ORÍGENES FILOSÓFICOS DE LA CIENCIA MODERNA *

A través de los inmensos estudios de las fuentes impresas y manuscritas que han realizado en este siglo los historiadores Pierre DUHEM, Alexandre KOYRÉ, Konstantin MICHALSKY, Lynn THORNDIKE y la doctora alemana Anneliese MAIER[1] sabemos que los comienzos de las ciencias modernas datan de los siglos XIII y XIV. Sobre todo, son dos las escuelas que destacan en este adelanto y que han tenido mucha influencia positiva hasta los siglos XVI y XVII, a saber: los llamados terministas de en la Sorbona de París (Juan BURIDAN, Nicolás ORESME, ALBERTO de Sajonia, MARSILIUS von Inghen) -*in terminis* quiere decir: simbolización de nociones por letras, en la lógica y en las ciencias matemáticas y físicas-; y acaso con más importancia e influencia todavía la hasta ahora menos conocida escuela de los *calculatores* -el nombre coetáneo ya indica su predilección por el cálculo matemático en las ciencias-, que se ha formado en la primera mitad del siglo XIV en el Merton College de Oxford (Thomas BRADWARDINE, Richard SWINESHEAD (SUISSET), William HEYTESBURY).

Es una tarea tan interesante como difícil analizar las razones internas -esto es, filosóficas y religiosas- que impulsaron el nacimiento de las ciencias modernas. Una condición necesaria, pero no suficiente, la ven algunos de los mejores historiadores de las ciencias[2] en las diferencias decisivas del ambiente cristiano en comparación con la mentalidad antigua, máxime la helénica; el cosmos griego fue superior al hombre, algo casi divino con lo cual el hombre no podía atreverse a hacer experimentos racionalmente fundados; mientras que el mundo cristiano está al servicio del hombre, para que él lo cultive y explore[3].

"A través de una serie de invenciones y gracias a la doctrina cristiana del hombre creado libre, la Edad Media cristiana logró edificar una civilización que ya no se apoyaba

---

* Comunicación en el Simposio de Profesores de Filosofía y Teología, Comillas (Santander) 1965. Impreso en *Anuario Filosófico de la Universidad de Navarra* III (Pamplona 1970) 329-347.

[1] Bibliografía en: E. J. DIJKSTERHUIS: *Die Mechanisierung des Weltbildes* (La mecanización del mundo), Berlín-Göttingen-HeidelIberg. 1956, págs. 559-594. Además: SARTON, George: *Introduction to the History of Science*, 5 volúmenes, Baltimore, 1953-1962. Bibliografía en vol. 3, parte 2, págs. 1.872-1.911 (muy amplia; pero faltan probablemente por ser reimpresión, no puesta al día, de las primeras ediciones 1927-1948- autores tan importantes como BOURBAKI (pseudónimo), CROMBIE, DIJKSTERHUIS, MAIER., TATON). Cfr. también: TATON, René (editor), *Histoire générale des Sciences*. Tomo I: *La Science Antique et médiévale*. París, 1957, 627 págs. Bibliogr. concisa, pero muy útil en pág. 582 (falta DUHEM, MICHALSKY). CROMBIE, A. C.: *From Agustine to Galileo*. The History of Science. A. D. 400-1650. London, 1957. Traducción francesa: *Histoire des Sciences de Saint Augustin a Galilée*. París, 1959. Bibliogr. págs. 531-571.

[2] Cfr. las obras de: ORBIS ACADEMICUS. *Problemgeschichten der Wissenschaft* (Historia de los problemas de las ciencias). Ed. Alber, Freiburg-München

[3] LAÍN ENTRALGO, Pedro y LOPEZ PiÑERO, José María: *Panorama histórico de la Ciencia moderna*. Madrid, 1963, págs. 47 y 66. (Bibliografía amplia y bien ordenada en págs. 811-824). MARÍAS, Julián y LAIN ENTRALGO, Pedro: *Historia de la Filosofía y de la Ciencia*, Madrid, 1964, págs. 112 y 126

sobre los hombros de esclavos, como en la antigüedad, sino que se iba sirviendo de fuerzas no humanas"[4].

Se ha acentuado varias veces el hecho de que casi siempre que se encuentra en una obra del siglo XIV un párrafo que marca la línea hacia la física moderna, se trata de un discípulo de GUILLERMO de Ockham (ca. 1300-1349/50). Pero sería una conclusión prematura y precipitada inducir por tanto de esto que exista una relación interna entre la crítica nominalista y conceptualista y las ciencias modernas. Uno de los mejores historiadores contemporáneos de las ciencias, el holandés Eduard Jan DIJKSTERHUIS, escribe a este propósito que "se puede preguntar con razón si tal postura crítica fue realmente favorable para la ciencia."[5] Recordemos, de paso, que el escepticismo nominalista iba hasta un hipotético acosmismo, diciendo que Dios podría producir la impresión del mundo en nosotros sin que este mundo tuviera existencia real (cfr. NICOLÁS DE AUTRECOURT (fl. 1345), JOANNES de Mirecourt, el "*Monachus Albus*" (fl. 1345) y el Cardenal PIERRE d'AILLY (1350-1420); textos en UEBERWEG-GEYER[6]. En todo caso, no conocemos ningún testimonio donde un pensador científico como p. e. NICOLÁS d'ORESME piense que el nominalismo es un estimulante positivo para la investigación, mientras que hay muchas voces de grandes investigadores -desde KEPLER hasta PLANCK-, que nos aseguran que el verdadero impulso de su trabajo científico ha sido el realismo que cree en la existencia de leyes universales y en una verdad superior al hombre.

Un ejemplo aleccionador puede ser el concepto del *impetus* que -a través de pensadores como el Franciscano italiano FRANCESCO de MARCHIA (fl. 1320), Joan BURIDANO (c. 1300-c. 1358), ALBERTO de Sajonia (c. 1325-1390) y MARSILIO de INGHEN († 1396)- lleva hacia el concepto del "momento" (GALILEI) o de la "quantité du mouvement" (DESCARTES) o de la *quantitas motus* (NEWTON) o del "impulso" (m.v = masa multiplicada por la velocidad).

El *impetus* se concibe como una tendencia interior de un cuerpo para mantener su movimiento. La idea está mucho más cerca del binomio aristotélico *dýnamis-enérgeia* que de la mentalidad nominalista o positivista que ya no conoce ni reconoce la realidad de propiedades intrínsecas e invisibles.

Lo mismo indica la historia: La noción del *impetus* -también llamado *vis impressa*, fuerza impresa- deriva del pensador alejandrino y comentador de ARISTÓTELES del siglo VI JUAN PHILOPONOS, quien habló de una *dýnamis endotheisa* (*potencia interna*), que llegó a la ciencia moderna a través de los árabes: AL FÂRÂBÎ († 950), el místico de la luz, con rasgos (neo-)platónicos; el astrónomo ALPETRAGIUS (AL-BITRÛGI: ca. 1150-1200); y,

---

[4] KLEMM, Friedrich: *Technik*. (Técnica. Una historia de sus problemas). En la colección ORBIS ACADEMICUS, Freiburg-München, 1954, pág. 44

[5] E. J. DIJKSTERHUIS: *Die Mechanisierung...* (véase nota 1) II, 95; pág. 185, línea 24 (y todo el contexto).

[6] Friedrich UEBERWEG: *Grundriß der Geschichte der Philosophie*. 2. Teil: Die patristische und scholastische Philosophie herausgegeben von Dr. Bernhard GEYER. 13ª ed., Basel-Stuttgart, 1958, págs. 590-609

ya dos siglos antes, a través de AVICENNA (IBN SÎNÂ, 980-1037). El gran filósofo aristotélico, médico y sabio universal, llama *mayl qâsri* "una calidad por la cual un cuerpo repele lo que le impide moverse en una dirección dada"[7]. PETRUS JOANNIS (= hijo de Joannes) OLIVI (n. 1248 ó 49 en Sérignan (Languedoc), † 1298 Narbonne) cita en sus *Quaestiones* la concepción que del movimiento y su "impulso" tiene ALPETRAGIUS.

En resumen: No se puede decidir, con los métodos de una historiografía científica, si la ciencia moderna ha nacido a partir del nominalismo-conceptualismo-positivismo, o *a pesar* de estas corrientes. El inaugurador y gran maestro de la investigación de los orígenes de la física moderna, Pierre DUHEM tenía razón cuándo ya hace más de 50 años caracterizó la Escuela de París del siglo XIII como "*une sorte de synthése... du Thomisme, du Scotisme et du Nominalisme*" (entran más ideas filosóficas, como veremos en seguida), y su denominación "*éclecticisme*" quizás sea la más adecuada[8].

Es preciso hacer constar también que en los tratados científicos de los siglos XIII y XIV apenas se nota una hostilidad contra el aristotelismo -como ya a finales del siglo XIV, en las obras del judío catalán HASDAY CRESCAS (1340-1411), y dos siglos más tarde, en el *Diálogo* de GALILEI-, y que muchas veces la explicación "moderna", es decir, matemática de un fenómeno físico arrancó de un problema planteado por el Estagirita.

En general, se puede decir que la física aristotélica es una física fenoménica y descriptiva –y, por tanto, no es falsa, sino que ve las cosas desde otro punto de vista-. Esta Física describe, p. e., cómo los cuerpos se mueven con una aparente tendencia a retardarse y pararse, por fin, "en su lugar natural", mientras que *la física moderna es abstracta* y, sobre todo*, matemática*; plantea *una ley general o universal*, como causa invisible de los fenómenos -v. gr. la ley de inercia- y le da una forma matemática: conservación de la cantidad de movimiento m.v (masa multiplicada por velocidad), y explica los fenómenos por condiciones adicionales o marginales, p. e., la resistencia del medio.

En todo caso, la historiografía contemporánea se inclina cada vez más a la concepción de ver lo decisivo que distingue la física moderna en la progresiva *matematización* de las leyes de la naturaleza. El holandés DIJKSTERHUIS dedico todo el trabajo de su vida a la comprobación de esta tesis, acumulando inmensas fuentes. Por tanto, es menester preguntarse: ¿cómo, por qué y, sobre todo, por qué razones filosóficas entró la matemática también en la física dinámica de la Tierra? (En la estática y la astronomía, la matemática tenía carta de ciudadanía ya desde el tercer y segundo siglo antes de Cristo, desde ARQUÍMEDES, HIPPARCHOS y PTOLEMAIOS).

---

[7] Cfr. Solomon PINES: *Les précurseurs musulmans de la théorie de l'impetus*, en: "Archeion", XXI (1938) 298-306; Aldo MIELI: E*l mundo islámico y el occidente medieval cristiano*. En la colección: *Panorama general de la Historia de la Ciencia*, 12 vol., por Aldo MIELI; Desiderio PAPP y José BABINI. Buenos Aires, 1950-1961, vol. II

[8] P. DUHEM : *Le systéme du monde*, tomo IV, 9ª ed., 1954, pág. 125

La aplicación de cálculos matemáticos y representaciones gráficas en la física es bastante conocida ya en el siglo XIV. El científico más famoso y universal de aquella época es NICOLÁS[9] ORESME (aprox. 1323-1882), obispo de Lisieux, conocido también en las ciencias económicas por su tratado *De mutatione monetarum*. ORESME introdujo un sistema de dos coordenadas perpendiculares (como en la geometría analítica de DESCARTES) para enseñar las variaciones de la intensidad de una cualidad en función de su extensión en un cuerpo, o para representar las variaciones de la velocidad de un movimiento (las aceleraciones) en función del tiempo; y pudo demostrar así la famosa "regla de ORESME" que dice que *el recorrido de un objeto en aceleración continua es igual al recorrido de otro objeto que tiene una velocidad uniforme igual a la mitad de la velocidad terminal del objeto acelerado*. GALILEI se sirve del teorema de ORESME en el tercer día de su *Discurso*. Los méritos de ORESME como astrónomo son generalmente reconocidos. Pero poco conocido es el hecho de que ORESME fue probablemente el primero en la historia de las matemáticas que ideó el concepto de exponentes irracionales y aplicó la probabilidad matemática a fenómenos físicos y cósmicos; desarrolla una cierta "relación de incertidumbre" en la astronomía para combatir a los astrólogos (según recientes investigaciones de Edward GRANT, editor y quizá el mejor conocedor de ORESME en la actualidad)[10].

Pero ya antes de ORESME había otros investigadores que habían entendido lo esencial de la ciencia moderna, a saber, la aplicación del cálculo matemático a problemas de la física. Destaca el fundador de la escuela de "calculaciones", en el Merton College de Oxford: el *doctor profundus* y arzobispo de Canterbury Thomas BRADWARDINE (ca. 1290-1349); y sus discípulos Richard SWINESHEAD (o SUISSET) -mencionado en 1348 como miembro del Merton College, y llamado *Calculator* por antonomasia-, y William HEYTES-BURY (fl. 1330-71) en cuyo *Tractatus de sex inconvenientibus* (ya cerca de 1335) se encuentran nociones germinativas del análisis infinitesimal[11].

No cabe extrañarse del desarrollo de la física matemática precisamente en Oxford, donde vivía la tradición del *doctor mirabilis* ROGER BACON (c. 1214/20-1292) y su maestro ROBERT GROSSETESTE[12] (ca. 1168-1253), también franciscano y obispo de Lincoln; los

---

[9] El nombre es NICOLE, y no Nicolás, como indica con razón George SARTON: *Introduction to the History of Science*, vol. III, 2; pág. 1.486

[10] Véase el artículo de GRANT sobre ORESME en: *The Encyclopedia of Philosophy*, ed. Paul EDWARDS, New York-London, 1967

[11] Buenos artículos sobre los Mertonianos se encuentran en la Enciclopedia citada en la nota 10, y además en el *Diccionario de Filosofía* de José FERRATER MORA, Buenos Aires, 5ª ed., 1965. Para estudios más especiales y monográficos: CROSBY, jr., H. Lamar: Thomas *of Bradwardine. His "Tractatus de proportionibus". Its significance for the Development of Mathematical Physics.* Univ. of Wisconsin, 1955; WiLSOV, Curtis : William Heytesbury*. Medieval Logic and the Rise of Mathematical Physics.* Univ. of Wisconsin, 1.961. WEISHEIPL, J. A.: *Early Fourteenth-Century Physics and the Merton-School.* Dis. Oxford*,* 1957. Estudios más generales: CLAGETT, Marshall: *The Science of Mechanics in the Middle Ages.* Univ. of Wisconsin, 1959; HASKINS, Charles Homer*: Studies in the History of Medieval Science.* New York, 4ª ed., 1960.

[12] CROMBIE, A. C.: Robert *Grosseteste and the Origins of Experimental Science. 1.000-1.700*. Clarendon Press, Oxford, 1953. Richard C. DALES escribe en "*The Encyclopedia of Philosophy*", Macmillan, New York-London, 1967, vol. 3,

dos son profundos conocedores de las ciencias árabes e incansables defensores de la importancia de las matemáticas para la investigación de la naturaleza. Si añadimos a los alemanes DIETRICH von FREIBERG (c. 1250-c.1310) -a quien debemos la primera teoría científica del arco Iris- y WITELO (c. 1220-1277)[13], entonces vemos el panorama intelectual en su conjunto: en primer lugar, una alta metafísica de la luz (*lux et lumen*), cuya cumbre es sin duda JOANNES FIDANZA (BONAVENTURA: ca. 1217-1274); una metafísica que despertó el interés en una explicación científica y que llevó a una óptica matemático-geométrica. Es una relación paralela al nacimiento de las catedrales góticas: un inmenso anhelo espiritual del *sursum corda* se crea su expresión intelectual y arquitectónica: la suma teológica, la catedral; y crea, por consiguiente, sus métodos científico-técnicos. Sin altos conocimientos matemáticos y físicos no se puede erigir una catedral como la de Amiens o Bourges. La modestia medieval que prefiere quedarse anónima -"maestro desconocido"- dificulta la historiografía.

Como es conocido ya en la historia de la filosofía, también el nacimiento de las ciencias -la matemática, la física y la astronómica- en los siglos XIII y XIV debe sus impulsos decisivos al contacto con la ciencia árabe y su alto nivel matemático. Sabemos que las primeras relaciones datan ya del siglo X, cuando GERBERT de AURILLAC (930-1003; 999 papa SILVESTRE II) viajó a Barcelona y estudió en Vich y Ripoll también la matemática árabe. Continúa a principios del siglo XII, con los viajes del matemático y astrónomo PEDRO ALFONSO de Huesca a Francia e Inglaterra (ca. 1110)[14]. Las traducciones de ROBERT O. CHESTER (o *Ketenensis*, no *Retinensis*), que vivía en España entre 1141 y 1147, fue arcediano de Pamplona y desde 1147 vivió en Londres, y de ADELARD OF BATH (c. 1070-1142) han familiarizado a Europa con el álgebra y la aritmética (el sistema decimal con las cifras hindúes con el cero) de *al-Khwârizmi* (o ALGORITMI, m. ca. 850), uno de los matemáticos más geniales de la historia[15]. El mayor matemático medieval europeo, LEONARDO FIBONACCI de Pisa (c. 1170-1240) aprendió árabe a los 12 años[16] y conoció las obras de *Abraham bar Hiyya* "el SAVASORDA", que trató ya ecuaciones algebraicas de segundo grado (m. ca. 1145 Barcelona)[17]. Hoy día la historia de las ciencias piensa acerca de los comienzos de la física moderna casi unánimemente lo que Herbert BUTTERFIELD (Cambridge) expresa como sigue: "El mundo moderno es, en cierto sentido, una

---

p. 392, en su artículo sobre ROBERT GROSSETESTE: "So powerful was his thought that he influenced an uninterrupted succession of philosophers and scientists throughout Europe for three hundred years after his death"

[13] Véase sobre todo el famoso libro de Martin GRABMANN: *Witelo*.

[14] La obra principal y la fuente más abundante y originaria son los libros de José María MILLAS VALLICROSA: *Estudios sobre Historia de la Ciencia española* C.S.I.C., Barcelona, 1949 (Pedro Alfonso de Huesca: págs. 197-210); y *Nuevos Estudios sobre Historia de la Ciencia española*, Barcelona, 1960.

[15] CANTOR, Moritz: Vorlesungen über Geschichte der Mathematik (Lecciones sobre Historia de las Matemáticas), I-2, 671; Aldo MIELI (o.c. nota 7): V,1 y XIII, 1; MILLAS VALLICROSA, *Nuevos estudios...* (o.c. nota 14), pág. 113.

[16] Cfr. Guy BEAJOUAN en: René TATON, *La Science Antique et Médiévale* (o. c. nota 1), pág. 531.

[17] MILLAS VALLICROSA: *Estudios sobre Historia de la Ciencia española,* págs. 219-262.

continuación del mundo medieval; no puede ser considerado simplemente como reacción contra el primero"[18].

Los mediadores entre los siglos y los continentes fueron los árabes y los judíos, en contacto fructífero con la Europa cristiana que iba a conocer sus fuentes sobre todo a través de dos centros: Sicilia y España. Así se explica que en la ciencia moderna como en la filosofía del siglo XIII se reúnan muchas corrientes que tienen sus fuentes ya en la antigüedad: el *pitagorismo, platonismo, aristotelismo, neoplatonismo* y, además, fuertes influjos del oriente, máxime de la India y Persia. Pero la corriente aristotélica, orientada más en la biología que en las matemáticas, no fue suficiente para crear una física no de los fenómenos aparentes, sino su orden interior que desde PITÁGORAS y PLATÓN se busca en la *armonía matemática*. Conocemos la alta estima de la investigación empírica de la naturaleza que animaba a un ALBERTO MAGNO (1193 0 1206/07-1280)[19] y un Tomás de AQUINO (1224/25-1274); en España es la gran época de ALFONSO X el Sabio (1257-84 rey de Alemania) y de PEDRO HISPANO (c. 1215-1277; 1276 papa JOANNES XXI).

Resumen: La física matemática empezó -desde luegocon pequeños pasos tentativos que no pueden compararse con GALILEI o NEWTON- en las escuelas de Oxford (los “mertonianos") y de París (los "terministas"), cuando éstas recibieron suficientes impulsos de la ciencia árabe y judía arraigada y perfectamente asimilada en España, en el alto siglo XIII ya casi totalmente cristiana (salvo el reinado musulmán de Granada). El ambiente filosófico que fomentó el desenvolvimiento de la nueva física es más bien franciscano y agustiniano (en Oxford) o ecléctico (en París: una síntesis entre tomismo, scotismo y ockhamismo, según DUHEM) e incluso (neo-)platónico (el dominico DIETRICH von FREIBERG), pero nunca pura y netamente nominalista. Como la investigación científica en todos sus ramos, también la historiografía del siglo XX se inclina a evitar posiciones extremadas y no comprobadas.

Acerca de la filosofía y las ciencias musulmanas y judías en España, tenemos una información tan rigurosa como amplia gracias a las obras de Francisco CODERA y ZAIDÍN, Julián RIBERA y TARRAGÓ, Miguel ASÍN PALACIOS, Miguel CRUZ HERNÁNDEZ, y especialmente en las ciencias: Aldo MIELI, José Augusto SÁNCHEZ PÉREZ, Julio REY PASTOR, Salvador GÓMEZ NOGALES, José María MILLÁS VALLICROSA y su hijo Eduardo MILLÁS VENDRELL[20].

Lo que falta y hace falta todavía como una tarea del futuro es una investigación que revele con todos los pormenores alcanzables las relaciones entre el mundo árabe, hebreo y

---

[18] H. BUTTERFiELD, *Los orígenes de la Ciencia moderna*, pág. 33.

[19] C. BALSS, Heinrich, *Albertus Magnus als Biologe (A.M. como Biológo).*Stuttgart, 1947

[20] A las obras-fuentes ya citadas en la nota 14, hay que añadir las siguientes: CRUZ HERNÁNDEZ, Miguel: *Historia de la Filosofía española. Filosofía hispano-musulmana*. 2 tomos. 422, 389 págs. Ed. Asociación española para el progreso de las Ciencias. Madrid, 1957. *La Filosofía árabe*. Madrid, 1963. (Bibliografía amplia al fin de cada capítulo). SÁNCHEZ PÉREZ, Augusto: *La Ciencia árabe en la Edad Media*. C. S. I. C., Madrid, 1954.

asiático y las nacientes ciencias en Europa; del mismo modo Eusebio COLOMER POUS ha descubierto la influencia de Ramón LLULL (c. 1232-1316) en NICOLÁS de CUSA (1401-1464), a través de su maestro en París. Todas las ideas filosóficas que hemos mencionado -las antiguas y las medievales- se unen en NICOLÁS DE CUSA no ya en un "eclectismo", sino en una síntesis perfecta y universal. Como ya en LLULL, el matemático, físico, astrónomo, filósofo, teólogo, místico, político y misionero forman una unidad personal inseparable. Por otra parte, NICOLÁS anticipa y abarca ya *in núcleo* todo el pensamiento moderno: La metafísica trascendental, la unión ecuménica de las religiones y naciones, el experimento y la medida exacta como base de la "matematización" en la física y hasta la teoría de la relatividad y de las partículas elementales, como hoy día las concebimos. No es exagerado si la historiografía de las ciencias en nuestro siglo se inclina cada vez más a la conclusión -de que el pensamiento del Cusano habría podido hacer surgir la filosofía y las ciencias modernas ya en el siglo XV, si hubiera tenido discípulos congeniales[21].

Son por lo menos cinco las ideas fundamentales en el pensamiento de NICOLÁS que justifican tal apreciación como "filósofo de las ciencias":

1.ª La *Docta ignorantia*, que es la búsqueda de una evidencia absoluta -y sin evidencia no hay ciencia- a través del "sé que no sé": Si ignoro, si dudo, si tengo la evidencia de *no* saber, presupongo la existencia de la Verdad (el primer principio de cada metafísica trascendental, como ya antes en S. AGUSTÍN y después en DESCARTES, FICHTE, HUSSERL).

2.ª La *coincidentia oppositorum*: la tensión inevitable e inalcanzable entre finitud y el Uno infinito (*De Deo abscondito*).

3.ª La alta estimación tanto de la *empeiria* experimental, que mide y pesa numéricamente (*mens mensurans*), como la simbolización matemática: he aquí las dos bases de la Física moderna; si se quiere: ARISTÓTELES y PLATÓN a mano.

4.ª El humanismo no orgulloso, sino humilde: Para nosotros, el hombre es la medida de todas las cosas (en *De Beryllo*, NICOLÁS cita cuatro veces a PROTÁGORAS): por esta misma razón, sabemos que sólo podemos pensar *in coniecturis*, en probabilidades; y la física moderna será una ciencia de lo probable, no de lo seguro; ciencia de la aproximación hacia la Verdad como "asíntota de la investigación".

5.ª La Verdad que tiene su primer y último fundamento óntico *De Visione Dei*: El mundo es algo esencialmente visto, a cuya esencia pertenece necesariamente su ser percibido -en su Verdad, que sobrepasa y trasciende inmensa e infinitamente nuestra finitud. Una inteligencia receptiva, pasiva, *asimilativa* como la nuestra nunca podrá conocer la Verdad en su plenitud y perfección -sólo podemos saber la evidencia de su existencia-; para fundarla, es necesaria una Visión creadora: *divina mens est vis entificativa*. *Con una pala-*

[21] Testimonios en DIJKSTERHUIS, *Mechanisierung*... (o. c. nota 1), III y 12; págs. 251 y 258.

bra: El anhelo de la Verdad y del Amor (*amoroso amplexu* es una expresión cara al Cusáno) ha superado definitivamente las ambiciones griegas de pensar un ser, que no puede pensarse.

En la física moderna, estas ideas -del obispo príncipe de Brixen y cardenal de la Curia Romana irán a descubrirse de nuevo en el siglo XX: No se pregunta ya por una cosa "existente en sí"; no se plantea más el problema absurdo: ¿Cómo podemos pensar una cosa, un mundo, prescindiendo de nuestro pensamiento?, sino lo que preguntamos es sencilla y modestamente: ¿Qué podemos observar en realidad? y ¿cómo podemos explicar, con razones inteligibles, nuestras observaciones? El Cusano nos dice que este mundo, visto desde dentro, con las ideas humanas, nos parece como infinito; pero visto desde fuera, o mejor: desde arriba, en la *Visio Dei*, aparece como un punto. Se vislumbra ya la teoría general de la relatividad: el universo ilimitado; pero finito; y la concepción moderna de la partículas elementales que no pueden "objetivarse" como cosas existentes en sí. Este mundo tiene su centro en todo los sitios, y a la vez en ningún lugar: La física moderna dirá que "ningún sistema de coordenadas es privilegiado". La tierra es centro del mundo no por causas que pertenecen a la física o la astronomía, sino por ser el espectáculo de la creación del hombre y la historia de su salvación. El mundo del Cusano deja de ser existencia en sí, para convertirse esencial y totalmente en Creación: *explicatio Dei*.

Con el hijo del barquero del río Mosela, el humanisno cristiano, teocéntrico, ha superado definitivamente el cosmocentrismo antiguo. Pero desgraciadamente no ha tenido sucesores -salvo el valenciano Juan Luis VIVES (1492-1540), que tiene mucho de común con el cardenal alemán como "pensador de la experiencia integral" (V. GOROSQUIETA BORJA)-. El vencedor fue el humanismo pagano del llamado Renacimiento; y todos los países europeos -salvo España, Portugal e Irlanda- sufrieron la rotura, el hiato, la escisión.

Es preciso hacerlo constar aquí para prevenir el error todavía muy divulgado de que fue el Renacimiento la época que engendró la ciencia moderna. Desde que son los mismos físicos y matemáticos los que se dedican a la investigación de la historia de su propia ciencia -desde DUHEM hasta DIJKSTERHUIS- ha cambiado bastante el juicio sobre el Renacimiento y los impulsos que dio a la física. Sin duda es exagerado que DUHEM llame al humanismo renacentista "*un culte superstitieux des anciens*"; pero apenas se pueden rechazar los argumentos con los que el matemático, físico e historiador DIJKSTERHUIS justifica el retraso que sufrió la ciencia física en los siglos XV y XVI, hasta su total renovación por el genio de GALILEI: En primer lugar, cita la "postura retrospectiva" del humanismo que veía su ideal en la antigüedad -en comparación con el espíritu vanguardista del Oxford de BRADWARDINE y del París de BURIDANUS y ORESME, y del Heidelberg de MARSILIUS de INGHEN-; en segundo lugar, la "tendencia unilateral" hacia la filología clásica, el menosprecio de la artesanía y la técnica y la carencia de formación matemática.

Incluso una persona que nos parece tan humanista como LEONARDO da VINCI (1452-1519), en sus trabajos de física, especialmente de mecánica, continúa la tradición medieval, además de las mencionadas escuelas de Oxford y de París, los trabajos del matemático y físico alemán JORDANUS NEMORARIUS (m. 1237) y su escuela.

Existen unos trabajos más bien metodológicos que filosóficos que ya anticipan a GALILEI, p. e. Giacomo ZABAREL (1532-1589) con su "método resolutivo" (el análisis) y "método composítivo" (la síntesis) ; pero el pensamiento de humanistas como MARSILIO FICINO (1433-99), Pietro POMPONAZZI (1462-1525), Giovanni Pico della MIRANDOLA (1463-94), Bernardino TELESIO (1508-88), Francisco PATRIZZI (1529-97), el francés PETRUS RAMUS (1515-72) y muchos otros no podían hacer avanzar la ciencia físico-matemática. Hubo que esperar hasta los genios precursores del español DOMINGO de SOTO (1494-1560) -el primero que dio una formulación exacta a la ley de la caída de los graves- y el veneciano Giovanni Battista BENEDETTI (1530-90). Afortunadamente, se conservaban las obras de los matemáticos y físicos medievales, sobre todo en la escuela de Pádova, donde las ha estudiado atentamente nada menos que GALILEO GALILEI (1564-1642) quien menciona expresamente a HEYTESBMRY, ALBERTO de Saxonia, al "Calculador" SWINESHEAD, a DOMINGO de Soto y otros[22].

GALILEI el gran sabio de Pisa y Pádova es tan importante en la historia de las ciencias como en la de la filosofía. No sólo es el creador de la física y astronomía moderna, es decir, matemática -los anteriores fueron más o menos precursores-, sino que también es el fundador de la corriente filosófica que se ha convertido cada vez más en la "idea del mundo" que abarca el *common sense* del hombre moderno: me refiero al *realismo físico*, con todos sus matices. La base gnoseológica es la infeliz separación entre las cualidades (más tarde llamadas) "secundarias" y subjetivas -luz, colores, sonidos, olores, gustos, calor y frío- y las "primarias" y objetivas -las geométrico-espaciales del tacto, del palpar, de la resistencia-[23]. Desde luego, esta distinción y escisión remonta hasta el siglo V antes de Cristo, hasta el atomismo de LEUCIPO y DEMÓCRITO; pero en la antigüedad la tesis de que en realidad sólo existen los átomos y el espacio vacío fue proferido a título de una pura hipótesis que por fin queda rechazada por los sentidos, la percepción sensorial[24]; y finalmente todo se limita al realismo ingenuo que cree que las cosas están allí, con todas sus cualidades, aun cuando nadie las perciba.

El realismo físico de GALILEO es cosa diferente: En primer lugar, porque GALILEI cree realmente en el mundo de los átomos como la única verdad, y -destaca el mundo

---

[22] A. C. CROMBIE: *Histoire des Sciencies de Saint Augustin a Galilée*, París, 1959, pág. 299 (traducción del inglés). Véase también: SARTON, George: *Appreciation of Ancient and Medieval Science during the Renaissance (1450-1600)*. Bibliografía; págs. 222-223

[23] GALILEI: *Il Saggiatore*. Edizione Nazionale, VI, 232; XI, 112-113; XVIII, 295; XIX, 625.

[24] DIELS, Hermann, y KRANZ, Walther: *Die Fragmente der Vorsokratiker* (Los fragmentos de los presocráticos), 1952, vol. II, 68 (55) : DEMOKRITOS: Fragmento B 125 (pág. 168)..

cualitativamente percibido, el mundo en que vivimos, como la pura proyección subjetiva -la fórmula del siglo XIX rezará: "La luz y los colores son en realidad oscilaciones ondulatorias en el éter"-; en segundo lugar, los átomos de GALILEO no caen al puro azar y por casualidad, como en el atomismo democrítico, sino que obedecen a leyes estrictas y rigurosas que pueden y deben ser formuladas con símbolos y estructuras matemáticas. Este es el aspecto positivo que distingue a GALILEO de DEMÓCRITO y le une con sus antecesores y congeniales, con ORESME y los calculadores de Oxford, con LEONARDO da Vinzi y NIKOLAUS KOPERNIKUS (1473-1543) y máxime con su contemporáneo, el astrónomo alemán JOHANNES KEPLER (1571-1630): a saber, la firme convicción -pitagórico-platónica, por fin- que cree en "las armonías del mundo", es decir, en la estructuración geométrico-matemática del cosmos, de todos los movimientos en él y de las leyes que los determinan, cuyo descubrimiento es la primera tarea del investigador científico. Esta convicción es sin duda el mayor estímulo del trabajo que realiza el físico moderno.

Por otra parte, el realismo físico acarrea un gran peligro que lastra el pensamiento moderno hasta nuestros días: este peligro es que induce a creer (como GALILEI) que el objeto de la investigación matemático-física y matemático-astronómica, la "realidad científica" (con dos palabras), sería la única y verdadera realidad, y no sólo un aspecto o una perspectiva humana de la realidad en su verdad total e integral. El haber elevado sus descubrimientos al rango de la única y verdadera realidad fue el error y la tragedia de GALILEO y condujo a su proceso de condena en el año 1616. El noble cardenal ROBERTO BELLARMINO (1542-1621) -el "único hombre prudente en todo el proceso contra GALILEO"-[25] había propuesto exponer el sistema heliocéntrico no como "*indubitata certezza*", sino como "*probabile opinione e verisimili coniettura*"[26]. Se nota la cercanía del pensamiento *in coniecturis* del Cardenal de CUSA, que anticipó ya la teoría general de la relatividad de EINSTEIN: visto desde la tierra, el sol se mueve; vista desde el sol, la tierra se mueve. La discusión *ex suppositione* fue costumbre en la lógica nueva; y bajo estos auspicios ya desde los principios del siglo XIV se había tratado la rotación de la tierra (según los relatos de François de MEYRONNES († antes de 1325), de ALBERTO de Sajonia y el famoso *Traité du Ciel et du Monde* de Nicolás ORESME; en la obra decisiva *De revolutionibus orbium caelestium* de COPÉRNICO, la dedicación al papa PABLO III y el prólogo (del humanista de Nürenberg, Andreas OSIANDER (1498-1552) respiran la misma modestia que es el honor de la investigación científica. Pero GALILEO aspiraba a más: no se contentaba con la ciencia como la búsqueda de una parte, un rayo, un reflejo de la ver-

[25] E. J. DIJKSTERHUIS *Die Mechanisierung des Weltbildes* (véase nota 1), IV: 162; pág. 429.

[26] *Opere di Galilei*. Edizione Nazionale, XII, 171; A. C. CROMBIE *Histoire des Sciences de Saint Augustin a Galilée*, París, 1959, págs 410-422; Friedrich DESSAUER *Der Fall Galilei und wir* (El caso Galilei y nosotros), Frankfurt, 4ª ed., 1957; Giorgio de SANTILLANA *The Crime of Galileo*, Chicago-London, 1958.

dad, sino como la verdad misma, la verdad absoluta. A. N. WHITEHEAD (1861-1947) dice a este propósito: "Pero en este momento el papa (URBANO VIII) vio el futuro y adivinó a VOLTAIRE"[27].

Si recordamos las famosas palabras del "verdadero libro de la filosofía, el universo, que está escrito en lengua matemática y cuyas letras son triángulos, círculos y otras figuras geométricas"[28] entendemos la breve característica que LAÍN ENTRALGO dio de este realismo físico: es un “mecanismo de formas geométricas". Pero había también otra actitud, más adecuada a la biología y medicina, según la cual "el macrocosmos es un organismo de seres vivientes"[29]. Su representante más famoso es el médico suizo Aureolus THEOPHRASTUS PARACELSUS (1493-1541) ; en Italia hay que nombrar a Girolamo FRACASTORO (1483-1553), Jerónimo CARDANO (1501-71), Barnardino TELESIO (1508-88), Francisco PATRICIO (1529-87) y al infeliz Giordano (Filippo) BRUNO (1548-1600), el pensador de *eroici furori* y de los mundos infinitos. Las fuentes del panvitalismo, pampsiquismo y panteísmo que late en el fondo de tales pensadores -por diferentes que sean- puede buscarse en el *Corpus Hermeticum* del siglo III; mucho más que en la alta metafísica y mística del Neoplatonismo y de DIONYSUS (Pseudo-)Areopagita o en la doctrina del macrocosmos y microcosmos del Cardenal de CUSA, que es una antropología metafísica y no contiene nada de ocultismo. El naturalismo pampsiquista y panteísta se continuará a través de AGRIPPA de Nettesheim (1486-1535), Sebastian FRANCK (1499-1542), Valentin WEIGEL (1533-88), Jacob BÖHME (1575-1624), Baruch (Benedictus) de SPINOZA (1632-77) hasta la Filosofía de la Naturaleza de Friedrich Wilhelm SCHELLING (1775-1854).

Podemos pasar por alto también el empirismo porque no es idea filosófica, ni tampoco ha contribuido al progreso de las ciencias. La verdad de Perogrullo de que es necesario desprender nuestros conocimientos de la empiria, la habían enseñado ya ARISTÓTELES y ALBERTO Magno. Lo decisivo que ha creado la ciencia moderna es *la unión de la empiria con el pensamiento matemático*, o dicho con otras palabras: la transformación de la simple experiencia en ciencia experimental; y experimento significa experiencia guiada por la razón.

Es interesante observar cuántas veces los fundadores de la nueva física -GALILEI sobre todo y su discípulo TORRICELLI (1608-1647)- acuden al experimento mental. En una carta dirigida a Francesco INGOLI dice GALILEI: "He realizado un experimento acerca de esto; pero antes la razón natural (*il naturale discurso*) me había convencido firmemente de que el fenómeno tenía que suceder como ha sucedido en realidad"[30]. Es natural tal postura

---

[27] A. N. WHITEHEAD, *The first physical Synthesis*, en: *Essays Science and Philosophy, Philosophical Library*, New York, 1947.

[28] Opere di Galilei, Edizione Nazionale, VI, 232, VII, 355, XI, 112, XVIII, 295, XIX, 625.

[29] LAÍN ENTRALGO y LÓPEZ PIÑERO (Cfr. nota 3) : pág. 102.

[30] *Opere di Galilei*, Edizione Nazionale, VI, 545.

para el matemático y platónico que fue GALILEO. Sin un entendimiento del momento apriórico, "ideal", no se entiende nada de la investigación científica que sin duda GALILEO ha enriquecido de forma decisiva, mientras que un Francis BACON (1561-1626) "no ha dado ninguna contribución positiva a las ciencias y a veces no ha entendido los méritos de otros que lo hicieron"[31]. Y nada menos que Alexandre KOYRE llama el intento de considerar al empirista y oportunista Francis BACON como uno de los fundadores de las ciencias naturales "*une mauvaise plaisanterie*", una mala broma[32].

Parece que en el país y la época con la mentalidad del empirismo exagerado de Francis BACON y del materialismo de Thomas HOBBES (1588-1679) todavía no existe el clima intelectual que necesita la investigación positiva. Inglaterra habrá de esperar medio siglo más hasta convertirse en el centro de la física clásica y la química científica, en la patria de Robert BOYLE (1627-1691) -el descubridor (1660) de la proporcionalidad inversa entre la presión y el volumen de un gas con temperatura constante, el famoso autor -de la obra *The Sceptical Chymist* (1661, 2ª ed. 1680) y *The Origin of Forms and Qualities according to the Corpuscular Philosophy* (1666) donde sustituye el concepto de forma por el de estructura atómica o de "concreciones primarias", el autor, en fin, de *The Christian Virtuoso*, obra muy importante para la conciliación filosófica entre las ciencias y la religión-. Contemporáneos de BOYLE fueron Robert HOOKE (1635-1703) -el descubridor de la proporcionalidad lineal entre la fuerza que extiende un muelle y la medida de su extensión- y el filósofo John LOCKE (1632-1704), -fundador de un empirismo ya no dogmático y materialista, sino escéptico, y por tanto inmediato precursor del idealismo teocéntrico de George BERKELEY (1684-1753) y del escepticismo de David HUME (1711-1776): los primeros pensadores que refutan claramente el realismo físico (en suma, el materialismo) con su separación insostenible entre las cualidades "primarias" (objetivas) y "secundarias" (subjetivas): todas las cualidades son objetivas y subjetivas, a la vez.

Poco antes se había realizado ya la gran síntesis de la física clásica: Isaac NEWTON (1642-1727) publicó en 1687 su obra monumental: *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica* y creó -simultáneamente con el más filosófico Gottfried Wilhelm LEIBNIZ (1646-1716)- el instrumento matemático para representar racionalmente el movimiento: el cálculo "de fluxión" o infinitesimal[33]. Con este esbozo brevísimo y, por tanto, sumario y superficial, tenemos por lo menos las dos líneas cruciales que entran de modo decisivo en el pensamiento del "gran chino" de Königsberg, Immanuel KANT (1724-1804), a saber: la física y astronomía clásica -la que KANT amplía con su Teoría del Cielo, y la que sistematiza con

---

[31] E. J. DIJKSTERHUIS, *Die Mechanisierung*... (véase nota 1), 183, pág. 442.

[32] A. KOYRE, *Études Galiléennes*, París, 1939, vol. I, 6, nota 4.

[33] Cfr. Cándido CIMADEVILLA: *Universo antiguo y mundo moderno*. Ed. Rialp, Madrid, 1964, págs. 198-248 y 447-483.

su crítica filosófica-, y en segundo lugar, la escéptica o crítica de HUME que le ha despertado -según confiesa él mismo- de su "sueño dogmático".