

Platonismo matematizante contra aristotelismo en el siglo XVI

DE CERTITUDINE MATHEMATICARUM EN EL SIGLO XVI

José Luis Montesinos Sirera

INTRODUCCIÓN

La visión cristiana del mundo hacia el año de 1500 se había inspirado significativamente en los dos pilares de la filosofía griega: el platonismo y el aristotelismo. Pensadores, cristianos o no, y comentaristas de las obras de Platón y de Aristóteles habían propuesto y defendido sus particulares puntos de vista y fueron muchos los que trataron de compatibilizar en lo posible ambas maneras de entender el mundo, unas veces platonizando a Aristóteles o viceversa. Claro está, también existían interpretaciones unilaterales que negaban validez a la mayor parte de los contenidos de la otra cosmovisión.

El estudio del desarrollo y tensión entre platonismo y aristotelismo en el Occidente cristiano en la Edad Media tardía es un tema amplio y complejo.

Si caracterizamos neoplatonismos y aristotelismos de manera esquemática, respectivamente, por:

- Misticismo religioso, culto y tratamiento irracional de los infinitos, creencia pitagórica en la estructura matemática del universo, afición a unas matemáticas numerológicas y de significados esotéricos.
- Razón y sentido común, deslinde de lo religioso y lo científico, tratamiento racional y restrictivo de los infinitos, subordinación de las matemáticas a la filosofía y a la teología.

Entonces un tema clave en la pugna entre las dos cosmovisiones es la estimación del valor de las matemáticas en el organigrama del saber.

Teología, matemáticas y física eran, según Aristóteles (*Metafísica* Libro 13, VII), tres tipos de ciencias teóricas, y de ellas la teología era la superior porque «tiene

por objeto el ser más elevado de todos los seres», el ser inmóvil, eterno y separado (que existe por sí mismo). La física trataría de los seres que poseen en sí mismos su principio de movimiento, y las matemáticas tratarían de los seres inmutables, pero no separados.

Según Aristóteles, los entes matemáticos, esto es, los números de la aritmética, las figuras de la geometría, los objetos de la astronomía y de la óptica, de la armonía musical y de la mecánica, presentan una ambigüedad estructural, en cuanto dotados de caracteres de la realidad suprasensible y, al tiempo, de caracteres comunes a la realidad sensible.

Asimismo, en el Libro XIII de la *Metafísica*, Aristóteles arremete contra los llamados «pitagóricos», critica el sistema de Platón y concluye que los números no forman las sustancias de los seres y que el objeto principal de esta ciencia es lo bello al tratar de la simetría y del orden. En definitiva, la matemática era una ciencia menor y desde luego no apta para el estudio de la Naturaleza.

Y si la revolución científica galileo-newtoniana que sustituye a la física y cosmovisión aristotélicas se asienta, como es notorio, en una matematización de la Naturaleza, en la que la antigua geometría y las nuevas álgebra y cálculo infinitesimal se aplican con renovado éxito a los problemas de la física, entonces la controversia que tuvo lugar en la segunda mitad del siglo XVI, en Italia, sobre la certeza de la matemática, primero en la Universidad de Padova y posteriormente en el seno de la Compañía de Jesús, cobra una importancia relevante.

Hacia 1550, el saber europeo occidental se veía sacudido por el escepticismo y la incertidumbre. En 1530, Agripa de Nestelheim había publicado su libro *De incertitudine et vanitate scientiarum*, en donde se pasaba revista a todas las artes y ciencias. Todas no serían, según Agripa, más que un conjunto de errores: la gramática, la retórica y la dialéctica solo sirven para engañar mejor, la observación es incierta porque nuestros sentidos son engañosos. Las matemáticas no son más que opiniones. La ciencia de los números es vana y supersticiosa, así como las ciencias adivinatorias, la cábala y las ciencias ocultas. La alquimia es una impostura. La jurisprudencia es una consagración de la fuerza. Hay una teología verdadera, pero, desde Santo Tomás, la Sorbona ha fabricado una escolástica que no es más que pura sofística y juegos de palabras. No quedaba más refugio que la fe en la palabra de Dios manifestada en la Sagrada Escritura.

Pero ni siquiera eso desde que Lutero y Calvino predicaron la posibilidad de interpretar libremente la Biblia, relativizando así también el mensaje divino. Por si fuera poco, en 1543, Copérnico publicaba su *De Revolutionibus orbium caelestium*, en el que se pone en duda hasta el reposo de la tierra misma que pisaban.

Era un duro golpe para la cosmovisión aristotélica y cristiana en vigor. ¿Cómo salir de este atolladero? ¿Cómo recobrar la certeza?

Pero ¿cuál era la situación de las matemáticas a comienzos del siglo XVI?

En el año de 1492, Pedro Sánchez Ciruelo, de 24 años, natural de Daroca, en Aragón, licenciado por la Universidad de Salamanca, llega a París para estudiar Teología en la Sorbona, por entonces el sitio más reputado en el estudio de esta

disciplina, que era en esos momentos, hay que subrayarlo, la cumbre del saber.

Sánchez Ciruelo había estudiado en Salamanca las «artes matemáticas» o cuadrivio matemático, formado por la Aritmética, la Geometría, la Perspectiva y la Música. Y todas ellas constituían la cátedra de Matemáticas que recibía el nombre genérico de Astrología.

En el prólogo, autobiográfico, de su *Apotelesmata Astrologiae Christianae* (Alcalá, 1521) dirá que

en París, en aquel tiempo, aunque fuese frecuentadísimo el estudio de las disciplinas oratorias y de ambas filosofías y de la Teología, sin embargo, mi profesión de artes matemáticas (de las cuales casi todos los parisienses eran desconocedores entonces) me hizo muy grato ante ellos y aceptadísimo, como si la tierra, sedienta, hubiera recibido la oportuna lluvia del cielo.

Y que gracias a la clemencia de Dios

...enseñando una Facultad y aprendiendo otra, de aquella recibiera el alimento del cuerpo y de ésta el del alma, con la cual pudieran vivir y sustentarse ambas partes del hombre.

Así pues, los españoles, en 1492, no solo desembarcaban en América y en el Vaticano con la ascensión al pontificado de Rodrigo Borja, Alejandro VI, el Papa Borgia, sino que también lo hacían en la Sorbona y nada menos, diríamos hoy, que para explicar matemáticas. Y es que alrededor del año de 1500, un numeroso grupo de españoles enseñaba matemáticas en París: Gaspar Lax, Miguel Francés, Juan Martínez Silíceo, Álvaro Tomás. ¡Todos ellos han ido a estudiar teología y al mismo tiempo impartían docencia en matemáticas!

Analicemos con cuidado este, en principio, sorprendente hecho. ¿De qué matemáticas se trata? ¿Cuál es la situación de las matemáticas en Europa a comienzos del siglo XVI?

En 1495 Ciruelo publica en París su *Tractatus Arithmetice qui dicitur Algoritmos*. El *Tractatus Arithmetice* es un tratado algorítmico de los números enteros y de las fracciones de números enteros. Contemplado desde una perspectiva actual, pero ciertamente ahistórica, el libro puede parecer tiernamente elemental: cualquier niño aplicado de nuestras escuelas dominaría sus contenidos. Sin embargo, a comienzos del siglo XVI, la numeración decimal y las cuatro reglas numéricas eran una novedad, digamos, universitaria. Pero hagamos un poco de historia:

A comienzos del siglo XIII los mercaderes italianos de Pisa, Génova y Venecia en contacto con las tierras del norte de África, descubrieron el sistema de numeración arábigo-hindú. Leonardo de Pisa, Fibonacci, había crecido en una colonia italiana dedicada al comercio en lo que hoy es Argelia. Estudió el nuevo sistema numérico y se convenció de las ventajas de este sobre el caduco sistema de numeración romana usado hasta entonces. Escribió, en 1202, sus impresiones en el *Liber Abaci*, que es una introducción al nuevo sistema numérico y a sus algoritmos, seguido de ciertas aplicaciones de la aritmética a los cálculos comerciales.

Poco a poco el nuevo sistema se fue imponiendo; los signos arábigos fueron sustituyendo a los números romanos, y los cálculos con lápiz y papel al ábaco. Hacia 1400 las florecientes ciudades marítimas del norte de Italia establecieron el libro de contabilidad a doble entrada, a veces referido como *scrittura alla veneziana*: a Venecia acudían de todos los países europeos a aprender el nuevo arte de la contabilidad. No es por casualidad que el primer libro de matemáticas impreso, antes incluso que los *Elementos* de Euclides, fuese una *Aritmética* comercial, de autor anónimo, publicada en Treviso en 1478. Así pues, fueron las necesidades del comercio de un incipiente capitalismo las que crearon un núcleo importante de matemática aplicada a comienzos del Renacimiento.

Conviene distinguir entre matemática aplicada, esto es, el conjunto de saberes aritméticos y geométricos que se usaban en la agrimensura, la construcción, las prácticas comerciales, etc., que Platón había designado por Logística, y la matemática teórica o pura, construcción hipotético-deductiva cuyo modelo por excelencia eran los *Elementos* de Euclides.

LA RECEPCIÓN DE ARISTÓTELES EN OCCIDENTE

La recepción de Aristóteles en los siglos XII y XIII produce un cambio importante en el pensamiento medieval europeo. En Europa y hasta el siglo XII sólo se conocía prácticamente a Aristóteles como maestro de lógica, y los textos a estudiar eran los difíciles libros que constituían el *Organon* (*Analíticos primeros*, *Analíticos segundos*, etc.).

Grandes estudiosos y comentaristas de Aristóteles fueron:

Avicena (981-1037), astrónomo persa, que interpreta a Aristóteles en sentido neo-platónico.

Averroes (1126-1198), cordobés, que se interesa por el Aristóteles naturalista (será el comentador decisivo para Tomás de Aquino).

Avicibrón (1020-1070), judío español, de Málaga, neoplatónico y místico, que tratará de compatibilizar a los dos grandes pensadores griegos.

Maimónides (1135-1204), también cordobés, aúna el pensamiento aristotélico con la fe bíblico-judía. Con su *Guía de Perplejos* pretendió ayudar a quien poseyendo un espíritu religioso al par que *versado en filosofía y ciencia verdadera* se encontrara, sin embargo, lleno de dudas, desorientado, perplejo. Este gran pensador sefardí, judío español, construye una verdadera *suma* teológico-filosófica del judaísmo y expone críticamente las principales teorías aristotélicas en polémica con los teólogos islámicos, y al tiempo dará una preciosa información sobre la astronomía en la Edad Media.

Para Averroes, que era musulmán, filósofo y médico, siendo el conocimiento de Dios el origen del mundo, está claro que este, lo mismo que su hacedor, no puede tener principio ni fin. Es nuestra mente la que concibe el principio y el fin del mundo, al considerar la realidad bajo la categoría subjetiva del tiempo. Averroes trata el problema de la distinción entre tiempo verdadero (tiempo-duración) y tiempo abstracto (tiempo-medida) en su breve tratado *Solución al problema: creación o eternidad del mundo*. El tiempo verdadero no se compone de momentos tempora-

les separados por un principio y un fin. Debe ser considerado, más bien, como una circunferencia en la que todo punto es al mismo tiempo principio y fin de un arco. El tiempo abstracto es el tiempo abstraído de la realidad del mundo, que se le aplica como medida, y es representado como línea recta (ya sea ésta finita o infinita).

Averroes sostuvo la existencia de una sola alma, supraindividual y universal, de la que la inteligencia sería una simple y provisional manifestación. Es decir, el ser humano no posee un alma propia, sino que participa hasta que muere del alma colectiva. Contrariamente a las enseñanzas del cristianismo y del islam, no existe, desde el punto de vista del individuo, ninguna esperanza de eternidad; el alma individual estaría destinada a morir con el cuerpo.

Así pues, es la Península Ibérica el trampolín desde donde se impulsa a Aristóteles a París, Oxford, Padova, desde donde tienen lugar las traducciones al latín de los escritos griegos y árabes de los comentaristas de la obra del estagirita. De los innumerables comentaristas de Aristóteles a lo largo de la Historia, dos son especialmente destacables en lo que se refiere a un «aristotelismo laico»: Alejandro de Afrodisia (siglo III d.C.) y Averroes.

A mediados del siglo XIII se conoce ya en Occidente todo el «corpus aristotélico». La Universidad de París se convierte en el centro intelectual de Occidente, con su famosa Facultad de Teología. Pero esta recepción no se produce sin controversias:

- En 1210, un sínodo provincial decreta la prohibición de enseñar la filosofía de Aristóteles acerca de la Naturaleza.
- En 1215 esta prohibición fue incorporada a los estatutos de la Universidad.
- En 1231 Gregorio IX reitera nuevamente la prohibición de los escritos aristotélicos (pero «hasta que sean corregidos»).
- En 1255 son incluidos todos los escritos de Aristóteles en el programa de estudio de la Facultad de Artes
- De 1267 a 1277 tiene lugar en la Universidad de París una enconada disputa sobre la *eternidad del mundo* expresada en el corpus teórico aristotélico que termina con el edicto del obispo Tempier, que decretó la prohibición de la enseñanza de ciertos asertos aristotélicos, entre los que estaba el *quod mundus est eternus*.
- En 1366 se dispone por decreto pontificio que el estudio de Aristóteles sea preceptivo para la obtención de la licenciatura en Artes.

En el siglo XIII y en relación con las doctrinas aristotélicas se pueden distinguir tres corrientes:

- a) La del rechazo o «agustinista» (Buenaventura (1221-1274), y los franciscanos, que prefieren seguir la tradición agustiniana).
- b) La de la aceptación crítica o «aristotelismo latino» (Alberto Magno (1200-1280), Tomás de Aquino (1225-1274), los dominicos).
- c) La de pasiva subordinación o «averroísmo latino» (Sigerio de Brabante, que muere envenenado en Orvieto (1282) cuando es huésped del Papa).

Uno de los grandes temas de discusión en relación al aristotelismo en el siglo XIII es el de la *eternidad del mundo*. Presupuesto fundamental de la cosmología aristotélica era la eternidad del mundo, algo que chocaba frontalmente con el «creacionismo» cristiano. Muchos fueron los temas colaterales que se vieron envueltos en la discusión:

- Las relaciones fe-razón, y el papel de la filosofía en la cristiandad.
- Las técnicas de la apologética y los criterios de demostrabilidad.
- Dios, la Trinidad y los atributos divinos.
- La idea de creación y la definición de criatura.
- El ser, la nada y el tiempo.
- Los conceptos de movimiento, tiempo, espacio y materia.
- Los conceptos de posibilidad y necesidad.
- La naturaleza de los cuerpos celestes.
- La cuestión de los «universales» y de la eternidad de la verdad.
- El problema de la unidad del intelecto.
- La función del hombre en el mundo y las concepciones de la historia.

Y el otro gran tema es el del infinito:

Desde la mitad del siglo XIII y a lo largo del siglo XIV el tema del infinito es largamente debatido y ello por dos motivos teológicos, el de la eternidad del mundo y el de la inmortalidad del alma. Si el mundo no tiene comienzo, la esfera celeste habría dado un número infinito de rotaciones, y si no hubo un primer hombre, entonces el número de «almas» en este momento sería «actualmente» infinito, pero eso era imposible, estaba «prohibido» por el Maestro.

Donde el aristotelismo empieza a hacer aguas es en la física del movimiento. Sin embargo, Tomás de Aquino, un poco antes de morir, en su comentario al *De Caelo* se adhería, como antes lo había hecho el propio Averroes, a la manera aristotélica de explicar el movimiento de un proyectil. Manera que Guillermo de Ockam (1300-1349) critica y ridiculiza: el aire no es el agente que, impulsando, permite al proyectil seguir su movimiento, según mantenía la teoría aristotélica.

Posteriormente, la «escuela parisina» de Oresme, Buridan y Alberto de Sajonia desarrollarán la teoría del *impetus* de la que se inspirarían Domingo de Soto, Benedetti y Galileo.

En el siglo XVI, hay dos grandes grupos de corrientes aristotélicas: alejandrinistas y averroístas, bien representados en la Universidad de Padova.

Los aristotélicos de Padova eran naturalistas y laicos. Estaban de acuerdo en que en el mundo existía un orden inmutable y necesario y en que Dios no intervenía en las cosas del mundo. Apelaban a la *doble verdad*, mediante la cual pretendían separar las cosas de la razón y las de la fe. Se caracterizaban por un rechazo, en filosofía, de todo sueño místico-religioso, tan común en las corrientes platónicas del momento (Ficino, Pico della Mirandola). Pero admitían, sin embargo, las influencias de los astros en las acciones humanas, y tendrán que apañárselas un poco más adelante para aceptar cómo era posible que un entendimiento ligado a los sentidos pueda conocer no ya esa unidad mística del infinito divino, sino la

misma unidad y el orden del cosmos, tal como la ciencia moderna lo entenderá a partir de modelos matemáticos.

Los aristotélicos padovanos no entenderán la naturaleza del pensamiento matemático y de hecho no entenderán la ciencia moderna. En la segunda mitad del siglo XVI tiene lugar, centrado en la Universidad de Padova, un vibrante debate sobre la naturaleza y estructura de las matemáticas, en el que la certidumbre de estas es analizada en orden a decidir si las matemáticas poseen el grado de ciencia en el más alto sentido aristotélico.

Pietro Pomponazzi (1462-1524) es un alejandrino padovano, autor de una *De immortalitate animae*, en la que concluye que no se puede demostrar la inmortalidad del alma por medios racionales. La diferencia con sus colegas averroístas residía en que para estos sí existía un alma colectiva inmortal, alma colectiva de la humanidad que tenía acceso al entendimiento de los universales o ideas abstractas.

Alessandro Piccolomini (1508-1579), de la ilustre familia sienesa, fue un humanista y un divulgador de la ciencia. Miembro de la *Accademia degli Infiammati*, aunque no es matemático, publica en Padova su *Commentarium de certitudine mathematicarum disciplinarum* en el que se afirma que las matemáticas no cumplían con los requisitos aristotélicos que una disciplina debía reunir para constituir una ciencia, al no disponer de una conveniente justificación causal de sus resultados. Las demostraciones matemáticas no serían, según Piccolomini, del tipo de las que Aristóteles designó con el nombre de *demonstratio potissima* y que representan el más alto grado de certeza, aquellas demostraciones en las que se conocen con claridad y al mismo tiempo el verificarse de un hecho y de su causa o razón.

Y esto, a pesar de las opiniones de Averroes, Tomás de Aquino, y otros que habrían malinterpretado las palabras de Aristóteles (en su *Metafísica*): «No en todas las cosas debemos esperar encontrar la certeza matemática».

Y según Piccolomini, desde luego no en las cosas de la Naturaleza:

Los principios de la Naturaleza y de las cosas naturales se conocen a partir de los efectos percibidos por los sentidos a través de una larga experiencia [...] Los entes matemáticos («res mathematicae»), sin embargo, al ser producidos por abstracción, se ofrecen completamente a nuestro sentido, y le presentan del modo más claro no sólo sus propiedades, sino también sus objetos y la forma de ellos, ya que todas estas cosas son cantidades. Y la cantidad es de entre las cosas percibidas por los sentidos la más clara.

(«Quantitas est omnium sensorum sensatissimum») [...]. Las cosas naturales, aunque revelan a nuestros sentidos sus operaciones, tienen inmersas y veladas en el profundo y obscuro seno de la natura las diferencias últimas, esto es, las formas y las sustancias de las cuales derivan en manera muy oculta las propiedades y las acciones de las cosas [...] La cantidad, siendo una propiedad común perceptible por los sentidos («sensible»), no está confinada a una materia específica, y por tanto no esconde nada de misterioso sino que se nos muestra claramente en su totalidad [...]. Por tanto, siguiendo lo

dicho por Aristóteles y por sus antiguos comentadores se llega a la conclusión de que no sin razón se dice que las ciencias matemáticas son ciertas: pero lo son no en virtud de sus demostraciones sino a causa de su objeto. Esto es lo que también afirma netamente Proclo en sus comentarios a los Elementos de Euclides.

Este comentario de Piccolomini suscitó mucha polémica y entre los que se opusieron a él se encontraba **Francesco Barozzi** (1537-1604), quien, en una serie de lecciones impartidas en la Universidad de Padova en 1559, trató de confutar las argumentaciones de Piccolomini y en especial ponía en duda aquella interpretación de Proclo, según la cual la certeza de las matemáticas no residiría en sus demostraciones sino en su objeto. Barozzi había traducido del griego en 1560 el comentario de Proclo al libro I de Euclides, y ello a pesar de que ya existía una traducción hecha en 1533 pero que estaba llena de errores. Como su colega Maurolico en Messina, Barozzi protestaba de las traducciones que de los libros de matemáticas se hacían por parte de gente que no sabía las suficientes matemáticas. Esta traducción sería alabada posteriormente por el jesuita Clavius, con el que Barozzi mantuvo una correspondencia, no siempre amable.

Esta polémica tuvo un importante reflejo en la Compañía de Jesús, la nueva orden religiosa, creada expresamente para combatir el protestantismo y que estaba creando e impulsando una poderosa red de colegios en todo el mundo. Las directoras intelectuales, en la piramidal estructura de la Compañía, eran las de seguir en todo momento las doctrinas oficiales escolástico-aristotélicas de Santo Tomás de Aquino. Sin embargo, la polémica Aristóteles-Platón era inevitable y esta se traspasó al delicado tema del contenido de los *currículos* educativos.

En el *Collegio Romano*, la máxima institución educativa de la orden, donde se formaban los futuros enseñantes de la Compañía, los aspirantes estudiaban la Filosofía a lo largo de tres años. En el primer año estudiaban la Lógica, en el segundo la Filosofía natural o Física y en el tercero la Metafísica. Las Matemáticas figuraban como una parte de la materia del segundo año, y si no se podía terminar en ese segundo año se continuaba en el tercero. Hay que señalar que un mismo profesor impartía las tres materias acompañando a los alumnos a lo largo de los tres años. En la década de los sesenta, los profesores son españoles en general, los más famosos, Toledo y Pereira, que escribieron libros de comentarios sobre la obra de Aristóteles y en particular sobre la Física.

Pero toca ahora hablar de dos defensores de las matemáticas y antiaristotélicos. El primero de ellos es **Pierre de la Ramée** (1515-1572), o Petrus Ramus, el filósofo francés de comienzos del siglo XVI que se caracterizó por su antiaristotelismo, designado posteriormente como Ramismo. De una inteligencia superior, entra muy joven en el Colegio de Navarre en París, donde tiene que hacer de servidor de algunos de sus compañeros, dada su extrema pobreza. Con 21 años se doctora en la Sorbona con una tesis ferozmente antiaristotélica, protestando contra el excesivo escolasticismo de las universidades, en las que Aristóteles era el modelo único y la base de toda investigación filosófica. En 1543 publica sus *Animadversiones in Dialectican Aristotelis*, que fueron condenadas por la Facultad de Teología de la Sorbona. En esta obra, Ramus destaca la elegancia del sistema copernicano frente al torpe sistema cosmológico de Aristóteles. Sus numerosos enemigos de la universidad hacen que el rey Francisco I prohíba sus obras.

Ramus recurre a su protector, el futuro cardenal de Lorraine, antiguo alumno suyo y a quien dedica su traducción de los *Elementos* de Euclides, obligada incursión en las matemáticas para huir de los «peligros» de la filosofía. Charles de Lorraine, que acababa de salir del Colegio, es presentado a Francisco I por su tío, el entonces cardenal de Lorraine. En 1545, y como consecuencia de la mortandad causada por una peste, Ramus es llamado para asumir la dirección del Colegio de Presles. En 1547 muere el rey y le sucede Enrique II. Carlos de Lorraine es nombrado cardenal de Guisa e inmediatamente obtiene del rey que levante la prohibición de explicar filosofía a su protegido Ramus. En 1551, y a pesar de las maquinaciones del rector Charpentier, diez años más joven que Ramus, es nombrado por Henry II, profesor del Colegio Real. Pero, posteriormente, Ramus comete el error, en aquellos momentos terrible error, de hacerse calvinista, y pierde el apoyo de su protector, el cardenal de Lorraine. Pierre de la Ramée será una más de las numerosísimas víctimas de la represión católica que siguió a la noche de San Bartolomé en 1572.

Y ahora hablemos de **Gian Battista Benedetti** (1530-1590), patricio veneciano, físico, matemático y filósofo del duque de Saboya desde 1567 hasta 1590, y en muchos sentidos un claro precursor de Galileo.

En su primer libro, *Resolutio Omnium Euclidis Problematum* (1553), propone uno de los logros en física más importante del Renacimiento: el hecho de que dos cuerpos de distinto peso, pero de la misma sustancia, empleen el mismo tiempo en llegar al suelo, en contradicción con la aristotélica creencia de que el tiempo de caída era proporcional al peso del cuerpo e inversamente proporcional a la densidad del medio. Para ello Benedetti hace uso de una demostración inspirada en el Principio de Arquímedes. Dos años después publica un libro con el significativo título *Demonstratio proportionum motuum localium contra aristotelem et omnes philosophos*.

Desde 1559 hasta 1567 es el matemático del duque Octavio Farnese en la corte de Parma. Las influencias de la «escuela parisina» (Buridan, Alberto de Sajonia...) en la física del movimiento italiano de la primera mitad del siglo XVI es notoria. La teoría del *impetus* ha preparado el terreno para los desarrollos futuros que culminarán en Galileo.

Benedetti, desde muy joven, capta las deficiencias de la física de Aristóteles y pronto llega a la conclusión de que este no ha comprendido el papel que las matemáticas pueden jugar en la ciencia física, como sí hizo el gran Arquímedes. Ello sería la causa de graves errores en la concepción física de las cosas: el movimiento de un proyectil, la «ley» aristotélica de caída de los cuerpos, la no existencia del vacío. Es tiempo de retornar a Euclides, Arquímedes y Apolonio.

En *Diversarum speculationum mathematicarum et physicarum liber* (1585) reúne una miscelánea de artículos, cartas y otros escritos.

Tal es, ciertamente, la amplitud de saber y la autoridad de Aristóteles que es difícil y peligroso escribir algo que lo contradiga; y esto lo digo, especialmente porque la sabiduría de este hombre me ha parecido siempre admirable. Sin embargo, movido por el deseo de verdad, por el amor de la cual, si él viviese, también es-

taría inflamado, [...] yo no dudo en decir, por el interés común, en qué cosas el fundamento inquebrantable de la filosofía matemática me fuerza a separarme de él.

Para Alexandre Koyré en su artículo «Benedetti, crítico de Aristóteles», Benedetti achacaría el fundamento último de los errores de Aristóteles en física a su antiinfinitismo y, claro está, a su antimatematismo.

Benedetti construye una física-matemática al estilo de Arquímedes, y sus escritos ejercieron gran influencia en los profesores del *Collegio Romano*, y, a través de los «apuntes» usados en los cursos de esta institución, su influencia habría llegado a Galileo.

Y ahora toca hablar de un español importante:

Domingo de Soto (1494-1560), que era dominico y estaba asignado al convento de San Esteban en Salamanca. Espíritu recto, ecuánime, equilibrado, intervino en los asuntos más variados de orden científico, religioso, político y económico. En 1545 publicó *Comentarios y cuestiones a la Física de Aristóteles*. El francés Pierre Duhem, famoso historiador de la Ciencia de la primera mitad del siglo XX, le atribuye haber formulado la ley de caída de los graves sesenta años antes que Galileo. Y es que en este libro de Soto aparece por primera vez en un texto impreso la aplicación de la expresión *uniformemente diforme* a la caída de los graves:

El movimiento uniformemente diforme en cuanto al tiempo es aquel de tal modo diforme que, si se divide según el tiempo (es decir, según lo anterior y lo posterior), el movimiento del punto medio de cualquier parte supera al del extremo más lento en la misma proporción en que es superado por el más intenso. Esta especie de movimiento es propia de las cosas que se mueven naturalmente y de los proyectiles.

El mérito de Galileo consistió en expresarlo en fórmulas matemáticas, siguiendo el modelo euclídeo-arquimediano, axiomático-deductivo, en el que, a partir de unos axiomas inspirados en la realidad del fenómeno natural a estudiar, se consiguen los teoremas, las leyes de la Naturaleza expresadas en formulación matemática por medio de proporciones entre magnitudes geométricas. Pues bien, esos ochenta años de los que habla Duhem son los que separan el hecho de que el binomio teología-matemáticas se invierta en el orden de importancia y las matemáticas pasen a ser el instrumento indispensable en el desarrollo de la filosofía natural, ya convertida en ciencia moderna. Y ello es así, como trataré de hacerles ver más adelante, inducido por la propia teología. Con esta inversión de papeles, la matemática ocupará el lugar en el que reside la verdad absoluta, hasta entonces feudo de la teología.

Poco después de la publicación de su libro, Soto es enviado al Concilio de Trento, donde participará hasta el año de 1547 como teólogo del emperador. A su vuelta, Carlos V le convierte en su confesor y, claro está, en su consejero. Poco a poco, el clima de tolerancia y los intentos imperiales de irenismo se sustituyen por la intransigencia, las persecuciones, y el deseo de acabar, incluso físicamente, con los que piensan de otro modo.

La intransigencia religiosa de Carlos V no es una manifestación de purismo religioso: es una decidida voluntad política de contener la crispación político-religiosa que está teniendo lugar en Europa como resultado de la confrontación entre la Reforma protestante y la Contrarreforma en marcha. Como si previera los sangrientos sucesos que asolarían Europa en el futuro: en Francia, donde hugonotes calvinistas y católicos se combatirán ferozmente y tendrá lugar la matanza de hugonotes en la noche de San Bartolomé (1572) y el asesinato de dos reyes a manos de fanáticos religiosos, Enrique III (1589) y Enrique IV (1610); la guerra de los Treinta Años (1618-1648) en la Europa central y la guerra civil inglesa (1642-1649), y en todas ellas el *factor religioso* jugando un papel fundamental. La pluralidad religiosa –detrás de la cual se abanderaban, ciertamente, intereses de dominio político–, con credos antagónicos y excluyentes, enrarecía el tejido social hasta que brotaba la violencia. Carlos V pretenderá convertirse en el *Leviatán* que cien años después ideará Thomas Hobbes, monstruo todopoderoso, alegoría del Estado fuerte, que, ciñendo en una mano la espada del poder y de la justicia y en la otra el báculo del poder religioso, impondrá la paz y el orden en un Imperio unificado política y religiosamente.

Ya en 1540 se había creado la Compañía de Jesús con el objeto de «mantener católicos a los países en los que la Reforma no venció y en reconquistar para el papado aquellos países en los que aquella sí triunfó, y para ello se reconoce como su misión especial la de predicar e instruir a la juventud», como dice la bula papal de Paulo III. Y la crean fundamentalmente españoles, al frente de los cuales está el navarro Ignacio de Loyola.

En 1545 comienza el Concilio de Trento –que durará con interrupciones hasta 1563–, destinado al rearme moral e intelectual de la Iglesia romana y frenar así el imparable avance de la Reforma protestante. En él participan, entre otros, los jesuitas españoles Laínez y Salmerón y, como ya hemos dicho, el dominico Domingo de Soto, enviado como teólogo del emperador. Una de las principales conclusiones del Concilio –desarrollada especialmente por los jesuitas en la segunda mitad del siglo XVI y la primera del XVII– es la necesidad de establecer un conocimiento racional de Dios y de la Naturaleza para luchar contra dos amenazas intelectuales que se cernían sobre el mundo católico.

Una de ellas era el neoplatonismo, la magia y el conocimiento hermético, especialmente cultivados en Italia: Marsilio Ficino, Pico della Mirandola, Giordano Bruno, cuyo objeto era conseguir una verdadera reforma religiosa y educativa a través del conocimiento y cultivo de las armonías ocultas existentes entre el mundo creado y el alma humana, mediante las cuales acercar el hombre a Dios. La otra amenaza era el escepticismo, cuyos principales valedores a lo largo del siglo XVI fueron Cornelio Agripa de Nettesheim, el hispano Francisco Sánchez y los franceses Michel de Montaigne y Pierre Charron, que negaban la posibilidad de conocimiento humano cierto, científico o teológico.

Se apela entonces a la racionalidad, a la razón, para afirmar la posibilidad de un conocimiento verdadero –obviamente, tendrá que ser *único y excluyente*– que supere el estéril escepticismo y el pluralismo que confunde. La razón matematizante y platónica cobra entonces un protagonismo unificador que vamos a personalizar en las figuras de **Francesco Maurolico** (1494-1575), sacerdote siciliano y uno de los más grandes geómetras del siglo XVI, y **Cristóforus Clavius** (1538-1611), jesuita

alemán, matemático autodidacta y reputado astrónomo, decidido impulsor de la enseñanza de las matemáticas en los colegios de la orden y formador de los futuros jesuitas en el Colegio Romano, casa matriz de la Compañía en Roma.

En 1521, con ventisiete años, Maurolico toma las órdenes religiosas y escribe su primera obra matemática. El binomio religión-matemáticas: la religión –Maurolico es un ferviente católico– y la matemática serán sus guías en la búsqueda de la *certidumbre* y del *rigor*. Maurolico empleará toda su vida en impulsar un renacimiento de la matemática, esto es, de la matemática griega, olvidada o mal restituida en deficientes traducciones y añadidos carentes de rigor. En ese movimiento cultural que es el Renacimiento, y que tuvo lugar en Italia a partir del siglo XV, la matemática había quedado relegada, y los tímidos intentos realizados en la recuperación de los textos griegos habían sido hechos por traductores que no dominaban las matemáticas y que minusvaloraban justamente lo que tenía de original aquella particular forma de hacer matemáticas, el rigor.

Maurolico entra en estrecha relación con los jesuitas a través del virrey de Sicilia, Juan de Vega, amigo personal de Ignacio de Loyola y exembajador de Carlos V en el Vaticano. A instancias de Vega se crea en 1548, en Messina, el primer colegio jesuita con alumnos externos. El colegio es confiado a Jerónimo Nadal, nacido en 1501 en Palma de Mallorca, cercano al grupo fundador de Ignacio y Juan de Polanco, a quienes había conocido en París, a donde había ido a aprender teología y donde también había enseñado matemáticas. Será rector del colegio de Messina de 1548 a 1552 y como tal publicará el primer programa escolar de matemáticas impreso, dentro de un programa general sobre la organización del conocimiento

El profesor leerá, fuera del programa ordinario, las matemáticas en el momento en que el Rector considere más adecuado. Primeramente, algunos libros de Euclides, hasta que los estudiantes se acostumbren a las demostraciones. Después la Aritmética de Oroncio Finé y su esfera. El astrolabio de Stoeffler y las Teóricas de Peurbach.

Georg Peurbach (1423-1461) y su alumno Johannes Müller, conocido por Regiomontanus, fueron astrónomos y profesores de Matemáticas en la Universidad de Viena en el siglo XV y destacadas figuras de las matemáticas del momento.

Maurolico, en Messina, trabaja incansablemente en el estudio, traducción y comentarios de las obras de los grandes de la matemática griega: Euclides, Arquímedes y Apolonio. De este último restaura y traduce *Las Cónicas*, cuyo manuscrito se encuentra hoy en la Biblioteca del Escorial. Entabla amistad con Baltasar Torres (1518-1561), nacido en Medina del Campo, amigo y médico particular del virrey Vega, y lo convence de la importancia de las matemáticas en el entramado del saber al tiempo que ejerce una gran influencia intelectual sobre él. Torres dedica gran parte de su tiempo al estudio de las matemáticas y en 1553, cuando tiene 35 años, entra en la Compañía de Jesús y es enviado a Roma para hacerse cargo de la cátedra de matemáticas, recién creada en el Colegio Romano. Muere prematuramente en 1561 y quien le sustituye es el gran matemático jesuita Cristoforus Clavius.

Pero hablemos, de otro importante aristotélico y jesuita español:

Benito Pereira (1535-1610), jesuita valenciano y profesor de filosofía del Colegio Romano, escribió el libro *De communibus omnium rerum naturalium principiis et affectionibus*, en 1562, para una mejor comprensión de los VIII libros de la Física de Aristóteles. En él, Pereira retoma la tesis de Piccolomini, expurgada de su neoplatonismo, y aristotélicamente vuelve a mantener que las disciplinas matemáticas no son propiamente ciencias:

...opinión a la cual me llevan tanto otros argumentos como principalmente este solo: saber es conocer la cosa por medio de la causa en virtud de la cual la cosa es, y ciencia es el resultado de la demostración; por su parte la demostración (me refiero a la clase de demostración más perfecta) debe constar de estos (aspectos) que son per se (esenciales) y propios de eso que se demuestra; en cambio, los aspectos que son accidentales y comunes quedan excluidos de las demostraciones perfectas. Pero el matemático ni tiene en cuenta la esencia de la cantidad ni se ocupa de sus afeciones en la medida en que surgen de tal esencia, ni las explica por las causas propias en virtud de las cuales son inherentes a la cantidad, ni elabora sus demostraciones a partir de predicados propios y «per se», sino a partir de los comunes y accidentales: luego la doctrina matemática no es propiamente ciencia.

Para Aristóteles, el objeto de la física es el de entender los procesos de cambio natural. Y para ello se debe preguntar por los varios tipos de *aitia*, o causas, pero que no son causas en el sentido de que dan una completa explicación del suceso. Es solamente con la unión de todas ellas como se consigue una completa explicación del proceso: las causas, formal y material o condiciones internas del cambio y las eficiente y final o condiciones externas. A menudo, las causas formal eficiente y final coinciden.

En el caso de entidades que no cambien, como en el de los objetos matemáticos, la explicación tiene lugar solo por la causa formal y no tiene sentido buscar las otras tres.

Pero, continuaba Pereira:

Los seres matemáticos, en la medida en que pertenecen a las matemáticas y se tratan en su doctrina, no tienen ninguna clase de causa (si hablamos de causas propiamente dichas). Pues que carecen de causa final y eficiente lo dice Aristóteles en la Metafísica (III.2 {996^a26} y 3{998^a30}), y que están muy alejadas de la materia lo dice en esta misma (VI.1 {1026^a9}) y en la Física (II.2 18 {194^a33}). Y una vez quitada la materia también habrá que quitar la forma, siendo ambas para lo mismo.

Pero que en las disciplinas matemáticas no se trata propiamente ningún tipo de causa puede confirmarse por una razón [...] La razón puede ser ésta: los seres matemáticos han sido abstraídos del movimiento, así que también de toda clase de causas. El antecedente es claro; el consecuente se ve porque todas las causas están de alguna manera relacionadas con el movimiento, como se declara abierta-

mente en la definición de cualquiera de ellas: su materia es aquello de que una cosa está hecha; su eficiente donde radica el primer principio del movimiento; su fin, aquello por lo que algo se hace, o el término o extremo del movimiento natural no impedido; y su forma es en realidad lo mismo que el fin y no puede subsistir sin la materia.

Si uno recapacita y considera con diligencia las demostraciones matemáticas que se contienen en los Elementos de Euclides, entenderá sin dificultad que les ocurre lo que hemos dicho, y voy a poner un ejemplo entre muchos de una u otra cosa: demuestra el Geómetra (en l. 32) que el triángulo tiene sus ángulos iguales a dos rectos porque el ángulo externo que se forma prolongando un lado de aquel triángulo es igual a los dos ángulos interiores opuestos. ¿Quién no ve que este medio no es la causa de la propiedad que se demuestra; siendo así que el existir el triángulo y el tener sus tres ángulos iguales a dos rectos es naturalmente anterior a que se prolongue su lado y se forme con él un ángulo igual a los dos internos? Ese medio, además, es completamente accidental respecto a dicha propiedad, pues tanto si el lado se prolonga como si no, o incluso si fingimos que lo prolongamos y no es posible la formación del ángulo, el triángulo tendrá esa propiedad.

Y así pues, concluye Pereira: «*Mea opinio est, mathematicas disciplinas non esse proprie scientias*».

Es una discusión teórica, una polémica en la que por el momento las fuerzas aristotélicas parecen llevar la de ganar: entre 1560 y 1570, el jesuita Pereira impone su criterio en el Colegio. Pero la «causa» matemática paralelamente va ganando terreno en la práctica, en el avance de una cierta físico-matemática que tendría como modelo a Arquímedes, como es el caso de Gian Battista Benedetti, y en el del uso de la matemática para formar, platónicamente, mentes bien organizadas, mentes para futuros dirigentes y gobernantes, esto es, las matemáticas como disciplina básica en la enseñanza, y cuyo impulsor más significativo es sin duda Cristoforus Clavius.

A comienzos de 1580, conviene recordar, las matemáticas constituyen una disciplina inferior en los *currículos* educativos, no comparable a la filosofía o a la teología. Es una materia que no pasa examen, lo que contribuye a desvalorizarla delante de los alumnos. Clavius critica a sus colegas de Filosofía por no saber suficientes matemáticas, y lo que es peor, por no saber hacerlas atractivas. En un documento de 1586 sobre el «Modo en que se podrán promover las disciplinas matemáticas en las escuelas de la Compañía» se lamenta de aquellos que enseñaban que

las ciencias matemáticas no son ciencias ni tienen demostraciones y son meras abstracciones del ser y de lo bueno... ya que la experiencia nos dice que esto es un gran impedimento para los alumnos y de ningún servicio para ellos; especialmente porque estos profesores podrían enseñar perfectamente sin poner a estas ciencias en ridículo (algo que sé no sólo de oídas)

Para Clavius, «el profesor de matemáticas debe ser un maestro de una cultura y de una autoridad fuera de lo común». El decenio de 1580 es importantísimo para

la constitución de la *Ratio Studiorum*, esto es, el plan de estudios que deberá seguirse en los colegios de la orden. Este proceso de elaboración de un programa de estudios, en un momento de profunda crisis del aristotelismo, contribuye a que este periodo sea una fase esencial en la recomposición de los campos del saber. De aquí sale la reflexión sobre el status y papel de las matemáticas en su doble relación con la teología y la «filosofía natural».

No sin dificultades, Clavius realza el papel de las matemáticas en la educación, en contra de la opinión de otros destacados jesuitas que, siguiendo las directrices aristotélico-escolásticas, veían las matemáticas como un tema periférico, abstracto y bello, pero alejado de la realidad y de la utilidad. Clavius es decididamente platónico y considera las matemáticas como una disciplina formadora de mentes bien estructuradas. En su *Opera mathematica* publicada en 1611, un año antes de su muerte, hizo una apasionada defensa de las matemáticas y, en particular, de los *Elementos* de Euclides, apelando a la firmeza y *unanimidad* de las opiniones de los matemáticos, en contraste con los filósofos y practicantes de otras ciencias, *en las que había multitud de puntos de vista diferentes y, en definitiva, donde habitaba la incertidumbre*.

Los teoremas de Euclides y de los otros matemáticos, ahora como en el pasado, despliegan en las escuelas su pureza verdadera, su certidumbre real y sus firmes y sólidas demostraciones [...]. Y de tal manera las disciplinas matemáticas estiman y desean la verdad, que rechazan no sólo lo que es falso, sino incluso lo que es simplemente probable [...]. Así, no hay duda de que se debe conceder a la matemáticas la primacía entre las ciencias.

En 1594, el jesuita sienés Vincenzo Figliucci (1566-1622), alumno de Clavius y profesor de matemáticas del Colegio Napolitano, escribió tres *Praefationes in laudem mathematicarum scientiarum*, en las que se refleja un interesante debate epistemológico centrado en la matemática y en sus relaciones con el resto de la filosofía natural que en esos momentos tenía lugar en el seno de la orden. Figliucci, con clara influencia platónica y reuniendo ideas de Nicolás de Cusa, Pierre de la Ramée y del propio Clavius, elaboró un documento con voluntad de decidir cuál debiera ser la posición exacta de la matemática en el sistema del saber. Esta tenía en sí cualidades que eran emanación directa del cumplimiento de un proyecto divino. La comprensión de la matemática, de hecho, acercaba al hombre al conocimiento divino permitiéndole descubrir los principios de la naturaleza y remontarse a la causa de los fenómenos. La mente del geómetra era semejante a la divina, y si bien era cierto que Dios con un solo acto cognitivo podía distinguir todo cuanto sucedía o podía ser comprendido por la mente creada, como si estuviera allí presente para contemplarlo, también era cierto que el geómetra, investigando, por su parte, *simulacra* de las cosas mismas, igualmente los asumía sin peligro de error ni de engaño.

Para Figliucci, el modelo a seguir era el método axiomático-deductivo, propio de la geometría euclídea, y no la silogística de la lógica medieval. El método matemático tenía en sí un valor intrínseco que permitía restituir el estudio de la naturaleza a la dimensión científica, *de otro modo destinada a las interpretaciones sobrenaturales del ocultismo y la magia*.

En la tercera *Praefatio* Figliucci se centra en la función de la matemática en la práctica, y Arquímedes es el protagonista de todo el preludio. Hombre de ciencia e ingeniero

al mismo tiempo, en él se realizaba la síntesis más perfecta entre la matemática pura y aplicada. Ciencia racional, abstracta, pero al mismo tiempo pragmática, capaz por ello, como ninguna otra, de producir realizaciones prácticas útiles a la vida humana.

A pesar de que en el documento de la *Ratio Studiorum* oficial de los jesuitas finalmente consiguen los aristotélicos que las matemáticas no sean importantes en los *currículos*, en muchos colegios de jesuitas las matemáticas fueron explicadas por seguidores de Clavius, como es el caso del colegio parisino en el que estudió René Descartes, a comienzos del siglo XVII, siglo en el que, con Galileo, Descartes y Newton, se consigue la matematización de la Naturaleza, desvalorizándose el aristotelismo que había regido el saber del mundo occidental hasta entonces. Y esta matematización de la Naturaleza tuvo que ver con el Dios cristiano y sus poderes infinitos. Privilegiar al ser humano sobre los otros seres vivos era poner la Naturaleza al servicio del hombre, criatura predilecta del Todopoderoso, que se encarna en un ser humano. ¿Jesucristo había leído los *Elementos* de Euclides? Seguramente no, pero ya san Agustín se rebeló contra el aristotelismo que prohibía el Infinito Actual. Y ese neoplatonismo de san Agustín, ¿de dónde le venía? Alejandro de Afrodisia, un poco anterior a él, era un aristotélico que negaba la inmortalidad del alma, uno de los dogmas cristianos más importantes. El otro dogma, la creación del mundo cristiana, chocaba también con la cosmología aristotélica, en la que el universo no tenía un comienzo. Así pues, Agustín de Hipona era cristianamente antiaristotélico y consiguientemente platónico.

Y en esto que llegó Copérnico, cuyo libro ya circulaba hacia 1525. Aunque es en 1543 cuando se publica oficialmente y en él ¡la Tierra ya no era el centro del universo! ¡Y giraba alrededor del Sol! Con lo lindo y comfortable que era el cosmos aristotélico, con nosotros en el centro y todo girando alrededor nuestro. Y luego llegan Galileo y Giordano Bruno, Galileo, que es un decidido promatemático. Bruno no, pero sí era infinitista, de infinitos mundos. La Iglesia Católica no puede resistir tantas variaciones en el sistema del mundo expresado en las Sagradas Escrituras. Asesina a Bruno, condena a Galileo y mete en el Índice el libro *De Revolutionibus*. Es el comienzo de la ciencia moderna, galileana, cartesiana, newtoniana, que, sin embargo, tienen al Dios cristiano como hipótesis central de todo el entramado y que posibilitará el cálculo infinitesimal, base de todo el desarrollo científico a partir de 1680. Aristóteles hasta 1650 manda aún en algunas Universidades, pero después es relegado como antigualla y el provechoso mundo de los números y de las matemáticas se convierte en una nueva religiosidad, base de la tecnología que producirá inventos y adelantos extraordinarios a la vez que causará un deterioro en el medio ambiente natural. Curiosamente en el siglo XX, siglo de la decadencia occidental, vuelve a tener vigencia Aristóteles, al que se considera como la mejor cabeza filosófica que ha existido. Sin embargo, la matemática de los algoritmos, base de la inteligencia artificial, reina en el mundo y amenaza alarmantemente a la humanidad.

DESCARTES Y LA MATEMATIZACIÓN DE LA NATURALEZA

Desconfiad de los hechizos y de los diabólicos atractivos de la geometría.

Fenelón (1651-1715)

En el año de 1610, René Descartes tenía 14 años y estudiaba en el colegio de La Flèche, de los jesuitas. Justamente, ese mismo año, un jesuita frustrado asesinaba

al rey de Francia Henry IV poniendo las bases de una cruenta guerra de religión que pronto se desarrollaría en Europa. En este mismo año de 1610, Galileo, con la ayuda de un elemental telescopio, descubría cosas inauditas en los cielos que le iban a confirmar sus creencias copernicanas: montañas en la Luna, satélites en Júpiter, fases crecientes y decrecientes en Venus, como si de la Luna se tratara. Creyó saber entonces con aquellas experiencias de los sentidos algo que ya sabía con la especulación de las matemáticas, que la teoría copernicana, el heliocentrismo, no era solo uno más de los modelos que «salvaban las apariencias» celestes, sino que era la explicación real, física, del mundo, esto es, del hoy llamado sistema solar.

En aquellas noches de exaltación, supo también Galileo que pasaría el resto de su vida tratando de convencer y demostrar que nos movemos, que a pesar del sentido común y de las creencias tradicionales, el planeta Tierra se mueve, gira, y avanza a gran velocidad. Esto era en aquellos momentos, conviene recordarlo, verdaderamente inusitado. Galileo da a conocer los sorprendentes descubrimientos, y lo hace en su lengua toscana y no en el latín de la Academia. La cosmología aristotélico-ptolemaica se resquebraja definitivamente y la Luna y los planetas tenían características comunes a nuestra Tierra. Desde que Galileo dirigiera su telescopio a la Luna era solo cuestión de tiempo encontrar una explicación de los movimientos planetarios distinta de la aristotélico-ptolemaica, y ello requería una explicación en términos de física terrestre una vez comprobada la idéntica naturaleza entre los planetas y la Tierra.

Cuando en ese mismo año, el jovencísimo y enfermizo René Descartes, «*René le Poitevin*», en su habitación del colegio de la Flèche, ya en la mañana avanzada, en su lecho tibio y confortable, dibujaba triángulos y quedaba maravillado por la impecable sucesión de razonamientos que conducían a la demostración de sus propiedades como aquella de «las tres alturas de un triángulo se cortan en un punto, el ortocentro», y lo que le maravillaba sobre todo era que aquella propiedad fuese válida para los *infinitos triángulos* que considerarse pudiesen. *Certidumbre e Infinitud*, frente a lo *Finito e Incierto* que le rodeaba.

Bien es verdad que era necesaria una «idea feliz», que no siempre se encontraba, para la demostración de aquellos teoremas de la geometría. Eran necesarias la intuición y una profunda visión espacial. Más adelante, él mismo, con la invención de la geometría analítica, en la que se algebriza la geometría asociando a cada punto del plano una pareja de números, conseguiría «democratizar» la geometría, no haciendo ya necesaria la idea feliz. Ahora bastaba el cálculo, seguramente largo y trabajoso, y el método. (Cincuenta años más tarde Isaac Newton, que cuando muy joven apreciaba y utilizaba esa eficacia calculadora de la geometría analítica, ya en su madurez se quejaría de que aquel «calculote» le había privado de gozar de la belleza geométrica pura).

Ciertamente, esa geometría euclídea necesitaba de unos principios axiomáticos que fuesen evidentes y apropiados, y Descartes admiraba la sabia elección de ellos que hiciera Euclides (poco sospechaba que muchos años después se establecerían otras geometrías, no euclídeas, tan «ciertas» como aquella, cambiando los axiomas, aunque diesen resultados alejados de nuestro «sentido común»).

¿Y si esa certeza de la geometría se pudiese conseguir también para la física, para las ciencias de la naturaleza? Habría que conseguir análogamente unos principios, unos axiomas, que fuesen evidentes y adecuados a la realidad. Las cadenas

de razonamientos se llevarían a cabo con un método que garantizara en todo momento la certeza de las conclusiones. En su *Discurso del Metodo* dirá:

Las largas cadenas de razones todas sencillas y fáciles, de que acostumbran los geómetras a servirse para llegar a sus más difíciles demostraciones, me habían dado ocasión para imaginarme que todas las cosas que puedan caer bajo el conocimiento de los hombres se siguen también las unas de las otras de esta manera, y solo con cuidar de no recibir como verdadera ninguna que no lo sea y de guardar siempre el orden en que es preciso deducirlas unas de otras, no puede haber ninguna tan remota que no se pueda llegar a ella, ni tan oculta que no se la pueda descubrir.

(Ortega y Gasset dirá de este párrafo: «Qué petulancia mañanera hay en esas magníficas palabras de Descartes...»)

Pero esos principios para la física los debía proporcionar la metafísica.

Alrededor de 1630 escribiría un *Tratado de Metafísica* que daría lugar a *El Mundo*. Y ya en los años 40 del siglo XVII escribiría *Las Meditaciones* como prolegómenos a sus *Principia Philosophiae*. En 1629, Descartes tiene 33 años y escribe, osadamente, a su amigo el padre Mersenne: «He decidido explicar todos los fenómenos de la Naturaleza, es decir, toda la Física».

(¡Y ahora sí que le harán falta Dios y ayuda!)

Descartes, impresionado positivamente por la belleza y certidumbre de las demostraciones geométricas y de los teoremas de Euclides y de Arquímedes, impresionado negativamente por «las cien interpretaciones» que de una misma cosa podían hacerse y se hacían en aquel mundo renacentista que le tocó vivir ya en sus postrimerías, da un NO al relativismo y un SÍ a la racionalidad y a «la interpretación única» como ciertamente daba la matemática.

¿Pero será posible aplicar la matemática a la física, en contra del dictamen aristotélico? ¿Estaría escrito el libro de la Naturaleza en lenguaje matemático como osadamente había anunciado Galileo en 1623?

En realidad, ya cien años antes Agrippa de Nestesheim (1486-1535) había dicho que la matemática era completamente necesaria... a la magia :

Las Ciencias de la Matemática son tan necesarias para la Magia, y tienen tanta relación con ella, que aquellos que se enfrascan en una sin conocer la otra no hacen nada válido, pierden su tiempo y nunca alcanzan su objetivo; pues todo lo que hay y se hace en las cosas de aquí abajo, por virtudes naturales, es conducido o gobernado con número, peso, medida, movimiento y luz.

Agrippa era un mago, personaje renacentista que ya pretendía entender las cosas de la Naturaleza a través de la intuición y de la reflexión, partiendo de la premisa de que el universo estaba ordenado, que existía un orden en la Naturaleza, instaurado ciertamente por el Dios cristiano, creador todopoderoso.

Conviene precisar, llegados a este punto, cuál era la situación de las matemáticas alrededor del año de 1500 y con la ayuda de la perspectiva histórica entender el tema que nos ocupa. Las matemáticas tal y como se entenderían ciento cincuenta años después eran entonces unas perfectas desconocidas. Una prueba de ello sería la situación de la matemática en la Universidad de París en esos momentos, como hemos explicado antes, y conviene también distinguir entre matemática aplicada, esto es, el conjunto de saberes aritméticos y geómetría que se usaban en la agrimensura, la construcción, las prácticas comerciales, etc., que Platón había designado como Logística, y la matemática teórica o pura, construcción axiomático-deductiva cuyo modelo por excelencia eran los *Elementos* de Euclides. Luca Pacioli, en 1494, en Venecia, publicaba *La Summa de Aritmética, Geometría, Proportioni et Proporzionalità*, una enciclopedia matemática mera recopilación del saber anterior, que en lo que respecta al álgebra no va más allá de la ecuación de segundo grado. Habrá que esperar a 1545 para que Cardano consiga, en su *Ars Magna*, la fórmula de la ecuación de tercer grado, y es en la segunda mitad del siglo XVI cuando se desarrolla el *álgebra della cosa italiana*, tiempo también en que el francés Vieta desarrolla su *álgebra speciosa*, rudimentaria álgebra aún, que pone las bases para que Descartes y Fermat, ya en la primera mitad del siglo XVII, desarrollen el álgebra tal y como la estudian hoy los chicos en el bachillerato de ciencias. Galileo, que, no olvidemos, fue profesor de matemáticas, hasta 1610 no nombra en sus obras ni una sola vez la palabra álgebra, ni por supuesto hace uso de simbología algebraica alguna, y esto es así incluso en las obras que publica poco antes de su muerte en 1642. Así pues, a comienzos del siglo XVI, el arte de los números era cosa de tenderos... y de magos. Pero cien años más tarde Galileo, azote de esoterismos, proclamaba, en 1623, en *Il Saggiatore*, la geometrización de la filosofía natural:

La filosofía está escrita en ese inmenso libro que tenemos abierto ante los ojos, quiero decir, el Universo, pero no se puede entender si antes no se aprende a entender la lengua, a conocer los caracteres en los que está escrito. Está escrito en lengua matemática y sus caracteres son triángulos, círculos y otras figuras geométricas, sin las cuales es imposible entender ni una palabra; sin ellos es como girar vanamente en un oscuro laberinto.

¿Qué ha sucedido en esos cien años que permita este sorprendente cambio en la función de las matemáticas? De esoterismo mágico a ciencia moderna: ¿será esta última, a fin de cuentas, otro tipo de esoterismo –uno excluyente, eso sí–, como indica claramente la famosa frase del pensador toscano?

Ya veinte años antes, Johannes Kepler, el gran astrónomo, según él mismo y como tal, «Sacerdote Matemático de la Obra Divina», había declarado que «la Geometría era coeterna al espíritu de Dios». Kepler había querido ser teólogo, pero resultó ser un astrónomo de una precisa habilidad cuantificadora (... ¡y esto era una novedad!). Es difícil, para la mentalidad de hoy, hacerse una idea de la dualidad en la personalidad kepleriana: de una parte, una exquisita y certera cuantificación de las medidas astronómicas que aceptaba, y de otra, su fantásica topología planetaria de los sólidos regulares; de una parte, las famosas «leyes» que conseguiría, y que servirían a Newton para montar su Cosmología, y de otra, sus escritos en que se atribuye a Dios una voluntad cuantificadora en la creación a instancias de aquella geometría que era coeterna a su persona misma. Él, Kepler, no era más que un humilde servidor de ese «dios matemático». (Véase al respecto Jean Luc Marion, *La Teologie Blanche de Descartes*, donde se habla

largamente de esta faceta de Kepler y de su influencia en Descartes).

Volviendo a Descartes, hay que señalar que había leído las *Confesiones* de san Agustín, que le influyó notablemente (aunque nunca aceptara influencias de nadie), y se dijo que algún día él escribiría las suyas (*El Discurso del Método*). Consciente de su finitud y de las limitaciones de los seres humanos ante la inmensidad de lo desconocido, que se iba revelando cada vez más con los telescopios más y más mejorados, la idea de que «algo» o «alguien» debería conocer y controlar esa inmensidad se le hacía presente al joven Descartes. Agustín de Hipona, en el siglo IV, había escogido al Dios cristiano, conocedor infinito de esa infinitud, mal que le pesara a Aristóteles, que aborrecía el infinito actual.

Para Descartes, el Dios cristiano será también el firme basamento de toda su «visión del mundo», de su Cosmogonía. La otra pieza clave de su pensamiento será la razón, la «razón matematizante», que a la larga se revelará incompatible con la idea del Dios creador. Razón y fe que chocan, pero Descartes había abierto una poderosísima vía de explicación del mundo con su Método.

Pero ¿cuáles son las reglas de ese maravilloso Método?

La primera consiste en no admitir cosa alguna como verdadera, si no se la había conocido evidentemente como tal; es decir, con todo cuidado debía evitar la precipitación y la prevención, admitiendo exclusivamente en mis juicios aquello que se presentara tan clara y distintamente a mi espíritu que no tuviera motivo alguno para ponerlo en duda.

La segunda exigía que dividiere cada una de las dificultades a examinar en tantas parcelas como fuera posible y necesario para resolverlas más fácilmente.

La tercera requería conducir por orden mis reflexiones comenzando por los objetos más simples y más fácilmente cognoscibles, para ascender poco a poco, gradualmente, hasta el conocimiento de los más complejos.

Según el cuarto y último de estos preceptos debería realizar recuentos tan completos y revisiones tan amplias que pudiese estar seguro de no omitir nada.

Descartes no publicará su *Método* hasta después de haberlo probado con éxito en materias como *la óptica*, *la meteorología* y *la geometría*. En la primera nos da una teoría de la refracción de la luz y un estudio de aquellos instrumentos que transformaban en esos momentos el conocimiento del universo, el telescopio y el microscopio; en los *Meteoros*, Descartes hace un estudio de los fenómenos atmosféricos: de las nubes, la lluvia, el granizo, el arco iris, explicados de la manera más simple y natural, pero al mismo tiempo más alejada de la ortodoxia del momento. Mediante el movimiento de la materia que llena el espacio y mediante la refracción de la luz en las gotas de lluvia. Y Dios es la pieza fundamental en el entramado cartesiano que le asegura la certeza. Pero ¿era Descartes un verdadero creyente? ¿Por qué las críticas posteriores de Pascal y de Newton a Descartes, acusándolo de fomentar el ateísmo y el extremo materialismo?

El Dios de Descartes puede todo, crea todo, es libre, pero al mismo tiempo es racional y no puede crear la contradicción. (Me atrevo a decir que es el propio

Descartes con poderes infinitos). Entre «yo» y «Dios» hay una distancia infinita y sin Dios no hay certezas. El Dios de Descartes era como un amigote todopoderoso, un socio necesario en una empresa que le divierte, aristocráticamente: la de explicar el mundo. Descartes no está obsesionado, como Galileo, por escalar en la sociedad y ser reconocido, aunque sí quiere ser considerado como el nuevo Aristóteles de la cristiandad. Es vanidoso, pero consigo mismo. Su Dios es un Dios intelectual, racional, con poderes infinitos, más allá de los racionales. No es un Dios amoroso pero es cómplice. Espejo en el que la extraordinaria imaginación cartesiana se reconoce.

La osadía de Descartes, en su consciente finitud, estaba avalada, garantizada, por ese ser infinito: eterno, todopoderoso y omnisapiente, Dios, el creador del mundo. Un Dios que geometriza y así, su *Método* está basado en la *razón matematizante*, que se va a erigir en *razón excluyente* de cualquier otra forma de acercamiento a los problemas de la física. La estructura matemática protege de estériles discusiones. Discutir es estéril, dirá Descartes; no importa que el otro gran sabio, Aristóteles, previniera sobre los encantos de las matemáticas, que eran bellas y eran lógicas, pero que no podían, frías abstracciones, determinar las cosas de la vida, de la Naturaleza.

De esta manera, René Descartes predica la buena nueva a toda la Europa culta: con las matemáticas, y Dios para garantizarlas, y el método adecuado, se consigue el justo y merecido dominio de la Naturaleza por parte del hombre. Y desde entonces, una sinfonía de geometría y de infinitos avalará la visión mecanicista del universo durante los siguientes doscientos años: el jesuita Cavalieri y el cura Gassendi; el mínimo Mersenne y el jansenista Pascal; Malebranche el oratoriano, y el beatífico Boyle; Newton el sociniano y Leibniz, autor de la Teodicea; y el obispo Berkeley, y también Hobbes y Spinoza, que pretendieron geometrizar la política y la ética. E incluso Voltaire, el deísta, que predicará también el newtonianismo en Europa. Descartes fue el autor de una cosmología que junto a la Reforma protestante conformará el Occidente cristiano y dominará el mundo en los siguientes 300 años: capitalismo y ciencia moderna, hijos ambos del Dios cristiano.

Descartes, en su obsesión por lo universal, por la totalidad, consigue la «geometría analítica», esto es, la algebrización de la geometría, con la que, asociando dos números a todo punto del plano, consigue resolver todos los problemas de la geometría, sin necesidad de la «idea feliz» de carácter geométrico. Así pues, ha conseguido *mecanizar* la geometría y por analogía propone un «universo mecánico», regido por las matemáticas, ciertamente con la benevolencia de Dios.

(Mucho tiempo después, ya en nuestros días, el filósofo francés Alain Badiou, simpatizante político de Mao Tse Tung, impresionado también por la belleza de la geometría del triángulo, que desde la infancia pobló sus sueños, encuentra en ella la posibilidad de soportar esa angustiante muerte de Dios nitzscheana: *Dios ha muerto, pero nos queda la Geometría*. Y entonces pretendió basar su filosofía en una ontología que reposaba en la teoría de conjuntos bourbakista.)

Pero Descartes, ya cerca del final de su vida, comprende las razones de Aristóteles: la Naturaleza no es matematizable, al menos completamente, y los números y la cuantificación son útiles pero con ellos no se llega al ser de las cosas. Los números no pueden con el misterio de la existencia. Descartes, a medida que

envejece, va comprendiendo que la física es mucho más difícil de explicar que un teorema geométrico. En 1648, dos años antes de su muerte, escribe a una admiradora lo siguiente:

Me pregunta si mantengo que lo que he escrito acerca de la refracción es una demostración (matemática), creo que sí en tanto sea posible dar una demostración en esta materia...Y al menos en tanto que, alguna otra cuestión de mecánica o de óptica o de astronomía, o bien de cualquier otra cuestión que no sea puramente geométrica haya sido demostrada en algún momento. Exigirme demostraciones geométricas en una materia que depende de la Física es desear que realice cosas imposibles. Y si solo se desea dar el nombre de demostraciones a las pruebas de los geómetras, entonces es preciso afirmar que Arquímedes nunca demostró nada en Mecánica, ni Vitelión en la Óptica, ni Ptolomeo en Astronomía; esto sin embargo, no se llega a afirmar.

En ese mismo año de 1648 Descartes se hace retratar, pintar, sosteniendo un libro abierto entre las manos, en el que se lee *MUNDUS EST FABULA*. Descartes ha comprendido finalmente que al mundo *no se lo desvela*, al mundo *se lo novela*. Sí, y él escribe la novela del cosmos y finalmente admitirá, a lo aristotélico, que la matemática es una bella construcción humana, que, además, es útil para un sinnúmero de cosas, pero que no es cierto que la Naturaleza esté escrita en lenguaje matemático y que eso es una proyección antropomórfica. Sin embargo, su mensaje ha calado ¡y de qué manera!

Con esas semillas matematizantes, Spinoza escribe su *Ética, more geométrico*. Newton y Leibniz construyen el cálculo infinitesimal, poderosísimo instrumento para una física que será matemática, como pretendía Descartes, y se produce un espejismo: el newtonianismo, con sus leyes del movimiento y su convincente explicación del orden del mundo (ciertamente, de un mundo cercano a nosotros) hace exclamar a algún iluso que ya está casi toda la tarea hecha, que ya está casi todo explicado. En realidad, el siglo XX, con su «nueva Física» nos mostrará que «casi nada» está explicado. Pero para entonces, el «Dios ha muerto» nietzscheano recorre las trincheras de la más espantosa de las guerras que termina con la Europa-dominadora-del-mundo. Lo había sido gracias a esa tecnología que la ciencia moderna y newtoniana había producido.

Las matemáticas, mitificadas, siguen siendo muy importantes hoy, pero ya se sabe de su impotencia ante los reales problemas de la existencia, aunque esa ciencia matematizada haya reemplazado a la religión como depositaria de las esperanzas de salvación de la humanidad.

CIENCIA = LA GRAN RELIGIÓN DE LA MODERNIDAD

La sociedad europea, los intelectuales, antropólogos, sociólogos, historiadores y filósofos de la ciencia, van desmontando poco a poco el entramado conceptual en el que la moderna sociedad europeo-americana (y mundial) ha basado su *Weltanschauung* y su voluntad de dominio. Espacio absoluto, matematización de la Naturaleza, el tiempo que fluye, el Dios creador, el espacio como contenedor sin contenido, la Naturaleza como contenedora sin contenido, plena sin embargo

de valles y ríos, de piedras e insectos. Como decía Pessoa, *nao existe la natureza*, y un montón más de pensadores como Nietzsche y tantos otros nos han engañado. Y se han engañado a sí mismos en la angustiosa búsqueda de seguridades. Desde más o menos 1970 (¿1968?) hemos descubierto la infamia del siglo XX y de la modernidad, a pesar de los avances técnicos y del estado del bienestar, pero todo está basado en cimientos falsos.

¿Podría haber sido otra la historia? ¿A dónde nos llevará todo esto? ¿A Matrix? ¿A la desaparición de esa humanidad que creyó en los números y en la potencia redentora de las matemáticas? La tecnociencia, el pretendido sustituto de la divinidad, «*descubre, pero al mismo tiempo encubre*», según dijo Edmund Husserl en 1933. Heidegger, el gran pensador del siglo XX afirmaba en 1956: *Sólo un Dios puede salvarnos*.