

# Nicolás Oresme, Gran Maestro del Colegio de Navarra, y el origen de la ciencia moderna

Mariano Artigas

Publicado en *Príncipe de Viana* (Suplemento de ciencias), año IX, nº 9, Suplemento anual 1989, pp. 297-331.

## Índice

1. El Colegio de Navarra en sus primeros cien años.
  - 1.1. La fundación del Colegio de Navarra.
  - 1.2. El Colegio de Navarra y la Universidad de París.
  - 1.3. El entorno político, eclesiástico e intelectual.
  - 1.4. Los comienzos: Jean de Jandun.
  - 1.5. La época de Oresme.
  - 1.6. Una nueva época: d'Ailly, Gerson, Clamanges.
  - 1.7. Valoración de conjunto.
2. Oresme y la escuela física de París.
  - 2.1. La ciencia en el siglo XIV: Oxford.
  - 2.2. Los planteamientos de la Escuela física de París.
  - 2.3. Jean Buridan y sus discípulos.
  - 2.4. Nicolás Oresme.
3. Las contribuciones científicas de Oresme.
  - 3.1. Las matemáticas.
  - 3.2. La representación geométrica de las cualidades.
  - 3.3. La ley del movimiento acelerado.
  - 3.4. La caída de los graves.
  - 3.5. La teoría del impetus.

3.6. La cosmología.

3.7. Ciencia y astrología.

3.8. La economía.

3.9. El método científico.

4. El lugar de Oresme en la historia de la ciencia.

---

Desde que Pierre Duhem realizó su monumental obra histórica sobre el desarrollo de la ciencia desde la Antigüedad hasta el Renacimiento, se reconoce generalmente que el nacimiento sistemático de la ciencia experimental moderna en el siglo XVII fue precedido por una larga gestación en la que los medievales tuvieron una parte importante. Durante el siglo XIV, que es el marco temporal en el que se sitúa nuestro estudio, los trabajos más importantes se realizaron en Oxford y Paris.

Uno de los centros más influyentes de la Universidad de Paris era el Colegio de Navarra, al que se encuentran asociados los nombres de figuras tan destacadas como Pierre d'Ailly y Jean Gerson a finales del siglo XIV y comienzos del XV. Pero es sin duda Nicolás Oresme la gran figura del Colegio de Navarra en el siglo XIV. Junto con Jean Buridan, Oresme es considerado con razón como uno de los principales precursores de la ciencia moderna. En las últimas décadas, su trabajo ha sido estudiado cada vez con mayor interés. Para nosotros tiene además una significación especial debido a su estrecha vinculación con el Colegio de Navarra, cuya importancia en Francia y en toda Europa ha sido excesivamente poco resaltada hasta la fecha<sup>1</sup>.

En una monografía reciente, Bernard Guenée señala que

Jean Buridan era sin duda, a mitad del siglo XIV, el mejor de esos excelentes maestros parisinos... tuvo numerosos discípulos y, entre ellos, sobre todo, Nicolás Oresme. No nos engañemos: en la historia del pensamiento occidental,

Nicolás Oresme es un nombre importante. Tiene la talla de un Descartes... A partir de 1362, el favor del rey Juan y después del rey Carlos alejaron a Nicolás Oresme del Colegio de Navarra, pero lo había dominado con su presencia durante más de quince años. Allí había estudiado teología y enseñado artes desde 1348. Había estado a la cabeza del Colegio desde 1356 hasta 1361. Y fue en ese Colegio de Navarra, tan marcado todavía por la presencia tan reciente de un espíritu tan grande, donde Pierre d'Ailly fue a Paris para realizar sus estudios, en torno a 1363, 1364 o 1365<sup>2</sup>.

Y, por lo que se refiere a los Colegios en general y al de Navarra en particular, Guenée señala:

El joven que se inscribía en la Facultad de Artes, al igual por lo demás que el estudiante más avanzado, no se encontraba abandonado en la gran ciudad. Generalmente era acogido en uno de los numerosos Colegios que habían sido fundados en los siglos XIII y XIV, donde se alojaba, se alimentaba y recibía enseñanza. La solidaridad

fundamental, el medio dominante, era el Colegio. Y el destino de Pierre d'Ailly debió mucho al que lo acogió, al Colegio de Navarra. Por su testamento, Juana de Navarra, esposa de Felipe el Hermoso, había fundado el Colegio de Navarra antes de morir en 1305... lo había dotado con magnanimidad. Debía alojar a 70 becarios, 50 para estudiar Artes y 20 Teología... El Colegio de Navarra pronto se convirtió en uno de los más notables. Apenas unas décadas después de su fundación, dos rasgos lo convertían en una institución remarcable. Por una parte, era un núcleo intelectual de excepcional calidad, como lo muestra suficientemente la presencia de Nicolás Oresme. Por otra...ese Colegio de fundación real era un lugar de particular devoción hacia el rey. Era el confesor del rey quien escogía a los becarios. Los becarios del rey se sentían particularmente ligados al rey. Cada 25 de agosto, el día de San Luis, se celebraba la fiesta del Colegio a la cual, con frecuencia, asistía el mismo rey<sup>3</sup>.

La especial relación entre el Colegio de Navarra y el rey tuvo importantes consecuencias a comienzos del siglo XV. Desde 1407, el Colegio fue fiel al partido Armagnac, lo que condujo a que fuera tomado y sometido a pillaje en 1418. Los edificios casi se arruinaron, y fueron restablecidos por el rey Luis XI en 1464. Después el Colegio aumentó y se le añadieron los Colegios de Boucourt y de Tournay. Después de haber desempeñado una función de primera magnitud en la vida de Francia durante casi cinco siglos, el Colegio fue suprimido en 1790. En su lugar se instaló la Escuela central de los trabajos, que más tarde se hizo célebre bajo el nombre de Escuela Politécnica.

Nos detendremos en la época que va desde la fundación del Colegio en 1304 hasta la década de 1420. Se trata del primer siglo de existencia del Colegio, en el que se desarrolló la actividad de Nicolás Oresme.

## **1. El Colegio de Navarra en sus primeros cien años**

### **1.1. La fundación del Colegio de Navarra**

Juana de Navarra era hija única de Enrique I, rey de Navarra y conde de Champaña, y de Blanca, hija de Roberto, conde de Artois. Habiendo perdido muy joven a su padre, fue llevada a París por su madre Blanca, quien la hizo educar en la corte del rey Felipe III. En 1284 el rey Felipe la dio en matrimonio a su hijo, el futuro rey Felipe IV el Hermoso, de modo que Juana fue reina de Navarra y de Francia. El buen entendimiento entre marido y mujer duró hasta su muerte.

El testamento de Juana está fechado el 25 de marzo de 1304. Comienza con unas consideraciones en las que denota un vivo sentimiento religioso y perfecto entendimiento con su marido. A continuación, detalla en una larga lista las cantidades de dinero que deja a cada una de las personas que le sirvieron de cualquier modo, mencionándolas por su nombre y circunstancias. En la cláusula siguiente establece la fundación de un hospital. Luego, en la parte más amplia del documento, ordena que se funde el Colegio de Navarra. Después detalla las sumas que deja a una larga lista de instituciones religiosas. La parte final se dedica a nombrar los ejecutores del testamento, a quienes deja amplios poderes para modificar en lo que les parezca oportuno las disposiciones referentes al Colegio de Navarra. El testamento concluye con sendas cláusulas en las que el rey Felipe y su hijo Luis declaran aceptar todo lo establecido por la reina. Nuevos detalles se encuentran en un añadido fechado el último día de marzo.

También con fecha de 25 de marzo, la reina Juana estableció el Estatuto de fundación del Colegio de Navarra, redactado en latín, que concluye igualmente con un párrafo en el que el rey Felipe y su hijo Luis manifiestan su acuerdo<sup>4</sup>.

Para el establecimiento del Colegio de Navarra, la reina Juana dejó un edificio de París denominado *Hotel de Navarra*, que se encontraba en la calle de S. André des Arcs. Era uno de los ocho edificios que los reyes de Navarra llegaron a tener en París. Sin embargo, los ejecutores del testamento juzgaron preferible venderlo y, con el producto de su venta, comprar un espacioso terreno situado en el barrio donde se encontraba la Universidad, casi al final de la subida de la montaña de Santa Genoveva. Pudieron hacerlo en virtud de los amplios poderes que la reina les había dejado en su testamento. Allí se construyeron los edificios del Colegio. La primera piedra de la capilla se puso el 2 de abril de 1309, y los edificios estuvieron dispuestos para cumplir su cometido en 1315, fecha en la que comenzó a funcionar el Colegio.

## **1.2. El Colegio de Navarra y la Universidad de París**

En 1677 Jean de Launoy, que fue Gran Maestro del Colegio de Navarra, publicó una documentada historia del Colegio<sup>5</sup>, y Hastings Rashdall publicó en 1895 un documentado estudio sobre las Universidades de Europa en la Edad Media, en el que se recogen numerosos datos sobre la Universidad de París y sus Colegios<sup>6</sup>. Estas obras permiten situar al Colegio de Navarra en el ambiente intelectual de su primer siglo de funcionamiento.

Los Colegios, que desempeñan una función notable todavía ahora en las Universidades de habla inglesa, tuvieron su origen en la Universidad de París. Para comprender su naturaleza deben tenerse en cuenta las circunstancias sociales de la época. Los estudiantes que llegaban a París para estudiar en la Universidad eran muy jóvenes. En la Facultad de Artes, paso obligado para continuar en las de Derecho, Medicina o Teología, había estudiantes de 14 años. Por tanto, existía la preocupación de encontrar para los forasteros un lugar donde pudiese atenderse debidamente a su educación. Sin duda, existía libertad al respecto, y durante el siglo XIII se recurrió a fórmulas diversas, pero gradualmente llegó a generalizarse la residencia en una casa presidida por uno de los Maestros de la Universidad. La excepción eran los más ricos, que vivían en su alojamiento particular con un tutor privado, y los más pobres que no podían pagar la residencia. Se comprende que, en esas condiciones, tuviese gran importancia la fundación de Colegios que, dotados de renta por sus fundadores, acogían a estudiantes que, si bien no necesariamente eran pobres en el sentido usual del término, carecían de recursos para pagar un alojamiento digno en París.

Esa fue la intención de la reina Juana al fundar el Colegio de Navarra. Allí deberían alojarse 70 estudiantes becados. A tal efecto, dispuso que de sus bienes se destinasen 2.000 libras tornesas, una suma importante para la época, como renta del Colegio. Rashdall nota que la fundación del Colegio de Navarra fue mucho más espléndida que la del ya existente Colegio de la Sorbona, aunque este último acabaría por dar su nombre a la Universidad. Los estudiantes estaban distribuidos en tres grupos: 20 de gramática, 30 en artes y 20 en teología, que recibían un estipendio semanal: los gramáticos recibían 4 sueldos parisinos, los artistas 6, y los teólogos 8. No debe extrañar que no se destinase ninguna plaza a estudiantes de leyes y medicina, ya que se trataba de profesiones lucrativas que no necesitaban estímulos o ayudas especiales. Cada grupo

estaba presidido por un Maestro de la Facultad respectiva, que recibía un estipendio doble del de sus propios estudiantes.

El Maestro de los teólogos era al mismo tiempo el Gran Maestre del Colegio, y debía ser nombrado por el Decano y doctores de la Facultad de Teología de Paris. La reina Juana había encomendado el gobierno y patronazgo del Colegio a esa Facultad, pero el obispo de Meaux y el abad de S. Denis, de acuerdo con la libertad dejada por la reina a los ejecutores de su testamento, retuvieron el cargo de gobernador para ellos mismos y para sus sucesores. Redactaron unos Estatutos cuya observancia fue jurada por el capítulo de los maestros y escolares el 3 de abril de 1315, y que fueron aprobados en 1316 por el Papa Juan XXII. A la muerte de los dos personajes, hubo quejas sobre los cambios que habían introducido al interpretar la voluntad de la fundadora, lo que motivó la intervención del parlamento en 1331 y el cambio del título de gobernador que, más tarde, recayó sobre el confesor del rey.

Los Maestros debían vivir en el Colegio, y les competía cuidar de la educación completa de los estudiantes, tanto en el aspecto intelectual como en el moral. Cada clase de estudiantes tenía su propia zona y sólo se reunían todos para las funciones religiosas en la capilla. Una vez obtenido el grado respectivo, expiraba la beca del alumno. Sin embargo, si deseaba proseguir estudios en otra Facultad, aunque hacía falta una nueva concesión, tenía preferencia respecto a quienes solicitaban la entrada en el Colegio. De hecho, los estudiantes de teología solían estar asociados con el Maestre en el gobierno del Colegio, y su consentimiento solía requerirse para la admisión de nuevos estudiantes.

Los Maestros de los Colegios parisinos, además de tener sus clases propias, completaban con su instrucción privada los estudios públicos de los alumnos en sus respectivas Facultades. En el Colegio de Navarra, el Maestro de los artistas debía escuchar las lecciones de sus estudiantes e instruirles, responder a sus preguntas y comentarles, además de los textos que se estudiaban en la Facultad, algún libro de Lógica, Matemática o Gramática, de acuerdo con la mayoría de los estudiantes; además, éstos debían reunirse para repasar las lecciones al volver de la Facultad para ayudarse mutuamente. El Colegio de Navarra fue acumulando una buena biblioteca, puesto que estaba establecido que si sobraba dinero se dedicase a la adquisición de libros. Había también actividades propias, tales como las clásicas disputas intelectuales. En la Sorbona y en Navarra, los Maestros de Teología impartían lecciones, que parece estaban abiertas a estudiantes no residentes, y que contaban como lecciones regulares de la Facultad. Los gramáticos tenían todas sus lecciones en el Colegio, dado que todavía no frecuentaban una Facultad, mientras que los estudiantes de artes y teología habían de asistir a las clases de sus Facultades respectivas. La instrucción del Colegio era complementaria de la que se daba en público, y suponía una notable ventaja para los estudiantes del Colegio.

Estas características explican que los Maestros del Colegio tuviesen una notable influencia sobre los alumnos y que entre éstos existiese un cierto espíritu de cuerpo. Se encuentran muchos testimonios de antiguos alumnos del Colegio de Navarra que manifiestan un gran afecto por esa institución años más tarde y lo traducen en donaciones. Asimismo, como se ha mencionado, el Colegio llegó a tener una significación política propia al comienzo del siglo XV.

En el siglo XV, las lecciones que se tenían en el Colegio cobraron una importancia todavía mayor. Hacia 1404 se comenzó a admitir a no residentes para estudiar gramática, y poco a poco se abrió la puerta también a los filósofos y teólogos. En 1459 la multiplicación de estudiantes externos condujo a desórdenes que exigieron la intervención de una comisión real, una de cuyas disposiciones consistió en establecer que sólo comiesen en el Colegio quienes residían en él. En esos momentos, las clases de la Rue du Fouarre, donde se encontraban los edificios públicos, llegaron a estar desiertas. La importancia del Colegio de Navarra fue creciente, hasta que cayó, junto con todo el sistema de Colegios y con otras organizaciones, en la época de la Revolución.

### **1.3. El entorno político, eclesiástico e intelectual**

El primer siglo del Colegio de Navarra se sitúa en unas coordenadas políticas, eclesiásticas e intelectuales bien delimitadas.

En el aspecto político, gran parte de esa época coincide con los conflictos entre Francia e Inglaterra conocidos como la guerra de los cien años; estos conflictos se proyectaron en los comienzos del siglo XV en el interior de Francia, dando lugar a contiendas internas en las que el Colegio de Navarra tomó partido en favor de los armagnacs, lo que motivó su devastación en 1418. Sin embargo, entre 1330 y 1380, coincidiendo en parte con el reinado de Carlos V, las circunstancias de Paris fueron generalmente pacíficas.

En el terreno eclesiástico, la estancia de los Papas en Avignon desde 1309 hasta 1376 provocó un incremento de las relaciones entre el papado y Francia, lo que explica en parte la gran influencia de la Universidad de París en los acontecimientos principales de la Iglesia. El Cisma de occidente, entre 1378 y 1417, tuvo notables repercusiones, tales como la marcha al extranjero de importantes profesores de la Universidad de Paris y los intentos conciliaristas para conseguir la unidad. Todo ello estaba unido al desarrollo de ideas contrarias al poder temporal del papado, que desempeñaron una cierta función en los enfrentamientos del Papa con el rey de Francia y con el emperador ya a principios del siglo XIV.

En el aspecto intelectual, la Universidad de Paris fue centro donde tuvo especial eco el nominalismo, que se unió a las tradiciones aristotélicas y averroistas ya presentes desde el siglo XIII, y fue origen de un amplio movimiento científico de gran importancia para el posterior desarrollo de la ciencia moderna.

En los tres ámbitos se encuentran, como protagonistas, personajes vinculados con el Colegio de Navarra, entre los que destacan Jean de Jandun, Nicolás Oresme, Pierre d'Ailly, Jean de Montreuil, Jean Gerson y Nicolás de Clamanges.

### **1.4. Los comienzos: Jean de Jandun**

Jean de Jandun fue uno de los primeros Maestros del Colegio de Navarra, ya que se encontraba allí como Maestro de los artistas en 1315, o sea, el mismo año de la puesta en marcha del Colegio. Tenía entonces unos 25 años. Participó en la reunión de maestros y estudiantes, antes mencionada, en la que se juraron los Estatutos del Colegio. Según la carta de fundación, el Maestro de los artistas debía ser un miembro

destacado de la Facultad. Fue durante su estancia en el Colegio cuando Jandun compuso sus comentarios a la Física, a la Metafísica, al tratado sobre el Alma y a los libros sobre el Cielo de Aristóteles. Esas obras, que le hicieron famoso, deben ser producto de su enseñanza en Navarra.

Todavía más famoso se hizo Jandun debido a su relación con Marsilio de Padua, autor de la celeberrima obra *Defensor Pacis*, que fue publicada en 1324 y tenía como subtítulo *Contra la jurisdicción usurpada del romano pontífice*. Marsilio de Padua fue Rector de la Universidad de Paris en 1312, cuando Jandun estudiaba en la Facultad de Artes. Junto con una crítica a las intervenciones de la jerarquía eclesiástica en cuestiones temporales, la obra contenía tesis nada ortodoxas acerca del poder espiritual del Papa y a la superioridad del Concilio sobre el Papa. Seis proposiciones extraídas de esa obra fueron condenadas por el Papa Juan XXII en 1327. La condenación amenazaba también a Jean de Jandun; aunque no figuraba en el libro, era considerado por algunos como coautor o como traductor del mismo. De hecho, en 1328 Jandun partió para Alemania buscando seguridad en la corte de Luis de Baviera, al igual que Marsilio, y probablemente murió poco después.

En filosofía, Jandun seguía una línea aristotélica de corte averroísta. Su impacto es indudable. Se le atribuye también una obra titulada *Tratado de las alabanzas de Paris*, donde se encuentran comentarios sobre la Universidad y sus diversas Facultades en la época de la fundación del Colegio de Navarra<sup>7</sup>. He aquí algunos de los comentarios que dedica a la Facultad de Artes:

Comenzando por el género de bienes que es el primero en honor y dignidad, digo que en la villa de las villas, en Paris, en la calle denominada du Fouarre, no sólo se enseñan las siete artes liberales, sino que además la claridad agradabilísima de toda luz filosófica, extendiendo los rayos de la pura verdad, ilumina a las almas capaces de recibirla... Las maravillas de los principios divinos, los secretos de la naturaleza, la astrología, las matemáticas y los recursos saludables que procuran las virtudes morales son allí desvelados a las miradas. Allí se reúnen toda una muchedumbre de sabios maestros que no sólo enseñan la lógica, sino también todos los conocimientos que preparan a las ciencias más elevadas. Allí florecen ilustres doctores que recorren, con la rapidez de un espíritu ejercitado, los misterios de las naturalezas inferiores y de las virtudes celestes... Allí se demuestran los resultados ciertos de una filosofía infalible y de una ciencia matemática incontestable, que indica los maravillosos encuentros de los números y las figuras, sea considerados en ellos mismos, sea aplicados a las magnitudes celestes, a los sonidos armónicos y a los rayos visuales. ¡Oh Dios gloriosísimo, qué idea nos habéis dado de vuestro amor por los hombres al darles los medios para conocer los períodos que habéis fijado para los movimientos celestes, las distancias de los centros, la magnitud de los mundos, la situación de los polos, las virtudes de los Signos, el orden y las disposiciones de los planetas!<sup>8</sup>

El comentario de Jandun sobre la Facultad de Teología, de la calle de la Sorbona, después de los correspondientes elogios incluye un comentario que contrasta vivamente con el dedicado a la Facultad de Artes:

Sin embargo, aunque todos estos hombres, que hacen profesión de buscar ardientemente la verdad, pasan por tender a un fin único y supremo, a saber el conocimiento y el amor de la soberana Trinidad, les sucede con frecuencia (lo que no deja de asombrar a las

gentes sencillas) que sostienen opiniones opuestas acerca de las mismas conclusiones... El uno objeta, el otro resuelve la objeción; el uno replica, el otro refuta. Y, para resumirlo en unas palabras, todo lo que en la discusión de esos problemas el uno se esfuerza por sostener fuertemente con mano poderosa, el otro estudia darle la vuelta con el brazo levantado, salvo que confiesan desde el principio plenamente su aceptación sicera e inviolable a los artículos de la fe. ¿Qué utilidad o ventaja consigue la religión católica con este ejercicio? Dios lo sabe, y estos mismos hombres procurarán dar a conocer a quien se lo pregunte, no con fin de burla sino de intrucción, en el lugar y tiempo convenientes, la razón de este modo de proceder<sup>9</sup>.

No es difícil suponer que estos comentarios provienen de un espíritu atormentado por conflictos, típicos del averroísmo, entre la filosofía y la teología. El averroísmo había sido una de las constantes de la Universidad de París en el siglo XIII, y Jandun se presenta a sí mismo como fiel seguidor de Averroes, aunque discrepe de él en astronomía al no admitir las excéntricas y los epiciclos. La armonía entre fe y razón, lograda en la gran sistematización de Tomás de Aquino, se encontraba también comprometida por la corriente nominalista promovida por Guillermo de Ockham. La suerte de Ockham tenía alguna semejanza con la de Jandun, ya que después de haber sido llamado a la corte papal de Avignon en 1323 también buscó refugio, en 1326, en los dominios de Luis de Baviera.

Pero los comentarios de Jandun tienen interés por otro motivo, ya que dan noticias sobre la orientación de la Facultad de Artes, centrada en la lógica, la filosofía y las ciencias naturales. Es tentador imaginar a los maestros y estudiantes de la Facultad de Artes del siglo XIV embebidos en cuestiones triviales e irrelevantes que, por supuesto, nada tendrían que ver con la ciencia natural. La realidad era, sin embargo, muy diferente. En primer lugar, como se advierte por el comentario de Jandun, la Facultad de Artes podía considerarse igualmente como Facultad de Filosofía; de hecho, el capítulo que le dedica se refiere en su título a *la Facultad de Filosofía o de Artes*. Además, se nota también que son numerosas las referencias a cuestiones de matemáticas y ciencias naturales. Esto no es accidental. Como hace notar Edward Grant, la enseñanza en la Facultad de Artes o Filosofía estaba fuertemente orientada hacia la lógica y la ciencia y, dado que el curriculum de Artes era un requisito imprescindible para acceder a las demás Facultades, puede concluirse que la orientación científica era notable, más que en cualquier otra época en la historia de la enseñanza superior<sup>10</sup>. Por supuesto, este juicio ha de ser matizado teniendo en cuenta que la ciencia de que se habla no es todavía lo que llegará a ser en el siglo XVII.

### **1.5. La época de Oresme**

Precisamente en 1328, cuando parece con cierta probabilidad que murió Jandun, Jean Buridan era Rector de la Universidad de París. Buridan fue de nuevo Rector en 1340 y, aunque tuvo diversos beneficios eclesiásticos, siempre estuvo enseñando en París. Fue la cabeza inspiradora de la escuela física de París, que tuvo una influencia notable no sólo en Francia sino en toda Europa. Su influjo en el Colegio de Navarra se dejó sentir a través de su discípulo Nicolás Oresme.

Las décadas en las que Buridan y Oresme ejercieron su magisterio fueron relativamente pacíficas en la Universidad de París. Quedaban ya lejos las confusiones del siglo XIII. En 1210, los obispos del concilio provincial de Sens habían prohibido que se usasen en



Paris los libros de filosofía natural de Aristóteles y sus comentadores, aunque el papa Gregorio IX mandó en 1231 que se absolviese a los que hubiesen incurrido en esa prohibición, y en el mismo año mandó que se revisasen los mencionados libros para quitar de ellos lo que fuese erróneo y pudiera estudiarse lo aprovechable. En 1255, estaba mandado leer las obras de Aristóteles en la Facultad de Artes. Pero las disputas provocadas por el averroísmo llevaron a la condenación de 219 proposiciones por el obispo de Paris, Esteban Tempier, en 1277, y entre ellas se encontraban bastantes de sabor aristotélico e incluso algunas de Tomás de Aquino. En 1325 fue revocado ese decreto en la medida en que afectaba a la doctrina tomista<sup>11</sup>. Es cierto que hubo nuevas condenas, esta vez referentes al nominalismo, en torno a 1340, pero no parecen haber tenido consecuencias importantes, y algo semejante ocurrió con los ecos, todavía duraderos al cabo de varias décadas, del conflicto de Jean de Jandún. La época de Buridan y Oresme, que se extiende aproximadamente entre 1330 y 1380, significó medio siglo de paz en la Universidad.

Algo semejante ocurrió con la situación interior de Francia desde los años 1360 hasta 1380, que coinciden con la época de florecimiento de Oresme. Carlos V de Francia, primero como delfín y gobernador y desde 1364 como rey, consiguió una notable unidad, y Oresme fue uno de sus asesores. Desde 1348 Oresme estuvo en el Colegio de Navarra, del que fue nombrado Gran Maestre en 1356. Parece que fueron sus trabajos de esa época los que atrajeron la atención del futuro rey, de modo que llamó a Oresme como colaborador en los temas económicos y culturales, y le encargó la realización de varios comentarios a las obras de Aristóteles, promoviéndole al fin para el cargo de obispo de Lisieux, donde estuvo desde 1377 hasta su muerte en 1382. En ese pacífico medio siglo se encuentran los importantes trabajos de la Escuela física de Paris, cuyos principales protagonistas, junto con Buridan y Oresme, fueron Alberto de Sajonia, Enrique de Hesse y Marsilio de Inghen.

Poco antes de la muerte de Oresme, la situación cambió bruscamente. Carlos V murió en 1380, y la paz interna de Francia estuvo alterada desde entonces hasta mediados del siglo XV. En 1378 comenzó el Cisma de Occidente, que sacudió con fuerza a la Universidad de Paris: varios importantes maestros eran partidarios del papa de Roma, Urbano VI, frente al papa de Avignon, y esto provocó un éxodo que, por una parte, significó el declive de la Universidad de Paris y, por otra, la difusión en Europa de las ideas de Buridan y Oresme. Alberto de Sajonia había abandonado Paris anteriormente, y en 1365 fue el primer Rector de la Universidad de Viena. Con motivo del Cisma, Enrique de Hesse marchó a Alemania y luego a Viena, y Marsilio de Inghen abandonó Paris para ir a Heidelberg, donde fue el primer Rector de la Universidad. Se abrió una nueva época en la cual el tema central era la paz interna de la Iglesia. En esos momentos, varios personajes del Colegio de Navarra desempeñaron una función de gran relevancia en la Universidad de París y en la vida de la Iglesia.

### **1.6. Una nueva época: d'Ailly, Gerson, Clamanges**

En las décadas siguientes, entre las grandes figuras de la Universidad de Paris se encuentran Pierre d'Ailly, Jean Gerson, Jean de Montreuil y Nicolás de Clamanges, todos ellos del Colegio de Navarra. Los dos primeros fueron además protagonistas destacados en los intentos para conseguir la paz de la Iglesia.

La actividad pública de Pierre d'Ailly coincidió aproximadamente con el comienzo del Gran Cisma en 1378. Había entrado en el Colegio de Navarra en 1363, casi inmediatamente después de que Oresme dejase de ser Gran Maestro. En 1368 era Maestro de Artes en el Colegio, del que llegó a ser Gran Maestro en 1384, teniendo como discípulos a Gerson y a Clamanges. En 1389 fue Canciller de la Universidad de París. Insistió en la necesidad de recurrir a un Concilio para terminar con la división de la Iglesia, desempeñando una importante función en el Concilio de Pisa (1409) y en el Concilio ecuménico de Constanza (1414-1418).

Pierre d'Ailly redactó también obras relacionadas con la ciencia. En su *Imago mundi* de 1410, Cristóbal Colón encontró apoyo acerca del modo de viajar a las Indias por el oeste, y se conserva el texto de esa obra anotado por la mano de Colón. En 1411 terminó un opúsculo sobre la corrección del calendario, y lo leyó en marzo de 1417 en el Concilio de Constanza, preparando la reforma de Gregorio XIII. En 1414 acabó su obra *Concordancia de la astronomía con la verdad histórica*, y fue autor de otros opúsculos sobre geografía, las supersticiones astrológicas y la astronomía. Llevó a cabo sus trabajos científicos en medio de una intensa actividad pública, y fue nombrado Cardenal en 1411, yendo a Alemania en 1414 como legado del Papa. Murió el 9 de agosto de 1420, dejando generosas donaciones al Colegio de Navarra, a los hospitales y a los pobres.

Jean Le Charlier, llamado Gerson por el lugar de su nacimiento, estudió desde 1377 en el Colegio de Navarra, donde tuvo como maestro a Pierre d'Ailly. Fue doctor en teología en 1394, y en 1395 sucedió a d'Ailly como Canciller de la Universidad de París. Alcanzó gran renombre y tuvo una intensa actividad pública, ocupándose de modo especial del problema de la unidad de la Iglesia, junto con d'Ailly. No intervino en el Concilio de Pisa, pero sí lo hizo, y con gran fuerza, en el de Constanza.

Precisamente en Constanza tuvo una actuación de gran importancia para los acontecimientos que afligieron al Colegio de Navarra en los años siguientes. El 23 de noviembre de 1407, el duque de Orleans había sido asesinado en París por instigación del duque de Borgoña, y Jean sans Peur no sólo asumió la responsabilidad del hecho, sino que se justificó ante el rey y encargó su defensa a Jean Petit, quien sostuvo públicamente la legitimidad del tiranicidio. Como Canciller de la Universidad, Gerson sometió esa doctrina al juicio de los doctores en teología, quienes condenaron nueve proposiciones de Jean Petit. En 1415, en el Concilio de Constanza, Gerson denunció de nuevo esas ideas y consiguió que los padres conciliares condenaran de modo general el tiranicidio. Esa condena genérica no dejó satisfecho a Gerson y a los Armagnacs, y Gerson todavía manifestó fuertemente su descontento en su intervención del 5 de mayo de 1416 en Constanza. Cuando el Concilio acabó en 1418, tuvo noticias de que Jean sans Peur había jurado deshacerse de él y que otros habían pedido que fuese castigado ferozmente; en consecuencia, no volvió a París, y tomó el camino del exilio, yendo a Austria y después a una abadía benedictina de Alemania. En 1419 supo que Jean sans Peur había sido asesinado. Empezó su vuelta a Francia, pero no llegó a París. Se quedó en Lyon, donde vivió hasta su muerte, en 1429. En Lyon volvió a encontrar a su antiguo amigo Gérard Machet, confesor del rey Carlos VII y también del Colegio de Navarra.

En París, el Colegio de Navarra estaba claramente a favor de los Armagnacs y en contra de los Bourgnons. Gerson tuvo un debate con los miembros del Colegio, que llevó a

que el obispo de París condenara, el 23 de febrero de 1414, las afirmaciones con las que Jean Petit justificaba el tiranicidio de Jean sans Peur. Esto dio lugar a represalias cuando el poder estuvo en manos de los Armagnacs. El 12 de junio de 1418 hubo una insurrección en París, acompañada por una matanza de prisioneros, entre los que se contaban varios miembros del Colegio de Navarra, que fue invadido y saqueado. El 14 de julio entraba solemnemente en París Jean sans Peur. El 20 de agosto hubo una nueva matanza, que junto con la anterior tuvo como saldo unos 3.500 muertos. Jean sans Peur fue asesinado el 10 de septiembre de 1419, pero ni d'Ailly ni Gerson volvieron a París.

La situación de la Universidad y de los Colegios llegó a ser lamentable en aquellos momentos. Desde 1420 se estableció la dominación inglesa en París, y la decadencia de la Universidad fue en aumento. Decreció considerablemente el número de graduados. Por fin, la normalidad volvió en 1444, y la Guerra de los Cien Años finalizó en 1453. La Universidad, que recibió del legado del Papa un nuevo Estatuto en 1452, se recuperó lentamente.

Al igual que Gerson, Nicolás de Clamanges había sido discípulo de d'Ailly en el Colegio de Navarra. Los tres constituían un grupo empeñado en la reforma eclesiástica y la paz de la Iglesia que tenía notable influencia en la Universidad de París, en Francia y en toda la Iglesia. Clamanges entró en el Colegio de Navarra cuando tenía doce años, llegando a ser profesor de teología en 1386. En 1393 era Rector de la Universidad. En 1397 abandonó la docencia para ser secretario particular de Benedicto XIII, de modo que se vio envuelto en dificultades cuando Francia rompió con el Papa de Avignon. Clamanges siempre buscó la paz y el entendimiento, y redactó diversos escritos en los que describía con lamentos las circunstancias de la época; uno de ellos es una carta dirigida a los profesores del Colegio de Navarra en la que justifica su actuación.

A diferencia de d'Ailly y de Gerson, Clamanges volvió al Colegio de Navarra después de los acontecimientos de 1418 y continuó enseñando allí. Fue enterrado en la capilla del Colegio en 1434. Gilbert Ouy sostiene que Clamanges fue un pionero del nuevo Humanismo, que suele limitarse en esa época a Italia, de modo que el Colegio de Navarra habría sido el principal origen del Humanismo en París.

Entre los miembros del Colegio de Navarra que ejercieron especial influencia en esa época, se encuentra también Jean de Montreuil, que fue secretario de finanzas con el rey Carlos V y ha sido calificado como el primer humanista en Francia. Condiscípulo de d'Ailly, murió durante el saqueo del Colegio de Navarra en 1418.

### **1.7. Valoración de conjunto**

No parece exagerado afirmar que el Colegio de Navarra ejerció una notable influencia en la vida intelectual, política y religiosa de Francia durante su primer siglo de existencia. En los estudios sobre esa época, las referencias al Colegio son muy frecuentes, y es unánime el reconocimiento de su importancia. José Yanguas y Miranda, al escribir sobre la muerte de la reina Juana de Navarra en 1305, señala que

fue enterrada la Reina en el convento de San Francisco de París, en cuya ciudad había fundado el célebre colegio llamado de los Navarros<sup>12</sup>.

José María Lacarra lo menciona en estos términos:

Recordaremos, finalmente, como obra de la corte, pero de la corte francesa, el famoso Colegio de Navarra, fundado en París en 1304 por la reina doña Juana, para albergar 70 estudiantes pobres, y a fin de que hubiera más maestros y doctores en el campo de la teología. Fue el primer establecimiento de este género en la Universidad de París<sup>13</sup>.

De acuerdo con Gilbert Ouy, parece que la relevancia del Colegio de Navarra es aún mayor de lo que ya se le reconoce. George Sarton, en su monumental Historia de la Ciencia, afirma que el Colegio de Navarra desempeñó un papel fundamental no sólo en la Universidad de París sino en el Reino de Francia, siendo la primera fundación real de ese tipo y quizá el más famoso de todos los Colegios franceses, y, desde luego, el más importante de ellos en la época de Oresme<sup>14</sup>. Esta apreciación no sólo puede aplicarse al Humanismo, como lo hace Ouy. Por lo que se refiere a la ciencia, el impacto del Colegio de Navarra alcanzó un nivel universal, tal como queda de manifiesto al considerar con mayor detalle la figura y la obra de Nicolás Oresme.

## **2. Oresme y la escuela física de París**

### **2.1. La ciencia en el siglo XIV: Oxford**

Las Universidades de París y Oxford fueron durante el siglo XIV los dos principales centros en los que se formularon conceptos que habían de influir de modo importante en el nacimiento de la ciencia moderna. Ambas Universidades estaban muy relacionadas, lo cual explica que en ocasiones sea difícil determinar si un progreso concreto tuvo lugar primero en Oxford o en París. En todo caso, la orientación de Oxford estaba más dirigida hacia la lógica, aunque no faltaran estudios sobre la ciencia natural. En el siglo XV, la orientación lógica de Oxford influyó también en París, de modo que Pierre Duhem llegó a considerar este hecho como una causa de la decadencia de los estudios científicos en París.

Entre los pineros de la ciencia oxoniense destacan Robert Grosseteste (+1253) y Roger Bacon (+1292). Grosseteste estudió probablemente Artes en Oxford, pero fue a París para estudiar Teología, alcanzando su doctorado hacia 1214. Fue después uno de los primeros catedráticos de la Universidad de Oxford. Entre sus obras figuran comentarios a la Física y a los Analíticos Posteriores de Aristóteles, así como diversos tratados sobre cuestiones cosmológicas, geométricas y ópticas. Sobre los problemas de la óptica realizó interesantes experimentos. Además de contribuir a la introducción de Aristóteles en occidente, uno de sus principales méritos consiste en haber sido el maestro de Bacon.

Roger Bacon estudió en la Universidad de París, donde fue uno de los primeros que utilizó las obras de Aristóteles sobre la ciencia natural hacia 1237. Regresó a Oxford hacia 1247 para dedicarse a la investigación, realizando un amplio trabajo experimental en los veinte años siguientes. Su impacto no sólo se refiere a los resultados concretos que consiguió, por ejemplo en el ámbito de la óptica, sino al gran énfasis que puso en el uso de las matemáticas y de la experimentación como medios para el progreso de la ciencia.

La tradición de Grosseteste y Bacon fue continuada en el siglo XIV, en el que destacaron Richard Swineshead, John Dumbleton y Thomas Bradwardine, cuyos trabajos llegan aproximadamente hasta la mitad del siglo, y William Heytesbury, quien murió hacia 1373. Son una clara muestra del interés de la Universidad del siglo XIV por

las cuestiones de lógica y ciencia natural. Destaca la representación matemática del movimiento formulada por Bradwardine<sup>15</sup> y el teorema de la velocidad media de Heytesbury, conocido también como teorema del Merton College, que desempeñó un papel importante en la formulación de la ley de caída de los graves de Galileo y, por tanto, en la fundamentación de la física moderna.

Pierre Duhem insistió en la superioridad de París sobre Oxford, alegando que se poseían pocos e inciertos datos sobre los trabajos realizados en Oxford. En todo caso, es claro que existieron estrechos lazos entre ambas Universidades y que en las dos se realizaron amplios esfuerzos que influyeron decisivamente en el desarrollo de la ciencia natural.

## **2.2. Los planteamientos de la Escuela física de París**

La influencia de Aristóteles en la Edad Media estuvo sujeta a grandes variaciones. No sería correcto imaginar esa época como si hubiera estado sometida a una adhesión universal e incondicional a las doctrinas del Estagirita. Por una parte, su recepción en occidente fue más bien tardía, y tuvo lugar principalmente en el siglo XIII. Además, como se recordó anteriormente, ese siglo estuvo marcado por una desconfianza acerca de la posibilidad de armonizar el aristotelismo con la teología católica, y fueron diversas las prohibiciones y condenaciones al respecto. Las dificultades todavía eran mayores debido a que el aristotelismo se presentó unido a las interpretaciones averroistas.

La condena de 1277 tuvo un gran impacto. En ella se subrayaba de modo especial la omnipotencia divina frente al necesitarismo aristotélico. Entre las 219 proposiciones condenadas, 28 se referían de modo explícito a la ciencia natural y a sus implicaciones filosóficas, y tuvieron notables repercusiones respecto al desarrollo posterior de la ciencia, tanto que Pierre Duhem llegó a afirmar que, si hubiese de señalarse una fecha concreta para el origen de la ciencia moderna, ésta sería el 7 de marzo de 1277, día en el que está fechado el decreto del obispo Tempier. En todo caso, la consideración de algunas de las proposiciones condenadas por Tempier ayudará a valorar aspectos importantes para el desarrollo de la ciencia.

La proposición 6 afirmaba que "cuando todos los cuerpos celestes vuelvan a situarse en el mismo punto, lo cual sucede cada 36.000 años, volverán a producirse los mismos efectos que existen ahora". Stanley Jaki ha dedicado una obra entera, ampliamente documentada, a mostrar que la ciencia encontró sucesivos abortos en las culturas antiguas debido, en buena parte, a las ideas panteístas, frecuentemente asociadas a un universo orgánico y cíclico en el que todo estaría gobernado por un destino inescrutable<sup>16</sup>. La idea de los ciclos eternamente recurrentes se encuentra también en el mundo griego. Jaki muestra la importancia de la idea cristiana de creación en el nacimiento de la ciencia moderna. Esa idea rompió definitivamente los antiguos paradigmas panteístas e infundió una sólida confianza en la racionalidad del universo, creado por un Dios personal infinitamente inteligente, y en la capacidad cognoscitiva del hombre, creado por Dios a su imagen y semejanza, de modo que la matriz cultural cristiana tuvo un impacto decisivo en el nacimiento de la ciencia en la Europa cristiana. Por lo demás, este hecho ha sido puesto de relieve por investigadores de muy diversas tendencias ideológicas.

Esa matriz cultural estaba cuajando en la Edad Media, y la condena de 1277 plasmó de modo concreto algunos de sus rasgos básicos. Por ejemplo, la proposición 34 afirmaba

"que la causa primera (o sea, Dios) no podría hacer más que un mundo". Esta conclusión, que desempeña una importante función en la física aristotélica, resultaba inaceptable para la fe cristiana en un Dios creador todopoderoso que ha creado el mundo de modo libre. Algo semejante sucedía con la proposición 49, según la cual "Dios no podría mover el cielo con un movimiento rectilíneo, ya que, en ese caso, dejaría un vacío". En la 92 se afirmaba que "los cuerpos celestes se mueven debido a un principio interno, que es el alma". Al rechazar estas proposiciones y muchas otras semejantes que implicaban un mundo único, reducido al sistema solar y las estrellas visibles, compuesto de astros incorruptibles que se movían necesariamente con un movimiento circular y en el que no existía el vacío, se abrían las puertas a nuevas especulaciones que tuvieron una importancia decisiva en el nacimiento de la ciencia moderna.

El nominalismo de Guillermo de Ockham parecía ir de acuerdo con la condena de 1277, ya que subrayaba la omnipotencia divina y parecía ponerse en duda la posibilidad de una ciencia natural capaz de alcanzar demostraciones concluyentes. De hecho, el impacto del nominalismo en la Universidad de París fue notable. Pero encontró también resistencias y condenaciones: entre 1339 y 1346 se dieron dos reprobaciones del nominalismo por parte de la Facultad de Artes de París y otras dos por parte de la curia papal<sup>17</sup>. La Escuela física de París es considerada con frecuencia como una rama del nominalismo. Se trata, sin embargo, de un nominalismo muy mitigado, en el que no se aceptan las tesis extremas de Ockham que, en realidad, son incompatibles con una ciencia válida, puesto que Ockham no admite la existencia de un orden natural cognoscible por la razón. Jean Buridan y Nicolás Oresme admiten el valor de la ciencia natural y de la teología racional, y por este motivo se encuentran muy alejados del escepticismo nominalista. Este distanciamiento les permitió abordar con profundidad los problemas científicos, cuyo planteamiento exige que se admita la existencia de un orden natural objetivo y de la capacidad humana para conocerlo.

Los planteamientos de la Escuela física de París tienen una originalidad que puede escapar al observador superficial. Esto se debe, en parte, al método seguido en la exposición de las ideas. Una gran parte de los trabajos de la Escuela son comentarios a las obras de Aristóteles, de acuerdo con la costumbre de la época. Pero, si bien Aristóteles es tratado con respeto por los comentaristas, abundan las discrepancias, que llegan a ser sustanciales y extensas respecto a muchos puntos básicos. De este modo se llegó a un enfoque singular: por una parte, el interés por Aristóteles llevó a admitir la existencia de una verdadera ciencia de la naturaleza y estimuló la formulación de problemas, pero al mismo tiempo se criticaron con claridad y dureza muchas ideas de Aristóteles que constituían un obstáculo para el desarrollo de la ciencia.

Por tanto, cuando se afirma que el aristotelismo fue un obstáculo para la ciencia, esto puede quizá ser válido si se piensa en los aristotélicos del siglo XVII, con los que Galileo se enfrentó. Pero en la Escuela física de París del siglo XIV, 300 años antes, el estudio de Aristóteles se realizó con un espíritu crítico muy diferente. Aunque no se disponía todavía de conceptos y medios experimentales suficientes, se trabajaba con una orientación auténticamente científica que dio lugar al desarrollo de conceptos científicos de gran relevancia.

### **2.3. Jean Buridan y sus discípulos**

El alma de la Escuela física de París fue Jean Buridan. Nació a finales del siglo XIII en Béthune. Además de los documentos en los que consta como Rector de la Universidad de París en 1328 y 1340, existe otro del 12 de julio de 1358 en el que aparece su firma, y que es la última referencia documental que de él se posee. Escribió un comentario a la lógica de Guillermo de Ockham, y numerosos comentarios a las obras de Aristóteles, no sólo a las físicas sino también a las metafísicas, éticas y políticas. No se dispone de muchos originales y sí, en cambio, existen notas de sus discípulos germánicos, que testimonian el influjo de Buridan en las nuevas Universidades de Europa central.

Aunque suele situársele en una línea nominalista, el nominalismo de Buridan es ciertamente muy mitigado; por ejemplo, admite explícitamente el valor de la causalidad y su uso para probar la existencia de Dios, lo cual es incompatible con una posición auténticamente nominalista.

El mérito principal de Buridan en el ámbito científico consiste en su teoría acerca del movimiento y el impetus, que es el impulso comunicado a un proyectil cuando es lanzado, y se aplica también a la caída de los cuerpos bajo la acción de la gravedad. Si bien no fue el primero en proponer esta noción, la desarrolló con gran eficacia, la aplicó a diversos problemas, y sus ideas continuaron mediante sus discípulos y desempeñaron una función decisiva en la formulación de los conceptos básicos de la ciencia de Galileo y Newton. Sus obras fueron ampliamente estudiadas en Europa durante el siglo XVI, lo cual da razón de su influencia en la gestación de la ciencia moderna. Aunque principalmente son comentarios a Aristóteles, se trata de comentarios críticos que, según costumbre de la época, se titulan como Cuestiones, en las que se plantean muchos problemas y críticas, y se proponen ideas realmente incompatibles con la mecánica de Aristóteles. Tal fue el camino que, de hecho, permitió aprovechar la profundidad filosófica de Aristóteles superando a la vez las limitaciones de sus planteamientos científicos.

Entre los discípulos de Buridan, además de Oresme, destacan Alberto de Sajonia, Enrique de Hesse, Marsilio de Inghen y Themon.

Alberto de Sajonia o de Helmstaedt, que también fue denominado Albertutius para distinguirlo de Alberto Magno, nació en torno a 1316 en la Baja Sajonia, y actuó como transmisor de las ideas parisinas a Viena. Obtuvo el grado de maestro en París en 1351, y en esa Universidad ocupó diversos cargos en la nación inglesa; con ese nombre se designaba una de las cuatro naciones o grupos en que estaban organizados los estudiantes y, con motivo de la guerra de los cien años frente a Inglaterra, fue llevada por los germánicos. En 1353 fue Rector de la Universidad. Consta que en 1362 estaba todavía en París. En los años siguientes fue uno de los promotores de la nueva Universidad de Viena, de la que fue el primer Rector en 1365. Murió en 1390, siendo obispo de Halberstadt. Escribió seis obras sobre lógica, cinco de las cuales fueron publicadas impresas en el siglo XV, cuando ya se dispuso de la imprenta, lo cual es una señal de su influencia. Escribió comentarios a las obras físicas de Aristóteles, que también tuvieron amplia difusión, así como a la ética y a la economía. En física utilizó las ideas de Buridan y propuso varios desarrollos propios, por ejemplo acerca del centro de gravedad y del movimiento uniformemente acelerado, y admitió la rotación de la tierra. Además de la influencia de sus obras, también influyó en la posteridad a través de Enrique de Hesse y Marsilio de Inghen.

Enrique de Hesse, de Langenstein o de Hainbuch nació en torno a 1325. Consta que en 1363 estaba en París y que era doctor de teología, también en París, en 1376. Antes de 1381 fue Vice-canciller de la Sorbona. Debido a las dificultades creadas por el Gran Cisma, abandonó París en 1383, ya que era partidario del papa romano Urbano VI, mientras que el rey de Francia se adhirió al papa de Avignon Clemente VII. Tras pasar por Alemania fue a la Universidad de Viena, y parece probable que fuera él quien obtuvo del papa la bula de fundación de esa Universidad en 1384. Murió en Viena el 11 de febrero de 1397. Sus escritos son muy numerosos. Parece haber desempeñado una importante función en el desarrollo de las matemáticas en Viena y, a través de allí, en Alemania. Trató de modo especial cuestiones astronómicas, contribuyendo a desacreditar las creencias astrológicas; en este aspecto siguió las huellas de Oresme, de quien puede considerarse en cierto modo como discípulo. Rechazó la teoría aristotélica sobre la diferente naturaleza del mundo celeste y el sublunar. Junto con Oresme, contribuyó a la difusión de la mentalidad científica que se iba abriendo paso trabajosamente. Además de otras contribuciones científicas, fue autor de libros de espiritualidad que tuvieron gran éxito, y se ocupó activamente de la unidad de la Iglesia en la misma línea conciliarista de las principales personalidades de la Universidad de París.

Marsilio de Inghen nació en Holanda en torno a 1340. En 1362 dio su primera lección como maestro en París. Fue Rector de la Universidad en 1367 y 1371, y ocupó diversos cargos en la nación inglesa. Fue un maestro muy popular. En 1376 acompañó al papa Gregorio XI a Roma, y allí se encontraba cuando en 1378 fue elegido Urbano VI, de quien fue partidario durante el Cisma. Por este motivo hubo de abandonar París. Fue el primer Rector de la Universidad de Heidelberg, fundada en 1386 por el papa Urbano VI, y fue reelegido para ese cargo seis veces. Murió en Heidelberg el 20 de agosto de 1396. Como Alberto de Sajonia y Enrique de Hesse, siguió básicamente la línea científica marcada por Buridan y Oresme. Compuso comentarios a las Sentencias de Pedro Lombardo y a diversas obras de Aristóteles.

En esa misma línea se sitúa también Themon, llamado el hijo del judío, quien se encontraba en su juventud en Westfalia. Convertido al cristianismo, acabó los estudios en la Facultad de Artes de París en 1349, y en esa Universidad fue un maestro famoso con notable influencia sobre los alumnos. Después de una estancia en Alemania, volvió a París en 1353, y ocupó cargos en la nación inglesa entre ese año y 1361. Se carece de datos desde esa última fecha. Sus escritos tienen grandes semejanzas con los de Alberto de Sajonia. Muchas ideas de ambos se encuentran más tarde en Leonardo da Vinci y en otros científicos posteriores.

A Buridan le cabe, sin duda, el mérito de haber sido la cabeza de la Escuela física de París, cuyas ideas fueron elaboradas y transmitidas por Europa gracias a los trabajos de los maestros germánicos mencionados. Pero, en cierto sentido, Nicolás Oresme es el centro de esa Escuela, debido a la amplitud de sus trabajos, a la originalidad de sus ideas y a la gran influencia que ejerció en el ámbito intelectual, político y eclesiástico.

#### **2.4. Nicolás Oresme**

Sarton calificó a Oresme como uno de los más grandes científicos del siglo XIV; uno de los más grandes matemáticos, mecánicos y economistas de la Edad Media; y uno de los fundadores del lenguaje científico francés y de la prosa francesa en general.



Nicole Oresme nació hacia 1325 cerca de Caen, en Normandía. Entró en el Colegio de Navarra en 1348 para estudiar Teología, lo cual implica que era ya maestro en Artes; en lista del 29 de noviembre de 1348 aparece, en el Colegio de Navarra, como maestro de la nación normanda. Debió obtener el doctorado en Teología como máximo en 1356, puesto que era un requisito para ser Gran Maestre del Colegio de Navarra, cargo que ocupó desde el 4 de octubre de 1356.. En esa época debió redactar muchos de sus tratados latinos, que le atrajeron la atención de la familia real, con la que desde entonces estuvo estrechamente relacionado. Hubo de abandonar su designación como archidiácono de Bayeux en 1361, porque el Parlamento de Paris dictaminó que ese cargo no era compatible con su calidad de Gran Maestre del Colegio de Navarra. Fue nombrado canónigo de Rouen el 23 de noviembre de 1362, aunque parece que continuó enseñando en la Universidad de Paris. El 18 de marzo de 1364 fue decano del Capítulo catedral de Rouen. Desde 1369 hasta 1377 compuso sus comentarios a la Etica, la Política y el De Caelo de Aristóteles; además de su interés filosófico y científico, se trataba de traducciones al francés, las primeras versiones completas de obras de Aristóteles en una lengua moderna, realizadas por encargo del rey Carlos V. El 3 de agosto de 1377, por iniciativa del rey, fue nombrado obispo de Lisieux, cargo que mantuvo hasta que murió el 11 de julio de 1382<sup>18</sup>.

La actividad de Oresme fue polifacética. Profundo conocedor de la filosofía y de la teología, interesado en las cuestiones científicas a las que aportó notables contribuciones personales, consejero del rey, autor de estudios económicos cuyas ideas sirvieron para estabilizar la economía francesa, eclesiástico influyente, e innovador de la lengua francesa tanto en su uso ordinario como en el científico, manifiesta una personalidad equilibrada que le permitió trabajar con éxito en todos los ámbitos mencionados y que le valió la confianza real, a pesar de que combatió abiertamente y por escrito las aficiones astrológicas del rey. Ese equilibrio se muestra igualmente en sus escritos; en ellos se manifiesta como un hombre de su época que incurre en las limitaciones intelectuales de su entorno cultural, pero que tiene la firmeza necesaria para apartarse con decisión de las ideas tradicionales, por muy arraigadas que estuviesen, siempre que lo considera necesario.

Las obras de Oresme han sido objeto de amplios estudios desde principios del siglo XX. Entre los pioneros de esos trabajos figuran P. Duhem, H. Wieleitner y L. Thorndike. Algunas han sido publicadas en las últimas décadas, total o parcialmente, en ediciones anotadas<sup>19</sup>. Con alguna excepción, como en el caso del comentario al De caelo de Aristóteles que termina indicando que fue compuesto en 1377, no es fácil establecer las fechas en que fueron redactadas. Destacan cuatro escritos dedicados a combatir la astrología, tres sobre matemáticas y once acerca de cuestiones físicas, además de su tratado sobre la moneda, y de la traducción y comentario al De caelo de Aristóteles<sup>20</sup>.

### **3. Las contribuciones científicas de Oresme**

Dado el carácter polifacético de los trabajos de Oresme, parece oportuno clasificar sus contribuciones al desarrollo de la ciencia de acuerdo con las diferentes disciplinas. Los ámbitos a los que aportó trabajos originales son las matemáticas, la física matemática, la cosmología, el método científico, la lucha contra la astrología y la economía. Estos temas se encuentran tratados simultáneamente en diversas obras y existen, como es obvio, importantes relaciones entre ellos<sup>21</sup>.

### 3.1. Las matemáticas

Las aportaciones matemáticas de Oresme se encuentran principalmente en sus obras *De proportionibus proportionum*, *Quaestiones super geometriam Euclidis* y *Algoritmus proportionum* <sup>22</sup>.

En la base de esas aportaciones se encuentra el estudio de la utilización de los números fraccionarios como bases y exponentes de relaciones algebraicas. Oresme emplea el término *proportio* como relación, fracción o proporción simple (*ratio*), y como proporcionalidad o igualdad de dos relaciones, fracciones o proporciones simples. El título *De proportionibus proportionum* se refiere a proporciones simples elevadas a un exponente que, a su vez, es una proporción simple: si el exponente es racional, la expresión también lo será, y será irracional en caso contrario. Por ejemplo,  $4/1$  elevado a  $1/3$  o a  $2/3$  son expresiones irracionales; en la terminología de Oresme, la primera es *una parte* de la expresión racional  $4/1$  porque es menor que ella y el exponente es una fracción cuyo numerador es la unidad, mientras que la segunda es *partes* de  $4/1$  porque, siendo también menor que ella, el exponente contiene numerador y denominador mínimos y distintos de la unidad. Estas consideraciones son aplicadas por Oresme cuando estudia los conceptos de conmensurabilidad e incommensurabilidad, que desempeñan una importante función en sus ataques a la astrología.

El tratado *Algoritmus proportionum* está dedicado a Felipe de Vitri, amigo de Petrarca, mientras era obispo de Meaux, lo que permite situar su composición entre 1351 y 1361, por tanto en la época del Colegio de Navarra. Felipe era un conocido músico y Oresme comienza su dedicatoria con un rasgo de cortesía humorística, ya que escribe que llamaría Pitágoras a su amigo si fuera posible creer en la doctrina de la transmigración de las almas. Después de establecer la nomenclatura que usará, Oresme enuncia las reglas para multiplicar y dividir proporciones en las que se encuentran exponentes enteros o fraccionarios. Establece en primer lugar las reglas para multiplicar o dividir expresiones racionales, y después analiza las expresiones en las que se encuentran exponentes fraccionarios: estudia cómo formular de modo más apropiado las expresiones irracionales, a continuación enuncia las reglas para multiplicar o dividir una expresión racional y una irracional, y luego estudia las reglas generales para realizar esas operaciones con dos expresiones irracionales.

Según Grant, se trata del primer intento conocido de estudiar sistemáticamente reglas operacionales para ese tipo de expresiones matemáticas. La terminología de Oresme se refiere a adición y substracción, probablemente porque piensa en las operaciones que deben realizarse con los exponentes para multiplicar y dividir expresiones elevadas a una potencia cualquiera. Teniendo en cuenta los documentos que se poseen, Grant formula la conjetura, según él perfectamente plausible, de que Oresme creó un nuevo género de tratado matemático.

El problema de la proporción de proporciones, en el sentido ya mencionado, es recurrente en el siglo XIV. Grant comenta que, en el tratado *De proportionibus proportionum* de Oresme parece encontrarse por primera vez un estudio explícito de los exponentes irracionales.

Además, Oresme formuló en el mismo tratado una proposición sobre la probabilidad matemática que, según Grant, puede ser una de las primeras proposiciones formales de la teoría de probabilidades, y quizá la primera en sentido absoluto.

Por fin, en su tratado *Questiones super geometriam Euclidis*, escrito quizás en torno a 1350, en la época del Colegio de Navarra, Oresme estudia el tema de las series matemáticas infinitas, al que se dedicaron muchos esfuerzos en el siglo XIV. En la primera mitad del siglo, en Oxford, trabajaron ampliamente en este tema Swineshead, Dumbleton y Heytesbury. El análisis de Oresme contiene elementos de gran valor.

Además de los temas mencionados, otra contribución matemática de Oresme, y probablemente la más importante, consistió en la introducción de coordenadas para representar gráficamente la variación de cualidades. Debido a la gran importancia de esta cuestión en su aplicación a la física, parece oportuno considerarla dentro de las contribuciones a la física matemática.

### **3.2. La representación geométrica de las cualidades**

Entre las contribuciones de Oresme a la física han de incluirse las que se refieren a la cosmología o estudio del universo, que se considerarán en otro apartado. Limitando por el momento la atención a aspectos más específicos de la física matemática, las aportaciones de Oresme abarcan principalmente tres cuestiones: la representación gráfica de las cualidades, la aplicación de esa representación al estudio del movimiento uniformemente acelerado, y las consideraciones sobre el vacío. El estudio de estos temas se encuentra en las obras *Tractatus de configurationibus qualitatum et motuum*, *De proportionibus proportionum* y *Le livre du ciel et du monde*<sup>23</sup>.

Marshall Clagett afirma que el *Tractatus de configurationibus qualitatum et motuum* fue escrito por Oresme probablemente durante los años 1350, durante su estancia en el Colegio de Navarra. Ese tratado contiene 93 capítulos divididos en tres partes. En la primera, se formula la doctrina de la representación geométrica y se aplica a las cualidades, y se sugiere ampliamente cómo se puede utilizar para explicar muchos fenómenos físicos e incluso psicológicos.

Se trata, como es obvio, de un tema de primer orden con respecto a la formulación efectiva de una ciencia matematizada de la naturaleza. Si bien ya se habían propuesto desde la antigüedad doctrinas filosóficas según las cuales los números y la geometría desempeñaban una función central en la explicación de la naturaleza, hasta el siglo XIV no eran muchos los ámbitos concretos a los que se habían aplicado tales ideas. Uno de los aspectos más importantes para el nacimiento de la nueva ciencia era, sin duda, la formulación de explicaciones cuantitativas de los fenómenos cualitativos, y esto exigía disponer de medios adecuados.

Hasta el siglo XVII no se consiguieron métodos matemáticos, como el cálculo diferencial, que revolucionarían los métodos científicos, pero mientras tanto se dieron dos pasos importantes que preparaban los desarrollos futuros. Uno era conceptual, y se refería a la posibilidad de estudiar de modo matemático aquellos aspectos de la naturaleza que no parecían estar relacionados con lo cuantitativo, o sea, las cualidades. El otro era matemático y consistía en proporcionar instrumentos que, si bien todavía

debían mejorarse, ampliaban notablemente las posibilidades efectivas de la física matemática. En ambos aspectos, Oresme realizó importantes contribuciones.

Además de Oresme, otros trabajaron en esta línea. Destacaron entre ellos los oxonienses, y especialmente William Heytesbury. Ya Roberto Grosseteste había insistido en la importancia fundamental de las matemáticas para el estudio de los fenómenos físicos y había aplicado la geometría a la óptica, impulsando la orientación científica de Oxford. Allí se estudió de modo cuantitativo el movimiento, se distinguió entre cinemática y dinámica, se analizó el concepto de velocidad y se estableció básicamente la ley del movimiento uniformemente acelerado, formulando el famoso teorema de la velocidad media del Merton College. En estos aspectos, la prioridad corresponde probablemente a los autores de Oxford, aunque Oresme también los trató y no es fácil establecer la relación entre los trabajos de Oxford y los de Paris. Como ya se ha señalado, el intercambio entre ambas Universidades era muy amplio y en las dos se estudiaban con frecuencia problemas semejantes.

Sin embargo, Oresme tiene la primacía indudable en dos aspectos centrales: la amplitud de problemas a los que aplica los planteamientos matemáticos y el uso de coordenadas para la representación gráfica de las variaciones en las cualidades y en los movimientos. Por este motivo, Duhem afirmó de modo rotundo, en el título de un apartado de su obra magna, que Oresme fue el inventor de la geometría analítica<sup>24</sup>. Esta afirmación parece arriesgada y, de hecho, Duhem se mostró más moderado al detallar esta cuestión, pero concluyó con razón que, al menos, es difícil negar que Oresme diera los primeros pasos en esa dirección.

En el comienzo de su tratado sobre la representación de las cualidades, Oresme presenta sus trabajos como un desarrollo de sus propias ideas y de quienes antes de él han abordado ese tipo de estudios, sin pretender una originalidad absoluta. La idea básica de Oresme es que toda cualidad que puede adquirir sucesivamente diferentes intensidades puede ser representada mediante una línea recta levantada verticalmente sobre cada punto del sujeto afectado por dicha cualidad. Sobre una línea horizontal se representa la extensión del cuerpo en la que se estudia la cualidad, y en cada punto de esa línea se levanta una recta vertical cuya altura sea proporcional a la intensidad de la cualidad. De ahí resulta una figura geométrica que ayuda a comprender con facilidad las características del fenómeno que se estudia, ya que, tal como Oresme recuerda al tratar esta cuestión, nuestro conocimiento se apoya en los sentidos y es ayudado mediante el recurso a la imaginación.

El pensamiento que guía a Oresme es que todo lo que puede ser medido puede ser imaginado a la manera de una cantidad continua, tal como las líneas y las superficies. Por eso, las intensidades que pueden ser adquiridas de modo sucesivo pueden ser imaginadas mediante una línea recta elevada verticalmente sobre cada punto del sujeto al que afectan, de manera que la medida de esas líneas proporcionará la medida de las intensidades. Las cualidades que se estudian pueden ser las que habitualmente suelen considerarse como cualidades, como es el caso del color, pero también otras que no suelen comprenderse bajo ese concepto, como la velocidad. Este último caso es especialmente importante para la representación del movimiento.

Oresme afirma expresamente que la representación que propone se extiende, de modo universal, a toda intensidad imaginable, tanto por lo que se refiere a los tipos de

cualidades como a los sujetos, que pueden ser sensibles o no serlo; y, como se ha señalado, se refiere de modo expreso también a fenómenos psicológicos. Stanley Jaki hace notar al respecto que se trata de un esfuerzo por aplicar el método cuantitativo, característico de la ciencia experimental, a un ámbito de fenómenos enormemente amplio; no se trata sólo, pues, de una contribución parcial a problemas específicos, por muy importantes que éstos sean, sino que además se ha de subrayar la mentalidad implicada en esos planteamientos y lo que esa mentalidad supone para el afianzamiento del método cuantitativo de la ciencia moderna<sup>25</sup>.

Este uso de coordenadas rectangulares es una contribución original de Oresme, como también lo es su aplicación al estudio matemático de las cualidades y, de modo especial, al estudio del movimiento. Por este motivo, Hugo Dingler atribuyó a Oresme una importancia decisiva, como autor de una revolución conceptual que permitió, por vez primera en la historia, estudiar el movimiento según las exigencias de la física matemática. Dingler comparó las ideas de Oresme con las de la tradición griega, que intentaba explicar el movimiento en términos de algo fijo y constante; según Dingler, la representación matemática de las variaciones de las cualidades, propuesta por Oresme, habría sido un paso decisivo que permitió referir el movimiento a un marco temporal, lo cual resultaba imprescindible para la formulación de la dinámica. Dingler concluyó que el trabajo de Oresme fue una novedad, impensable para los griegos, que proporcionó la base de toda la ciencia natural exacta, y que fue la puerta de los desarrollos posteriores: el que esa puerta parezca modesta si se la contempla a la luz de los conocimientos actuales no impide que deba ser considerada como un progreso fundamental, quizá más meritorio por su carácter de fuente u origen que inaugura un nuevo modo de conceptualizar la física<sup>26</sup>.

En el caso más simple contemplado por Oresme, que se refiere a la representación de una cualidad mediante una vertical proporcional a su intensidad, los puntos del eje horizontal representan los puntos afectados por la cualidad. Se obtiene así una figura geométrica cuyas propiedades corresponden a las de la cualidad que se estudia. De este modo, las cualidades lineales son representadas mediante superficies planas. Oresme estudia diversos casos que se refieren a las cualidades que denomina uniformemente diformes, representadas por triángulos rectángulos o trapecios, y a cualidades diformemente diformes, que abarcan una gran variedad de cualidades lineales. Hace notar que pueden construirse diversas figuras planas que, si son proporcionales, sirven para representar una misma cualidad. Esto equivale a decir, como nota Duhem, que la unidad de intensidad puede ser elegida arbitrariamente, de modo que a un mismo eje horizontal pueden corresponder una infinidad de figuras equivalentes, y puede pasarse de una a otra mediante operaciones en las que se multiplica por un número arbitrario las intensidades representadas en el eje vertical de coordenadas.

El estudio se extiende a las propiedades geométricas de los seis tipos posibles de configuraciones simples, pero Oresme estudia también las configuraciones compuestas, que admiten 62 especies. Aunque no expone una formulación algebraica de su representación geométrica, si se traducen sus consideraciones a un lenguaje algebraico se obtiene, en el caso de dos dimensiones, la ecuación de la línea recta. Existe, pues, una justificación para considerar a Oresme como precursor, si no inventor, de la geometría analítica.

Oresme extiende su estudio a figuras de más dimensiones. Lo dicho sobre cualidades lineales, que dan lugar a representaciones mediante figuras planas, puede extenderse a cualidades superficiales. En el contexto de esas consideraciones, Oresme se refiere incluso a una cuarta dimensión que permitiría extender a las cualidades corporales la representación utilizada para las lineales y superficiales. Advierte claramente el carácter imaginario de esa dimensión, pero abre el camino a un trabajo matemático que, si bien no traduce de modo inmediato las propiedades de los cuerpos, es un instrumento útil para su estudio científico.

### 3.3. La ley del movimiento acelerado

Ya se ha señalado que Oresme se refiere a la representación de cualquier tipo de cualidades. Pero tiene especial interés la aplicación de sus ideas al estudio del movimiento de los cuerpos.

La consolidación de una disciplina científica exige que lleguen a establecerse algunas leyes básicas acerca del ámbito de sus objetos. Esto se cumplió en la primera rama de la física que consiguió una formulación rigurosa en el siglo XVII, la mecánica. Y entre las leyes de la mecánica que se formularon en sus comienzos, sin duda ocupa un lugar destacado la ley del movimiento acelerado.

Se atribuye generalmente a Galileo la formulación de esta ley. Sin embargo, en el siglo XIV se encuentran, tanto en Oxford como en Paris, claros precedentes. Duhem tituló un apartado de su obra con unas palabras significativas: cómo estableció Nicolás Oresme la ley del movimiento uniformemente variado<sup>27</sup>. Las explicaciones de Oresme, que Duhem analizó en el mencionado apartado, constituyen las partes II y III del *Tractatus de configurationibus qualitatum et motuum*, y en ellas aplica a ese problema las ideas ya expuestas que se contienen en la parte I.

Duhem señala con detalle que el trabajo de Oresme, en este caso, se basa en principios que se encuentran expuestos en la misma época por Alberto de Sajonia, y que formulaciones análogas se encuentran en Oxford: son las que se denominan teorema de la velocidad media del Merton College. Más aún: al tratar esta cuestión, Oresme se remite a los antiguos, y éstos probablemente eran los autores de Oxford, afirmando que sólo pretende establecer orden y claridad. Y ciertamente lo consigue, gracias a la utilización de sus representaciones geométricas, que no se utilizan en los trabajos de Oxford. Este punto es importante, ya que las demostraciones físicas del siglo XVII seguirán basándose en buena parte en los métodos geométricos, lo cual muestra la importancia de la contribución de Oresme. Las demostraciones más rigurosas sólo se obtuvieron tres siglos después de Oresme, cuando se dispuso del cálculo infinitesimal y pudo definirse el concepto de velocidad instantánea.

De acuerdo con el método utilizado por Oresme para la representación gráfica de las cualidades, la medida de una determinada cualidad lineal viene dada por el área de la figura respectiva, o por el volumen si se trata de una cualidad superficial. De ahí resulta que si una cualidad lineal está sujeta a un cambio uniformemente diforme, su medida equivale a la que resultaría si únicamente afectase al sujeto con el valor que tiene en el punto medio. Cuando la cualidad de que se trata es la velocidad en un movimiento uniformemente acelerado, se obtiene una representación geométrica del teorema de la velocidad media del Merton College, según el cual el espacio recorrido por un móvil

animado de movimiento uniformemente acelerado equivale al que recorrería el mismo móvil en un movimiento uniforme cuya velocidad fuese igual a la que tiene en el instante medio del tiempo transcurrido durante el movimiento acelerado.

Los textos de Oxford mencionan expresamente el concepto de velocidad instantánea, y definen el movimiento uniformemente acelerado como aquel en el cual, en cualquier parte igual de tiempo, se adquiere un incremento igual de velocidad. La referencia a cualquier parte de tiempo es importante, puesto que podría darse el caso de que los mismos espacios fuesen recorridos en tiempos iguales con velocidades no uniformes; este punto fue cuidadosamente puesto de relieve por Galileo cuando formuló, tres siglos más tarde, la ley del movimiento acelerado; pero no tuvo que añadir nada a lo que ya había sido expuesto por los autores medievales.

La formulación geométrica del teorema de la velocidad media, propuesta por Oresme, era la demostración más clara de las propuestas en su época, ya que permite comprender de modo intuitivo e imaginativo, gracias a la representación mediante coordenadas, conceptos que de otro modo escapan a una comprensión inmediata. En efecto, para definir el concepto de velocidad instantánea se utiliza el concepto del espacio que se recorrería si el movimiento fuese uniforme, pero precisamente se estudia el caso en que no lo es. A efectos de cálculo, la asimilación del movimiento acelerado al uniforme, aunque fue formulada por otros autores mediante procedimientos aritméticos, resulta más clara si se utiliza la representación geométrica de Oresme.

En esa formulación se supone, en el caso más sencillo, que el móvil parte del estado de reposo. Se representa el tiempo en el eje horizontal de coordenadas y la velocidad en el eje vertical, de modo que en cada instante existe una línea vertical que representa la velocidad en ese instante. Como se supone que los incrementos de velocidad son uniformes, la línea que une las velocidades es una recta que forma un triángulo rectángulo con los ejes del tiempo y de la velocidad, y el espacio recorrido viene dado por el área de ese triángulo, que equivale a la mitad del producto de la base por la altura, o sea, la mitad del tiempo total invertido en el movimiento multiplicado por la velocidad final alcanzada. Como se trata de un movimiento uniformemente acelerado, la velocidad final es igual a la aceleración constante multiplicada por el tiempo, de donde resulta la conocida fórmula según la cual el espacio recorrido es igual a un medio de la aceleración multiplicada por el cuadrado del tiempo. Geométricamente, si se traza la línea vertical que representa la velocidad en el instante que se encuentra en la mitad del tiempo invertido en el movimiento, es fácil mostrar que el área del triángulo primitivo, que representa el espacio recorrido, es igual al área del rectángulo que tiene su misma base, o sea el tiempo invertido, y como altura la velocidad en el instante medio del recorrido. Se llega así a probar de modo intuitivo la fórmula matemática abstracta del teorema de la velocidad media.

Ese teorema, con sus pruebas aritméticas y con la prueba geométrica de Oresme, fue ampliamente divulgado y conocido en Europa durante los siglos XIV y XV y, desde finales del siglo XV, estuvieron disponibles ediciones impresas, y esas ideas tuvieron especial difusión en Italia. No es fácil probar qué camino condujo a Galileo en su formulación de la ley de caída libre de los cuerpos. Pero hay dos hechos claros. En primer lugar, el mismo Galileo, cuando describe sus experimentos, afirma que su objetivo es comprobar que la aceleración de los cuerpos en su caída sigue la ley expresada en el teorema de la velocidad media. Además, expone este teorema

colocándolo como la primera proposición utilizada para fundamentar la nueva mecánica, y la prueba que proporciona no sólo es llamativamente similar a la de Oresme, sino que incluso va acompañada por la misma figura geométrica<sup>28</sup>.

Todo ello no disminuye lo más mínimo el mérito de Galileo como fundador de la mecánica moderna. De modo equilibrado, Grant afirma que las contribuciones de Galileo han sido exageradas, porque fueron desarrolladas entre los siglos XVII al XIX con una ignorancia casi total de los trabajos medievales. Estos han sido sacados a la luz sólo en el siglo XX, a través de investigaciones muy laboriosas en las que se han estudiado cuidadosamente los manuscritos medievales y sus ediciones impresas primitivas; Pierre Duhem fue el pionero de esas investigaciones, que han revolucionado la interpretación del nacimiento de la ciencia moderna. Sin embargo, esto no resta importancia a Galileo. Las contribuciones medievales, con toda su importancia, se encuadran en un contexto que todavía habría de evolucionar hasta que se llegara a formulaciones sistemáticas integradas en una ciencia original, y en este sentido Galileo desempeña una función indiscutible de primer orden. Los conocimientos actuales acerca de los trabajos medievales muestran que la Edad Media no fue una época desinteresada por la ciencia, y que entonces se produjeron contribuciones de primera línea que prepararon directamente el nacimiento de la física clásica; pero la elaboración de la nueva física sigue siendo la obra de genios entre los que Galileo ocupa un lugar eminente<sup>29</sup>.

### **3.4. La caída de los graves**

La ley del movimiento acelerado, considerada en el apartado anterior, se encuadra en la cinemática, ya que se refiere al movimiento sin considerar las causas físicas que lo provocan. La cinemática de Oxford y París fue acompañada por explicaciones dinámicas, en las que se tenían en cuenta las causas del movimiento. Alberto de Sajonia se refirió de modo explícito a la relación entre la caída de los cuerpos y la ley del movimiento acelerado. Sus ideas encontraron gran difusión a través de ediciones de su obra que se imprimieron en Pavía y Venecia, y están reproducidas textualmente en publicaciones de finales del siglo XV y del primer tercio del siglo XVI. No puede sorprender, por tanto, que Leonardo da Vinci y Domingo de Soto afirmen que la caída de un grave es un movimiento uniformemente acelerado. Si esto se hubiese unido con la ley formulada ya en el siglo XIV y con la representación geométrica de Oresme, se hubiera obtenido la ley de caída de los graves. Como señala Duhem, antes de 1370 se había llegado a entrever que esa caída es un movimiento uniformemente acelerado y se había formulado explícitamente la ley de un movimiento de ese tipo, pero hubo de transcurrir más de un siglo y medio antes de que ambos descubrimientos se relacionaran de modo inequívoco. Esa relación se encuentra en los escritos de Domingo de Soto. Hasta entonces, las dos ideas se transmitieron de generación en generación permaneciendo separadas<sup>30</sup>.

El problema del movimiento de los cuerpos que caen libremente había sido ampliamente discutido desde la Antigüedad, y con referencia a los fenómenos observables. No se trata, pues, de una cuestión original del siglo XVII. Por ejemplo, Jean Buridan examinó y criticó los argumentos de Aristóteles y Averroes, remitiendo a los hechos de experiencia; afirmó que, junto con la gravedad natural, interviene un impetus que se adquiere con el mismo desarrollo del movimiento y, aunque no lo afirme



de modo expreso, es fácil interpretar que relaciona la aceleración del cuerpo que cae con el tiempo transcurrido y no sólo con el espacio recorrido<sup>31</sup>.

Aunque Oresme no desarrolló una teoría propia al respecto, expuso algunas reflexiones relacionadas con el progreso conceptual del problema. Lo hizo estudiando un problema muy diferente, el de la pluralidad de mundos. Según la tradición platónica, los cuerpos tenderían a unirse con los de naturaleza semejante, fuese cual fuese el mundo en el que se encontrasen. Esta explicación chocaba con el razonamiento de Aristóteles, quien se oponía a la existencia de otros mundos porque afirmaba que, si existiesen, los cuerpos no tendrían un lugar natural; sostenía que en el centro de las órbitas celestes debía existir un cuerpo fijo, que era la Tierra, de modo que el peso determinaba que los cuerpos se movieran hacia un lugar natural totalmente fijo. Por el contrario, Oresme relativizó los conceptos de peso y ligereza, afirmando que se trata de cualidades en virtud de las cuales los cuerpos pesados tienden a estar en medio de los ligeros, sin que sea posible establecer un lugar inmóvil hacia el cual tiendan. Bajo esta perspectiva, la gravedad era concebida como una propiedad por la cual los cuerpos más pesados se dirigían hacia el centro de las masas de materia, sin que debiera admitirse la existencia de una dirección absoluta de la gravedad en cualquier parte del espacio.

Estas ideas tenían también importantes repercusiones en el ámbito de la cosmología, ya que permitían prescindir de una Tierra fija e inmóvil como centro del universo. La relativización de las fuerzas de atracción, propuesta por Oresme, supuso un progreso en los arduos trabajos que se realizaron hasta llegar a la dinámica newtoniana. En este progreso desempeñó una función central la teoría del impetus.

### **3.5. La teoría del impetus**

Una de las aportaciones principales de la Escuela física de París al desarrollo de la ciencia moderna fue, sin duda, la teoría del impetus. Fue formulada por Jean Buridan. No era enteramente nueva, ya que la idea se encuentra en Hiparco en el siglo II antes de Cristo, en Juan Filopón, comentarista griego de la Física de Aristóteles en el siglo VI, y en Avicena en el siglo XI.

Según la concepción aristotélica, los movimientos naturales eran causados por un principio intrínseco, mientras que los movimientos violentos exigían una causa externa cuya eficiencia sólo duraba mientras estaba en contacto con el móvil. Esto parece concordar con una gran cantidad de hechos de experiencia, pero es difícilmente conciliable con lo que sucede en la caída acelerada de los cuerpos y con el movimiento de los proyectiles. En efecto, cuando se lanza un cuerpo, éste continúa moviéndose aunque ya no esté en contacto con la causa agente del lanzamiento. Casos especialmente prácticos eran el movimiento de una piedra lanzada hacia arriba y el vuelo de una flecha. Aristóteles intentó explicar esos fenómenos recurriendo al movimiento que la causa agente comunica al aire, de modo que ese movimiento sería transmitido al aire que el proyectil atraviesa sucesivamente. Este problema se relacionaba con la negación aristotélica del vacío; se argumentaba que, si existiese el vacío, el movimiento de los cuerpos en él sería instantáneo porque no encontrarían resistencia, y los proyectiles no podrían moverse al no poder actuar la causa que les mantendría en movimiento.

Filopón se opuso a la explicación aristotélica y argumentó en base a diversas experiencias. Afirmó que la causa agente imprime una capacidad de movimiento al

proyectil; se trataría de una cualidad transitoria, que disminuiría debido a las tendencias naturales del proyectil y a la resistencia que éste encuentra en su movimiento. Avicena sostuvo una idea semejante, pero afirmó que el movimiento proseguiría indefinidamente si el proyectil no encontrara obstáculos y, además, que un cuerpo de mayor peso recorrería una distancia proporcionalmente mayor. Esas ideas fueron recogidas a comienzos del siglo XIV por Francisco de Marchia, quien afirmaba que la causa agente provocaba en el móvil una cualidad accidental que tenía una duración limitada; sin embargo, muchos contemporáneos admitían la explicación aristotélica.

Buridan desarrolló la teoría de la fuerza impresa en el móvil, a la que denominó impetus. Anneliese Maier ha afirmado que no existió dependencia entre esta teoría y los precedentes de Filopón y Avicena. En cualquier caso, la teoría del impetus se convirtió, en el siglo XIV, en una explicación ampliamente difundida que fue aplicada por Buridan y sus discípulos a problemas de gran interés<sup>32</sup>.

El impetus es concebido por Buridan como una fuerza capaz de mover el cuerpo en la dirección en que fue lanzado por el agente. Será mayor cuanto más rápidamente mueva el motor al móvil y cuanto más materia contenga el móvil, de modo que si dos cuerpos se lanzan con la misma velocidad, el más denso y pesado recibirá una fuerza mayor y su movimiento, que tenderá a disminuir debido a la tendencia natural del cuerpo y a la resistencia que encuentra, durará más. Aplicando estas ideas a la caída libre de los cuerpos, Buridan afirmó que, al principio, el cuerpo sólo se mueve por efecto de la gravedad, pero que ésta le comunica un impetus que se añade a la gravedad y crece progresivamente al hacerse el movimiento más rápido, lo cual explica el carácter acelerado de la caída.

Además, Buridan argumenta que la existencia del impetus hace innecesario admitir, como era corriente en la cosmología de la época, que las esferas celestes sean movidas por seres inteligentes. En efecto, según Buridan se puede decir que Dios, al crear el universo, imprimió en cada esfera un impetus que desde entonces provoca su movimiento sin que sea necesario admitir ninguna otra acción, ya que, según se admitía entonces, en los cuerpos celestes no se daría una inclinación natural hacia otro tipo de movimiento y tampoco habría resistencia que se opusiera a su movimiento. El impetus es concebido por Buridan como una cualidad permanente, no transitoria, que sólo disminuye en virtud del movimiento natural del móvil y de la resistencia que encuentra en su movimiento.

Estas ideas constituyen una anticipación del concepto de cantidad de movimiento, que resulta del producto de la masa por la velocidad, y de la noción de inercia. Sería exagerado considerarlas como una simple anticipación de los conceptos de la física clásica, ya que se plantean en un contexto que todavía debía evolucionar notablemente. Pero constituyen un paso importante que, de hecho, ejerció un influjo notable, tal como lo muestran los estudios documentales. Incluso la referencia a las esferas celestes, que podría parecer anecdótica, tiene un indudable interés científico, ya que significa que se aplican unas mismas leyes físicas a los cuerpos celestes y al mundo sublunar, y precisamente uno de los principales obstáculos que se oponían al progreso de la nueva ciencia era la distinción radical entre esos dos ámbitos.

La teoría del impetus es propia de la Escuela física de París. Oresme la admite y la aplica. Por ejemplo, en su comentario al libro I del *De caelo* de Aristóteles, además de

remitir dos veces a sus referencias al impetus en el comentario a la Física, menciona el impetus como una cualidad accidental que se encuentra en todo movimiento, tanto natural como violento, cuando crece la velocidad, y que es causa del movimiento de los proyectiles lanzados; y en su comentario al libro II explica la teoría con mayor detalle.

### 3.6. La cosmología

Oresme formuló ideas de gran interés para el desarrollo de la nueva ciencia al estudiar el universo en su conjunto, principalmente en *Le livre du ciel et du monde*, comentando las ideas de Aristóteles, y en el *Tractatus de commensurabilitate vel incommensurabilitate motuum celi*<sup>33</sup>.

Ya se ha mencionado que, según Oresme, no hay razón para afirmar que deba existir un lugar fijo de atracción en el centro del universo. Thomas Kuhn señala la importancia de esta concepción en el camino de la nueva física:

Nicolás de Oresme criticaba por completo el principal argumento aristotélico sobre la unicidad de la tierra. Aristóteles afirmaba que, en caso de existir dos tierras en el espacio (y cuando la tierra se convierte en un planeta lo que hay son seis "tierras"), ambas caerían hacia el centro del universo para unirse en una sola, pues la tierra tiende de modo natural a ocupar el centro del espacio. Esta demostración, dice Oresme, no tiene validez alguna, pues presupone una teoría del movimiento que no ha sido probada. Quizá la tierra no tienda naturalmente hacia el centro, sino hacia otros fragmentos de tierra próximos. Nuestra tierra tiene un centro, y tal vez sea hacia él, independientemente de la posición que ocupe dentro del universo, donde se dirigen todas las piedras abandonadas libremente. Según esta teoría oresmiana, el movimiento natural de un cuerpo se halla gobernado, no por la posición que ocupa en un espacio aristotélico absoluto, sino por su posición relativa, con respecto a otros fragmentos de materia. Esta tesis representa algo así como un requisito previo para las nuevas cosmologías de los siglos XVI y XVII; cosmologías en las que la tierra había perdido sus características de unicidad y centralidad. Teorías similares en varios aspectos son comunes en los textos de Copérnico, Galileo, Descartes y Newton<sup>34</sup>.

Oresme discutió también la inmovilidad de la Tierra. En el segundo libro de su Tratado sobre el Cielo, Aristóteles afirmaba que la Tierra se encuentra inmóvil en el centro del Mundo. En su comentario a esta obra, Oresme analiza las razones acerca de la posible rotación diaria de la Tierra. Su tesis es que no puede probarse, ni por experiencias ni por razonamientos, que el cielo se mueva con rotación diaria y la Tierra no.

En primer lugar, Oresme alude a la relatividad óptica, afirmando que el movimiento local sólo puede percibirse sensiblemente cuando un cuerpo cambia su posición respecto a otros. Una persona situada en un navío, si sólo ve otro navío que se mueve del mismo modo que el suyo, tendrá la sensación de que ambas naves se encuentran en reposo; aun en el caso de que su navío se mueva y el otro esté quieto, pensará que es el otro navío el que se mueve. Por consiguiente, no puede decidirse si es el cielo el que gira diariamente estando la tierra quieta o si más bien es al revés: en los dos casos tendríamos la sensación de que estamos quietos y que son los cielos los que se mueven, ya que percibiríamos los mismos fenómenos. Este razonamiento de Oresme desempeñó más tarde una importante función en manos de Copérnico y Galileo.

Oresme examina a continuación otras objeciones clásicas contra la rotación de la Tierra, como la que atribuye a Ptolomeo: si la tierra se mueve de occidente a oriente, del mismo modo que una saeta lanzada verticalmente desde una nave no caería en su punto de partida sino fuera de la nave, así sucedería que una piedra lanzada desde la Tierra hacia arriba caería hacia occidente, en contra de lo que manifiesta la experiencia. Después de afirmar que éste es el argumento experimental que tiene más fuerza, Oresme replica que esos objetos podrían moverse también hacia el este junto con el aire y la masa del mundo terrestre, y recurre incluso a un experimento imaginario en el que utiliza supuestos admitidos por Aristóteles. Este tipo de argumentos se encuentran también ampliamente utilizados por Galileo cuando expone su defensa del sistema de Copérnico.

Oresme concluye que ninguna experiencia puede mostrar que el Cielo se mueve con un movimiento de rotación diaria y la tierra no.

A continuación examina siete argumentos de otros tipos. Entre ellos tienen especial interés los tres últimos, en los que las objeciones al movimiento de la tierra se toman de textos de la Sagrada Escritura, donde se habla del movimiento del Sol, de la quietud de la Tierra, y de que el Sol se detuvo en tiempos de Josué. Se trata de razones que se utilizaron en las discusiones sobre el movimiento de la Tierra en la época de Galileo, y es interesante comprobar que Nicolás Oresme, eclesiástico ortodoxo, ya los examinó tres siglos antes y concluyó, con entera firmeza y paz, que no constituyen una objeción real al movimiento de la Tierra. Oresme dice al respecto que en esos pasajes la Escritura se conforma con la manera usual de hablar, como lo hace en muchos otros lugares. Esto es una clara muestra de que, cuando más tarde se esgrimieron tales argumentos contra Galileo, no se trataba de una doctrina católica auténtica; por lo demás, el propio Galileo lo hizo notar de modo expreso en su carta de 1615 a la Gran Duquesa Cristina. Es interesante advertir también que la interpretación que Oresme hace del texto de Josué es más clara que la de Galileo, ya que Oresme remite sin más al carácter del texto escriturístico, mientras que Galileo complica el tema aludiendo al control que el Sol ejerce sobre todos los movimientos celestes.

Además, Oresme subraya que todos los fenómenos que explica la Astronomía pueden explicarse también admitiendo que la Tierra esté animada por un movimiento de rotación diaria. Más aún, afirma que de ese modo se explican los fenómenos observables de un modo más simple, lo analiza con detalle y reprocha a Aristóteles que, al tratar este tema, recurre a muchas razones oscuras: Oresme recuerda que el mismo Aristóteles apela a la simplicidad de la naturaleza y admite que Dios y la naturaleza no hacen nada en vano, y que, por tanto, no deben admitirse más causas que las necesarias.

Duhem afirmó que:

Cuando Copérnico, en su libro *Acerca de las revoluciones de los orbes celestes*, volverá a asumir la hipótesis de la rotación terrestre, lo que dirá en favor de esta hipótesis estará lejos de tener la amplitud y la claridad de discurso de Nicolás Oresme<sup>35</sup>.

Sin embargo, no es fácil determinar qué pensaba Oresme acerca de la realidad del movimiento de la Tierra. A pesar de sus argumentos a favor, y de que al comienzo de su comentario al *De caelo* afirma que es posible e incluso quizá físicamente necesario que la tierra se mueva, aludiendo después a la posibilidad de que, con el transcurso de mucho tiempo, cambie el lugar de la salida y puesta de sol, tal como se dice en una

tradición egipcia, no afirma que la tierra realmente se mueva. Lo que pretende con sus argumentos no es defender el movimiento de la tierra como hipótesis física real. Pero sus razones en favor de esa hipótesis y su refutación de las objeciones en contra son totalmente claras y dejan el terreno preparado para los desarrollos posteriores.

La contribución de Oresme tiene un mérito adicional, ya que, en este caso, defiende unas ideas personales que no eran compartidas por otros autores de la Escuela física de París. Ni siquiera Buridan, a pesar de que podía hacerlo siendo fiel a sus propias ideas, se alineó en este punto con Oresme. Alberto de Sajonia refiere que uno de sus maestros afirma la imposibilidad de refutar la hipótesis del movimiento de la Tierra; es obvio que se refiere a Oresme, pues recoge su argumentación, pero no la admite. Más tarde, Pierre d'Ailly admitirá la conclusión de Alberto de Sajonia. Está claro que Oresme defendió sus argumentos en solitario.

El pensamiento de Oresme es igualmente claro respecto a la posible pluralidad de mundos, tema que desempeñaba una función central en vistas a la formulación de la nueva física. Aristóteles argumentaba de modo contundente en favor de la unicidad del mundo, que se encontraba estrechamente relacionada con su teoría acerca del lugar natural y con su concepción del mundo perfecto y eterno, compuesto por las sustancias del mundo sublunar en las que se mezclan los elementos y las sustancias celestes ingeneradas e incorruptibles cuya materia es diferente. La tesis de la unicidad del mundo fue una de las condenadas por el obispo de París en 1277, ya que se presentaba como una conclusión absolutamente necesaria que parecía limitar la omnipotencia divina. A pesar de todo, maestros como Juan de Jandún y Alberto de Sajonia continuaban admitiendo la tesis aristotélica; si bien introducían un correctivo, afirmando que Dios podría crear otros mundos, decían que ello supondría un milagro que se encontraría fuera de las leyes de la física.

En su comentario al *De caelo*, Oresme expone la argumentación de Aristóteles y la critica. Enumera luego tres modos posibles de imaginar varios mundos. En primer lugar, cabe que esos mundos se sucedan en el tiempo; Oresme afirma claramente que Dios todopoderoso ha podido crear y aniquilar diversos mundos. En segundo lugar, uno podría estar dentro de otro; Oresme dice que esto no es así, pero que, sin embargo, no es algo contradictorio, pues las magnitudes aparentes son relativas y no aparece, ni por la razón ni por la experiencia, que se trate de algo contradictorio. En tercer lugar, y es el caso más importante, un mundo puede encontrarse fuera de otro; Oresme comenta que esto es lo que Aristóteles reprueba, pero añade que sus razones no son convincentes.

A este propósito, Oresme afirma que las nociones de alto y bajo son relativas, no absolutas, pues se refieren al orden mutuo entre los cuerpos sin que sea necesario recurrir a un lugar inmóvil; y que las cosas pesadas tienden a reunirse, sin que ello se deba a nada relacionado con el lugar. Estas observaciones suponen el abandono de la teoría aristotélica del lugar natural referido a la Tierra inmóvil en el centro del mundo.

Además, Oresme apela explícitamente a la omnipotencia de Dios, que puede crear de la nada, o hacer que el último cielo tuviese otra figura, e incluso hacer que existiese el vacío. Estas afirmaciones afectan también a puntos importantes de la concepción aristotélica, e incluso a un aspecto básico que la condiciona: la idea aristotélica de un mundo único, perfecto y eterno que goza de una necesidad total. En este contexto, Oresme da importantes pasos en la dirección favorable a la nueva física, ya que muestra

la posibilidad de que la Tierra no haya de ser considerada como centro inmóvil de un mundo único, y abre el camino a la unificación de la física celeste y sublunar. Los astros ya no serían cuerpos incorruptibles dotados de cualidades necesarias. Además, los elementos tampoco estarían dotados de un solo movimiento natural, como lo exigía la física aristotélica. Estas ideas representan un progreso en la línea que después sería adoptada por Nicolás de Cusa, Leonardo da Vinci y Copérnico.

De la misma reflexión surge, como se ha notado incidentalmente, otro factor que rompe con la física de Aristóteles y prepara la de Newton: la posibilidad de un vacío físico. Oresme afirma que el vacío puede ser hecho por Dios, y al desarrollar su pensamiento llega a formular una idea que constituye una anticipación explícita del concepto de espacio de la física newtoniana. En efecto, Oresme se refiere a la existencia, más allá del cielo, de un espacio incorpóreo, vacío, de diferente naturaleza que el espacio corpóreo, de modo análogo a como la duración denominada eternidad es de otra naturaleza que la duración temporal, aunque ésta fuese perpetua; ese espacio sería infinito e indivisible, sería la inmensidad de Dios y Dios mismo, así como su eternidad es infinita e indivisible y Dios mismo; no podemos comprender estas realidades, añade, porque nuestro entendimiento depende de nuestros sentidos que son corporales.

Las ideas de Oresme sobre el espacio vacío no eran enteramente nuevas, ya que tenían precedentes en los estoicos y Juan Filopón. Pero se diferencian de las concepciones antiguas. Además de relacionarlo con la inmensidad divina, Oresme afirma que el movimiento local se concibe en relación con el espacio que se imagina inmóvil. De este modo, Oresme propone un marco conceptual que no está exento de dificultades y que influirá más tarde en los platónicos de Cambridge, como Henry More, y condicionará decisivamente las ideas de Newton.

Otro problema cosmológico que Oresme estudió con gran interés fue el de la conmensurabilidad de los movimientos de los astros. Su objetivo era desacreditar la astrología.

### **3.7. Ciencia y astrología**

En su tratado *De proportionibus proportionum*, Oresme dedicó los tres primeros capítulos a la conmensurabilidad entre proporciones, y en el cuarto capítulo aplicó sus consideraciones a los movimientos terrestres y celestes. En *Ad pauca respicientes* estudió el movimiento circular, que era atribuido a los astros, deteniéndose de modo especial en la determinación de los puntos en los que los cuerpos celestes se encuentran en coincidencia o en oposición; si los movimientos son conmensurables, se podría calcular el tiempo exacto que transcurre entre esos sucesos, cosa que no será posible si los astros se mueven con velocidades que son inconmensurables.

Una proposición básica en el estudio de Oresme es la que enuncia que dos cantidades cualesquiera tienen una alta probabilidad de ser inconmensurables. Aplicándola a los movimientos celestes, Oresme intenta mostrar que las configuraciones de los astros no se repiten, de donde concluye que las predicciones astrológicas son falsas. Más adelante, al revisar sus escritos, acabó redactando uno nuevo que está dedicado expresamente a estos temas, titulado *De commensurabilitate vel incommensurabilitate motuum celi*. Allí consideró en primer lugar cuerpos que se mueven con velocidades conmensurables a lo largo de círculos concéntricos, luego consideró movimientos

inconmensurables, y en la tercera parte presentó un diálogo en el que Apolo y sus Musas presiden la discusión del tema, en la que se pretende desacreditar las predicciones astrológicas mediante argumentos ciertos tomados de las matemáticas<sup>36</sup>. Como señala Grant, si bien no fue Oresme el primero que discutió estos problemas, sin embargo no fue igualado en el desarrollo y fuerza de los argumentos matemáticos, de tal modo que ejerció una gran influencia sobre quienes discutieron luego esas cuestiones, como fue el caso de Enrique de Hesse, Marsilio de Inghen y Pierre d'Ailly.

Todavía escribió Oresme otras obras contra la astrología: una en latín, titulada *Contra divinatores horoscopios*, y una redactada en francés con el título *Le Traité des divinations*, con el objeto de ser comprendido por un público más amplio y, de modo especial, por la alta nobleza de Francia.

Esa insistencia se explica teniendo en cuenta la afición, que incluso tenía el rey, por la astrología, y la influencia que Oresme tenía ante el rey. Podía esperar que sus argumentos tuvieran efecto, aunque, por lo que parece, no fue así. En su historia de Carlos V, R. Delachenal afirma que:

En todo caso, esa afición persistió, y los argumentos del buen sentido, acumulados más tarde con una fuerza invencible por Nicolás Oresme, no tuvieron ningún efecto sobre el rey que, ya cuando era heredero del trono, tenía su astrólogo<sup>37</sup>.

Básicamente, Oresme argumentó que si los movimientos celestes son inconmensurables, como parecen serlo, es impensable que existan ciclos regulares y predicciones exactas basadas en las conjunciones y oposiciones de los astros. Aunque los razonamientos físicos no son concluyentes, queda claro que Oresme estaba decidido a combatir la astrología con todas sus fuerzas. Esto es coherente con la vigorosa inclinación científica de Oresme, quien conocía bien lo que se había escrito sobre el tema, de modo que podía citar todo tipo de autores y argumentos, empleándose a fondo en la tarea de poner de manifiesto los sofismas y trucos de los astrólogos.

La importancia de estos trabajos apenas puede ser exagerada. Desde la antigüedad se concedía importancia decisiva a los fenómenos celestes como causas de los sucesos terrestres. Estas ideas impregnaban la cosmología de Aristóteles y aparecían como plenamente científicas. Debe tenerse en cuenta que, para una mentalidad forjada en base a los datos de la experiencia ordinaria, resulta natural admitir que los fenómenos celestes puedan tener unas repercusiones tan importantes como las que tiene el Sol sobre la Tierra, que ciertamente son de enorme magnitud. No se trataba siempre, pues, de simples supersticiones, sino de una mentalidad en la que resultaba lógico establecer una jerarquía de causas, en la que los astros desempeñaban una función esencial.

Incluso Tomás de Aquino comparte esa visión. Ciertamente, al igual que sucede con toda la tradición cristiana, rechaza de plano la influencia directa de los sucesos celestes sobre las acciones libres del hombre y sobre los futuros contingentes. Pero, junto a esas salvaduras esenciales, que contribuyeron sin duda al abandono de la astrología, hacía falta algo más para combatirla: en concreto, era necesario el progreso de los conocimientos científicos particulares y de la mentalidad científica. Por esos motivos, no parece justo reprochar a Oresme, como lo han hecho algunos autores, que todavía admitiera algún tipo de influencia de los sucesos celestes sobre los terrestres. Sarton afirma que Oresme estuvo en este tema muy por delante de sus contemporáneos, que

quizá por eso su influencia no fue grande de modo inmediato aunque finalmente se dejó sentir, y que es difícil excederse en los elogios que merece por haber ido tan lejos como era posible en su tiempo, haciendo gala de un gran valor y moderación<sup>38</sup>. Oresme tuvo una actitud igualmente clara con respecto a la magia y a la superstición.

Para apreciar la importancia de la actitud de Oresme ante la astrología y su impacto con respecto al nacimiento de la ciencia moderna es conveniente considerar la aceptación que en las culturas antiguas tuvieron doctrinas que, sin ser directamente supersticiosas en el sentido popular, suponían una visión del universo que hacía imposible un planteamiento científico riguroso. Tal era el caso de la doctrina del Gran Año, que debería acaecer con intervalos regulares cíclicos que tendrían lugar, según se admitía generalmente, cada 36.000 años, cuando los cuerpos celestes se encontraran en una configuración espacial idéntica que se repetiría cíclicamente. Dado que se solía admitir que los cuerpos celestes ejercían una causalidad decisiva sobre los acontecimientos terrestres, se concluía que los sucesos de la historia humana volverían a repetirse exactamente. Este tipo de ideas se encontraban ampliamente extendidas, de un modo u otro, en las principales culturas de la antigüedad, y afectaban a pensadores de las más variadas tendencias. Ya se ha aludido a los trabajos de Stanley Jaki, quien ha puesto de relieve la importancia del cristianismo como factor que, al admitir la creación del universo y afirmar el sentido irreversible de la historia tal como resulta de la Encarnación, contribuyó de modo decisivo a la superación de las ideas mencionadas y, por tanto, a la difusión de una visión de la naturaleza y de la historia que tuvo una importancia decisiva en el nacimiento de la ciencia moderna<sup>39</sup>.

En ese sentido, el trabajo de Oresme tiene una gran relevancia en relación con la difusión de la mentalidad científica. Independientemente del valor de sus razonamientos físico-matemáticos, significó una contribución importante para desacreditar las ideas astrológicas. Oresme aplicó a los movimientos de los astros sus consideraciones matemáticas acerca de la commensurabilidad de los movimientos y acerca de las probabilidades, concluyendo que, con gran probabilidad, los movimientos de los astros son incommensurables y que, por consiguiente, no existe una base científica que permita predecir con exactitud las coincidencias de los astros. Si las configuraciones celestes no se repiten de modo exacto, falla la base de la astrología y resulta inadmisibles el concepto del Gran Año con sus ciclos repetitivos.

La proposición 6, de las 219 condenadas por el obispo de París en 1277, se refería concretamente a esa idea, pues afirmaba que cuando todos los cuerpos celestes hayan vuelto al mismo punto, lo cual sucede cada 36.000 años, los mismos efectos que ahora se observan se repetirán. La idea de un universo en el que todos los eventos, incluidos los actos humanos y las personas que los ejecutan, se repiten de modo idéntico cíclicamente, chocaba frontalmente con la visión cristiana que contempla la historia como un desarrollo único con un sentido definido. Pero chocaba igualmente con la base racional necesaria para el desarrollo de la ciencia, pues implicaba que todos los acontecimientos dependían de una especie de fuerza ciega o destino fatal que se encontraba fuera de toda posible investigación racional, y propiciaba un estado de ánimo contrario a la búsqueda de las leyes concretas que rigen los fenómenos naturales. En este sentido, el hecho de que en la actualidad puedan realizarse predicciones fiables acerca de los movimientos de los astros no resta validez a la idea básica de Oresme. Además, en la perspectiva moderna de un universo compuesto de miles de millones de galaxias en movimiento, cada una de las cuales se compone de miles de millones de



estrellas, la perspectiva de una repetición cíclica de las configuraciones de los astros aparece todavía mucho más inverosímil de lo que podía pensarse en la época de Oresme.

### **3.8. La economía**

Oresme realizó también importantes contribuciones en el ámbito de la economía. Su tratado sobre la primera invención de las monedas fue redactado en dos versiones latinas sucesivas, entre los años 1355 y 1358, por tanto en su época del Colegio de Navarra. La versión francesa se imprimió hacia 1477, y la latina también se imprimió varias veces en los siglos XVI y XVII. Se admite que es el primer tratado monográfico dedicada a esos temas, lo que convierte a Oresme en uno de los pioneros de la ciencia económica. Es una síntesis coherente que marca un hito en los escritos económicos.

En su tratado, Oresme se muestra buen conocedor de lo que hasta el momento se había dicho, tanto en la época medieval como en la antigua. Tradujo al francés y comentó la Economía de Aristóteles, y su familiaridad con el pensamiento de Aristóteles contribuyó a la profundidad de sus planteamientos. Su estudio incluye consideraciones penetrantes acerca del cambio de moneda, el origen y utilidad de la moneda, y la teoría del valor, que no se basa sólo en la escasez sino en las cualidades intrínsecas. Se critican la usura y los abusos feudales, afirmando con fuerza los derechos económicos de la comunidad frente al príncipe: se sostiene que el poder del príncipe deriva de Dios pero sólo en cuanto actúa en vistas al bien común, y se aplican estas ideas a la política monetaria.

Además, tiene especial importancia su descripción de las cualidades de la buena moneda, su insistencia en la necesidad de la estabilidad monetaria y los estudios acerca de la relación entre la moneda y los metales preciosos. Es interesante advertir que el tratado de Oresme no es un estudio abstracto, ya que está elaborado teniendo en cuenta los problemas prácticos y, en especial, las graves dificultades económicas por las que atravesaba Francia cuando el tratado fue escrito. De hecho, Oresme tuvo el mérito notable de contribuir de modo decisivo a la superación de esa crisis económica. En su historia de Carlos V de Francia, R. Delachenal afirma que la gran influencia de Oresme sobre Carlos, cuando era príncipe y después de llegar a ser rey, inspiró y determinó la política monetaria de todo el reinado, principalmente a través del Tratado acerca de la moneda<sup>40</sup>.

Encontramos un ejemplo de esa influencia en 1360. Eran los años en que Juan II estuvo fuera del reino, como prisionero de los ingleses, en varias ocasiones, y el delfín Carlos debió ocuparse del gobierno del reino. El 5 de diciembre de 1360, como refiere Delachenal, Juan II

dio una ordenanza, que es una de las más importantes de su reinado y que fue una de las mejor ejecutadas. Establecía todo un sistema de ayudas para el pago del tributo real. Creaba una moneda nueva y fuerte, que fue también una moneda estable, pues durante los últimos años de la vida de Juan II, lo mismo que durante todo el curso del reinado de su hijo, en el manejo del oro y la plata no hubo más cambios que los que imponían y legitimaban las variaciones del curso de los metales preciosos. La vuelta a los principios y a las prescripciones de la gran Ordenanza de diciembre de 1360 se debió ciertamente a

la influencia del delfín y marcó el triunfo de las ideas de Nicole Oresme, que inspiraron y dirigieron la política monetaria de Carlos V<sup>41</sup>.

La consolidación de Francia durante el reinado de Carlos V fue en parte un efecto de la política monetaria, en la que Oresme desempeñó una función decisiva.

### **3.9. El método científico**

Oresme no escribió de modo sistemático acerca del método científico. Pero sus contribuciones a problemas particulares, que han sido reseñadas en los apartados anteriores, tienen notables repercusiones en la evolución de la mentalidad que acabaría conduciendo al nacimiento de la ciencia moderna. Hacía falta una idea apropiada del método que había de seguirse en la investigación de los fenómenos naturales y, de hecho, esa tarea no era fácil. Por este motivo tienen una importancia especial los trabajos parciales que, de un modo práctico, contribuyeron al descubrimiento y consolidación del método científico.

Entre las contribuciones de Oresme a ese progreso puede mencionarse el tratamiento matemático de las cualidades que, como ya se ha señalado, respondía a una mentalidad según la cual el estudio matemático podía extenderse incluso a algunos ámbitos de los fenómenos psíquicos, e iba acompañada por instrumentos concretos entre los que destaca la representación geométrica de las variaciones de las cualidades. Se trata de un tema de primera importancia en la gestación de la ciencia moderna.

Otra importante aportación en la misma línea fue la aplicación de unas mismas ideas físicas a la explicación de los fenómenos celestes y terrestres. En este aspecto capital hubo de transcurrir más tiempo hasta que se diera una clarificación completa, pero las reflexiones de Oresme al considerar los problemas referentes al centro del mundo, a los movimientos naturales de los elementos, a la forma de las órbitas celestes, al movimiento de la tierra y a la posible pluralidad de mundos suponían una ruptura básica con las ideas aristotélicas comúnmente admitidas, que implicaban la esencial diversidad del mundo celeste y el sublunar.

Debe mencionarse igualmente que, en sus razonamientos, Oresme recurre con frecuencia al criterio epistemológico según el cual una explicación física es aceptable si permite dar cuenta de los fenómenos observables. Desde la antigüedad griega se discutía sobre el carácter realista de las explicaciones astronómicas, y existía una corriente de pensamiento según la cual tales explicaciones no respondían necesariamente a estructuras físicas reales, puesto que en cualquier caso era posible formular explicaciones alternativas que fuesen igualmente satisfactorias en orden a salvar los fenómenos. Evidentemente, de ahí podía surgir una epistemología ficcionalista o instrumentalista que, si se lleva a sus últimas consecuencias, acaba teniendo un impacto negativo para el realismo científico y, por tanto, para el progreso de la ciencia. Pero, en las manos de Oresme, ese planteamiento fue utilizado de modo equilibrado y sirvió para mostrar el carácter hipotético de algunas importantes tesis que se tenían por ciertas, tal como se ha señalado al analizar los razonamientos de Oresme sobre el movimiento de la tierra.

Todo ello se relaciona con la actitud de Oresme ante Aristóteles. Sin duda, es una actitud profundamente respetuosa. Pero ese respeto no implica una aceptación

incondicional de las tesis básicas de Aristóteles. Por el contrario, tal como se ha señalado, Oresme rechaza de plano algunas de ellas y suscita dudas sobre otras. Ciertamente se trata de una actitud que se encuentra en otros autores de la época, y que en parte está condicionada por la dificultad de compaginar algunos aspectos del pensamiento aristotélico con la fe cristiana. Pero, a diferencia de las corrientes que, en la misma época y con motivaciones semejantes, insistían en una orientación fideísta en la que se minusvaloraba la capacidad de la razón, en Oresme se encuentra una vigorosa confianza en las posibilidades racionales que, precisamente, son utilizadas por él para analizar de modo crítico las soluciones de la física aristotélica. Oresme adopta una epistemología realista que es compartida por los otros autores de la Escuela física de París, y esto le permite aceptar la idea general de Aristóteles acerca de la racionalidad, lo cual tuvo gran importancia en el proceso que condujo hasta la física clásica, apartándose sin embargo de la física aristotélica siempre que era necesario hacerlo. La actitud de Oresme está en la línea de la tradición científica, y nada tiene que ver con la aceptación acrítica de la autoridad en el terreno filosófico o científico.

Las convicciones cristianas acerca de la contingencia de la naturaleza desempeñaron también una función esencial en el planteamiento científico de Oresme y en el nacimiento de la nueva física. Condujeron a abandonar la perspectiva aristotélica en la que se imponía a los fenómenos físicos una necesidad arbitrariamente identificada con concepciones que nada tenían que ver con el método científico, y a criticar igualmente las ideas míticas y astrológicas que impedían un estudio racional de las leyes naturales.

#### **4. El lugar de Oresme en la historia de la ciencia**

Pierre Duhem sostuvo de modo inequívoco que a Oresme le corresponde un lugar de primer orden en la historia de la ciencia. He aquí una de sus afirmaciones más tajantes al respecto:

Más adelante podremos mostrar que Nicole Oresme fue un precursor de Copérnico; en efecto, sostuvo que era más verosímil suponer que el Cielo permanece inmóvil y que la Tierra está animada por un movimiento diario de rotación que seguir la hipótesis contraria. Pero Oresme no ha sido sólo el precursor de Copérnico. Ha sido también el precursor de Descartes y el precursor de Galileo; inventó la Geometría analítica; estableció la ley de los espacios que un móvil recorre en un movimiento acelerado<sup>42</sup>.

El entusiasmo de Duhem por la figura de Oresme es comprensible. Duhem fue un excelente físico que se interesó por la historia de su ciencia, que aparecía marcada por el cliché, admitido sin mayor discusión, según el cual el nacimiento de la ciencia moderna se debió a una revolución realizada al margen y en contra de una tradición medieval no sólo desinteresada por la ciencia sino incluso hostil a ella. En el curso de sus investigaciones, Duhem fue descubriendo, con gran sorpresa, que ese cliché carecía de fundamento. Se encontró con importantes trabajos medievales que prepararon de modo decisivo el advenimiento de la física moderna, y dedicó un enorme esfuerzo a la investigación de los manuscritos originales, lo que tuvo como resultado la redacción y publicación de sus monumentales estudios sobre el tema<sup>43</sup>.

Los trabajos de Duhem tuvieron como consecuencia un notable incremento del interés por la historia de la ciencia en la Edad Media. Algunos investigadores posteriores, como Anneliese Maier, llegaron a conclusiones no tan entusiastas como las de Duhem. Pero

otros, como Konstanty Michalski, han afirmado que se ha de atribuir a las ideas que presidieron el nacimiento de la física moderna, surgidas a lo largo del siglo XIV, una repercusión aún más profunda de lo que suponía Duhem<sup>44</sup>.

No es fácil que en este tema se llegue a una conclusión unánimemente aceptada. En 1941, Dana B. Durand expuso un balance de las investigaciones hasta el momento y adoptó una interpretación menos entusiasta que las de Duhem, Dingler y Michalski<sup>45</sup>, aunque limitó sus consideraciones personales al tema de las anticipaciones de Oresme respecto a Descartes. En la época más reciente se han multiplicado los estudios sobre este tema. Una de las posiciones más opuestas al reconocimiento de la continuidad entre los medievales y los modernos viene representada por Alexander Koyré, quien afirmó que:

a pesar de las apariencias contrarias, apariencias de continuidad histórica sobre las que han insistido sobre todo Caverni y Duhem, la física clásica, surgida del pensamiento de Bruno, de Galileo, de Descartes, no continúa, de hecho, la física medieval de los "precursores parisienses de Galileo"; se sitúa, de entrada, en un plano diferente, en un plano que nos gustaría llamar arquimediano. En efecto, el precursor y maestro de la física clásica no es Buridán o Nicolás de Oresme, sino Arquímedes<sup>46</sup>.

Stanley Jaki disiente de la valoración de Koyré<sup>47</sup>. Hace notar que en la evaluación del impacto histórico de las ideas no puede pretenderse llegar a una exactitud capaz de generar acuerdo unánime, ya que es prácticamente imposible determinar con precisión el origen auténtico de las ideas y enfoques. Además, los trabajos de Oresme necesariamente han de parecer insuficientes si se los compara con los de Galileo y, en general, con los protagonistas de la nueva ciencia del siglo XVII: Jaki utiliza como analogía la diferencia que existe entre el uso de las ruedas en los albores de la civilización y su aplicación actual en la ingeniería aeronáutica más sofisticada, y comenta que el producto final de un largo desarrollo puede parecer algo totalmente distinto de lo que existía en los comienzos. En este sentido, existen razones sobradas para subrayar la novedad de la ciencia de Galileo. Pero esto es compatible con el reconocimiento de las genialidades que, mucho tiempo atrás, hicieron posible el nacimiento de la nueva ciencia.

Una vez hechas estas aclaraciones, Jaki afirma que pueden detectarse inconsistencias en el rechazo, por parte de Koyré, de la importancia del siglo de Buridan y Oresme para el progreso de la ciencia. Koyré, convencido defensor de la importancia de los elementos conceptuales en el progreso científico, rehuye las interpretaciones positivistas y subraya que la auténtica innovación de la ciencia de Galileo consistió en una nueva mentalidad con respecto a la investigación de la naturaleza. Esta perspectiva es lógica y coherente. Pero una novedad sólo tiene sentido con referencia a lo antiguo, que, en este caso, era la cosmovisión aristotélica con todas sus ramificaciones metafísicas y teológicas (panteistas, subraya Jaki). En este sentido, se encuentra un hecho histórico innegable: que en la Edad Media existió una mentalidad colectiva, basada en la fe cristiana, que chocó con algunos aspectos básicos del pensamiento aristotélico e introdujo modificaciones que, a la larga, tuvieron una influencia notable en los planteamientos que condujeron a la ciencia moderna.

En palabras de Jaki:

Aristóteles había sido objeto de críticas mucho antes de la época medieval, pero el necesitarismo panteísta de su síntesis nunca había recibido un desafío amplio y efectivo antes de que el cristianismo desarrollara una matriz cultural omnipresente durante la Edad Media. Por tanto, si debe defenderse la primacía de una perspectiva mental por encima de los meros hechos de evidencia sensible cuando se analiza el desarrollo de la ciencia, entonces la fe de la Edad Media en un Creador personal, trascendente, providente y racional tendrá una importancia enorme. Era una fe compartida con entusiasmo por la mayoría de los que hacían de maestros en una cultura con rasgos verdaderamente nuevos. Era una fe que engendraba un sentimiento de confianza, finalidad, y orientación con respecto a los aspectos fundamentales acerca del lugar del hombre en el universo. Era una fe plenamente consciente de los derechos de la razón<sup>48</sup>.

Jaki analiza el comentario de Oresme al *De caelo* de Aristóteles y pone de relieve la relación entre las contribuciones científicas de Oresme, que ya han sido comentadas anteriormente, con sus críticas a Aristóteles, y la relación entre estas críticas y las convicciones cristianas de Oresme. El rechazo de algunos aspectos básicos del universo aristotélico, tales como la figura esférica que derivaría de la perfección del primer motor o la imposibilidad del vacío, se fundamentaba en el reconocimiento de la omnipotencia de Dios, que quedaba arbitrariamente limitada en la cosmovisión de Aristóteles. Algo semejante ocurre con la eternidad del mundo y de los movimientos celestes, que contradecía la duración temporal del universo tal como viene afirmada por la fe cristiana. Oresme hizo notar expresamente que la posición de Aristóteles se basaba en la afirmación de que es imposible la creación de la nada y, en un punto de tanta trascendencia, manifestó su intención de examinar detenidamente los argumentos aristotélicos, y así lo hizo. El resultado fue que, movido por un interés primordialmente teológico, deshizo equívocos que impedían el progreso de la ciencia y formuló nuevos conceptos que resultaron estimulantes para ese progreso.

Con respecto a la teoría del impetus, Jaki subraya que, para Aristóteles, el proceso implicado en la noción de impetus era una imposibilidad teológica, metafísica y física, y en ese orden. Oresme era consciente del sentido teológico de algunas de sus críticas básicas. Por ejemplo, se refiere en diversas ocasiones a la lista de proposiciones condenadas en 1277 por el obispo de París; Jaki hace notar que esas referencias a un documento que incluso había sido parcialmente revocado en 1325, medio siglo antes de la redacción del comentario de Oresme al *De caelo*, indican que el documento en cuestión era, para Oresme, la expresión de algunos rasgos esenciales de la mentalidad cristiana, al menos en sus líneas fundamentales.

En la actualidad, suele reconocerse la importancia de las contribuciones científicas de Oresme. Así, Edward Grant muestra de modo contundente que Galileo fue anticipado por sus predecesores medievales, entre los que destaca Oresme, en conceptos y teoremas fundamentales, de modo que llega a preguntarse en qué consiste la originalidad de Galileo<sup>49</sup>. Por supuesto, no es difícil responder a esa pregunta. Pero el hecho de que llegue a plantearse muestra hasta qué punto los trabajos medievales fueron realmente relevantes. Y René Dugas, en su estudio de la mecánica en el siglo XVII, expone con claridad la importancia de los antecedentes medievales<sup>50</sup>.

Dugas alude, en primer lugar, a la Escuela de Oxford, señalando la determinante influencia de Robert Grosseteste, verdadero cabeza de una Escuela en la que florecieron los estudios científicos y se consiguieron resultados apreciables que Dugas expone

brevemente. Dedicar luego un apartado a la teoría del impetus, desarrollada por Jean Buridan, y salir al paso de la minusvaloración de que fue objeto en la obra de A. Maier; en la misma línea de Jaki afirma que, si bien los conceptos de Buridan están todavía lejos de los modernos, sin embargo han rendido un inmenso servicio al progreso de la ciencia. Continúa con otro apartado dedicado a Oresme, en el que se refiere a sus enseñanzas en el Colegio de Navarra entre 1348 y 1362, y resume algunas de sus contribuciones científicas principales, adoptando una interpretación que no es ni tan entusiasta como la de Duhem ni tan crítica como la de Maier. Otros apartados dedicados a Alberto de Sajonia y Marsilio de Inghen completan la referencia a los antecedentes medievales de la mecánica clásica, afirmando que la revolución científica clásica no fue una revolución súbita, sino más bien el resultado de una evolución en la que los autores mencionados desempeñaron una función apreciable.

Ya se ha aludido anteriormente al análisis de la revolución copernicana por parte de Thomas Kuhn. Refiriéndose a la crítica escolástica de Aristóteles, Kuhn afirma que:

el propio ardor con que eran estudiados los textos de Aristóteles garantizaba la rápida detección de las incongruencias de su doctrina o de sus demostraciones; incongruencias que muchas veces se convirtieron en el fundamento de nuevas realizaciones creativas. Los eruditos medievales apenas habían entrevisto las novedades astronómicas y cosmológicas que pondrían sobre el tapete sus sucesores de los siglos XVI y XVII. Sin embargo, ampliaron el campo de la lógica aristotélica, descubrieron errores en sus razonamientos y rechazaron un buen número de sus explicaciones a causa de su desajuste con las pruebas proporcionadas por la experiencia. Paralelamente, forjaron un buen número de conceptos e instrumentos que se revelaron esenciales para los futuros logros científicos de hombres como Copérnico o Galileo<sup>51</sup>.

Kuhn afirma a continuación que en el comentario de Oresme al *De caelo* de Aristóteles se encuentran importantes anticipaciones al pensamiento copernicano. Y más adelante añade que

en los escritos de Buridan, quizá por primera vez, se observa el intento de unir bajo un mismo conjunto de leyes al cielo y la tierra, idea que será ampliada y profundizada por su alumno, Nicolás de Oresme... Concebir el cielo como un mecanismo terrestre, como una pieza de relojería, equivale a hacer añicos la dicotomía absoluta entre las regiones sublunar y supralunar<sup>52</sup>.

Después de señalar la importancia decisiva de la teoría del impetus para la formulación de la física newtoniana, Kuhn expone una valoración general que, precisamente porque no trasluce especial simpatía hacia los medievales y sus creencias, tiene una fuerza especial:

Desde un punto de vista moderno, la actividad científica de la Edad Media era increíblemente ineficaz. Sin embargo, ¿de qué otra forma hubiera podido renacer la ciencia en occidente? Los siglos durante los que imperó la escolástica son aquellos en que la tradición de la ciencia y la filosofía antiguas fue simultáneamente reconstruida, asimilada y puesta a prueba. A medida que iban siendo descubiertos sus puntos débiles, éstos se convertían de inmediato en focos de las primeras investigaciones operativas en el mundo moderno. Todas las nuevas teorías científicas de los siglos XVI y XVII tienen su origen en los jirones del pensamiento de Aristóteles desgarrados por la crítica escolástica. La mayor parte de estas teorías contiene asimismo conceptos claves creados por la ciencia escolástica. Más importante aún que tales conceptos es la posición de espíritu que los científicos modernos han heredado de sus predecesores medievales: una

fe ilimitada en el poder de la razón humana para resolver los problemas de la naturaleza. Tal como ha remarcado Whitehead, "la fe en las posibilidades de la ciencia, engendrada con anterioridad al desarrollo de la teoría científica moderna, es un derivado inconsciente de la teología medieval"<sup>53</sup>.

A pesar de la diversidad de las valoraciones, hecho que no puede sorprender cuando se trata de la evolución histórica de conceptos a lo largo de siglos, y que en parte depende de las diversas perspectivas adoptadas, parece posible afirmar que los trabajos de los medievales desempeñaron una función importante en la evolución del pensamiento que condujo al nacimiento de la ciencia clásica, y que dentro de esos trabajos ocupan un lugar preferente los realizados por Nicolás Oresme.

#### Notas

(1) Este trabajo forma parte de un proyecto dirigido por el Profesor Angel Luis González, titulado *La influencia de Navarra en los orígenes del pensamiento moderno*, y se realiza con la ayuda del Gobierno de Navarra.

(2) B. Guenée, *Entre l'Eglise et l'Etat*, Gallimard, Paris 1987, p. 133-134.

(3) *Ibid.*, p. 134.

(4) Estos documentos se encuentran recogidos en: E. de Boulay, *Historia Universitatis Parisiensis*, Paris 1668, volumen IV, p. 74-85.

(5) J. de Launoy, *Regii Navarrae Gymnasii Parisiensis Historia*, 2 vol., Paris 1677.

(6) H. Rashdall, *The Universities of Europe in the Middle Ages*, Oxford University Press 1958, volumen I: Salerno-Bologna-Paris (reimpresión de la edición de 1936).

(7) Con el título *Traité des louanges de Paris*, su texto está recogido en: Le Roux de Lincy - L.M. Tisserand, *Histoire générale de Paris. Paris et ses historiens aux XIVe et XVe siècles*, Imprimerie Impériale, Paris 1867, p. 33 ss. Las págs. 35-45, que constituyen la primera parte, están dedicados a la Universidad.

(8) *Ibid.*, p. 36-37.

(9) *Ibid.*, p. 40-41.

(10) E. Grant, *Physical Science in the Middle Ages*, Cambridge University Press 1977, p. 21.

(11) Los respectivos documentos se encuentran en H. Denifle, *Chartularium Universitatis Parisiensis*, Paris 1899 (reimpresión por Culture et Civilisation, Bruselas 1964), tomo I, p. 70 (n. 11), 143-144 (n. 86 y 87), 277-279 (n. 246), 543-555 (n. 473) y 280-281 (n. 838).

(12) J. Yanguas y Miranda, *Historia compendiada del Reino de Navarra*, Imprenta de Ignacio Ramón Baroja, San Sebastián 1832, p. 156.

(13) J.M. Lacarra, *Historia del Reino de Navarra en la Edad Media*, editado por la Caja de Ahorros de Navarra, Pamplona 1976, p. 350-351.

(14) G. Sarton, *Introduction to the History of Science*. Volumen III: *Science and Learning in the Fourteenth Century*, p. 108, 476 y 1405.

(15) H. Lamar Crosby (editor), *Thomas of Bradwardine: His Tractatus de Proportionibus; Its Significance for the Development of Mathematical Physics*, University of Wisconsin Press, Madison 1955.

(16) S.L. Jaki, *Science and Creation. From eternal cycles to an oscillating universe*, Scottish Academic Press, Edinburgh and London 1974.

(17) H. Denifle, *Chartularium Universitatis Parisiensis*, tomo II, Paris 1891, p. 485-486 (n. 1023), 505-507 (n. 1042), 576-587 (n. 1124) y 587-590 (n. 1125).

(18) Un estudio sobre la persona y trabajos de Oresme se encuentra en: F. Meunier, *Essai sur la vie et les ouvrages de Nicole Oresme*, Tesis de Paris, 1857.

(19) El comentario al *De caelo* de Aristóteles fue editado en francés, acompañado de notas y de un estudio crítico de las obras de Oresme, por: A.D. Menut - A.J. Denomy, *Maistre Nicole Oresme: Le Livre du ciel et du monde. Text and commentary*. *Mediaeval Studies*, III (1941), p. 185-280; IV (1942), p. 159-297; V (1943), p. 167-333. Esta obra fue publicada en forma de libro por University of Wisconsin Press, Madison 1968. Se han publicado también: H.L.L. Busard, *Nicole Oresme: Quaestiones super geometriam Euclidis*, Brill, Leiden 1961; E. Grant, *Part I of Nicole Oresme's Algorismus proportionum*, *Isis*, LVI (1965), p. 327-341 (con traducción inglesa y notas); E. Grant, *Nicole Oresme: De proportionibus proportionum and Ad pauca respicientes*, University of Wisconsin Press, Madison 1966 (con traducción inglesa y anotaciones); M. Clagett, *Nicole Oresme and the Medieval Geometry of Qualities and Motions, A Treatise on the Uniformity and Difformity of Intensities known as Tractatus de configurationibus qualitatum et motuum*. University of Wisconsin Press, Madison 1968 (con traducción inglesa y comentarios); E. Grant, *Nicole Oresme and the Kinematics of Circular Motion: Tractatus de commensurabilitate vel incommensurabilitate motuum celi*, University of Wisconsin Press, Madison-Milwaukee-London 1971 (con traducción inglesa y comentario).

(20) En la obra de Menut mencionada en la cita anterior se incluye un estudio de las obras de Oresme, que fue completado por Menut en dos estudios publicados en: *Mediaeval Studies*, XXVIII (1966), p. 279-299 y XXXI (1969), p. 346-347.

(21) Los fragmentos más destacados de las obras de Oresme que hacen referencia a las ciencias, acompañados de comentarios, se encuentran recopilados en: E. Grant (editor), *A Source Book in Medieval Science*, Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, 1974.

(22) Una selección de textos de Oresme sobre las matemáticas se encuentra en la obra de Grant citada en la nota anterior, p. 130-135 y 150-159.



(23) En la obra citada en la nota 21, las respectivas selecciones de textos se encuentran en las p. 243-253 y 306-312. Duhem estudió ampliamente estos temas en: P. Duhem, *Le Système du Monde*, 10 volúmenes, Hermann, Paris 1913-1917 y 1954-1959, de modo especial en el volumen VII, p. 534-569 y 582-587, y el en volumen VIII, p. 214-225 y 296-308. El tratado sobre las cualidades editado por Marshall Clagett con el título indicado en el texto (ver nota 19), es titulado por Duhem *Tractatus de figuracione potentiarum et mensurarum difformitatum*. Además, en su comentario a la Política de Aristóteles, Oresme se refiere a un tratado anterior titulado *De difformitate qualitatum* donde había estudiado el tratamiento matemático de las cualidades, y parece que el tratado que se divulgó con el título *De latitudinibus formarum* sería un resumen de las ideas de Oresme hecho por algún discípulo.

(24) P. Duhem, *Le Système du Monde*, citada, tomo VII, p. 534.

(25) S.L. Jaki, *Science and Creation*, citada, p. 234.

(26) H. Dingler, *Ueber die Stellung von Nicolas Oresme in der Geschichte der Wissenschaften*, *Philosophisches Jahrbuch*, XLV (1932), p. 58-64.

(27) P. Duhem, *Le Système du Monde*, citado, volumen VII, p. 550. La explicación de Oresme, junto con comentarios de Clagett, se encuentra en: E. Grant, *A Source Book in Medieval Science*, citado, p. 243-253.

(28) Galileo Galilei, *Discorsi e dimostrazioni matematiche intorno à due nuove Scienze*, 1638, giornata terza, theorema I, propositio I. En *Opere*, G. Barbèra, Firenze 1968, volumen VIII, p. 208-209.

(29) E. Grant, *Physical Science in the Middle Ages*, citado, p. 58-59. La explicación de Oresme se encuentra en: E. Grant, *A Source Book in Medieval Science*, citado, p. 243-253.

(30) P. Duhem, *Le Système du Monde*, citada, volumen VIII, p. 296-297.

(31) El texto de Buridan, con comentarios de Clagett, se encuentra en: E Grant, *A Source Book in Medieval Science*, citado, p. 280-284.

(32) Un buen resumen de la cuestión se encuentra en: A.C. Crombie. *Historia de la ciencia: de San Agustín a Galileo*, Alianza, Madrid 1974, volumen 2, p. 67-75. Los textos de Buridan con comentarios de Clagett se encuentran en: E. Grant, *A Source Book in Medieval Science*, citado, p. 275-284.

(33) Selecciones de textos de Oresme sobre estos temas, con comentarios de E. Grant, se encuentran en: E. Grant, *A Source Book in Medieval Science*, citado, p. 503-510, 529-539 y 547-554.

(34) T.S. Kuhn, *La revolución copernicana. La astronomía planetaria en el desarrollo del pensamiento occidental*, Ariel, Barcelona 1978, p. 161-162.

(35) P. Duhem, *Le Système du Monde*, citado, volumen IX, p. 341.

(36) Una selección del texto, con comentarios de E. Grant, se encuentra en: E. Grant, *A Source Book in Medieval Science*, citado, p. 529-539.

(37) R. Delachenal, *Histoire de Charles V*, Picard, 5 volúmenes, Paris 1909-1931: volumen II, p. 367.

(38) G. Sarton, *Introduction to the History of Science*, citado, volumen III, p. 1491.

(39) S.L. Jaki, *Science and Creation*, citado; *The Road of Science and the Ways to God*, University of Chicago Press, Chicago 1978. Véase la nota 16 con el texto correspondiente.

(40) R. Delachenal, *Histoire de Charles V*, citada, volumen I, p. 15.

(41) *Ibid.*, volumen II, p. 264-265.

(42) P. Duhem, *Le Système du Monde*, citado, volumen VII, p. 534.

(43) Un excelente estudio sobre Duhem es: S.L. Jaki, *Uneasy Genius: The Life and Work of Pierre Duhem*, Nijhoff, Dordrecht 1987.

(44) K. Michalski, *La physique nouvelle et les différents courants philosophiques au XIVe siècle*, Imprimerie de l'Université, Cracovia 1928, p. 207.

(45) D.B. Durand, *Nicole Oresme and the Mediaeval Origins of Modern Science*, *Speculum*, XVI (1941), p. 167-185.

(46) A Koyré, *Estudios galileanos*, Siglo veintiuno, Madrid 1980, p. 5-6.

(47) S.L. Jaki, *Science and Creation*, citada, p. 234-243.

(48) *Ibid.*, p. 236.

(49) E. Grant, *Physical Science in the Middle Ages*, citada, p. 57-59.

(50) R. Dugas, *La Mécanique au XVIIe siècle. Des antécédents scolastiques a la pensée classique*, Editions du Griffon, Neuchatel 1954.

(51) T.S. Kuhn, *La Revolución copernicana*, citada, p. 160-161.

(52) *Ibid.*, p. 169.

(53) *Ibid.*, p. 171.