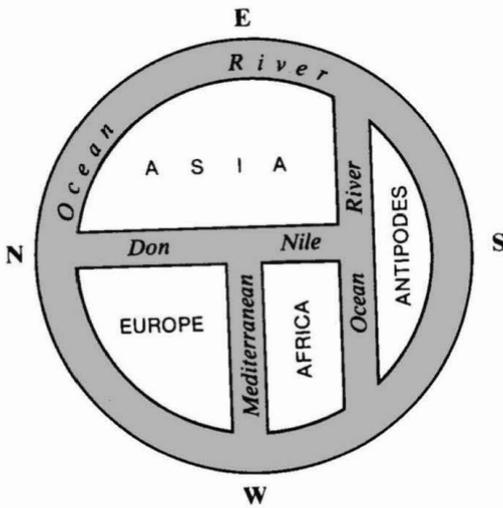


Ilustración 2. Mappamundi cuadripartita.

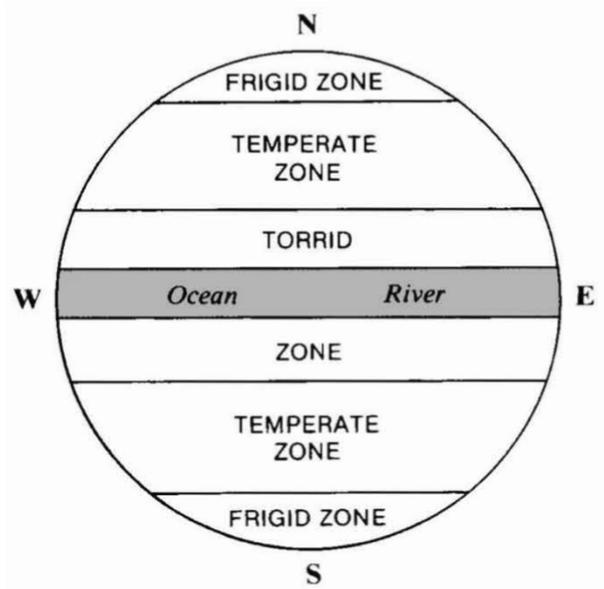


Ilustración 3. Mappamundi zonal.

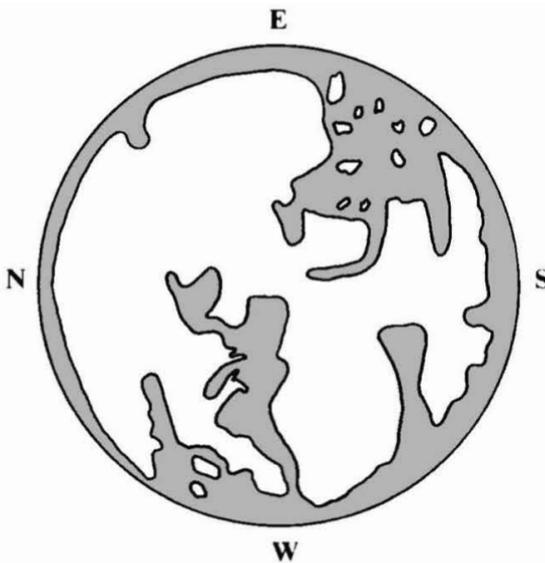
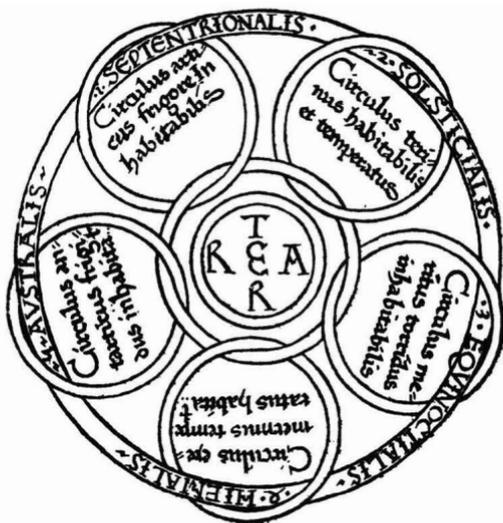


Ilustración 4. Mappamundi de transición.



— | Ilustración 5. Mapa tripartita (T-O) de Isidoro de Sevilla. | —



— | Ilustración 6. Interpretación de Isidoro de Sevilla de las 5 zonas del mundo. | —

Es interesante observar la interpretación que dio Isidoro a los mapas zonales, en la cual, partiendo de la concepción del mundo como un plato, trazó sobre él las zonas climáticas (ver ilustración 6)¹⁵⁸ que la tradición griega concebía como demarcaciones sobre una circunferencia (ver diagrama en la ilustración 3).¹⁵⁹ Este hecho muestra la indecisión de Isidoro, heredada a los cartógrafos de este período, acerca de la esfericidad de la Tierra.¹⁶⁰

El segundo período, comprendido entre el s. VIII y el s. XII, se caracteriza por la poca innovación y el escaso efecto que tuvieron las Cruzadas (1096-1270) para aportar nuevos contenidos al *mappamundi*. Puede considerarse que, durante este período, la finalidad del mapa se concentró en la representación del mundo del pensamiento religioso. Una interesante ilustración al respecto se encuentra en el mapa Ebstorf, el cual, aunque data del siglo XIII, presenta un inventario de acontecimientos y lugares bíblicos, mezclado con la información de nuevos descubrimientos, por lo que ejemplifica la culminación de las tendencias del segundo período. (Ver ilustración 7).¹⁶¹ Este mapa, lamentablemente destruido durante la Segunda Guerra Mundial, representa el mundo terrestre como el cuerpo de Cristo. Así, observamos que la cabeza de Cristo está situada al lado del Paraíso, hacia el oriente, las manos apuntan hacia el norte y sur, y los pies hacia el occidente del mundo, en cuyo centro aparece Jerusalén.

¹⁵⁸ Tomada de *ibid.*, p. 321.

¹⁵⁹ Tomada de *ibid.*, p. 297.

¹⁶⁰ D. Woodward comenta que las lecturas de autores romanos y de los primeros Padres de la Iglesia (entre los que se encuentran Ambrosio, Agustín, Boecio, Casiodoro, Lucrecio, Macrobio, Orosio, Plinio el Viejo y Solino) influyeron en Isidoro, conduciéndolo a una posición ambigua acerca de la esfericidad de la Tierra, la cual rechaza en su representación del mapa zonal y acepta en mapas tripartitas (*ibid.*, p. 301). Al respecto, concluye Woodward que otro de los errores a desterrar de la historia de la cartografía es la idea de que en todos los mapas medievales se concibió la Tierra como un disco o plato (*ibid.*, p. 342), pues “a pesar de las dificultades que traía consigo la interpretación bíblica, la mayoría de los Padres de la Iglesia estuvieron de acuerdo en que la Tierra era una esfera”, *ibid.*, p. 319.

¹⁶¹ *Ibid.*, p. 310.



Ilustración 7. Mapa Ebstorf

Este mappamundi del siglo XIII, destruido durante la Segunda Guerra Mundial, representa el mundo como el cuerpo de Cristo.

Este mapa es un elocuente ejemplo del espacio “asistemático”; su demarcación regional y zonal obedece a una distribución determinada por su contenido fundamentalmente valorativo,¹⁶² en este caso religioso, el cual proporciona la

¹⁶² Porfirio García de León –titular de la materia de Historia de la cartografía en la Facultad de Filosofía y Letras de la UNAM– me ha hecho notar que los *mappae-mundi* medievales, además de exponer información de lugares bíblicos, aportan referencias correctas en lo que respecta a la dirección en la que se ubican grandes territorios como lo son los ocupados por Asia, Europa y África, como se puede ver en los mapas T-O que se ilustran en las figuras 1 a 3. Por ello –y en esto García de León concuerda con Woodward y Harley– los *mappae-mundi* no deben considerarse como meras ilustraciones de pasajes religiosos. En este sentido aun el caso Ebstorf, cuyo propósito evidente es la representación del mundo como el cuerpo de Cristo, mantiene la expectativa de representar determinados territorios, como se observa en la ubicación de Jerusalén, al centro del mundo, de acuerdo con la costumbre de la época. La carencia de información precisa de la ubicación de los territorios, en el mapa Ebstorf, se deriva de la ausencia del uso de la escala. Como se ha anotado, en los mapas medievales, a la función de la representación sacra se adjuntó la de inventariar el mundo real. Estas observaciones –comenta García de León– valen también para los mapas denominados “precartesianos”. Para profundizar sobre los antecedentes históricos de la cartografía, Cf. Porfirio García de León Campero, “Antecedentes históricos de la cartografía”.

norma de lo “espacial”. Es aplicable aquí la caracterización que Cassirer asigna al espacio “asistemático”: “La cercanía y lejanía, la altura y la profundidad, izquierda y derecha: todas [las regiones] tienen una peculiaridad inconfundible, un modo específico de significación mágica. La antítesis básica de lo ‘santo’ y lo ‘profano’ no sólo está entretrejida con todas esas antítesis espaciales sino que es ella la que constituye y produce, justamente, a todas las demás”.¹⁶³

Ante el espacio normado por antítesis religiosas —donde el inventario del mundo se registra de acuerdo con la estrategia de la acumulación, asignando un lugar a cada objeto y un sitio para cada hecho, de acuerdo con su valor en la jerarquía general de los acontecimientos y zonas memorables— aparece nítidamente, como resultado del hallazgo antes mencionado, el espacio “sistemático” en la representación terrestre.

El tercer período, que arranca desde mediados del siglo XII, extendiéndose al siglo XV, se ha admitido recientemente por los historiadores de la cartografía, según lo hemos señalado, como una importante etapa de tránsito, en vista de la aceptación de la existencia de mapas “mixtos” entre el Medievo y el Renacimiento. Este avance cartográfico no sólo ha permitido llenar un hueco importante en la historia de los mapas, también ha revelado el núcleo del cambio conceptual entre dichos períodos. Ver el diagrama del mapa de transición en la ilustración 4.

Entre los ss. XII y XIII, como es sabido, las numerosas traducciones de los clásicos griegos y árabes posibilitaron el acceso al mundo latino, por vez primera, a importantes obras filosóficas, matemáticas, astronómicas, físicas, etc., entre las que se encuentran el *Almagesto* y la *Geografía* de Ptolomeo (*fl. ca.* 140). La primera de estas obras fue inasequible para quienes no leían el griego, durante los ss. II al XII, en tanto que la segunda, lo fue durante los ss. II al XV.¹⁶⁴ El conocimiento de estas obras de Ptolomeo permitió al

¹⁶³ E. Cassirer, *La filosofía de las formas simbólicas*, vol. 3, p. 182.

¹⁶⁴ Cf. D. Woodward, *op. cit.*, p. 304.

mundo latino renovarse, al retomar el sistema de coordenadas que aquél aplicó a sus mapas. De este modo, la recuperación del sistema de coordenadas es uno de los principales elementos que confluyen en la transformación cartográfica del período de transición.¹⁶⁵

Si, como lo hemos mencionado, una primera etapa de este período se caracterizó por el intenso trabajo de traducción de las obras clásicas —por lo que dicha etapa es conocida como el “Renacimiento del s. XII”—, una segunda etapa se distingue por el óptimo aprovechamiento que los franciscanos, sobre todo, obtuvieron de aquélla. Así, Roger Bacon (ca. 1214-94), John Duns Scoto (ca. 1265-1306), Guillermo de Occam (ca. 1290-1349), entre otros, promovieron un fuerte movimiento científico, de honda repercusión en la cartografía medieval. Roger Bacon, en su *Opus majus* (1267)¹⁶⁶ describe un mapa zonal de Ptolomeo, y observa: “La posición de cada lugar referido se define por la intersección de las líneas de latitud y longitud que le corresponden”.¹⁶⁷ Más adelante, Bacon propone los detalles de un mapa concebido

¹⁶⁵ Son tres los aspectos que convergen en esta renovación: “el tradicional *mappa-mundi*, la carta portolana en expansión y el sistema ptolemaico de coordenadas”. *Ibid.*, p. 314. Hemos mencionado ya algunas características importantes del *mappamundi*. La carta portolana es un documento que fungió como guía marítima y fue empleado para los fines de la navegación comercial. Del sistema ptolemaico de coordenadas, hablaremos enseguida.

¹⁶⁶ *Opus majus* —según nos informa John Henry Bridges, autor de la primera traducción completa de esta obra— fue terminada entre 1266 y 1267, comprendiendo tres secciones: *Opus majus*, *Opus minus* (suplemento) y *Opus tertium* (introducción). El trabajo contiene ocho partes: 1. Las cuatro causas generales de la ignorancia humana, 2. La relación de la filosofía con la teología, 3. El estudio del lenguaje, 4. Ciencia matemática, 5. Óptica, 6. Ciencia experimental, 7. Filosofía moral y 8. El análisis de la multiplicación de las especies. La ciencia matemática abarca la astronomía, la geografía, la cronografía de los hechos bíblicos, la geometría, la aritmética y la música.

Entre las coincidencias que presentan las ideas de Bacon con las que aparecerían en el siglo XVII, especialmente, en Descartes, es interesante mencionar su propósito de establecer una ciencia unificada, mediante un método universal. De acuerdo con Bacon, afirma Bridges, “el hombre de ciencia debía empezar por reconocer el valor del experimento [mismo que] ocupó su sitio como un departamento distinto en la filosofía. Sin embargo, lo más notable en él es su pensamiento profundamente penetrado por el espíritu matemático. [...] Para Descartes como para Roger Bacon, la matemática fue la *clavis scientiarum*, la llave para el templo de la ciencia”. “Introducción” en Roger Bacon, *The ‘Opus Majus’*, vol. I, p. lxxix.

¹⁶⁷ *Ibid.*, p. 286. “Analysis”, p. cxvi.

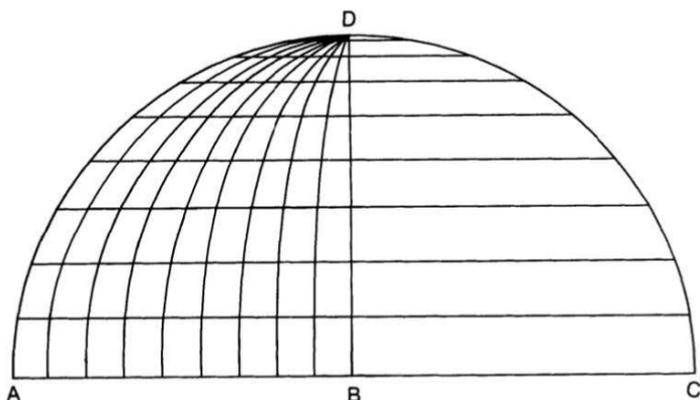


Ilustración 8. Artificium
 Reconstrucción del artificium basada en la obra de Roger
 Bacon *Opus Majus* (1267).

con base en el uso sistemático de coordenadas: “Puesto que esos climas y las famosas ciudades que hay en ellos no se pueden entender con claridad por medio de meras palabras, debemos ayudar a nuestros sentidos por medio de la figura. En primer lugar, deberá trazarse esta zona con sus climas y marcar las ciudades famosas en sus lugares de acuerdo con su distancia respecto del círculo equinoccial, que se denomina latitud de la ciudad o región y por la distancia del oeste al este, que se denomina la longitud de la región.”¹⁶⁸

El mapa de Roger Bacon, ahora extraviado, formaba parte del apéndice de la obra, sin embargo, podemos observar una reconstrucción del mismo en la ilustración 8. Bacon denominó su sistema de proyección con el nombre de “*artificium*”¹⁶⁹ (aparato o instrumento), e insistió en que, mediante su empleo, cualquier lugar podría ser ubicado por su distancia respecto al ecuador y al meridiano central. Esta innovación gráfica fue un valioso antecedente del espacio ordenado del que se valieron los constructores de mapas del siglo xv, quienes, contando ya con la *Geometría* de Ptolomeo,

¹⁶⁸ *Ibid.*, vol. 1, pp. 295-6, cit. en D. Woodward, *ibid.*, p. 322.

¹⁶⁹ *Ibid.*, vol. 1, p. 296.

no sólo emplearon métodos de proyección, sino –y esto los ubica en un nuevo período cartográfico– en un sistema de coordenadas construido matemáticamente, incorporando el uso de la escala gráfica, lo cual acontece a mediados del siglo xv.¹⁷⁰

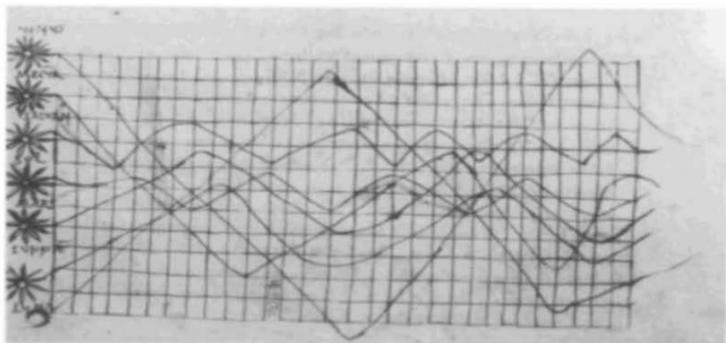
Al *artificium* de Bacon, antecedieron otras “redes” que no fueron aplicadas a la ubicación de localidades terrestres. En ellas hay, empero, clara evidencia de las nociones de “longitud” y “latitud”, lo cual –opina Woodward– podría haberse derivado de la *Enciclopedia* de Plinio (ca. 23-79).¹⁷¹ Entre estas “redes” destaca, por su antigüedad, una curiosa gráfica del siglo xi que muestra el tránsito del Sol y los planetas a través del Zodíaco, ésta puede verse en la ilustración 9.¹⁷² En este caso, y en el que mencionamos a continuación, se observa el propósito de conducir la imagen del mundo físico a la precisión de la geometría. En efecto, ya en el siglo xiv, Nicole Oresme (ca. 1320-1382) empleó líneas perpendiculares para registrar el tiempo, la velocidad y la distancia, asignándoles valores de variables dependientes e independientes.¹⁷³

¹⁷⁰ Las escalas gráficas, nos informa D. Woodward, “fueron insertadas sobre *mappaemundi* tardíos, como en el mapa del mundo genovés de 1457 [...] o en el mapa de Andreas Walsperger, de 1448”. D. Woodward, *ibid.*, p. 314.

¹⁷¹ Plinio es conocido como el primer enciclopedista, gracias a su obra más célebre, *La Historia Natural*, compuesta por treinta y siete volúmenes, en los que recopiló el saber de su tiempo en los temas de la astronomía, geología, geografía, zoología, botánica, agricultura y farmacología. A propósito de su método, se menciona que: “Su labor compiladora carecía de tratamiento crítico, de modo que el mito y la leyenda aparecen entrelazados con los datos procedentes de la observación directa”. Cf. *Diccionario básico de científicos*, pp. 471-472.

¹⁷² Tomada de D. Woodward, *ibid.*, p. 323.

¹⁷³ Anteriormente, hemos expuesto la opinión de C. Boyer, quien considera que hay más de geometría analítica en Oresme que en Descartes. Sin embargo, como el lector puede advertirlo, el “análisis” en Descartes no es una mera solución técnica, sino que implica una toma de posición ante el método a seguir en filosofía natural. Es éste el sentido del método analítico opuesto al método sintético. En este contexto, tal diferencia entre Oresme y Descartes es más clara, pues Oresme no podía tener una postura metodológica del tipo de la cartesiana. Al conectar la física con la cartografía mediante los términos “latitud” y “longitud”, sólo hace uso de términos que la cartografía de transición ya había hecho circular, sobre todo, entre los franciscanos. La postura de Oresme prelude el uso de métodos tomados de la geometría para establecer leyes (funciones) de los fenómenos naturales; la propuesta cartesiana va mucho más lejos, da un papel subordinado a la matemática en el proyecto general de la filosofía natural.



| *Ilustración 9. Gráfica del s. XI* |
 | Las nociones de latitud y longitud se aplicaron para representar |
 | el tránsito del Sol y los planetas a través del Zodíaco. |

Es interesante observar que, al emplear los términos “latitud” y “longitud”, Oresme conectó la física con la cartografía, como preludio de la concepción sistemática del espacio, la cual dirige hacia una estrategia común los diferentes ámbitos del saber en filosofía natural. Empero, Bacon, casi un siglo antes, no sólo conectó un recurso gráfico, ya existente, a las necesidades de la cartografía de su tiempo; su aportación, al ser reconocida como la fuente de los mapas de transición y como el paso necesario para alejarse del *mappamundi* y arribar al planisferio, nos permite ver, en la “red”, la concreción de un ideal de conocimiento del mundo, capaz de regular y de coordinar *todas* las posiciones de *todos* los objetos en una acción simultánea; el viraje radical, en la estrategia de inventariar el mundo, se había producido. De este modo, aunque hubo numerosos sistemas de proyección antes del aplicado por Bacon en su mapa:¹⁷⁴ “Los sistemas de proyección que revelan un conocimiento consciente y deliberado de una transformación de posiciones

¹⁷⁴ *Cualquier transformación de una superficie a otra, por ejemplo, de una esfera a un plano, implica el proceso denominado proyección, por lo que, incluso, en el propio mapa “zonal” ya hay proyección. D. Woodward, ibid., p. 322.*

mediante coordenadas [concluyen los estudiosos de la cartografía], no se encuentran en ningún momento de la Edad Media, sino hasta los tiempos de Roger Bacon”.¹⁷⁵

Dado que durante la Edad Media se consideraron los *mappaemundi* como obras pictóricas, —aparecen en manuscritos, vitrales, frescos, mosaicos, biombos, esculturas, etc.— los métodos, herramientas y materiales del cartógrafo fueron los usados por los artistas medievales. Así, cabe preguntarnos, ¿cuál fue el impacto de esta transformación de la cartografía medieval en el espacio de la representación plástica? A este asunto iremos enseguida.

La “red” en la representación del espacio pictórico. *Perspectiva naturalis* y *perspectiva artificialis* en la *Dióptrica* de René Descartes

[E]l redescubrimiento de la perspectiva geométrica lineal, a partir de la cartografía clásica [...] fue logro único de los artistas italianos del Renacimiento. Ningún artesano de otra civilización anterior aplicó esos conceptos a su propio arte tradicional sin la influencia del estilo occidental. Más importante aún, esas innovaciones artísticas revolucionarias fueron también contribuciones científicas en su derecho propio, teniendo profundos efectos psicológicos en el modo en que la gente, posteriormente, concebiría y estructuraría la “realidad” en la imaginación.

Samuel Y. Edgerton Jr., *The Heritage of Giotto's Geometry. Art & Science on the Eve of the Scientific Revolution*¹⁷⁶

¹⁷⁵ *Idem.*

¹⁷⁶ Samuel Y. Edgerton Jr., *The Heritage of Giotto's Geometry. Art and Science on the Eve of the Scientific Revolution*, p. 10.

La rejilla: de la cartografía a la pintura

En la primera mitad del siglo xv apareció la “red” en la representación pictórica como expresión “de la evolucionada concepción occidental del espacio [...] de acuerdo con la cual éste podía pensarse como un imaginario reticulado tridimensional dentro del cual cualquier volumen se podría colocar”.¹⁷⁷ Auténtico heredero de la rejilla cartográfica, el reticulado renacentista surgió en Florencia, dado que fue ésta la primera ciudad europea que conoció —redescubrió— los mapas de Ptolomeo.¹⁷⁸ Por ello, Filippo Brunelleschi (1377-1446) y Leone Battista Alberti (1405-1472), ambos florentinos, tuvieron amplias posibilidades de conocer la “red” a través del planisferio ptolemaico,¹⁷⁹ (ver la ilustra-

¹⁷⁷ *Ibid.*, p. 149. Es interesante advertir que esta concepción desembocaría en la concepción newtoniana del espacio expuesta en *De gravitatione et æquipondium fluidorum* (1666), donde se presenta el espacio como un recipiente en el cual pueden situarse volúmenes de todas las formas y tamaños (finitos).

¹⁷⁸ Samuel Y. Edgerton Jr. ha encontrado que la cartografía de Ptolomeo es un importante antecedente de la “retícula” renacentista. De acuerdo con Edgerton, Ptolomeo “fue el primer geómetra, óptico y artista en la historia, de quien tenemos una descripción escrita de perspectiva lineal. En su *Cosmografía* introdujo tres distintos métodos para elaborar mapas”. *Ibid.*, p. 152. Sin embargo, “ni los copistas árabes ni los bizantinos entendieron correctamente el tercer método de Ptolomeo, el cual empleaba la perspectiva, y no existe ninguna ilustración correcta de cualquier escrito o *mappamundi* impreso de este género”. *Ibid.*, p. 153. En efecto, según lo informa O. A. W. Dilke, la *Geografía* de Ptolomeo detalla cuatro métodos de sistemas de proyección de mapas, el primero de los cuales lo tomó de Marinus (fl. 100 a.C.) y consiste en una proyección de paralelos y meridianos rectos o de proyección rectangular. Los siguientes son los sistemas propuestos, propiamente, por Ptolomeo. Se conoce como primera proyección la que presenta meridianos y paralelos curvos; el segundo, meridianos y paralelos curvos convergentes y el tercero es una proyección del globo terrestre visto a distancia. Edgerton propone que el libro 7 de la *Geometría*, en sus secciones 6 y 7, pudo haber influido en el desarrollo de la teoría de la perspectiva en el Renacimiento. O. A. W. Dilke, “The Culmination of Greek Cartography in Ptolemy”, pp. 183 y ss.

¹⁷⁹ A pesar de las contrastantes evaluaciones de las que son objeto las aportaciones de Ptolomeo, Dilke enfatiza que, sin duda, “la contribución más trascendente de Ptolomeo al desarrollo de la base matemática para la elaboración de mapas [...] consiste en] los diferentes sistemas de proyección de mapas, así como su habilidad para preservar las características de una esfera”. En este sentido, M. Gosselin, en su *Géographie des Grecs Analyse* (obra clásica premiada por L'Académie Royale des Inscriptions et Belles-Lettres de 1790) en la que compara los sistemas geográficos de los griegos (Eratóstenes, Estrabón y Ptolomeo), subraya el interés de Ptolomeo en los métodos de proyección: “Transitando por la ruta de Hiparco, Ptolomeo quería que las cartas fueran construidas sobre bases seguras e invariables, susceptibles de ser conocidas y verificadas por cualquiera y en

ción 10)¹⁸⁰ aunque no se descarta que pudieron haberla conocido por otro conducto.¹⁸¹ De todas formas, Brunelleschi y Alberti adoptaron y modificaron el reticulado, por vez primera, para emplearlo sistemáticamente en el trabajo del pintor.

En el caso de Alberti, es posible que, de Ptolomeo, no sólo recogiera la retícula sino que encontrara en él su inspiración para determinar, por una parte, tanto el destinatario de su tarea científica, como el peculiar “recorte” disciplinario que organiza su objeto de estudio. En efecto, Ptolomeo se ocupó, más que de elaborar mapas, en la redacción de tratados o manuales para los artesanos de la cartografía; paralelamente, Alberti escribió *De pictura* (1435) como un tratado para adiestrar a los pintores en el uso de la rejilla. Por otra parte, Ptolomeo distinguió entre geografía y corografía, asignando a la primera la tarea de “representar gráficamente el todo del mundo conocido”,¹⁸² mientras que de la segunda afirmó: “el objetivo de la corografía es una consideración de las partes, como sería el caso de alguien que pinta la oreja o el ojo, en tanto que el propósito de la geografía es la consideración del todo, como quien pinta la cabeza completa”.¹⁸³

Análogamente, como lo detallaremos enseguida, mientras la óptica en general, *perspectiva naturalis*, se ocupa de la teoría de “lo que se mira”; *la perspectiva artificialis*, se erige, a partir del Renacimiento, como un sector específico de aquélla, es decir, como la teoría de la “representación de lo que se mira”, cimentado por los tratados de pintores que, como el de Alberti, instruyeron al artista en el uso sistemático de la “retícula”. Naturalmente, las rejillas cartográficas y del pintor, además de poseer aspectos en común, como los

cualquier momento. [...] El primer objeto que ocupó a Ptolomeo fue [en ese sentido] la proyección de las cartas”. Pascal Françoise Joseph Gosselin, *Géographie des Grecs Analysée; ou les Systèmes d'Eratosthenes, de Strabon et de Ptolémée Comparés entre eux et avec nos connoissances modernes*, p. 115.

¹⁸⁰ Ilustración tomada de Gosselin, *op. cit.*, ilustración no. V.

¹⁸¹ S. Edgerton, Jr., *op. cit.*, p. 154.

¹⁸² O. A. W. Dilke, *op. cit.*, p. 183.

¹⁸³ *Idem.*



Ilustración 10. Planisferio de Ptolomeo
 Ptolomeo buscó que sus cartas fueran seguras e invariables,
 conocidas y verificadas por todos.

que hemos mencionado, presentan rasgos propios. Para entender la especificidad de la retícula del pintor es indispensable reparar en el tratado *De pictura*, donde Alberti describe el reticulado como un aparato de gran utilidad, que puede describirse del modo siguiente:

no creo que nada pueda ser más conveniente que el *velo*, nombre que empleo entre mis amigos, para referirme a la intersección [de la pirámide visual] y cuyo uso fui el primero en descubrir. Es como esto: un velo casi ondulado de hilo fino, teñido del color que se quiera, dividido, tanto como se guste, por delgados hilos en diversas secciones paralelas cuadrículadas y sujetos por un marco. Coloco este aparato entre el ojo y el objeto que se va a representar, de modo tal que la pirámide visual pasa a través de las ondas del velo. Esta intersección del velo tiene muchas ventajas [...] Es sabido cuán imposible es pintar algo que no tiene continuamente el mismo aspecto [...] Es sabido, también, que si cambian la distancia y posición del rayo central, la cosa vista se altera. Así, el velo nos dará la no despreciable ventaja ya indicada, a saber, que el objeto visto guardará la misma apariencia. Una ventaja adicional es que la posición de los bordes y límites de las superficies se pueden establecer con precisión sobre la superficie a pintar, justamente como se ve la frente en un paralelo, la nariz en el siguiente, las mejillas en otro, la barbilla en uno de abajo y todo lo

demás en su propio lugar, de modo que pueden situarse todos los rasgos sobre la superficie o pared a la cual se le divide, de manera similar, en los paralelos apropiados. Finalmente, este velo proporciona la mayor de las ayudas al ejecutar la pintura, dado que puede verse cualquier objeto [aun los que son] redondos y en relieve, representados sobre la superficie plana del velo.¹⁸⁴

Edgerton hace notar que, a pesar de su afirmación, Alberti no fue el primero en emplear el *velo*; Masaccio (1401-1428) y un contemporáneo de Alberti, Paolo Uccello (1396/7-1475), antes de 1435, habían aplicado ya la rejilla en sus pinturas.¹⁸⁵ Sin embargo, Alberti fue, efectivamente, el primero en exponer, como parte central de un método, el uso del *velo* para brindar un servicio invaluable al pintor,¹⁸⁶ ya que –mediante éste– no sólo fijaría la imagen de un objeto mutable, también le permitiría hacer maniobras con la imagen a pintar, procesándola a escala, como si fuera una proyección cartográfica rectangular cuyos paralelos y meridianos ubican, de manera precisa, cada parte de los objetos tridimensionales a representar sobre una superficie plana. En la ilustración 11 podemos observar el uso del *velo*.

Lo que Alberti reveló es cuán poderosamente trabaja la rejilla en la percepción humana, pues:

¹⁸⁴ Traducción mía basada en la versión al inglés que aparece en S. Edgerton, *op. cit.*, p. 155 y cotejada en Leone Battista Alberti, *De Pictura, Libri tres Absolutissimi*, p. 16.

¹⁸⁵ S. Edgerton, *op. cit.*, p. 158.

¹⁸⁶ Alberti no sospechaba cuán interesante y rica llegaría a ser la imagen del *velo* como un elemento relacionado con la reflexión en torno a la percepción sensible ni, por cierto, el intenso debate desarrollado al respecto. En efecto, Jonathan Bennett califica la teoría de la percepción sensible de Locke, como una doctrina del velo-de-la-percepción. Locke, dice Bennett, “pone el mundo objetivo, el mundo de ‘las cosas reales’ fuera de nuestro alcance, del otro lado del velo de la percepción; por esto llamo a este aspecto de su pensamiento la ‘doctrina del velo-de-la-percepción’. La etiqueta más usual, ‘teoría representativa de la percepción’, es insatisfactoria porque no expresa lo que está errado en la teoría”. Cf. Jonathan Bennett, *Locke, Berkeley, Hume: temas centrales*, pp. 96 y ss. No sólo la expresión, sino el propio dispositivo de la *perspectiva artificialis* y la concepción de espacio que ésta entraña, se convirtieron en materia fértil para el análisis filosófico del tema de la percepción, como lo vemos en el desarrollo de este apartado.

Se podría usar el *velo* para visualizar, puramente, en abstracto y sin un modelo tangible, una habitación imaginaria, tridimensional, con lados perpendiculares proporcionales y dibujarlo, punto por punto, a escala, en perspectiva. El artista solamente necesita pensar que el cuarto imaginario está colocado frontalmente ante sus ojos, tal como la red y que su lado más cercano está fijado contra la superficie de su dibujo.¹⁸⁷

Si el artista piensa de este modo, está listo para concebir su trabajo menos como la mera acción de plasmar trazos y colores sobre una superficie y más como la de “ver a través” de esta última, marcando sobre la red, “en las coordenadas adecuadas, los puntos exactos donde se encuentran las esquinas de los muros, techos y pisos”.¹⁸⁸ Alberti llamó “método del *pavimento*” aquel que instruye al artista para lograr lo anterior, mediante el uso del piso ficticio, concebido como un reticulado en el cual los cuadros aparecen a la vista, en tamaño decreciente, de acuerdo con la profundidad representada, de tal modo que ellos proveen el parámetro que regula las relaciones de tamaño entre los objetos que se encuentran en la habitación, como se puede ver en la ilustración 12.¹⁸⁹ De esta forma, el piso ficticio se convierte en el elemento ordenador de un espacio estructurado, en el que todo objeto puede representarse, siempre que se incorpore en el interior de la retícula.

Tal vez, ninguna otra innovación en la historia de la comunicación aportó mayor utilidad a la percepción humana como lo hizo este notable constructo, el cual permite percibir no sólo las relaciones de tamaño a escala de los diver-

¹⁸⁷ S. Edgerton Jr., *op. cit.*, p. 155.

¹⁸⁸ *Id.*

¹⁸⁹ Incluso los objetos circulares pueden proyectarse gracias a este método, tal cual lo describe Alberti: “procedo del modo siguiente: trazo un rectángulo sobre el límite del dibujo y divido sus lados en partes como aquellas de la línea que está en la base del [*pavimento*]. Entonces trazo líneas desde cada punto de esas divisiones al opuesto y lleno el área con pequeños rectángulos. Sobre esto inscribo un círculo del tamaño que deseo, de modo que el círculo y las paralelas se intersecten. Registro con precisión todos los puntos de la intersección y marco esas posiciones en sus respectivos paralelos del *pavimento* de la pintura”.

Traducción mía basada en la versión al inglés que aparece en *ibid.*, pp. 156-157 y cotejada con L. B. Alberti, *op. cit.*, pp. 17-18.

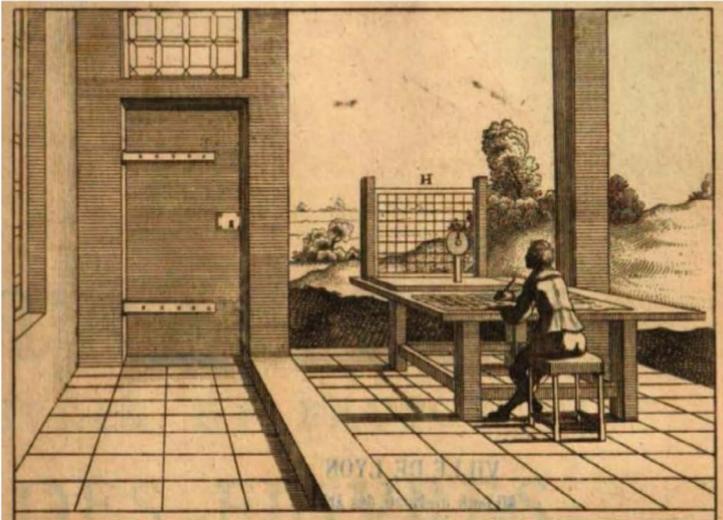


Ilustración 11. Uso del velo
 El artista fija un punto de vista y delimita el espacio a representar.
 El uso de este método sugiere, para la epistemología, que se cuenta
 con una perspectiva y con un marco desde los cuales delimitar
 el conocimiento del mundo.

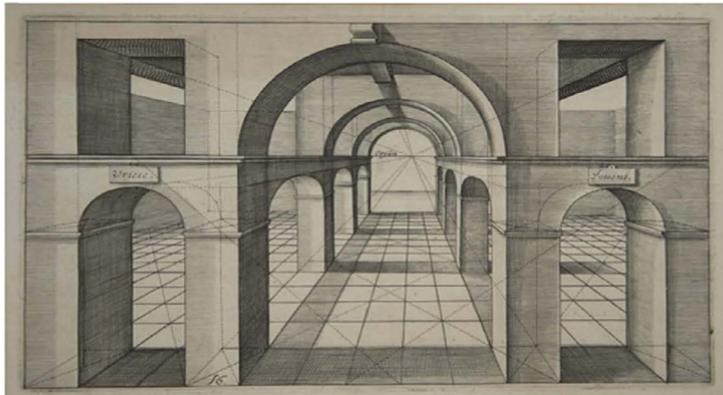


Ilustración 12. Uso del pavimento
 Uso del pavimento. Por el tratadista Hans Vredeman de Vrie,
 en su *Perspectiva* (1604-1605).

esos objetos según sus diferentes distancias, sino la cantidad exacta de escorzo de todas las superficies de cada objeto. Además de suscitar la admiración y sorpresa de artistas y público del *quattrocentto*, esta novedad debió ser la fuente de numerosas reflexiones, las cuales, sin duda, giraron en torno a los enigmas y avatares del tema de la representación como fenómeno, no sólo del terreno artístico, sino también del conocimiento humano.

Podemos iniciar la revisión de este género de reflexiones preguntándonos por el impacto que tuvo la *perspectiva artificialis* al transformar los tratados de óptica, a partir de su aparición. Esta estrategia será útil para colocarnos en el núcleo de esta sección de nuestro estudio, es decir, la articulación del tema de la retícula con la óptica cartesiana.

Perspectiva naturalis y perspectiva artificialis en los tratados de óptica

Como es sabido, el estudio geométrico del proceso de la visión en la Antigüedad, recibió el nombre de óptica, mismo que, durante el Medievo se conoció como *prospectiva* o *perspectiva* que significa “relativo a lo que se mira”.¹⁹⁰ De acuerdo con Panofsky, “ni la ‘Óptica’ clásica, ni la ‘Prospectiva’ medieval se ocuparon de los problemas de la representación artística [...] [en tanto no se aplicó] la teoría euclidiana de la visión a los problemas de la representación gráfica”;¹⁹¹ ello sucedería –según lo hemos expuesto, como herencia de la cartografía ptolemaica– durante el Renacimiento, cuando la *perspectiva naturalis*¹⁹² vio nacer, subsidiaria de sus

¹⁹⁰ El término *perspectiva*, proveniente del latín tardío *perspectivus* “relativo a lo que se mira”, se deriva de *perspicere* “mirar atentamente o a través de algo”. *Prospecto* proviene del latín *prospectus*, “acción de considerar algo”, derivado de *prospicere* “mirar hacia adelante, examinar, considerar”. *Diccionario crítico etimológico castellano e hispánico* [Espectáculo] .

¹⁹¹ Erwin Panofsky, *Vida y arte de Alberto Durero*, pp. 259-260.

¹⁹² La óptica o *perspectiva naturalis*, desde sus primeros albores con Euclides (siglo III a.C.), fue muy exitosa. A diferencia de otras ramas científicas, la correspondiente a los estudios ópticos cosechó grandes frutos dada la continuidad de los esfuerzos de quienes la cultivaron beneficiándose del rigor y precisión de la

logros, la *perspectiva artificialis* o *perspectiva pingendi* (del pintor). De esta forma, el tema de la *perspectiva naturalis* se trasladó al campo de la representación de la realidad visual, por lo que el bagaje de aquélla —lo relativo a ‘lo que se mira’, a ‘lo que se presenta a la visión’—, se aplicó al tratamiento de ‘lo que se representa’ en el espacio plástico. Así, en tanto que a la *perspectiva artificialis* atañe ‘la representación’ de ‘lo que se mira’, emerge otro sentido del vocablo ‘*perspectiva*’, es decir, el de ‘ver a través o por medio de algo’¹⁹³ y, por ello, se agregó al ámbito general de la óptica un nuevo horizonte problemático, el derivado —según lo hemos señalado— del tema de la representación en el arte y en el conocimiento. Esto se observa en el impacto causado por la aparición de los temas de la *perspectiva artificialis* en la concepción de la óptica en general.

geometría como disciplina. Por ello, independientemente de las teorías de la visión que acompañaron dichos avances, Herón de Alejandría (siglo I a. C.), Ptolomeo (siglo II), Alhazen (siglo X), Grosseteste (siglo XII), R. Bacon, Vitelo, y Peckham (siglo XIII) trazaron la ruta consolidaria, durante los siglos XVI y XVII, Maurolico y Kepler, a quienes se les reconoce como impulsores de la óptica moderna. La validez de la *Óptica* de Euclides no dependió de las teorías en torno a la naturaleza y origen del fenómeno visual, —entre dichas teorías se encuentran las emisionistas: de los *eidola* o simulacros, sostenida por el atomista Demócrito (ca. 460-370 a. C.) y la de los efluvios, defendida por Empédocles de Agrigento (ca. 483-430 a. C.), así como la más antigua, teoría pitagórica de los rayos visuales, también defendida por Euclides— sino, más bien, de las propiedades geométricas a ella asociadas. Cf. S. Alejandra Velázquez, *De la filosofía de la naturaleza a la física. El papel de la luz en la física cartesiana*, pp. 133-155.

¹⁹³ Este aspecto es uno de los que señalan la ruptura con los artistas pre-perspectivistas. En efecto, aunque algunos de éstos representaban objetos tridimensionales, en tal representación prevaleció la idea de pintar sobre una superficie, esto es, sobre un plano bidimensional. La *perspectiva pingendi* o *artificialis* asume la idea de que el pintor representa lo visto “como si” estuviera detrás de una ventana, o de un vidrio. En el transcurso del siglo XIV —señala Panofsky— “las formas que aparecían sobre la superficie empiezan a verse como algo existente por detrás de la superficie, hasta llegar al punto que Leone Batista Alberti pudiera equiparar el cuadro con una ‘ventana transparente por la cual nos asomamos a una sección del mundo visible’”. Cf. S. A. Velázquez, *ibid.*, p. 257. En Durero encontramos la descripción de la técnica o “Manera de dibujar lo que se ve por un vidrio”: “Pon un vidrio transparente y plano con un marco a modo de ventana compacta, haz en seguida una mesa de la anchura que tiene el marco [...] Lo que ves, pues, así, trázalo con un pincel en el vidrio, hecho esto, transfíerelo del vidrio a la materia sobre la que has determinado pintar”. Alberto Durero, *Instituciones de Geometría*, pp. 224 y 227. La técnica del vidrio fue una de las muchas que los perspectivistas italianos crearon para facilitarle al pintor su tarea.

En efecto, los tratados de óptica, desde la época de Alhazen (Abí' Alí Al-hasan Ibn Al-Haytam, 965-1039) hasta el inicio del Renacimiento, presentaban un mismo esquema, formado por tres partes, que contenían: 1º. definiciones susceptibles de análisis geométrico, 2º. el examen de la fisiología y anatomía ocular y 3º. los componentes de la visión directa, así como a través de lentes, para lo cual se exponían los aspectos geométricos concernientes a la reflexión y la refracción.¹⁹⁴ La aparición de la *perspectiva artificialis* transformó ese cartabón; de este modo, Giovanni Paolo Lomazzo (1538-1600) en su *Trattato dell'arte della pittura, scultura, ed architettura* (1584) –traducido a diversos idiomas y empleado como libro de texto del artista todavía en el siglo XIX–,¹⁹⁵ dividió la perspectiva en tres “especies”: la óptica, es decir, la *perspectiva naturalis* de la Edad Media, la *sciagrafía* (*sciagraphia*) que corresponde a la *perspectiva artificialis* y el estudio de las reflexiones (*specularia*). Da Costa ratifica lo anterior, en su erudito estudio sobre la relación entre ciencia y arte durante el Renacimiento, al informarnos que, de acuerdo con Lomazzo: “la segunda especie [de la *perspectiva*], la *sciagrafía*, [...] considera las sombras, causas, principios, y elementos, [...] y revela las causas de la variedad de las imágenes de las cosas que son vistas, por medio de las distancias lejanas y cercanas de sus posiciones [...] Todas esas razones dependen del método lineal o *grammica*, esto es, de la *perspectiva artificialis*”.¹⁹⁶

Posteriormente, en el siglo XVII, ya era común estudiar la *perspectiva artificialis* al lado de la *perspectiva naturalis*. Marin Mersenne, en su obra *La vérité des sciences* (1625) –seguramente conocida por Descartes–, se refiere a las partes que constituyen la óptica, de la siguiente manera:

la Óptica o la Perspectiva, depende de la Geometría, pues ella habla de los rayos del ojo, de la luz y de los colores en cuanto imitan la línea recta o en cuanto forman los ángu-

¹⁹⁴ Silvia Parigi, *Il mondo visibile. George Berkeley e la 'perspectiva'*, pp. 17 y ss.

¹⁹⁵ *The Oxford Companion to Art, op. cit.*, pp. 667-668.

¹⁹⁶ Thomas Da Costa Kaufmann, *The Mastery of Nature. Aspects of Art, Science and Humanism in the Renaissance*, p. 52.

los y las superficies de las pirámides de los conos y de otras figuras. Ahora bien, hay tres tipos de rayos; a saber, los rectos, los reflejos y los rotos, como también hay tres partes en la óptica, la primera considera todo lo relativo al rayo recto, tal como lo es aquel gracias al que vemos la luz y los colores [...] La segunda parte contempla los rayos reflejos por todas clases de espejos y se llama *Catóptrica*, es decir, la ciencia de los espejos. La tercera enseña cómo vemos los rayos rotos, como cuando miramos un bastón que se parte en el agua [...] se denomina *Dióptrica* o *Mesóptrica*, porque considera la manera por la cual los rayos pasan por diversos medios, como cuando atraviesan el aire, el agua y el vidrio en el mismo instante, se podría denominar también *Anaclástica* o *Diaclástica*. El arte de la pintura [*Perspectiva artificialis*] depende de estas tres partes.¹⁹⁷

Como se observa, Mersenne organiza los contenidos de la óptica, es decir, los rayos luminosos y los visuales, según lo determina su estudio geométrico, por lo que la *perspectiva artificialis*, “la representación de lo que se mira”, ha de abordarse mediante los mismos recursos que proporciona la *perspectiva naturalis*, “lo que se mira”. Así, en la demarcación de los temas de la óptica del padre mínimo, en la que sólo hay lugar para el análisis geométrico, el tema de la representación, como rasgo peculiar de la *perspectiva artificialis*, no se explora a través de recursos específicos y, en esto, no se aleja de los planteamientos tradicionales al respecto.

En contraste, hallamos en la *Dióptrica* de René Descartes (1637) un interesante giro en los estudios ópticos. En los diez discursos que conforman la obra, además de abordar los temas habituales de los tratados de este género,¹⁹⁸ Descartes incluye, en forma articulada, los temas de la representación en la pintura y en el conocimiento. De este modo,

¹⁹⁷ M. Mersenne, *op. cit.*, Libro segundo, 1er. Capítulo, pp. 226-230.

¹⁹⁸ Conforme al esquema tradicional de los tratados de óptica, la *Dióptrica* incluye las siguientes partes: aspectos generales del fenómeno a explorar (Discurso 1º. Sobre la luz), el estudio propiamente geométrico de los rayos luminosos (Discurso 2º. Sobre la refracción), la fisiología ocular (Discursos 3º. y 5º., Sobre el ojo y Sobre las imágenes que se forman en el fondo del ojo), los problemas de la visión, las medidas correctivas y la elaboración de lentes (Discursos 6º. a 10o.). A diferencia de dicho esquema, la *Dióptrica* incluye el tratamiento epistemológico de la percepción sensible, en el Discurso 6º.

los problemas derivados de la representación, a los que la *perspectiva artificialis* dio apertura y que los tratados convencionales de óptica habían dejado fuera, vienen a ser objeto de la reflexión filosófica, misma que recogerá el fecundo problema del “ver a través” o “por medio de algo” en el tema de la percepción sensible como fuente del conocimiento. En este tratamiento, la *perspectiva* u óptica, no sólo reúne los ámbitos disciplinarios que la conforman, también los integra en el análisis de un mismo tema: el de la representación como un fenómeno del conocimiento.

Es indispensable observar que este tratamiento se lleva a cabo en el seno de un proyecto del conocimiento humano concebido como sabiduría universal (unidad de la ciencia) y, más específicamente, en una obra destinada a la exposición de los productos metódicos de dicho proyecto, cuya expectativa, según lo hemos señalado, es la de acceder al conocimiento de una cosa mediante otras.¹⁹⁹ Así, en la *Dióptrica* Descartes concreta una contribución a su ideal de producir una ciencia unificada, en este caso, al abordar en forma integrada la *perspectiva artificialis* y la *perspectiva naturalis*, vinculándolas mediante el examen de un tema –la percepción– que las liga de manera renovada.

Aunque la aportación del Segundo Discurso de la *Dióptrica* –la ley de la refracción de la luz, de donde toma esta obra su nombre– ocupa un lugar destacado en la historia de la óptica, no debería desplazar esta otra importante contribución al campo de la historia de las concepciones de la percepción y del espacio. De hecho, el expediente de la integración de las “perspectivas” como resultado del ideal cartesiano del método y su impacto en las concepciones cartesianas del espacio y de la percepción sensible, no ha recibido la atención de los analistas de estos tópicos, dado que, me parece, no se ha explorado este terreno desde la relación entre la óptica y la perspectiva *pingendi*, y su confluencia en el tema de la percepción. Esto es lo que a continuación intentaremos.

¹⁹⁹ Ver *supra*. “Del pensamiento sustancial al pensamiento funcional. La matemática en el método y en el mecanicismo cartesianos”.

La Perspectiva artificialis en la Dióptrica

En el Discurso primero de la *Dióptrica*, Descartes aclara el propósito de su tratado: puesto que el “más universal y noble” de nuestros sentidos es el de la vista, por cuanto nos proporciona mayor cantidad de información, es inevitable el estudio teórico de su funcionamiento. Así, podremos mejorar y ampliar las posibilidades de nuestro órgano visual, construyendo lentes cada vez más perfectas para potenciar su alcance y corregir sus defectos. Todo ello, por supuesto, se encamina a obtener el máximo rendimiento de la vista para ser aplicado al conocimiento del mundo.²⁰⁰ La meta explícita de la *Dióptrica* es, pues, de carácter instrumental: hay que conocer los pormenores del fenómeno luminoso y de la fisiología de la visión para poder construir los recursos que la corrija y potencie, lo cual deberá redundar en un conocimiento más preciso de la naturaleza.

En vista de lo anterior, –y en esto, como lo hemos anotado, la *Dióptrica* se distingue de los tratados de óptica de su tiempo– los Discursos cuarto, quinto y sexto añaden, al estudio propiamente físico-geométrico de los planteamientos que le preceden, el examen de la percepción sensible y su utilidad para obtener información acerca del mundo.²⁰¹ Por ello, todos los sentidos son sometidos a escrutinio. El resultado que obtiene Descartes, al final del Discurso sexto, es acorde con la postura que, al respecto, manifiesta en otros lugares: los juicios –acerca de la distancia, tamaño, figura,

²⁰⁰ Es necesario sistematizar los conocimientos ópticos para obtener de ellos un mayor beneficio: “[Las lentes] parecen habernos abierto el camino para llegar a un conocimiento de la Naturaleza mucho más vasto y perfecto que el que ellos [nuestros antepasados] tuvieron. Pero, para vergüenza de estas nuestras ciencias, esta invención tan útil y admirable no ha sido lograda sino como un fruto de la experiencia y la fortuna”. AT VI, *Dióp.*, 81-2. *Discurso del método, Dióptrica, Meteoros y Geometría*, p. 59. El propósito de la *Dióptrica* es el de evitar que los frutos de la óptica se deban al azar, sistematizando el cuerpo de conocimientos al respecto.

²⁰¹ Más aún, de acuerdo con Margaret Wilson, es en la *Dióptrica*, principalmente, donde Descartes desarrolla una teoría científica de la percepción, en el sentido filosófico ordinario, en comparación con el tratamiento de este tema en las *Meditaciones*, sitio que “difícilmente parece presentar, del todo, una teoría de la percepción”. “Descartes on Sense and ‘Resemblance’”, p. 13.

situación, etc.— de los objetos que nos rodean son susceptibles de error, dado que hay un conjunto de factores de diversa índole de los que depende la veracidad de aquéllos.²⁰² La aportación peculiar y más significativa de la *Dióptrica* —en los Discursos cuarto a sexto— consiste en (1) la crítica al modo tradicional de explicar cómo se producen la visión y las ideas a partir de su semejanza con los objetos y, desde luego, la propuesta que Descartes presenta al respecto, es decir, su explicación causal de la percepción sensible asentada en el mecanicismo, así como en (2) la exploración fisiológica-psicológica de los juicios, antes mencionados, de distancia, tamaño, etc. A continuación veremos tanto en (1) como en (2) la presencia de la *perspectiva artificialis*.

La *perspectiva artificialis* en el espacio sistemático cartesiano

De acuerdo con Margaret Wilson, el análisis propiamente científico de la percepción no se presenta en las *Meditaciones* sino en la *Dióptrica*, dado el enfoque fisiológico y epistemológico que la caracteriza; es muy interesante advertir que, en dicho análisis, la pieza clave es el tema de la representación según planteamientos que parecen desprenderse, direc-

²⁰² El tema del error en las percepciones sensibles se desarrolla también en el *Traité de l'Homme*, AT XI, 161 y ss. En la *Dióptrica*, Descartes expone tres fuentes de error en lo que toca a los aspectos fisiológicos de la visión (pero aplicables al resto de los sentidos): “deseo hacerles considerar las razones por las que [la visión] nos induce a error en algunas ocasiones. En primer lugar porque es el alma la que ve y no el ojo; pero el alma no ve sino por medio del cerebro; así se explica que los frenéticos y los que duermen vean con frecuencia o estimen que ven diversos objetos que, sin embargo, no están ante sus ojos. [...] También nos induce a error a causa de que las impresiones que proceden del exterior pasan hacia el sentido común por medio de los nervios; por tanto, si su situación es alterada por alguna causa extraordinaria pueden motivar la visión de los objetos en lugares distintos de los que ocupan. [...] En tercer lugar, puesto que estamos acostumbrados a juzgar que las impresiones que mueven nuestra vista, proceden de aquellos lugares hacia los que debemos mirar para sentirlos, cuando sucede que provienen de otros lugares, podemos fácilmente equivocarnos. Así les pasa a los que padecen ictericia o a quienes miran a través de un vidrio amarillo”. AT VI, *Dióp.*, 141-142. *Discurso del método, Dióptrica, Meteoros y Geometría, op. cit.*, pp. 105-106.

tamente, de la reflexión en torno a los problemas derivados de la *perspectiva artificialis*.

Esto puede observarse en la crítica a la teoría de las *especies intencionales*²⁰³ desarrollada a partir del Discurso 4°. Ahí, Descartes señala que los filósofos, generalmente, han supuesto que el alma, para sentir, tiene “necesidad de contemplar algunas imágenes que son enviadas por los objetos hasta el cerebro”;²⁰⁴ sin embargo, dado que, en esta explicación, sólo consideran “que [dichas imágenes] deben tener semejanza [*resemblance*] con los objetos representados por ellas, les será imposible mostrarnos cómo pueden ser formadas por estos objetos, recibidas por los órganos de los sentidos exteriores y transmitidas por los nervios hasta el cerebro”.²⁰⁵ De acuerdo con Descartes, en efecto, la incapacidad de la teoría de los simulacros para hacer inteligible el proceso de la visión es evidente; pues ¿qué tipo de transmisión podría ser la que se le atribuye a los *eidola* (“imágenes-copia” que se desprenden, misteriosamente, de los objetos), la cual prescinde de los principios de la explicación inteligible racionalmente, es decir, la que se deriva del mecanicismo? Para introducir su propuesta, Descartes se apoya en un ejemplo tomado de la representación pictórica. Nos explica que, para conocer más detalladamente la manera en que el alma recibe las impresiones de los objetos exteriores,²⁰⁶ es menester alejarse de aquella concepción errónea, a la que han llegado quienes: “viendo que nuestra mente puede ser fácilmente excitada por un cuadro para formarse la idea de lo que está dibujado

²⁰³ La teoría de las especies intencionales (*species intentionelles*. AT VI, *Dióp.*, 85) remite a la idea de que de los objetos se desprenden emisiones (*eidola*, simulacros o imágenes) que llegan hasta nuestros ojos y fue desarrollada por Demócrito de Abdera (ca. 460-370 a.C.). Alejandro de Afrodisia nos informa que, para Demócrito: “la visión consiste en la recepción de la imagen de los objetos visibles [...] Cree, como Leucipo antes que él y Epicuro después, que ciertos simulacros se desprenden constantemente de los objetos visibles y, teniendo la misma forma que ellos, penetran en los ojos y provocan la visión. Cita como prueba el hecho de que se observa siempre en la pupila de quienes ven, la imagen o copia de los objetos vistos”. *Científicos Griegos*, vol. 1, p. 160.

²⁰⁴ AT VI, *Dióp.*, 112. *Discurso del método, Dióptrica, Meteoros y Geometría*, op. cit., p. 83.

²⁰⁵ AT VI, *Dióp.*, 112. *Id.*

²⁰⁶ AT VI, *Dióp.*, 110. *Ibid.*, p. 81.

en el mismo, les ha parecido que debía suceder de igual forma para concebir las ideas de aquellos objetos que excitan nuestros sentidos en virtud de una especie de pequeños cuadros [*tableaux*] que se formasen en nuestra cabeza.²⁰⁷

Los defensores de los simulacros creen que las ideas son cuadros pequeños o copias de los objetos en nuestra mente pero, así como los cuadros que vemos no presentan una semejanza absoluta con los objetos que representan, nuestras ideas tampoco mantienen una semejanza total con los objetos que las producen, pues “no hay imágenes que presenten semejanza total, con relación a los objetos que representan, pues [subraya Descartes] en tal caso *no habría distinción entre el objeto y su imagen*”,²⁰⁸ es decir, no habría un acto de re-presentación sino una mera presentación; por ende, los defensores de los simulacros no entienden el fenómeno de la percepción visual como un cabal fenómeno de re-presentación.

En este contexto de la *Dióptrica*, Descartes argumenta a favor de la semejanza parcial objeto-imagen para oponerse a la teoría de que la imagen retinal era el simulacro del objeto que llegaba, de misteriosa manera, hasta la superficie del ojo. El objeto y su imagen, añade Descartes, “se asemejan en pocas cosas; frecuentemente, la perfección de las imágenes depende de que no lleguen a parecerse [a los objetos] tanto como podrían”.²⁰⁹

Un conocido ejemplo tomado, nuevamente, de la representación pictórica en perspectiva le permite a Descartes afinar y llevar a su culminación el análisis. Hemos de pensar la relación objeto-imagen, afirma Descartes, en forma análoga a la experiencia que tenemos de observar un grabado (ver la ilustración 13):²¹⁰

vemos que los grabados, no habiendo sido realizados sino con una pequeña cantidad de tinta esparcida en diversos puntos

²⁰⁷ AT VI, *Dióp.*, 112. *Ibid.*, p. 83.

²⁰⁸ AT VI, *Dióp.*, 113. *Id.* (Subrayado mío).

²⁰⁹ AT VI, *Dióp.*, 113. *Idem.*

²¹⁰ Los trabajos de Hans Vredeman de Vries bien pueden ilustrar las ideas cartesianas relativas a los grabados, como se expondrá más adelante. Ilustración 13: tomada el 26 de diciembre de 2021, de <<https://www.pinterest.com.mx/pin/755197431243355412/?d=t&mt=login>>.

sobre un papel, nos representan selvas, villas, hombres e incluso tempestades, aunque de una infinidad de detalles que nos hacen concebir, no exista alguno, con excepción de la figura, en el que propiamente guarden parecido; aun en esto la semejanza es muy imperfecta puesto que sobre una superficie totalmente plana nos representan los cuerpos más adelantados o hundidos, a la vez que siguiendo las reglas de la perspectiva, representan los círculos mediante elipses y no por otros círculos; los cuadrados mediante rombos y no por otros cuadrados y así con otras figuras.²¹¹

En su analogía con la representación plástica, Descartes concluye que la imagen, en nuestra representación de los objetos: (a) no tiene porqué guardar semejanza perfecta con éstos, (b) a excepción de la figura y, aunque el parecido de ésta con el objeto es imperfecto, la eficacia de nuestras representaciones se deriva de que (c) éstas se encuentran sometidas a una regulación que nos permite corregir la impresión y transformarla en un dato perceptual correcto (mediante la “Geometría natural”, que abordaremos enseguida). Debemos observar que los aspectos (a), (b) y (c) fueron el meollo de la reflexión de los teóricos de la perspectiva.

En efecto, según lo hemos señalado, Alberti asumió que para pintar objetos era necesario “fijar” las imágenes mutables mediante una maniobra que implicaba someterlas al régimen del *pavimento* o espacio previamente estructurado, capaz de garantizar la semejanza con las figuras representadas. El *velo* aportaría el marco a través del cual, “lo que se mira” sería sistemáticamente transformado en una imagen procesada. Como es sabido, la expresión teórica de ese constructo encontró su culminación, casi dos siglos después de la publicación del tratado de Alberti, en la geometría proyectiva de Girard Desargues de 1639 donde éste asume, en términos de equivalencia estructural, la identidad de dos figuras cuando una se transforma en la otra de acuerdo con las reglas de la proyección en perspectiva.²¹²

²¹¹ AT VI, *Diópt.*, 113. *Ibid.*, pp. 83-84.

²¹² Ver *supra*, nota 128.

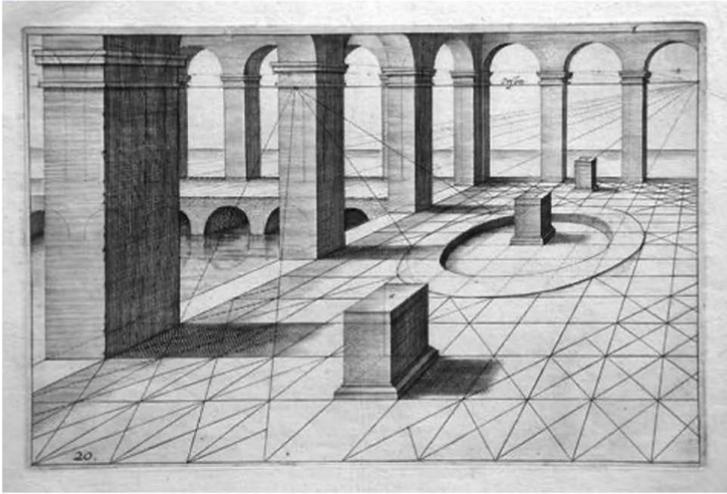


Ilustración 13. Hans Vredeman de Vries (Perspectiva)
 En ilustraciones como ésta, de Hans Vredeman de Vries (Perspectiva) parece pensar Descartes cuando afirma que la imagen, en nuestra representación de los objetos no tiene porqué guardar semejanza perfecta con éstos, i.e. para representar un círculo utilizamos una elipse.

En su análisis de la percepción visual Descartes encuentra, paralelamente, la existencia de una geometría que permite “fijar” la imagen mutable de los objetos, lo cual es indispensable para asignarles, pese su condición de objetos móviles, un tamaño y figura definida de acuerdo con la distancia en que se encuentra el observador. Ése es el papel que desempeña la “Geometría natural” o disposición del alma que, instituida por la naturaleza, nos proporciona el espacio estructurado a cuyo régimen ordenador se someten todos los objetos abarcados por nuestro horizonte visual. De este modo, un objeto se transforma en una imagen manteniendo una semejanza parcial, como resultado de un proceso natural de nuestra percepción que garantiza, fisiológicamente, una “equivalencia estructural” entre ellos. En sentido estricto, la “Geometría natural” es una disposición que posee el alma para localizar un punto en el espacio psicofísico tomando como base la relación que hay entre

dicho punto y nuestros ojos.²¹³ La habilidad, instituida por la Naturaleza, que proporciona esta disposición es similar a la de los agrimensores, “cuando por medio de dos diferentes posiciones miden los lugares inaccesibles”.²¹⁴ He empleado aquí la expresión “Geometría natural” en un sentido lato, subrayando, sobre todo, uno de sus rasgos: el de ser una habilidad, instituida por la Naturaleza, que opera como un aparato (psico-fisiológico) mediante el cual, a partir de determinados datos proporcionados (*input*) –que llegan a los órganos de los sentidos, luego, por medio de los nervios, al cerebro y después a la glándula pineal, bajo la forma de patrones– se obtienen otros datos en secuela de los primeros (*output*). De este modo se explica que en la mera percepción de puntos en un papel, encontremos un óvalo, que en el óvalo veamos el círculo por él representado, etc. Merced a la operación de esta “Geometría natural” se produce, en efecto, la transformación de un dato métrico, o susceptible de serlo, en otro o, dicho de otra forma, un dato métrico se corrige y ajusta para obtener otro. Tal transformación o corrección es, desde luego, regulada.²¹⁵

Una analogía que, al respecto, me ha sugerido Leiser Madanes²¹⁶ –y que presento aquí de manera ligeramente modificada– permite resumir el paralelismo antes expuesto. Si denominamos a la pintura (X), a las imágenes de la percepción visual (Y) y a los objetos (Z), tenemos que (X) es

²¹³ Ver AT VI, *Dióp.*, 137. *Discurso del método, Dióptrica, Meteoros y Geometría, op. cit.*, p. 102.

²¹⁴ AT VI, *Dióp.*, 138. *Ibid.*, p. 104.

²¹⁵ Al respecto, Anne Wilbur Mackenzie ha desarrollado una interesante interpretación en torno a la manera en que opera el cerebro humano como un aparato de decodificación natural, denominado *indicador natural* multifacético, diferente en complejidad, pero no en la estructura, de un indicador natural como lo es un termómetro. Mackenzie enfatiza el carácter natural y no convencional del sistema de decodificación (*i.e.* reglas de la perspectiva) inherente al funcionamiento del cerebro humano. Anne Wilbur MacKenzie, “Descartes on Sensory Representation. A Study of the *Dioptrics*”, p. 21. En este lugar no me propongo avanzar hacia esta discusión, pues el horizonte de mi interés está delimitado por el tema del espacio cartesiano y su carácter geométrico. Me interesa, por ahora, explorar la parte regulada por determinaciones geométricas, por lo que me interesa mostrar, en el interior de este horizonte, el impacto causado por la *perspectiva artificialis* en la teoría cartesiana de la percepción.

²¹⁶ Agradezco a Leiser Madanes esta aportación. (Comunicación electrónica).

a (Y) como (Y) es a (Z). En efecto, la relación (X)-(Y) es decir, la que hay entre la pintura y lo que ve el pintor cuando levanta la vista del lienzo, fue estudiada por los teóricos de la perspectiva (Alberti, Brunelleschi, Leonardo y Durero, entre otros). La relación imagen-objeto, esto es, (Y)-(Z) fue estudiada por Descartes. Tanto en (X)-(Y) como en (Y)-(Z) el tratamiento del tema de la representación acude a una geometría apta para resolver el vínculo representado-representante, en los términos de una semejanza parcial, regulada por las condiciones del espacio estructurado o “red”.

Esta lectura del análisis cartesiano se aloja en el contexto de la concepción metódica expuesta en las *Reglas*, a la que nos hemos referido en el inicio de este capítulo, según la cual todo conocimiento racional articula sus componentes serialmente, lo cual requiere de un espacio estructurado, por lo que dicha concepción, “en lugar de habérselas con objetos aprehendidos uno a uno, por la reflexión, [propone] un procedimiento en función del cual la totalidad de los objetos se puede construir y engendrar”.²¹⁷ Como se ha anotado, la culminación de este ideal metódico desembocó en la geometría de coordenadas que significó el tránsito de la “geometría de la medida” a la “geometría de la posición”, cuya innovación fundamental, de acuerdo con Cassirer, consistió en que el objeto de investigación viene a ser “el haz de relaciones sobre las cuales se funda el sistema [...] [que aloja] cada figura singular y da, verdaderamente, acceso al objeto geométrico”.²¹⁸ En el núcleo de esta concepción encontramos, pues, la presencia del haz, o retícula ordenadora que regula, en este caso, todo proceso de transformación geométrica. Este espacio sistemático es la clave del ideal metódico que, en palabras de Descartes, si bien quedó demostrado en su *Geometría*, fue mediante la *Dióptrica* que mostró, palmaria-mente, su superioridad.²¹⁹

²¹⁷ MacKenzie, Anne Wilbur: “Descartes on Sensory Representation. A Study of the *Dioptrics*”, p. 90. Subrayado mío.

²¹⁸ E. Cassirer, *Substance et fonction. Éléments pour une théorie du concept*, op. cit., p. 101.

²¹⁹ “en la *Dióptrica* y los *Meteoros*, mediante la fuerza de mis razones, he intentado mostrar que mi método es mejor que el ordinario, ello ha quedado demos-

Podemos imaginar a Descartes, como lo sugiere Quintás Alonso,²²⁰ absorto, observando bellos grabados de libros, mientras proyectaba el Discurso cuarto de su *Dióptrica*; aprovechando la estimulante presentación de los textos ilustrados que llegaron a sus manos. Descartes tuvo información de los avances de la *perspectiva artificialis* de su tiempo tanto a través de los trabajos de Hans Vredeman de Vries (1527-ca.1604), como de los de Jean François Nicéron (1613-1646). A este respecto, Betsy Newel Decyk en su artículo “La imaginación en Descartes y la perspectiva en el arte”, nos informa que: “Podemos ilustrar las ideas cartesianas relativas a los grabados, con los trabajos de Hans Vredeman de Vries, pues su libro *Perspectiva*, publicado entre 1604 y 1605, fue conocido muy posiblemente por Descartes, dado que el libro estaba dedicado a Maurice de Nassau, a cuyo servicio, como es sabido, estuvo Descartes entre 1617 y 1619.”²²¹

Por otra parte, Descartes conoció muy bien el libro de Nicéron *La Perspective Curieuse*, donde el padre Mínimo –amigo de Mersenne, a través del cual Descartes lo conoció– presenta sus trabajos de arte anamórfico (del gr. *Anamorfosis*, transformación; de *ana*, nuevo o conforme a, y *morfé*, forma). La anamorfosis es un juego artístico en el que la pintura o dibujo ofrece a la vista una imagen deforme o confusa, si se le ve de frente; en cambio, si se le observa sesgadamente, la imagen aparece regular y acabada. En la figura 14, “Anamorfosis de cabezas”, Nicéron somete al proceso anamórfico la cabeza de Cristo y de uno de sus apóstoles. Como se observa, la anamorfosis aprovecha los principios de la geometría proyectiva.²²²

trado en mi *Geometría*”. AT I, 478. Carta a Mersenne del fin de diciembre de 1637.

²²⁰ Guillermo Quintás Alonso hace notar que Descartes inicia el pasaje referido al grabado, mencionando los bellos grabados de su época, según se advierte en la edición latina: “*icones illas quae a typographis in libris*” (AT VI, 599). *Discurso del método, Dióptrica, Meteoros y Geometría, op. cit.*, p. 461, n. 55.

²²¹ Betsy Newell Decyk, “Cartesian imagination and perspectival art”, p. 458.

²²² *La Perspective Curieuse* aparece citada en varios lugares de la edición AT. En AT II, 376, a manera de comentario del editor a la carta que Descartes dirigió a Ferrier. En AT II, 530, Descartes le dice a Mersenne que uno de los paquetes que ha recibido de su parte, contiene la *Perspective Curieuse* de Nicéron. En AT III, 88, según las notas del editor, fue gracias a Nicéron que Des-

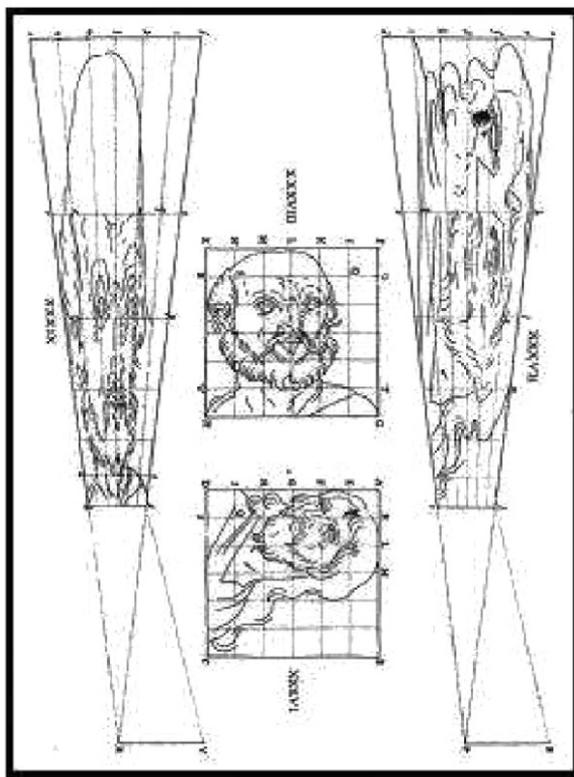


Ilustración 14. Anamorfosis de cabezas
Tomada de *La perspective curieuse* de Françoise Niceron (1638).

En opinión de Edgerton, la aparición y amplia difusión de libros de texto ilustrados, impulsó significativamente a toda una generación de científicos educados en la Europa posterior al Renacimiento. Naturalmente, la representación en perspectiva no sólo fue puesta al servicio del arte, el libro científico también experimentó sus efectos. Así, hacia el siglo XIV, la perspectiva lineal “había llegado a ser la forma simbólica aceptable para representar cualquier manifestación de las leyes naturales de Dios tanto en la tierra, como en el cielo”.²²³ Sin duda, la deuda que la visión mecánica del mundo contrajo con esta forma de representar está, todavía, en espera de ser estudiada.²²⁴

Si se quiere tener una evidencia contundente del fuerte contraste de la aparición de la ilustración en perspectiva, en comparación con sus antecedentes medievales, basta observar las ilustraciones de los textos de Isidoro de Sevilla (ca. 560-636), de gran influencia, como es sabido, no sólo durante la Edad Media, sino durante algunos siglos después (ver ilustración 15),²²⁵ así como los dibujos de Villard de

cartes se enteró de la muerte de Galileo, pues aquél, al enviar una carta a Mersenne, le dio la noticia, el 2 de febrero de 1642. Finalmente, en AT IV, 556, Descartes le expresa a Mersenne que lamenta la muerte de Nicéron (carta del 2 de noviembre de 1646). Los editores de AT nos comentan en este sitio que Descartes le obsequió a Nicéron un ejemplar de sus *Principios*. Estas referencias confirman el conocimiento de Descartes en materia de *perspectiva artificialis*, a través de los maestros de este tema, en su tiempo, como lo fueron Hans Vredeman de Vries y Nicéron. Figura 14 tomada el 5 de noviembre de 2021, de <http://www.grupopalquerque.es/ferias/2013/archivos/c_anamorfosis/anamorfo sis-y-anamorfismos.pdf>.

²²³ S. Y. Edgerton, Jr., *op. cit.*, p. 169.

²²⁴ El capítulo de S. Y. Edgerton Jr., “Imagen y mundo en los libros técnicos”. *Ibid.*, pp. 148-192, aporta interesantes sugerencias para avanzar en esta dirección.

²²⁵ La ilustración 15 (tomada el 5 de diciembre de 2021, de *Las Etimologías*, <https://terminologiaarquitectonica.files.wordpress.com/2018/02/2004_san_isidoro_de_sevilla_etimologc3adas.pdf> presenta la descripción de un cilindro por Isidoro de Sevilla (ca. 560-636), en su *Etymologiae*. En ésta, como es sabido, Isidoro “trata de hacer con palabras lo que Euclides hizo con imágenes”. Edgerton, *op. cit.*, p. 26. Ahí, el cilindro se describe como “una figura cuadrada que presenta en la parte superior un semicírculo”. (Isidori Hispalensis, *Etymologiarum*, Tomo I, Lib. III, p. 75. *Etimologías*, Tomo I, pp. 438-9). Edgerton observa que la incongruencia de la definición se deriva propiamente de la ilustración, la cual es la fuente del malentendido. Los dibujantes medievales trataban de compensar su inhabilidad para presentar las figuras tridimensionales. Grant comenta la definición del cubo, el cual aparece como “una figura sólida propiamente dicha contenida por su longitud, ancho y espesor, definición aplicable a

Honnecurt, elaborados entre fines del siglo XIII y principios del XIV (ver ilustración 16).²²⁶ Las divergencias, abismales, no sólo señalan dos estilos de ilustración, muestran, sobre todo, diferentes concepciones y visiones del mundo, su naturaleza y funcionamiento. Por ello, como lo afirma Edgerton en el epígrafe que encabeza este apartado, no se exagera al reconocer las ilustraciones en perspectiva como verdaderas contribuciones científicas, dado su alto valor para promover una radical transformación en la forma de concebir y estructurar la imagen del mundo natural (ver ilustración 17).²²⁷

cualquier sólido (Euclides lo define como ‘una figura sólida contenida por seis cuadrados iguales’). Edward Grant, *La ciencia física en la Edad Media*, p. 32. La imposibilidad de presentar una imagen inteligible de las figuras, mediante una convención que así lo permitiera, retrasó en ciertos aspectos el avance de los medievales.

²²⁶ La ilustración 16 presenta un dibujo del arquitecto Villard de Honnecurt, tomado de un documento que pudo ser elaborado entre finales del siglo XIII e inicios del XIV. Al respecto, Panofsky hace notar que en esta vista interior del coro de la Catedral de Reims, vemos los esfuerzos por distinguir entre convexidad y concavidad, los cuales, en este estilo de representación sin perspectiva, ésta se reemplaza “por un sistema puramente ideográfico de indicar la convexidad mediante curvas” y “líneas de fuga” (si se las puede llamar así) ascendentes, y la concavidad mediante curvas y “líneas de fuga” descendentes, independientemente de que los miembros horizontales que esas curvas y líneas de fuga representan se encuentren por encima o por debajo de la visual”. Erwin Panofsky, *Renacimiento y renacimientos en el arte occidental*, p. 199.

²²⁷ La ilustración 17 muestra una página de la obra *Diverse et Artificiose Machine* (1588) de Agostino Ramelli. Edgerton pone de relieve el hecho de que este tipo de grabado estimuló la imaginación de los científicos de la Modernidad: “la teoría y práctica de las bombas de agua fue de gran interés para la inteligencia del tardío siglo XVI, del mismo modo, puede decirse, en que la tecnología electrónica nos intriga actualmente. Los libros de esta época publicaban a menudo ilustraciones de bombas por lo que no es arriesgado aceptar la idea de que se asimiló al pensamiento metafórico de los intelectuales del período. En ese sentido, es posible que el gran físico inglés William Harvey (1578-1657) [...] hubiera visto y apreciado estas ilustraciones. Cualquiera que fuese su inspiración, Harvey se percató de que el bombeo alternante, como el que Agrícola y Ramelli (y una legión de artesanos-ingenieros) habían ilustrado, era el modelo correcto para explicar la fisiología cardiovascular”. S. Y. Edgerton Jr., *op. cit.*, pp. 192-3. Tomada el 6 de noviembre de: <<https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k15110941.r=Agostino%20Ramelli%2C%20Diverse%20et%20artificiose%20machine?r=21459;2#>>.



Ilustración 15. El cubo y el cilindro
 Isidoro de Sevilla, en *Las Etimologías*, definió el cubo como una figura sólida delimitada por la longitud, la latitud y altura; –definición aplicable a cualquier sólido– y definió el cilindro como una figura cuadrada que presenta en la parte superior un semicírculo. La incongruencia de las definiciones se deriva por el malentendido que origina la ilustración.

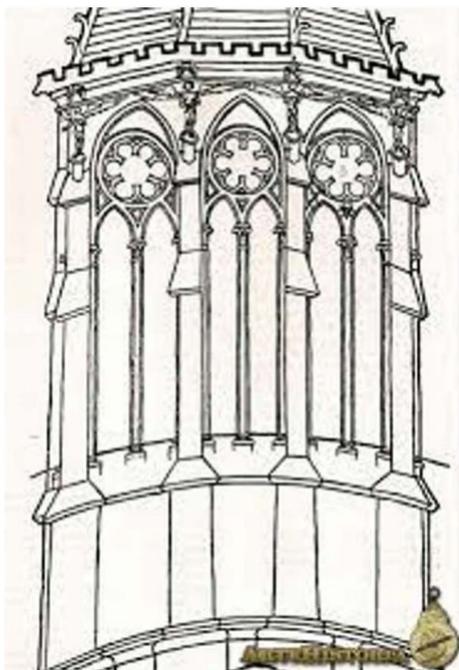


Ilustración 16. Coro de la Catedral de Reims
 Vista interior del coro de la Catedral de Reims. Muestra los esfuerzos de los ilustradores para distinguir la concavidad de la convexidad en este estilo de representación en perspectiva.

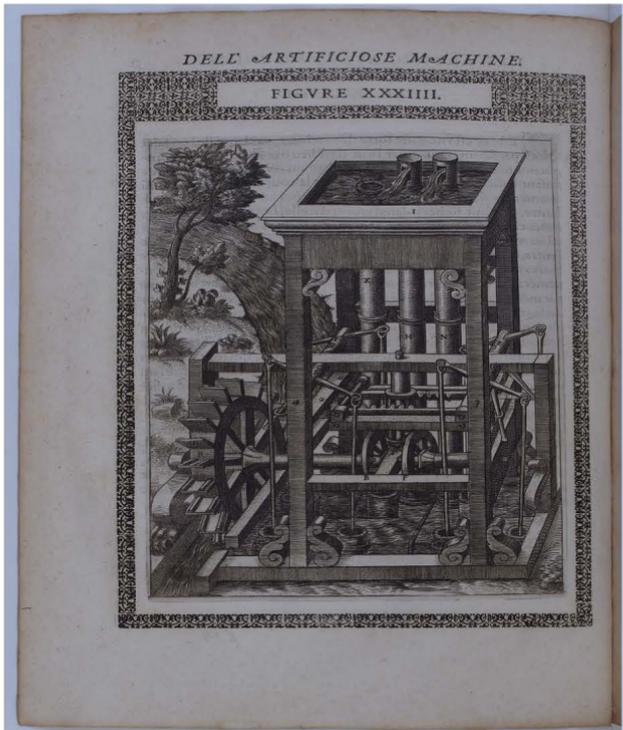


Ilustración 17. Diverse et Artificiose Machine
Les diverses at Artificiose Machine (1588). Una vez que las ilustraciones de los libros científicos usaron la perspectiva, estimularon la imaginación de los científicos de la Modernidad. Ilustraciones como ésta, de bombas hidráulicas, pudieron haber inspirado a William Harvey (1578-1657) para proponer su fisiología cardiovascular.

El núcleo de dicha transformación, de acuerdo con la exposición que Panofsky desarrolla en su cuidadoso estudio sobre el Renacimiento en el arte occidental, se localiza en la nueva concepción del espacio:

Dicho en pocas palabras, el espacio de la pintura [no-perspectivista] [...] era concebido como un agregado o compuesto de sólidos y huecos, [...] no como un sistema homogéneo dentro del cual cada punto, independientemente de su ubicación [...], viene determinado por tres coordenadas per-

pendiculares entre sí, prolongándose *in infinitum* desde un “punto de origen” dado. [...] En la teoría filosófica y matemática este concepto “moderno” del espacio como *quantum continuum* fue anunciado por Nicolás de Cusa y plenamente desarrollado y formalizado en la doctrina de la *substantie étendue* de Descartes.²²⁸

En la *Dióptrica*, este concepto “moderno” del espacio, continuo y mensurable, se presenta en oposición al espacio en el cual se determinan aisladamente los objetos. La luz, el color, la situación, la distancia, el tamaño y la figura —componentes mediante los cuales percibimos todo objeto visto— vienen a ser meras determinaciones relacionales de los objetos en el espacio. Las preguntas: ¿en qué consiste la cantidad de la luz que se ve?,²²⁹ ¿de qué depende la visión de la distancia?²³⁰ o ¿cómo discernimos el tamaño y figura de los objetos?,²³¹ deben ser respondidas en función de las relaciones recíprocas entre luz, distancia, tamaño, figura, etc. Así, afirma Descartes:

No tengo necesidad de añadir nada en particular que esté relacionado con el modo en que vemos el tamaño y la figura de los objetos ya que está comprendido en el modo mediante el cual discernimos la distancia y posición de sus partes.

Su tamaño se estima por el conocimiento u opinión que se tiene de la distancia a que se encuentran, comparada con el tamaño de las imágenes que se forman en el fondo del ojo pero no por el tamaño solamente de estas imágenes, lo cual nos parecerá bastante claro si pensamos que, por ejemplo, aunque el tamaño de las imágenes fuere cien veces superior en aquellos casos en que los objetos estuviesen muy próximos a nosotros que en aquellos otros en que estuviesen a una distancia diez veces mayor, sin embargo, no nos hacen verlos por tal razón de un tamaño cien veces superior, sino casi iguales.²³²

²²⁸ E. Panofsky, *Renacimiento y renacimientos en el arte occidental*, op. cit., pp. 185-187.

²²⁹ AT VI, *Dióp.*, 132. *Discurso del método, Dióptrica, Meteoros y Geometría*, op. cit., p. 98.

²³⁰ AT VI, *Dióp.*, 136. *Ibid.*, p. 102.

²³¹ AT VI, *Dióp.*, 140. *Ibid.*, p. 105.

²³² AT VI, *Dióp.*, 140. *Idem.*, p. 105.

El espacio sistemático de la geometría de coordenadas, caracterizado en el contexto de la *Géométrie*²³³ como el producto del tránsito de la geometría de la medida a la de la posición, repunta aquí su oposición a la figura “dada”, “concreta”, “bien representada” de la geometría sintética, para ceder su lugar al “conjunto de una sola pieza”, (al marco que posibilita la aplicación de un mismo registro métrico, producto del principio de homogeneidad), en el cual se determina la diversidad de relaciones posibles entre los objetos, bajo la modalidad de su regulación unificada. Ahora podemos ver que, en la *Géométrie* y en la *Dióptrica*, aparece un mismo principio regulador, garante de la identidad *estructural* dentro de la diversidad figurativa que es, en efecto, el proporcionado por la geometría de la posición. En la *Géométrie* tal principio está dado por la geometría de coordenadas; en la *Dióptrica*, por la geometría proyectiva, a través de las reglas que operan en la *perspectiva artificialis*.

La concepción algebraica de la geometría expuesta en la *Géométrie*, por una parte, y la integración de los temas de la perspectiva a las cuestiones epistemológicas efectuada en la *Dióptrica*, son frutos del método que pone en marcha el *razonamiento subrogatorio* (el razonamiento capaz de vincular de modo tal un par de estructuras, al menos, donde, desde el dominio representante, se obtienen conclusiones en el dominio representado); o, en términos de la expresión de “función”: *Géométrie* y *Dióptrica* son productos del método que pone en relación dos dominios de manera co-variante y regulada. El razonamiento subrogatorio, clave de la naturaleza representacional del pensamiento científico, tiene en Descartes uno de sus pensadores prototípicos. Una vez demolido el esquema de la incomunicabilidad de los géneros, la concepción del conocimiento emergente dirigió sus expectativas a una nueva consideración del saber: la geometría y la aritmética podían “comunicarse”, así como dos diferentes figuras pueden tener una equivalencia estructural, de acuerdo con las reglas de la perspectiva. La exigencia del conoci-

²³³ Ver *supra*. “El espacio sistemático en Descartes”.

miento será la que propone la idea de “función”: la co-variancia regulada, como condición para garantizar la *preservación de estructuras*. Si en este ideal de conocimiento, naciente en la Modernidad, Descartes sobresale como figura prototípica, es porque mostró con resultados de alto alcance en la historia del pensamiento científico que la característica fundamental del conocimiento radica en la transformación del objeto de estudio en estructuras que posibilitan la aplicación del razonamiento subrogatorio. Por ello, no es exagerado afirmar, como lo hacen A. Ibarra y T. Morman, que Descartes –junto con Leibniz– inició el camino para la comprensión de la naturaleza del conocimiento como actividad típicamente representacional.²³⁴ En mi opinión, este rasgo no es sólo evidente en los resultados de la *Géométrie*, puede seguirse, como lo veremos en la conclusión, a través de diversos ámbitos y períodos de su pensamiento, como una estrategia general que lo atraviesa.

²³⁴ Cf. A. Ibarra y T. Mormann, *op. cit.*, pp. 104 y ss.

CONCLUSIONES

@

Tras el recorrido de esta investigación ha llegado el momento de recuperar el diagnóstico inicialmente adscrito al espacio cartesiano. ¿Se trata, como lo estimó Einstein, de una teoría espacial que marca la apertura de una nueva época?, ¿es posible caracterizar dicha teoría como la auténtica conciliación renovadora de los estudios espaciales previos?, ¿promovió, según lo asentó Cassirer, una revolución científica en el modo de pensar?

De este estudio, considero, se desprende la respuesta afirmativa a dichas cuestiones. Para confirmar lo anterior reuniré en las líneas siguientes algunas de las principales razones que, al respecto, se mencionaron en el escrito, según una exposición concatenada de los resultados obtenidos en esta investigación.

A tal efecto, partiré de ciertos pasajes clave de la discusión que Descartes y Gassendi mantuvieron a propósito de, entre otros aspectos, la naturaleza de las nociones de la matemática y la geometría, en las Quintas Objeciones a las *Meditaciones Metafísicas* y las respuestas cartesianas correspondientes. Estos pasajes me permitirán poner de relieve una amplia estrategia que recorre el pensamiento cartesiano, la cual señalé en distintas partes de esta investigación, en algunos de sus flancos, y en cuya base se aloja una de las tesis principales que aquí sustentó. Como lo veremos, en esta discusión se traslucen con una firmeza especial —emanada del tono ríspido que exigió la apelación a respuestas contundentes—, argumentos significativos para este trabajo, mismos que desembocan en la ruta del pensamiento que hemos caracterizado como *funcional*.

— @ — í —

*** **

En el contexto de su respuesta a las objeciones que le formulara Gassendi, Descartes señala que las nociones matemáticas y las figuras de la geometría, no pueden tener un origen empírico dado que “como la idea verdadera del triángulo *está ya en nosotros*, nuestro espíritu puede concebirla más fácilmente que la figura [...] de un triángulo pintado, por eso, al ver dicha figura no la hemos concebido a ella misma, sino más bien al verdadero triángulo”.¹ La verdadera idea del triángulo, presente ya en nuestro espíritu, jamás ha sido objeto de nuestros sentidos pues:

aunque, sin duda, puede haber en el mundo algunas [figuras] que sean tal como los géómetras las consideran, niego que las haya a nuestro alcance. [...] cuando a través de una lente miramos las [líneas] que nos han parecido más rectas, [las vemos] irregulares y onduladas. Por tanto, cuando en nuestra niñez hemos visto por vez primera una figura triangular trazada sobre un papel, esa figura no ha podido enseñarnos la manera de concebir el triángulo geométrico, pues *no lo representaba mejor de como representa un mal lápiz una imagen perfecta*.²

Ninguna representación sensible, ninguna multiplicidad empírica nos conduce al concepto genuino del triángulo. Podemos parafrasear estas líneas, desde el ángulo que aquí me importa destacar, como la defensa cartesiana de la idea de que el punto de partida en la formación del concepto no puede ser ninguna multiplicidad o contenido particular. Dicha formación supone un principio que no posee un correlato sensible inmediatamente presente en los contenidos sometidos a la inspección sensible. En esa dirección, Descartes agrega:

De igual modo, cuando miramos un papel en el que están dispuestos ciertos trazos que representan el rostro de un

¹ AT VII, *Medit.*, 382. *Meditaciones Metafísicas con objeciones y respuestas*, p. 300.

² AT VII, *Medit.*, 381-2. *Id.*

hombre, esa visión no provoca en nosotros la idea de esos trazos mismos, sino más bien la de un hombre: lo que no ocurriría si el rostro de un hombre no nos fuese conocido ya, y no estuviéramos acostumbrados a pensar en él, más bien que en sus rasgos [...] Y así, en verdad, nunca podríamos conocer el triángulo geométrico partiendo del que vemos trazado en el papel, *si nuestro espíritu no poseyera ya su idea*.³

En esta parte de su discusión con Gassendi, tal vez la medular, vemos aparecer el rumbo que Descartes señaló para su filosofía, apartándose de la estrategia según la cual, de un grupo de objetos sometidos a la comparación, se abstrae el concepto genérico que reúne las determinaciones sustanciales en las cuales concuerdan. En opinión de Descartes, el concepto del triángulo no resulta jamás del ejercicio de supresión progresiva de los aspectos particulares de las presentaciones sensibles. El acto que permite identificar la representación de un triángulo con el concepto “triángulo”, arranca de la determinación intelectual de sus componentes invariables, susceptibles de ser adscritos a una serie de contenidos particulares; por ello, tal determinación no puede preceder al concepto, pues éste requiere, como condición de su encadenamiento, un principio que establezca los modos de dependencia y de relación que existen entre sus elementos, el cual no se deriva de la serie misma. En otras palabras, la unidad del concepto no se extrae de la serie de elementos pues es ella la que determina la serie.

En contraste, Gassendi reitera porfiadamente su idea de que toda noción, –incluidas las matemáticas y las de la geometría– se origina empíricamente,⁴ por ello, el triángulo, señala, ha sido formado por el espíritu: “partiendo de los triángulos materiales que los sentidos le han permitido

³ AT VII, *Medit.*, 382. *Id.* (Subrayado mío).

⁴ Vidal Peña comenta, en sus notas a la edición castellana de *Las Meditaciones* que Gassendi, al parecer, está diciendo aquí algo tan confuso “como que los teoremas que explicitan propiedades de las figuras tienen un origen ‘empírico’”. Algo más adelante, insinúa que la geometría entera es ficticia, pues supone que los puntos no tienen extensión, etc. La idea de ‘necesidad’ en la argumentación matemática no parece merecer su atención”. *Ibid.*, p. 453, n. 190.

percibir, y cuyas ideas ha reunido para hacer con ella una idea común”.⁵

El lector reconocerá en la discusión anterior los flancos en disputa que hemos caracterizado en el primer apartado del capítulo 3º —y detallado en el anexo: “El concepto ontológico y el concepto matemático. Sustancia y función”—, donde se ha descrito el contraste entre el concepto-sustancia y el concepto matemático de función, cuyo meollo pone de relieve dos consideraciones divergentes de la naturaleza del concepto.⁶ La idea de que de las multiplicidades empíricas surge el concepto (noción del concepto-sustancia), es la defendida por Gassendi; en tanto que la idea de que la determinación intelectual de los componentes invariables es la condición para establecer una serie de particularidades, de las cuales nunca emerge dicha determinación (idea del concepto-función), es la que sostiene Descartes.

En esta última consideración de la naturaleza del concepto es posible determinar rigurosamente la serialidad de los elementos, es decir, regularlos de acuerdo con valores constantes, de manera tal que el modo de relación entre ellos da lugar a una dependencia sucesiva, ininterrumpida; cada elemento queda determinado en su valor preciso, cada particularidad queda rigurosamente determinada, lo cual no puede conseguir la noción del concepto-sustancia, —el

⁵ AT VII, *Medit.*, 321. *Ibid.*, p. 256. (Subrayado mío).

⁶ De acuerdo con Alfredo Deaño (*Las concepciones de la lógica*, p. 223 y ss.), hay dos grandes grupos de concepciones lógicas: jorísticas y paratácticas. Para las concepciones jorísticas los principios lógicos (entre ellos, desde luego, la propia noción de concepto) no son reductibles a principios empíricos en ningún sentido. Para el segundo grupo, la diferencia entre lo lógico y lo empírico es una mera diferencia de grado. Deaño distingue variedades intermedias en el interior de cada grupo. En las concepciones jorísticas hay dos subgrupos: las concepciones objetivistas y las subjetivistas. Las objetivistas consideran que la especificidad de la lógica estriba en su trato con entidades meta-empíricas, con objetividades que poseen, de alguna manera, un estatuto ontológico propio. Las subjetivistas no consideran necesario postular ningún tipo especial de entidades para dar razón de la naturaleza especial de la lógica, pues consideran que lo específico de ellas no está en su determinación ontológica, sino en el plano peculiar de reflexión que las genera. El cuadro de Deaño es todavía más fino, pues señala, a su vez, subgrupos dentro de estos subgrupos. De acuerdo con este análisis, la discusión Descartes-Gassendi ejemplifica la oposición entre los dos grandes grupos de concepciones, jorística y paratáctica, respectivamente, lo cual explica su carácter irreconciliable.

concepto genérico— que lo ubica como resultado de una progresiva eliminación de particularidades. Los conceptos genéricos delimitan órdenes sustanciales estrictamente irreductibles, cada género posee sus propios principios demostrativos, absolutamente comunicables. Los principios o axiomas de un género se aplican a él, exclusivamente, no hay demostración intergenérica, por lo que no es posible, por ejemplo, demostrar lo geométrico por la aritmética.⁷

El rompimiento con dicha irreductibilidad genérica, que permite poner en contacto la aritmética con la geometría, se expresa, como se señaló en su momento, mediante la aparición de la geometría de coordenadas. Así, como se observa, esta innovación teórica de Descartes no sólo es significativa en el panorama de la historia de las matemáticas —la culminación de la geometría analítica se obtendría, según quedó anotado antes, merced a las aportaciones posteriores de otros matemáticos— empero, traza un nuevo rumbo en el modo de pensar el entramado conceptual; es, efectivamente, una nueva manera de concebir el conocimiento, centrada en las relaciones de los elementos o componentes, una vez liberados del aislamiento genérico.

Este viraje teórico propone una nueva objetivación racional. El conocimiento de un objeto equivale al establecimiento de sus relaciones entre otros objetos. La innovación del método de *Las Reglas* parte de asumir que todo saber racional consiste en articular los conocimientos en series continuas, de acuerdo con una gradación continua y según reglas rigurosas. De ahí que el auténtico conocimiento geométrico, expuesto en *La Geometría*, culminación del método, busque procedimientos de generación de series de figuras, a partir de una determinación fija de valores. El conocimiento de la figura no es, ya, el de su determinación métrica aislada, es el conocimiento de la determinación cuantitativa que da lugar a una serie de ellas, es decir, el de su encadenamiento sistemático. El conocimiento que se busca no es el de estados

⁷ Ver *supra*, apartado “La disposición en series y la comunicabilidad de los géneros”.

de cosas singulares, sino el de las condiciones estructurales que configuran un dominio de ellas. De este modo, es posible asignar a cada figura singular un correlato numérico y a la inversa. En esta posibilidad de preservar la *equivalencia estructural sistemática* de las entidades geométricas y numéricas (dos dominios vinculados en virtud de su enlace estructural), radica la “revolución del pensamiento” —característica propia del *razonamiento subrogatorio*⁸ que, de acuerdo con Cassirer, y otros intérpretes mencionados en su oportunidad, inició Descartes.

A efecto de proceder a la composición serial de las particularidades queda configurado un dominio o ámbito que aporta el marco u horizonte en cuyo interior se regula el orden de relaciones entre ellas. Hemos entendido este marco o dominio regulador de relaciones sistemáticas —en el sentido ya expuesto, de *función*—, como el propio del espacio que genera, en su exposición teórica precisa, la geometría cartesiana. En esta investigación nos hemos aproximado progresivamente a su caracterización. Así, en el primer capítulo, nos hemos referido a él como “espacio unitario”.

Ha sido muy interesante observar, en la exploración de carácter histórico ahí desarrollada que, con Cusa, en el mismo origen de las tendencias del pensamiento que conducen a la Modernidad, aparece la idea de que el sentido afirmativo del conocimiento asequible al ser humano consiste en la acción de comparar, en el acto de poner en relación las entidades para determinar cuantitativamente sus proporciones; conocer un objeto es determinarlo “uno con otro y uno por el otro”. Para efectuar este procedimiento es necesario someter las particularidades a un mismo régimen (parámetro o unidad de medida) que las coloca como “per-

⁸ La naturaleza representacional del conocimiento científico posee, de acuerdo con Andoni Ibarra y Thomas Mormann (*ibid.* p. 104 y ss.), como un rasgo fundamental, el de proponer equivalencias estructurales entre dominios dados, según un mecanismo básico en el que, a partir del dominio representante, se obtienen conclusiones de interés en el dominio representado. Éste es el mecanismo fundamental del razonamiento subrogatorio, el cual, según estos autores, encuentra uno de sus orígenes más conspicuos en la geometría cartesiana. Ver *supra*, apartado “Matemática y mecanicismo. El ‘modelo’ en la explicación analógica”.

tenecientes a un mismo orden de magnitudes”. La determinación del objeto supone, pues, el ámbito que permite “la puesta en relación”, al cual nos hemos referido ahí, tomando la expresión de Panofsky, como “espacio unitario”. El criterio de objetivación, así apuntado, asume la tarea del conocimiento ya no como el develamiento de las cualidades, irreductibles, de un género aislado e incomunicado de entidades, sino como el riguroso establecimiento de relaciones métricas entre ellas.

En el segundo capítulo, me propuse indagar la manera en que Descartes, desde su epistemología, se ubica en la tendencia del pensamiento trazada por Cusa. Como es sabido, de acuerdo con la ontología cartesiana, el espacio o sustancia extensa, como entidad, es cognoscible merced a sus atributos, y el conocimiento de éstos consiste en el establecimiento de sus propiedades métricas. Pero ¿qué tipo de verdad entraña este conocimiento? Esta pregunta me condujo, siguiendo la ruta del primer capítulo, al estudio del enfrentamiento cartesiano contra el escepticismo. Así, la revisión de los argumentos antiescéticos de Descartes me llevó a reconocer que el núcleo de éstos radica en el discernimiento de dos evidentes niveles de conocimiento: uno limitado a la certeza actual, inherente a las percepciones claras y distintas y, el otro, relativo a la sistematización del conocimiento. En el primer nivel, la percepción clara y distinta es suficiente para establecer el conocimiento actual pero no lo es para cubrir la totalidad del conocimiento. Hemos colegido ahí que, de acuerdo con Benítez y con Cottingham, la plena garantía de verdad que busca Descartes sólo es posible si se rebasa el nivel de las meras proposiciones aisladas (*cognitio* o mera cognición); en efecto, es menester integrarlas en un *corpus* sistemático (*scientia*, conocimiento seguro) que las libera auténticamente de toda duda. En el tránsito de la mera cognición al conocimiento seguro, reconocimos la estrategia cartesiana básica de hallar que la integración sistemática de verdades permite remontar las limitaciones propias de la proposición aislada; las cuales sólo pueden desecharse en el ámbito de la inte-

gración relacionada, sistemática del conocimiento. Tras asumir este criterio cartesiano del conocimiento seguro, me propuse señalar, en debate con la lectura de Popkin, que Descartes no sigue el camino de búsqueda de la certeza subjetiva emprendido por los reformadores de la Iglesia. La interpretación de Popkin omite el reconocimiento de los niveles que, según intenté mostrar ahí, conforman la preeminencia del orden sistemático y relacional sobre la consideración no integrada de las partes.

A fin de poner a prueba esta estrategia general, buscando su modo de presentación en el tema del espacio cartesiano, me propuse, a continuación, la tarea básica e indispensable de revisar algunas propuestas interpretativas clásicas de dicho tema, especialmente, aquellas interesadas en el papel que desempeña la geometría en la concepción espacial de Descartes. El fruto de esta exposición sacó a flote la interesante discusión entre comentaristas —entre otros, Alexandre Koyré y Edward Grant— y, a la vez, me permitió recorrer con cierto detalle las sendas historiográficas que dan el marco a dicha polémica. Encontré que, con relación a la “geometrización del espacio” (ya sea que ésta se acepte para caracterizar el caso cartesiano: Koyré, o se rechace: Grant, ninguno de los autores revisados considera, en sus análisis de este respecto, el papel desempeñado por la geometría de coordenadas. Los comentaristas mencionados coinciden en admitir que, en el plano físico de su análisis del espacio, la idea básica de Descartes consiste en asumir una noción relacional del mismo: dado que los cuerpos no están *en* el espacio, sino sólo entre otros cuerpos, el espacio que éstos ocupan no es algo distinto de ellos mismos. La concepción de lo corpóreo envía, pues, a la consideración del cuerpo como una entidad determinable relacionalmente, sin embargo, estos autores no extienden su análisis al terreno en el que esta consideración resulta más significativa, y que inauguró, de acuerdo con Einstein una época más atrevida, lógicamente: la geometría cartesiana.

En efecto, como lo he mencionado, en el capítulo tercero expuse mi propuesta de que el significado más amplio de la noción cartesiana del espacio no sólo debe incluir, sino tener

como base, la aportación medular de Descartes en este terreno: la geometría de coordenadas. De este modo es posible entender el hondo sentido de la geometrización cartesiana del espacio, el cual, según se ha anotado, parte de una radical oposición frente a la consideración tradicional de la naturaleza del concepto. E. J. Dijksterhuis, colocó la ruta de esta investigación en el horizonte del tránsito sustancia-función; sin embargo, de acuerdo con lo señalado en la introducción general, ésta recoge sus principios básicos de los planteamientos de Cassirer en *Sustancia y función* (1910).

La noción del concepto como función matemática tiene un interesante correlato en la historia de la representación gráfica. El rasgo propio de aquélla es la consideración serial de sus componentes según un orden fijo que regula sistemáticamente la variación de los elementos. En la historia de la representación gráfica podemos encontrar, análogamente, la aparición, debida a su redescubrimiento, de un punto fijo que regula sistemáticamente la representación de los diversos objetos a la mirada del pintor que emplea la perspectiva lineal.

Esta investigación permitió poner de manifiesto que la “rejilla” (“red” o “velo”), reincorporada por la cartografía a la tecnología gráfica del Renacimiento, es la cuadrícula que aporta al artista el “espacio pictórico”, es decir, un ámbito que reúne los elementos presentes a la visión para ser representados, rigurosamente, según sus dimensiones y distancias reguladas en un sistema racional. La cosa representada es el objeto de un espacio racionalizado (*ratio*) dado que su determinación topológica depende de las proporciones métricas que ocupa en el interior de un conjunto. En este “espacio pictórico”, –en contraste con la pintura no-perspectivista– el artista no concibe el objeto en su individualidad, el escorzo exacto de cada objeto, su tridimensionalidad, se alcanza sólo cuando es alojado en el interior de un espacio común, que comparte con otros objetos. La “cuadrícula”, “red”, “rejilla” o “velo” (el *artificium* de Roger Bacon) regula la representación de los objetos, tanto como el espacio de la geometría cartesiana supone una determina-

ción sistemática de las figuras según una regla aritmética de variación constante. Este espacio pictórico y el espacio de la geometría de coordenadas son, pues, frutos de una misma tendencia intelectual en la historia de la representación: una de carácter gráfico y otra de fondo filosófico. De ese modo, hemos anotado que la relación que hay entre la pintura y la imagen visual obtenida por el pintor cuando levanta la vista del lienzo, es la materia de reflexión de los teóricos de la perspectiva; en tanto que la relación entre dicha imagen visual y los objetos que la producen, es el asunto de la reflexión epistémico-fisiológica de Descartes, especialmente estudiado en *La Dióptrica*.

Como quedó señalado en la sección metodológica del primer capítulo, los aspectos inherentes a manifestaciones diversas del saber y de la cultura confluyen en “estilos del pensar” que recogen los amplios supuestos o “compromisos teóricos” básicos compartidos en una época. El “estilo del pensar” propio de la *vía de reflexión epistemológica* que ahí hemos expuesto, alberga tanto la campaña del hacer del artista en búsqueda de una narración “eficaz” —tras el redescubrimiento de la perspectiva lineal—; como la empresa cartesiana, promotora de una innovadora propuesta epistémico-fisiológica de la percepción humana. Hemos constatado, en el curso de esta investigación que el “estilo del pensamiento” se asoma no sólo en las presentaciones teóricas y discursivas; se expresa, asimismo, en los “modos de hacer”. En el caso de esta investigación, las técnicas y los discursos, los haceres y los saberes que transitan en la *vía de reflexión epistemológica* se unen en la trama del complejo tejido ilustrado emblemáticamente por la “rejilla”, “velo” o cuadrícula de la acotación espacial. Sin duda, tras la historia del “velo”, podemos descubrir una nueva era en la historia de la representación.

Otro producto de esta investigación es el de encontrar que podemos conferir a *La Dióptrica* un mérito adicional al que suele recibir por contener la exposición acabada de las leyes de la refracción de la luz. En efecto, dicha obra que, en opinión de Descartes, debe considerarse como una de las

grandes culminaciones del método –al lado de *La Geometría*–, transforma el tratamiento técnico del tema de la perspectiva (que los tratados de dióptrica de la época exponían bajo el rubro de *perspectiva artificialis*) en una teoría epistémico-fisiológica de la percepción, la cual, significativamente, incorpora una “geometría natural”. Así, hemos caracterizado, en el contexto de dicho ensayo, la continuidad que hay entre los objetos de la percepción sensible y la idea que ésta produce, como una equivalencia estructural, análoga a la que mantienen las figuras del espacio geométrico con su correlato aritmético. La “geometría natural”, o capacidad integrada epistémica y fisiológicamente a la percepción humana, es la condición que nos hace posible habitar en el mundo tridimensional tal como nos aparece. Hemos trazado, pues, un interesante puente entre los dos ensayos científicos en que se concreta el método de *Las Reglas*: ambos traslucen la idea rectora de la transformación de una entidad en otra (imagen-idea y objeto, o figura geométrica y número) merced a una regla capaz de garantizar su equivalencia mediante la continuidad estructural de los elementos puestos en relación.

*** **

El tratamiento de la percepción, considerada ésta en un sentido amplio, como percepción de la mente o pensamiento, fue el tema de otro de los aspectos centrales de la discusión Descartes-Gassendi, la cual nos ha prestado el servicio de dar un marco a esta conclusión.

En un pasaje destinado a resumir el fondo de la polémica, Descartes encuentra que “el error más grave que un filósofo puede cometer” –y en el que, en su opinión, ha incurrido Gassendi–, consiste en “*hacer juicios que no se acomoden a las percepciones que de las cosas tiene; y no veo [acusa Descartes] cómo podría excusarse nuestro autor de haber cometido esa falta en la mayor parte de sus objeciones*”.⁹ Descartes encuentra que ha fracasado la comunicación cabal con

⁹ AT IX, 209. *Meditaciones Metafísicas con objeciones y respuestas*. *Ibid.*, p. 309.

su oponente en vista de que éste no ha podido entender que las diferencias entre sus argumentos se derivan de criterios irreductibles. Gassendi no puede exigirle a Descartes modificar sus opiniones sin asumir que esto significa, realmente, abandonar su propio criterio de verdad. El fondo de la discusión remite a dos criterios verdaderamente incompatibles y, dado que Gassendi pretende mantenerse en aquél, es incapaz de comprender la real envergadura de la polémica. Ha incurrido así en “el error más grave que un filósofo puede cometer”, el cual consiste en la incapacidad de asumir la irreductibilidad de los criterios en disputa.

Esta investigación tuvo su inicio, precisamente, en la revisión histórica del horizonte problemático que colocó en el centro de atención el tema de la búsqueda del criterio de verdad. El resurgimiento del escepticismo, en el Renacimiento y su fuerte impacto en la Modernidad, tuvo como una de sus principales consecuencias la de conducir a esta última por la senda epistemológica del pensamiento, pues independientemente de la postura asumida por el filósofo ante el embate escéptico, quedó claro que se debía señalar las posibilidades (facultades, operaciones, limitaciones) del intelecto ante la tarea del conocer. El sujeto cognoscente tiene, por ello, el quehacer de su autoconocimiento, dirigido a la labor de establecer el criterio de verdad mediante el cual emitir juicios. El sujeto reconoce pues, su tarea en la determinación de un marco teórico a partir del cual orientar su empresa cognoscitiva. El ideal de erigirse en el legítimo juez imparcial, capaz de dirimir con absoluta imparcialidad cualquier controversia, había quedado atrás.

Este panorama parece ser el telón de fondo de la respuesta cartesiana a su oponente Gassendi, a quien remite a ceñir los juicios de acuerdo con un criterio firme que opere a manera de regla de verdad: “*la percepción o conocimiento que se tiene de una cosa, debe ser la regla de verdad de dicha cosa*: es decir, que todos los juicios que hace han de ser conformes a tal percepción para ser buenos”.¹⁰ Si, en

¹⁰ AT IX. *Idem*.

este contexto de planteamientos, no puede haber *percepción* o conocimiento verdadero, al margen de un claro criterio, regla o ámbito que aloje y dé consistencia y sentido a los juicios emitidos, entonces podríamos emplear, como calificativo, el término “perceptual” para ser aplicado a la amplia estrategia cartesiana que asume como condición del conocimiento verdadero la sujeción de los juicios a una regla que determina su sentido preciso. Así, al parecer, una posible manera de recoger este particular ángulo del pensamiento cartesiano, en relación con el tema de esta investigación –y resguardándonos del riesgo de incurrir en el “más grave error que un filósofo puede cometer”–, nos puede conducir a presentarla con el nombre de “Espacio perceptual”.

ANEXO

@

El concepto ontológico y el concepto matemático. Sustancia y función

*La teoría aristotélica de la abstracción:
el concepto ontológico, sustancia*

En Aristóteles, como es sabido, el concepto lógico tiene continuidad con su pensamiento metafísico. El concepto es el resultado de un proceso de abstracción que realiza el pensamiento, mediante el cual se ordenan objetos en clases, en virtud de una propiedad sustancial compartida. La tarea básica del pensamiento, en ese proceso, consiste en la comparación de elementos de multiplicidades dadas en la experiencia sensible. La abstracción consiste, pues, en retener los rasgos en los que converge un grupo de elementos.

En este panorama, el concepto no es un elemento extraño a la realidad sensible pues es, propiamente, un extracto de ella. En efecto, de cada grupo de objetos sometidos a la comparación se obtiene un concepto genérico que reúne las determinaciones sustanciales en las cuales concuerdan esos objetos. El plan de ordenar y clasificar los objetos componiendo géneros, se aplica tanto a las ciencias descriptivas como a las ciencias matemáticas; por lo que, así como el concepto de árbol se forma despojándolo de la pluralidad de los encinos, abedules y cipreses, del mismo modo se forma el concepto de cuadrilátero, aislando una configuración que se encuentra, por ejemplo, en el cuadrado y en el rectángulo, el rombo y el romboide, en el trapecio y el trapecoide.¹

¹ Cf., E. Cassirer, *Substance et fonction. Éléments pour une théorie du concept*, p. 16.

La jerarquía descrita por los conceptos genéricos es el resultado de la supresión sucesiva de los aspectos particulares de los objetos. La esencia genérica, el Ser mismo de lo real, se obtiene pues, como culminación de dicha supresión progresiva.

En este horizonte, la tarea de la lógica consiste en la determinación del orden y jerarquía de los conceptos, la cual aparece estrechamente ligada a la investigación acerca “de las cosas que existen”,² es decir, al tema de las categorías. En efecto, los géneros del ser se “distribuyen” en ciertas categorías o formas de predicación que expresan —entre otras— las determinaciones de cantidad, cualidad, espacio, tiempo y relación. Es interesante considerar que esta última se caracteriza por no añadir modificación alguna al concepto que cualifica, por lo cual se pone de relieve la dependencia y subordinación de la categoría de relación con respecto al concepto, la comparación de una cosa con respecto a algo no modifica las cosas comparadas; que “la montaña se llama grande con respecto a algo” no altera la montaña.³ Así, como lo señala Cassirer, las relaciones “quedan ‘exteriores a la esencia’ de un concepto, por lo que éstas pueden pasar en silencio, sin daño para la definición”.⁴ En suma, las “formas sustanciales” constituyen el fin último de la actividad comparativa; el ser y el concepto genérico, ontología y lógica, son componentes indisolubles en el pensamiento de Aristóteles.

Cabe preguntarnos, apunta Cassirer, si acaso el *concepto-sustancia* así descrito expresa realmente los procedimientos que se operan en las diversas ciencias,⁵ ¿qué ocurre, en esta teoría del concepto, con el registro sistemático de los aspectos particulares?, ¿cómo recoger dichos aspectos, en su encadenamiento serial?

² Cf. [Cat.] 1^a 15-20. Aristóteles, *Tratados de lógica (Organon)*, op. cit., vol. 1, p. 31.

³ Cf. [Cat.] 6b 5-10. Aristóteles, *ibid.*, p. 48.

⁴ E. Cassirer, *Substance et fonction. Éléments pour une théorie du concept*, op. cit., p. 19.

⁵ E. Cassirer, *ibid.*, p. 22.

La teoría aristotélica no puede satisfacer estos requerimientos en vista de que, si bien esta teoría tiene cierto acomodo en los conceptos genéricos propios de la ciencia de la naturaleza, éste se pierde en los conceptos matemáticos. En la ciencia de la naturaleza “es la ‘forma’ del olivo, del caballo, del lobo, lo que se trata de establecer. [Sin embargo], desde que abandona el terreno de la biología, esta teoría del concepto pierde la holgura que había sostenido”.⁶

En el terreno de la geometría, por ejemplo, la teoría se tropieza con dificultades. El punto, la línea, la superficie son conceptos cuyos componentes no se presentan como meros datos sensibles extraídos del mundo físico. Esta clase de conceptos no procede de la mera abstracción. A diferencia de los conceptos empíricos, los conceptos matemáticos no aparecen como mera “calca” de los rasgos de las cosas. En este caso, a la “abstracción” que da lugar al concepto genérico se opone la operación de un acto meramente intelectual. En efecto, la “abstracción” no podría dar lugar a las figuras, dado que éstas no se obtienen de una simple extracción de aspectos de hechos naturales, ni poseen un correlato concreto, en el conjunto de esos hechos. Los conceptos matemáticos, como se ha mencionado, resultan de la operación constructiva de actos intelectuales, la cual no podría ser producto de la mera “abstracción” pues ésta sólo disocia los componentes de los datos sensibles sin añadirles nuevos datos. Las definiciones de las matemáticas tratan menos “de restituir el mundo de las cosas y de las representaciones sensibles que de rediseñarlas, sustituyéndolas por un orden de otro tipo”.⁷ Las funciones intelectuales se desempeñan mediante complejos sistemas articulados de operaciones que no pueden reducirse al limitado esquema de la “abstracción”. Por otra parte, cabe añadir que dicha limitación no incumbe sólo a los conceptos matemáticos, es extensible a los conceptos mediante los que recogemos la “imagen natural del mundo”, la percepción de todos los días.

⁶ *Id.*

⁷ *Ibid.*, p. 25.

De acuerdo con el esquema de la “abstracción”, los géneros y las especies aparecen cuando se recoge la similitud que hay en la multiplicidad de las cosas, lo cual es posible merced a la periodicidad, constancia y duración de los acontecimientos.⁸ El hallazgo de la similitud se efectúa gracias a un juicio o “acto de identificación” mediante el cual se atiende a una de las diversas facetas que presenta la multiplicidad y, asimismo, se pone de relieve la capacidad del pensamiento para relacionar un contenido presente con uno pasado y asumir esta relación como una identidad. Una vez “fijado” el punto de vista, y retenido sin sufrir variación, se constituye una concatenación de contenidos que emergen a través del concepto. Lo anterior, en el sentido propiamente lógico, puede explicarse en los términos de un ordenamiento en “series” regidas por el principio de similitud. La formación de series es una condición indispensable para la emergencia de lo abstracto pues el paso de un elemento a otro, con el propósito de hacer surgir la similitud, requiere de un principio que establezca los modos de dependencia y relación que existen entre los elementos.

Por todo ello, en la formación de cualquier concepto hay una forma definida de seriación. Sin embargo, la característica de la seriación, inherente a la teoría aristotélica del concepto, radica en que el encadenamiento está dado exclusivamente por el principio de similitud. En este aspecto se asoma su mayor limitación, ya que —además de dicho principio— hay una amplia diversidad de puntos de vista susceptibles de ser explotados a efecto de poner en serie los contenidos.

Es importante notar que la similitud, en la teoría de la abstracción, no expresa un elemento perteneciente a la propia impresión sensible, del modo como puede serlo el color, el sonido, el tacto, etc. La similitud es, en efecto, el principio asumido para la seriación, mismo que funda una forma específica de encadenamiento. Este principio se encontraba,

⁸ Cf. E. Cassirer, *La filosofía de las formas simbólicas*, volumen III, Segunda parte, Capítulo III. El espacio, pp. 171 y ss. El análisis pormenorizado de los principios que operan en la conformación del concepto se desarrolla con mayor amplitud en esta obra.

pues, en el propio inicio de la tarea, como base para la regulación del encadenamiento, por lo que la unidad del concepto no se extrae de la serie de elementos, como lo pretende esta teoría, aquella es, propiamente, la determinación que condiciona la aparición de la serie, esto significa que: “el concepto no es derivado, sino [que está] previamente asumido, pues atribuir a una multiplicidad dada un orden y un encadenamiento de los elementos que la componen, es ya presuponer el concepto [...] al menos, según su función elemental”.⁹ La agrupación de objetos en consideración de sus rasgos comunes, no es jamás una simple descripción de lo “dado”, ella implica una previa determinación de aspectos que regulan su aparición.

Por otra parte, suponer que la seriación por similitud es la única modalidad de encadenamiento que puede producir el pensamiento es reducir la tarea de este último a la mera extracción de una serie de percepciones; por ejemplo, dada la serie “ $a\alpha, a\beta, a\gamma, \text{etc.}$ ”,¹⁰ el pensamiento tendría como única operación la de extraer el elemento común a . Esta descripción del encadenamiento de una serie, que apela a la posesión de una “propiedad” común, expone un caso particular en el conjunto posible de encadenamientos lógicos, pero éste no es, como lo veremos enseguida, el único posible.

El concepto matemático: función

En efecto, lo que la teoría de la abstracción, —*concepto sustancia*— basada en el principio de similitud, no puede hacer es asegurar a la conjunción serial de sus miembros un modo de dependencia regulada de manera tal que entre ellos quede asegurada su sucesión ininterrumpida, de acuerdo con valores constantes. La noción del concepto matemático —*concepto-función*— es muy diferente del concepto entendido como producto de la abstracción, pues lo explica, en efecto,

⁹ Cf. E. Cassirer, *Substance et fonction. Éléments pour une théorie du concept*, op. cit., p. 29. (Traducciones mías).

¹⁰ *Ibid.*, p. 28.

como una serialidad rigurosamente determinada, lo cual permite recoger, en su valor preciso, cada uno de los elementos que la conforman. En efecto, la teoría de la abstracción alcanza su máxima generalidad, cuando una vez recorrido el camino de formación de géneros abarcadores de subgéneros, consigue el concepto supremo, el cual se encuentra desprovisto de los rasgos particulares, pues la eliminación de éstos es la condición para obtener la mayor generalidad.

En contraste, la generalidad del concepto matemático recoge con precisión todos y cada uno de los casos que lo componen: “Cuando el matemático transforma sus fórmulas en el sentido de una mayor generalidad, ese tratamiento no tiene otro significado ni otro objetivo que hacer compatibles todos los casos particulares de manera tal que se les pueda derivar de la fórmula general”.¹¹ Así, la distancia que separa la máxima generalidad del concepto como posibilidad de recuperar la particularidad —en su dimensión precisa— o eliminarla, es la que señala la diferencia entre el concepto matemático y el concepto ontológico.

En su camino hacia la máxima abstracción, la teoría aristotélica del concepto prescinde de los rasgos particulares, lo cual le acarrea consecuencias que la tornan incompatible con el ideal del conocimiento científico concebido como el saber cuantitativo de las regularidades fenoménicas. El concepto supremo es incapaz de alojar todos y cada uno de los componentes de la serie y tampoco puede determinar las variaciones constantes determinadas en la serialidad. El concepto matemático, en cambio, propone la regla que permite encontrar cada uno de los elementos en su valor cuantitativo. En estos términos, el hallazgo cartesiano de la geometría de coordenadas se convierte en un caso paradigmático: la máxima generalidad del concepto matemático —*concepto función*— es la que alcanza la fórmula matemática general (las curvas de segundo orden), a partir de la

¹¹ *Ibid.*, p. 31.

cual es posible encontrar las figuras particulares del círculo, de la elipse, etc.:

basta retener uno de los parámetros que constituyen [las figuras] y las hacen variar, para describir una serie continua de valores tan grande como se quiera. El concepto general se revela así, de una sola vez, como aquel cuyo contenido es el más rico; es, pues, posible, derivar de él todas las relaciones matemáticas implicadas por el problema particular que se propone, sin reducirlo y, por el contrario, aprehendiéndolo en su continuidad y conjunción con otros, es decir, en su significación más profunda y sistemática.¹²

El concepto matemático no encuentra su máxima generalidad en la vaciedad de un género supremo sino en la formulación de un principio serial en la cual los casos particulares no son eliminados desde el inicio, sino incorporados como fases completamente determinadas en el seno de un proceso de variación. Por ello, en lugar de pretender alcanzar el género partiendo de la multiplicidad como lo quiere el *concepto sustancia* –tarea que, como lo hemos mencionado, fracasa en cuanto que el concepto no es un punto de llegada, sino de partida– el concepto matemático engendra, para los elementos que la componen, una relación fija, definida por la determinación de una regla o ley.

El desarrollo de la ciencia nueva, como es sabido, concibió su posibilidad en la medida en que fuera factible expresar la complejidad del fenómeno mediante la concatenación sistemática de sus componentes. Para ello había que concebir el terreno de la multiplicidad como susceptible de ser descrito en los términos de estructuras que permitieran develar la necesidad de la manifestación y el encadenamiento de las particularidades. Había que alejarse de la “universalidad abstracta del concepto”, incapaz de satisfacer estas demandas, y alcanzar la “universalidad concreta de la fórmula”.¹³ En la primera, el género descarta las diferen-

¹² *Ibid.*, p. 32.

¹³ *Id.*

cias específicas, en la segunda, el concepto acoge los rasgos particulares y los desarrolla en detalle conforme a una regla:

Tengamos, por ejemplo, que encontrar dos números enteros cuya suma sea igual a 25, siendo uno divisible entre 2 y el otro entre 3, el álgebra resuelve el problema dando al segundo número la forma $6z + 3$, donde z no puede tener más que los valores 0, 1, 2, 3, de donde se sigue inmediatamente, para el primer número, la forma $22 - 6z$; tratamos ahora con formas que presentan una universalidad concreta. Ellas son, en efecto, universales, ya que ellas representan la ley generatriz común a todos los números buscados; son, al mismo tiempo, concretos, ya que dando a z sucesivamente, los valores indicados, los números buscados se desprenden de esas formas que aparecen como siendo especies. El mismo principio vale, en regla general, para toda función matemática que tenga una o más variables. Cada función representa una ley universal que, gracias a los valores susceptibles de ser tomados por la variable, sostienen todos los casos particulares para los cuales dicha ley vale.¹⁴

De este modo, a la lógica de la “universalidad abstracta” —la del concepto genérico regido y controlado como lo hemos visto, por el *concepto de sustancia*— se opone, en lo sucesivo, la lógica de la “universalidad concreta” del *concepto matemático de función*. En este último, la determinación de cada elemento queda establecida de acuerdo con el principio que regula la serie de valores continuos, por lo cual dicha determinación no es sustancial; en este panorama, la tarea del pensamiento no es, en efecto, la de develar esencias. El elemento se presenta como resultado de una determinación relacional; un mismo elemento puede alcanzar más de una determinación, pues ésta depende de la posición que encuentre en la serie, y ésta, a su vez, del principio que regula su orden y continuidad. La distancia que hay entre el concepto ontológico (sustancia) y el concepto matemático (función), según podemos verlo ahora, es la que existe entre la cate-

¹⁴ M. W., Drobisch: *Neue Darstellung der Logik nach ihren einfachsten Verhältnissen*, Leipzig, 1887, p. 22, cit. en *ibid.*, p. 32.

goría aristotélica de relación y la determinación relacional en una serie funcionalmente regulada. La categoría aristotélica de relación —como antes se ha mencionado—, no añade nada a la cualificación del concepto, en tanto que, en el concepto matemático de función, el valor del elemento depende del lugar que ocupa en una serie, es decir, de la relación que mantiene con otros elementos. Por consiguiente, en el *concepto de función*, el valor del elemento depende siempre de la relación, dicho valor no preexiste, pues queda claro que no es una determinación esencial.

El dominio al cual se aplica el *concepto de función* no debe buscarse solamente en la matemática. El problema interesa también al dominio correspondiente al conocimiento de la naturaleza, pues el concepto de función contiene, a la vez, el esquema general que da sentido al concepto moderno de naturaleza y el modelo sobre el cual se regula su desarrollo histórico. Sin embargo, este planteamiento excede el propósito de este anexo, el cual se cubre al concluir, siguiendo a Cassirer, que la lógica que explica la formación del concepto en la teoría aristotélica de la abstracción apunta a la constitución de una serialidad fundada en el principio de similitud, acogiéndolo como el único posible y capaz de instituir el concepto genérico como la abstracción de la propiedad esencial de un grupo de elementos. En contraste, el concepto de función ubica el lugar de cada componente de la serie, asignándole un valor preciso, rigurosamente determinado por el principio que la regula.

BIBLIOGRAFÍA



Obras de René Descartes y sus abreviaturas

- AT *Œuvres de Descartes*, (11 vols.), edición de Charles Adam y Paul Tannery, Léopold Cerf. 1898/1956, Librairie Philosophique J. Vrin, París, 1996.
- CSM *The Philosophical Writings of Descartes*, (2 vols.), traducción de John Cottingham, Robert Stoothoff y Dugald Murdoch, Cambridge University Press, Cambridge, 1985, reimpr. 1998.
- K *The Philosophical Writings of Descartes*, (vol. III, *The Correspondence*), traducción de John Cottingham, Robert Stoothoff, Dugald Murdoch y Anthony Kenny, Cambridge University Press, Cambridge, Nueva York, Port Chester, Melbourne, Sydney, 1991.
- ALQ *Œuvres philosophiques*, (3 vols.), edición, selección de textos, notas y presentación de Ferdinand Alquí, Classiques Garnier, París, 1988.

Referencias

- ALBERTI, Leone Battista, *De Pictura, Libri tres Absolutissimi*. Amsterdam, Johannes de Laet, 1649.
- Aristóteles, *Organon*, 3 vols., trad. y notas por J. Tricot, Bibliothèque des textes philosophiques, Dir. Henri Gouhier. París, Librairie Philosophique J. Vrin, 1936.
-
- | *On the Soul, Parva Naturalia, On Breath*, trad. por W. S. Hett. Cambridge, Massachusetts, The



Loeb Classical Library, Londres, William Heinemann y Harvard University Press, 1935.

—| *The Physics*, 2 vols., trad. por Philip H. Wicksteed y Francis Cornford. Nueva York, The Loeb Classical Library, Londres, William Heinemann y G.P. Putnam's sons, 1929.

—| *Tratados de lógica (Organon)*, 2 vols., introd., trad. y notas de Miguel Candel Sanmartín. Madrid, Editorial Gredos, 1994.

ARNHEIM, Rudolf, *Arte y percepción visual. Psicología de la visión creadora*. Buenos Aires, EUDEBA, 1962.

BACON, Roger, *The 'Opus Majus'*, 2 vols. Edit., introd. y tabla analítica por John Henry Bridges, Frankfurt/Main, Minerva G. m. b. H., 1964.

—| *Roger Bacon and the origins of Perspective in the Middle Ages. A Critical Edition and English Translation of Bacon's Perspectiva with introduction and notes*. Edit. David C. Lindberg. Oxford, Clarendon Press, 1996.

BAILLET, Adrien, *La vie de Monsieur Des-cartes*, 2 Vols. Nueva York, Londres, Garland Publishing, Inc. 1987. (Facsimil de la edición de Daniel Horthemels, París, 1691).

BEDOUELLE, Thierry, "L'unité de la science et son objet. Descartes et Gassendi: deux critiques de l'aristotélisme", en *Rev. Les études philosophiques*, no. 1-2/enero-junio, París, PUF, 1996.

BELL, Eric Temple, *Historia de las matemáticas*. México, Fondo de Cultura Económica, 1949. (*The Development of Mathematics*, McGraw Hill, Nueva York, 1940).

BENTÉZ, Laura, *Descartes y el conocimiento del mundo natural*. México, Porrúa, 2004.

—| "Descartes y el escepticismo", en *Revista de Filosofía Dianoia*, México, UNAM, Instituto de Investigaciones Filosóficas, 1987, vol. 33, Num. 33, pp. 247- 268.

—| *El mundo en René Descartes*, México, UNAM, 1993.

—| "La vía de reflexión epistemológica y el dualismo cartesiano", en *Revista Latinoamericana de Filosofía*, Vol. xxiv No.1, otoño-1998, pp. 85-96.

- | “Percepción sensible y conocimiento del mundo natural en René Descartes”, en *Diánoia. Anuario de Filosofía*, XLIV, 1998, UNAM, FCE, IIF, México, pp. 19-32.
- | y Robles, José Antonio, “El camino de las ideas”, en *Enciclopedia Iberoamericana de Filosofía. Del Renacimiento a la Ilustración I*. (T. 6), Ezequiel de Olaso, (ed.), Trotta/Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Madrid, 1994, pp. 111-132.
- | y Robles, José Antonio, *El espacio y el infinito en la modernidad*. México, Publicaciones Cruz O. S. A., 2000.
- BENNETT, Jonathan, *Locke, Berkeley, Hume: temas centrales*, trad. de José Antonio Robles. México, Instituto de Investigaciones Filosóficas-UNAM, 1988. (*Locke, Berkeley, Hume: Central themes*, Oxford University Press, 1971).
- BEUCHOT, Mauricio, *El problema de los universales*. México, UNAM, 1981.
- BOCHNER, Salomon, *El papel de la matemática en el desarrollo de la ciencia*. Madrid, Alianza Editorial, 1991. (*The role of Mathematics in the Rise of Science*, Princeton University Press, 1966).
- BOYER, Carl, *Historia de la matemática*, Madrid, Alianza Editorial, 1999. (*A History of Mathematics*, John Wiley & Sons, 1969).
- BRUNSCHVICG, Léon, *Las etapas de la filosofía matemática*, Buenos Aires, Lautaro, 1945). (*Les étapes de la philosophie mathématique*, Librairie Félix Alcan, París, 1912).
- CALVINO, Juan, *Institución de la Religión Cristiana*, traducida y publicada por Cipriano de Valera en 1597, reeditada por Luis de Usó y Río en 1858. Nueva edición revisada en 1967. 2 vols., Países Bajos, Fundación editorial de literatura reformada, 1968.
- ČAPEK, Milič (ed.), *The Concepts of Space and Time. Their Structure and Their Development*. Dordrecht, Boston, D. Reidel Publishing Company, 1976.
- CASSIRER, Ernst, *El problema del conocimiento*, (4 vols.). México, Fondo de Cultura Económica, 1953. (*Das Erkenntnisproblem in der Philosophie und Wissenschaft der neuen Zeit*, 3 vols.,

Bruno Cassirer editor, Berlín, 1906-1920, Vol. 4, 1948, 1ª. ed. originalmente publicada en español).

— | *Filosofía de la Ilustración*. México, Fondo de Cultura Económica, 1950. (*Die Philosophie der Aufklärung*, 1932).

— | *Individuo y cosmos en la filosofía del Renacimiento*. Buenos Aires, Emecé, 1951. (*Individuum und Kosmos in der Philosophie der Renaissance*, 1927).

— | *La filosofía de las formas simbólicas*, (3 vols.). México, Fondo de Cultura Económica, 1976. (*Philosophie der symbolischen Formen 1923-1929*, 1ª. ed. en alemán, 1964).

— | *Substance et fonction. Éléments pour une théorie du concept*. París, Les éditions de minuit, 1977. (*Substanzgegriff und Funktionsbegriff. Untersuchungen über die Grundfragen der Erkenntniskritik*, Berlín, 1910).

— | *The Philosophy of Symbolic Forms*, 3 vols. New Haven, Yale University Press, 1961. (1ª. Ed. en inglés, 1953).

CLARKE, Desmond M., *La filosofía de la ciencia de Descartes*, Madrid, Alianza Universidad, 1986. (*Descartes' Philosophy of Science*, Manchester University Press, Manchester, 1982).

COHEN, Bernard, *La transformación newtoniana y la transformación de las ideas científicas*. Madrid, Alianza Universidad, 1983. (*The Newtonian Revolution*, Cambridge University Press, 1980).

COHEN, Floris, H., *The Scientific Revolution. A Historiographical Inquiry*. Chicago, The University of Chicago Press, 1994.

COTTINGHAM, John, *Descartes*, trad. Laura Benítez, coord., México, UNAM-FFYL, 1995. (*Descartes*, Basil Blackwell, LTD, 1986).

— | "René Descartes", en *Los filósofos. Una introducción a los grandes pensadores de Occidente*, Ted Honderich, comp., Madrid, Tecnos, 2000.

CRONE, Gerald Roe, *Historia de los mapas*. México, Buenos Aires, FCE, 1956.

CUSA, Nicolás de, *La docta ignorancia*. Madrid, Buenos Aires, México, Aguilar, Biblioteca de Iniciación Filosófica, 1966.

- DA COSTA KAUFMANN, Thomas, *The Mastery of Nature. Aspects of Art, Science and Humanism in the Renaissance*, Nueva Jersey, Princeton University Press, Princeton, 1993.
- DEAÑO, Alfredo, *Las concepciones de la lógica*. Madrid, Taurus, 1980.
- DÉGRÉMONT, Roselyne, "Descartes y la visión en tanto géometra", en L. Benítez, J. A. Robles, M. Costa y L. Madanes, eds., *Cuaderno de Historia de la Filosofía. Período 1999-2000, Génesis y Desarrollo de los Conceptos de Espacio y Tiempo (De Aristóteles a Newton)*, México-Buenos Aires, IIF-UNAM, UBA, 1999.
- DESCARTES, René, *Discurso del método, Dióptrica, Meteoros y Geometría*, prólogo, trad., y notas por Guillermo Quintás Alonso. Madrid, Ediciones Alfaguara, 1987.
- | *El Mundo o Tratado de la luz*, estudio introductorio, traducción y notas de Laura Benítez Grobet. México, UNAM, 1986.
- | *Los principios de la filosofía*, introd., trad., y notas por Guillermo Quintás Alonso, Alianza Universidad, Madrid, 1995.
- | *Meditaciones Metafísicas con objeciones y respuestas*, introd., trad., y notas por Vidal Peña. Madrid, Ediciones Alfaguara, 1977.
- | *Observaciones sobre el programa de Regius*, trad. del latín, prólogo y notas de Guillermo Quintás Alonso, Aguilar, Buenos Aires, 1980.
- | *Reglas para la dirección del espíritu*. México, Biblioteca Popular de la SEP, 1946. (Originalmente publicada por la *Revista de Occidente*).
- | *Reglas para la dirección del espíritu*, trad. Juan Manuel Navarro Cordón. Madrid, Alianza Editorial, 1996.
- | *Règles utiles et claires pour la direction de l'esprit en la recherche de la vérité*, traducción según el léxico cartesiano y anotación conceptual por Jean-Luc Marion, con notas matemáticas de Pierre Costabel. Obra publicada con el concurso del Centro Nacional de la Investigación Científica de París, La Haye, Martinus Nijhoff, 1977.

- DIJKSTERHUIS, Eduard Jan, *The Mechanization of the World Picture. Pythagoras to Newton*, trad. del alemán C. Dikshoorn. Nueva Jersey, Princeton University Press, 1986. (*De Mechanisering van het Wereldbeeld*, Amsterdam, 1959).
- DILKE, Oswald A. W., "The Culmination of Greek Cartography in Ptolemy", en *The History of Cartography. V. [126]*. J. B. Harley y D. Woodward, eds., *Cartography in Prehistoric, Ancient, and Medieval Europe and the Mediterranean*, Chicago y Londres, The University of Chicago Press, 1987, pp. 177-200.
- DUHEM, Pierre, *Le système du monde. Histoire des doctrines cosmologiques de Platon a Copernic*. Tomo X. París, Hermann, 1959.
- DURERO, Alberto, *Instituciones de Geometría*, trad. del latín al español e introd. de Jesús Yhmooff Cabrera. México, UNAM, 1979.
- | *Los cuatro libros de la simetría de las partes del cuerpo humano*, trad. del latín al español por Jesús Yhmooff Cabrera. México, UNAM, 1987.
- DURING, Ingemar, *Aristóteles*, trad. por Bernabé Navarro. México, UNAM, 1987.
- EDGERTON, Samuel Y. Jr., *The Heritage of Giotto's Geometry. Art and Science on the Eve of the Scientific Revolution*, Ithaca y Londres, Cornell University Press, 1991.
- EVES, Howard, *An Introduction to History of Mathematics*. Nueva York, Filadelfia, Chicago, San Francisco, Montreal, Toronto, Londres, Madrid, México, Saunders College Publishing, 1984.
- FRANCO RUBIO DE LA TORRE, Abel, *The Mathematization of Space, The double Birth of Pictorial Perspective and the Scientific Revolution*. Nueva York, Tesis, Universidad de Nueva York, 1998.
- GALILEO-KEPLER, *El mensaje y el mensajero sideral*. Madrid, Alianza Editorial, 1984.
- GARCÍA, Claudia Lorena, "Descartes: la imaginación y el mundo físico" en *Revista de Filosofía Diánoia*, México, UNAM, Instituto de Investigaciones Filosóficas, 1995, vol. 41, Num. 41, pp. 65-82.
- GARCÍA DE LEÓN CAMPERO, Porfirio, "Antecedentes históricos de la cartografía" en *Técnica y humanismo. Revista del Colegio Nacional de Educación Profesional y Técnica*, México, 1991, Año XI, No. 61, julio-agosto, pp. 39-45.

- GARCÍA, Rolando, "Teorías de sistemas y ciencias sociales", en I. Méndez y P. González Casanova, coords., *Matemáticas y Ciencias Sociales*. México, Miguel Angel Porrúa, 1993.
- GOSSELLIN PASCAL, François-Joseph, *Géographie des Grecs Analycée; ou les Systèmes d'Ératosthènes, de Strabon et de Ptolémée Comparés entre eux et avec nos connaissances modernes*. París, Imprimerie de Didot L'ainé, 1790.
- GRANT, Edward, *La ciencia física en la Edad Media*, México, FCE-CONACYT, 1983. (*Physical Science in the Middle Ages*, John Wiley & Sons, Nueva York, 1971, Cambridge University Press, Cambridge, 1977).
-
- | *Much ado about Nothing, Theories of Space and Vacuum from the Middle Ages to the Scientific Revolution*, Cambridge, Londres, Nueva York, New Rochelle, Melbourne, Sydney, Cambridge University Press, 1981.
- HABERMAS, Jürgen, "La fuerza liberadora de la figuración simbólica. La herencia humanista de Ernst Cassirer y la Biblioteca de Warburg", en *Fragmentos filosófico-teológicos. De la impresión sensible a la expresión simbólica*, trad. Juan Carlos Velasco Arroyo. Madrid, Trotta, 1999. (*Vom sinnlichen Eindruck zum symbolischen Ausdruck. Philosophische Essays*, 1997).
- HAMELIN, Octave, *El sistema de Descartes*. Buenos Aires, Losada, 1949. (*Le système de Descartes*", 1911).
- HARLEY, John Brian, "The Map and the Development of the History of cartography" en J. B. Harley y D. Woodward, eds., *The History of Cartography. Vol. 1. Cartography in Prehistoric, Ancient, and Medieval Europe and the Mediterranean*, Chicago y Londres, The University of Chicago Press, 1987.
-
- | y David Woodward, *The History of Cartography. Vol. 1. Cartography in Prehistoric, Ancient, and Medieval Europe and the Mediterranean*, Chicago y Londres, The University of Chicago Press, 1987.
- HEIDEGGER, Martin, *La pregunta por la cosa*, Buenos Aires, Sur, 1964. (*Die Frage nach dem Ding*, Max Niemeyer, Tubingen, 1963).

IBARRA, Andoni y Mormann, Thomas, *Representaciones en la ciencia. De la invariancia estructural a la significatividad pragmática*, Barcelona, Ediciones del Bronce, 1997.

Isidori Hispalensis, *Etymologiarum*, en *Divi Isidori Hispalensis Episcopi Opera. Philippi Secundi Catholici Regis Jussu e Vetusis Exemplaribus Emendata*, 2 Tomos, Bartholomæi Ulloa, 1778.

| *Etimologías*, 2 Tomos, Edición bilingüe preparada por José Oroz Reta y Manuel A. Marcos Casquero, Madrid, Biblioteca de Autores Cristianos, 2000.

ISNARDI, Teófilo, "La física de Descartes", en *Descartes. Homenaje en el tercer centenario del Discurso del Método*, Tomo I, edit. por Luis Juan Guerrero. Buenos Aires, Instituto de Filosofía, 1937, pp. 75-139.

ISRAEL, Giorgio, "Des Regulæ a la Géométrie", en *Revue d'histoire des sciences*, París, 1998, Tomo 51- 2/3 abril-septiembre, pp. 183-236.

JAMMER, Max, *Concepts of Space. The History of Theories of Space in Physics*, 3ª edición aumentada. Nueva York, Dover Publications, 1993.

KEMP, Martin, *The Science of Art. Optical themes in western art from Brunelleschi to Seurat*, New Haven, Londres, Yale University Press, 1990.

KLINE, Morris, *El pensamiento matemático de la antigüedad a nuestros días I*, Madrid, Alianza Editorial, 1992. (*Mathematical Thought from Ancient to Modern Times*, Oxford University Press, 1972.

KOYRÉ, Alexandre, *Del mundo cerrado al universo infinito*, Siglo XXI Editores, México, 1979. (*From the Closed World to the Infinite Universe*, 1957).

| *Estudios Galileanos*, México, Siglo XXI Editores, 1981. (*Études Galiléennes*, 1966).

| *Études d'histoire de la pensée philosophique*, París, Éditions Gallimard, 1971.

| *Études newtoniennes*, París, Éditions Gallimard, 1968.

- LAPORTE, J., "La connaissance de l'étendue chez Descartes", en Charles Adam (ed.): *Descartes*, Recueil publié par *La Revue Philosophique* à l'occasion du troisième Centenaire du *Discours de la Méthode*. Paris, Félix Alcan, 1937, pp. 257-89.
- LARRIBA, Jesús, *Eclesiología y antropología en Calvino*, Madrid, Cristiandad, 1975.
- LINDBERG, David C., *The Beginnings of Western Science. The European Scientific Tradition in Philosophical, Religious, and Institutional Context, 600 B.C. to A. D. 1450*. Chicago y Londres, The University of Chicago Press, 1992.
- LOYOLA, Juan, *Vida de El dulcísimo director de las almas S. Francisco de Sales, Obispo y Príncipe de Génova, y Fundador de la orden la Visitación de Santa María*, Madrid, Manuel Fernández, 1735.
- MACKENZIE, Anne Wilbur, "Descartes on Sensory Representation. A Study of the *Dioptrics*" en *Canadian Journal of Philosophy* 16, 1990 Supplementary Volume, 1990, pp. 109-45.
- MAULL, Nancy L., "Cartesian Optics and the Geometrization of Nature" en *René Descartes Critical Assessments*, ed. por Georges J. D. Moyal, Londres, Routledge, 1996, vol. IV, pp. 263-269.
- MERSENNE, Marin, *La vérité des sciences. Contre les Sceptiques ou Pyrrhonien*, Stuttgart-Bad Cannstatt, Friedrich Frommann, 1969. (Facsimil Paris, Neudruck der Ausgabe, 1625).
- MONTAIGNE, Michel de, *Ensayos*, 2 vols., (Seguidos de todas sus cartas conocidas hasta el día). Traducción por Constantino Román y Salamero, París, Garnier Hermanos, 1898.
- NAVARRO DE ZUVILLAGA, Javier, *Imágenes de la perspectiva*, Madrid, Ediciones Siruela, 1996.
- NEWELL DECYK, Betsy, "Cartesian imagination and perspectival art" en Stephen Gaukroger, John Schuster y John Sutton (eds.), *Descartes' natural philosophy*. Londres, Nueva York, Routledge, 2000, pp. 447- 486.
- NEWTON, Sir Isaac, "*De gravitatione et æquipondio fluidorum*" en *Unpublished Scientific Papers*, a selection from the Portsmouth Collection in the University Library, Cambridge, (1962). Selección, traducción al inglés de A. Rupert Hall y Marie Boas Hall.

Cambridge, Londres, Nueva York, Melbourne, Cambridge University Press; 1978, pp. 89-156.

| *Mathematical Principles of Natural Philosophy and His System of the World*, traducción al inglés de *Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica* (1687), por Andrew Motte (1729); revisada y ampliada con un Apéndice histórico y explicativo por Florian Cajori (1934). Berkeley, Los Ángeles, Londres, University of California Press, 1947.

NYS, Desiré, *La notion d'espace*. Bruselas, París, Londres, Les Éditions Robert Sand, 1922.

OLASO, Ezequiel, "El escepticismo antiguo en la génesis y desarrollo de la filosofía moderna", en *Dictionary of scientific biography*, 6 vols., por Charles Coulston Gillispie. Nueva York, Charles Scribner's Sons, 1981, pp. 133-161.

ORESME, Nicole, *Nicole Oresme and the Medieval Geometry of Qualities and Motions. A Treatise on the Uniformity and Difformity of Intensities known as Tractatus de configurationibus qualitatum et motuum*, edit., introd. y trad. por M. Clagett. Madison, Milwaukee y Londres, The University of Wisconsin Press, 1968.

ORTEGA Y GASSET, José, *La idea de principio en Leibniz y la evolución de la teoría deductiva*, en *Obras completas*, vol. VIII. Madrid, *Revista de Occidente*, 1962.

PANOFSKY, Erwin, *La perspectiva como forma simbólica*. Barcelona, Tusquets, 1983.

| *Renacimiento y renacimientos en el arte occidental*. Madrid, Alianza Universidad, 1975.

| *Vida y arte de Alberto Durero*. Madrid, Alianza Editorial, 1982.

PARIGI, Silvia, *Il mondo visibile. George Berkeley e la 'perspectiva'*. Florencia, Leo S. Olschi, 1995.

PIAGET, Jean y Rolando García, *Psicogénesis e Historia de la Ciencia*. México, Siglo XXI Editores, 1982.

POINCARÉ, Henry, *El espacio y el tiempo*. México, FFYL, UNAM, 1964.

POPKIN, Richard, *La historia del escepticismo desde Erasmo hasta Spinoza*. México, Fondo de Cultura Económica, 1983.

| "Theories of knowledge", en Charles B. Schmitt y Quentin Skinner, eds., *The Cambridge History of*

- Philosophy, Renaissance Philosophy*. Cambridge, Cambridge University Press, 1992.
- ROSSI, Paolo, *Los filósofos y las máquinas 1400-1700*, Barcelona, Editorial Labor, 1966.
- RUSSELL, Bertrand, "Ensayo sobre los Fundamentos de la Geometría", en *Ciencia y Filosofía, 1897-1919, Obras completas Vol. II*. Madrid, Aguilar, 1973. (*Principia Mathematica* y *An Essay on the Foundations of Geometry*, Londres, George Allen and Unwin, 1962).
- SALES, San Francisco de, *Œuvres Complètes. Controverses. Traité de l'amour de Dieu*. (Nueva edición, aumentada), Tomo 4°. París, Béthune Editeur, 1836.
-
- | *Tratado del Amor de Dios*, traducción según la edición crítica francesa de las obras completas de San Fco. de Sales, publicada por las religiosas del monasterio de Annecy, bajo la dirección crítica de Dom B. Mackey, O.S.B por Lorenzo Alonso Rueda, Poblet. Buenos Aires, Colección de Clásicos Católicos, 1943.
- SCHUHL, Pierre Maxime, *Maquinismo y filosofía*, Editorial América, México, 1941.
- SERFATI, Michel, "Descartes et la constitution de l'écriture symbolique mathématique", en *Revue d'histoire des sciences*, París, 1998, Tomo 51- 2/3 abril-septiembre, pp. 236-289.
- STRIKER, Gisela, *Essays on Hellenistic Epistemology and Ethics*, Cambridge, Cambridge University Press, 1996.
- STRUİK, Dirk Jan (edit), *A Source Book in Mathematics, 1200-1800*, New Jersey, Princeton University Press, 1986. (Harvard College, 1969).
- SUÁREZ, Francisco, *Disputaciones Metafísicas*, 7 vols., Edición bilingüe latín-español por Sergio Rábade Romeo, Salvador Caballero Sánchez y Antonio Puigcerver Zanon. Madrid, Gredos, 1966.
- TOLEDO, Leonel, "Escepticismo académico y epicureísmo en la filosofía natural de Pierre Gassendi", Tesis, México, 2000, UNAM, FFYL.
- TOOLEY, Ronald Vere, *Maps and map-makers*. Londres, B. T. Batsford Ltd., 1970.

VELÁZQUEZ, S. Alejandra, "Conocimiento y creencia ¿Fideísmo en San Francisco de Sales?", en *La filosofía natural en los pensadores de la modernidad*, coords., Laura Benítez y José Antonio Robles, México, Instituto de Investigaciones Filosóficas, UNAM, 2004, pp. 11-25.

| *De la filosofía de la naturaleza a la física. El papel de la luz en la física cartesiana*. México, 1997. Tesis, Facultad de Filosofía y Letras, UNAM.

| "El tiempo en la física cartesiana", en *Materia, espacio y tiempo: de la filosofía natural a la física*, coords., L. Benítez y J. A. Robles. México, FFYL., UNAM, 1999.

| "Espacio pictórico y geometría natural en René Descartes", en *Revista de Filosofía del Centro de Estudios Filosóficos*, Maracaibo, Universidad del Zulia. 2001, No. 37, enero-abril 2001, pp. 75-86.

| "Geometría y mundo natural en René Descartes. Espacio Pictórico y Espacio Perceptual", en *Memorias del XIV Congreso Interamericano de Filosofía*, 1999, <<http://www.afm.org.mx>>.

WILSON, Margaret Dauber, *Descartes*, trad. de José Antonio Robles. México, Instituto de Investigaciones Filosóficas, UNAM, 1990. (*Descartes*, Routledge & Kegan Paul, 1978).

| "Descartes on Sense and 'Resemblance'", en *Ideas and Mechanism. Essays on Early Modern Philosophy*, Princeton, Princeton University, 1999, pp. 10-25.

| "History of Philosophy in Philosophy Today; and the Case of the Sensible Qualities", en *Ideas and Mechanism. Essays on Early Modern Philosophy*. Princeton, Princeton University, 1999, pp. 455-494.

WOODWARD, David: "Medieval *Mappaemundi*", en *The History of Cartography. V. 1. Cartography in Prehistoric, Ancient, and Medieval Europe and the Mediterranean*, eds. J. B. Harley y D. Woodward, Chicago y Londres, The University of Chicago Press, 1987, pp. 286-370.

Diccionarios, enciclopedias y antologías

- BAYLE, Pierre, *Dictionnaire Historique et Critique*, 4 vols., Amsterdam, P. Brunel, 4^a. ed. 1730.
- COROMINAS, Joan y José Antonio Pascual, *Diccionario crítico etimológico castellano e hispánico*, 5 vols., Gredos, 1984.
- COULSTON, Charles, *Dictionary of scientific biography*, 6 vols., Nueva York, Charles Scribner's Sons, 1981.
- FERNÁNDEZ, Clemente, ed., *Los Filósofos Medievales. Selección de textos*, 2 vols., Madrid, La Biblioteca de Autores Cristianos, The Oxford Companion to Art, edit. Harold Osborne. Oxford, Clarendon Press, 1970.
- FERRATER, José, *Diccionario de filosofía*, 4 vols., Barcelona, Ariel, 1994.
- LAFFONT, Robert, *Dictionnaire Biographique des Auteurs*, 2 vols. París, Bompiani, 1957.
- LALANDE, André, *Vocabulario técnico y crítico de la filosofía*, (Revisado por los señores miembros y correspondientes de la sociedad francesa de filosofía y publicado, con sus correcciones y observaciones por André Lalande), 2 vols. Córdoba, Buenos Aires, El Ateneo, 1953.
- MILLAR, David *et al.*, *Diccionario básico de científicos*, Madrid, Tecnos, 1994. (Chambers Concise Dictionary of Scientist, W & R Chambers, 1989).
- MORRIS, John M., *Descartes Dictionary*, Nueva York, Philosophical Library, 1971.
- MOSTERÍN, Jesús y Roberto Torreti, *Diccionario de lógica y filosofía de la ciencia*, Madrid, Alianza Editorial, 2002.
- OLASO, Ezequiel, ed., *Enciclopedia Iberoamericana de Filosofía. Del Renacimiento a la Ilustración I*. (T. 6), Madrid, Trotta/Consejo Superior de Investigaciones Científicas, 1994.
- SANZ, Antonio, José Ortiz y José M. Riaño, *Biógrafos Griegos*, Madrid, Aguilar, 1964.
- VERA, Francisco, *Científicos Griegos*, 2 vols., Madrid, Aguilar, 1970.

ÍNDICE

@

Agradecimientos

7

Prólogo

9

Introducción

13

1. El criterio o canon en el conocimiento
y en la representación pictórica. El espacio unitario
en la *Vía de reflexión epistemológica*

21

2. El espacio físico en Descartes.
De la estrategia reductiva a la geometrización

61

3. El espacio cartesiano: método
y geometría de coordenadas

127

Conclusiones

219

Anexo. El concepto ontológico y el concepto
matemático. Sustancia y función

233

Bibliografía

243

— @ — *í* —



La teoría espacial de Descartes fue realizado por la Facultad de Filosofía y Letras de la UNAM. Se terminó de producir en septiembre de 2022. Tiene un formato de publicación electrónica enriquecida, exclusivo de la colección @Schola así como salida a impresión por demanda. Se utilizó en la composición la familia tipográfica completa Century Schoolbook en diferentes puntajes y adaptaciones. El diseño de la cubierta, los recursos electrónicos y la conversión digital, fueron elaborados por Editora Seiyu de México S.A. de C.V. La totalidad del contenido de la presente publicación es responsabilidad del autor, y en su caso, corresponsabilidad de los coautores y del coordinador o coordinadores de la misma. El cuidado de la edición estuvo a cargo de Editora Seiyu de México.







IMAGEN EN GUARDAS Y CUBIERTA

Casey Horner (contemporáneo, California, Estados Unidos de Norteamérica) fusión digital. Fotografía experimental. Plataforma <http://unsplash.com>



René Descartes es, sin duda, uno de los pensadores de la Modernidad que ha motivado una muy nutrida cantidad de estudios y análisis prolijos enfocados a los diversos temas que trata el pensador de la Turena: la metafísica, la epistemología, la filosofía natural, la fisiología, etcétera, a los que suelen remitirse los comentaristas desde la filosofía.

Por otra parte, la reconocida aportación cartesiana a la aritmética y a la geometría ha sido abordada, mayoritariamente, desde el campo de trabajo de los matemáticos: la geometría de coordenadas. La popularidad de la expresión “plano cartesiano” es resultado del afán pedagógico de la educación escolar básica que incluye el empleo del concepto de par ordenado, y sus aplicaciones en la geometría analítica. Así, las tradiciones de enseñanza han contribuido a separar los “temas filosóficos” de los “temas matemáticos” desarrollados por nuestro filósofo. *La teoría espacial de Descartes. Método y geometría de coordenadas* persigue articular ambos flancos cultivados por Descartes. Propone que el vínculo que une la matemática y la filosofía cartesianas ha de considerar, necesariamente, la renovadora concepción del espacio bajo la conformación del método cartesiano —en la dirección de la ciencia unitaria— y su consecuencia más abstracta: la geometría de coordenadas.

@Schola

