



Las ciencias exactas y físico-naturales

© por Julio Samsó

Índice

- [Las ciencias exactas y físico-naturales](#)
 - - [Generalidades](#)
 - - [La Corona de Castilla en el siglo XIII](#)
 - [Las traducciones árabo-latinas del siglo XIII](#)
 - [La obra científica de Alfonso X: traducciones y obras originales](#)
 - [Generalidades](#)
 - [Los colaboradores científicos del rey](#)
 - [Traducciones fieles y traducciones interpoladas](#)
 - [Traducciones con adiciones originales: «Lámina Universal» y «Alcora»](#)
 - [Una curiosa adaptación: el astrolabio redondo](#)
 - [Una obra de origen misterioso: el astrolabio llano](#)
 - [Una falsa traducción: la «Ochava Espera»](#)
 - [Sobre otras obras originales. Las «Tablas Alfonsés»](#)

- [La ciencia en la Corona de Aragón en los siglos XIII-XV](#)
 - [Generalidades](#)
 - [Las traducciones árabo-hebreas \(siglos XIII y XIV\)](#)
 - [La matemática y la astronomía/astrología de Ramón Llull](#)
 - [La alquimia: los escritos atribuidos a Arnau de Vilanova \(c. 1238-1311\) y a Ramón Llull](#)
 - [La astronomía en la Corona de Aragón en los siglos XIV y XV](#)
 - [La cartografía en la Corona de Aragón en los siglos XIV y XV](#)
-
- [La astronomía en la Corona de Castilla en los siglos XIV y XV](#)
 - [Los astrónomos judíos del siglo XIV](#)
 - [La decadencia en la primera mitad del XV: el «Tratado de Astrología» atribuido a Enrique de Villena](#)
 - [La figura de Abraham Zacuto en la segunda mitad del siglo XV](#)
 - [La cátedra de Astrología de la Universidad de Salamanca](#)
 - [La astronomía náutica a finales del siglo XV](#)

Las ciencias exactas y físico-naturales

Julio Samsó

Generalidades



El desarrollo de la ciencia en la España bajomedieval es un obvio apéndice de la ciencia andalusí con la que coexiste durante la fase de decadencia de la Granada nazarí¹. Las causas de este hecho son obvias: ciencia islámica y ciencia cristiana tienen los mismos fundamentos constituidos por las traducciones greco-árabes y las aportaciones de los científicos árabes

orientales que llegaron a al-Andalus y, como consecuencia de esta llegada, estuvieron al alcance tanto de los científicos andalusíes como de los traductores que, entre los siglos X y XIII, incorporaron estos materiales a la cultura propia. Esto explica el que, en buena parte, las disciplinas que se cultivan sean las mismas: astronomía y medicina. No existe un desarrollo importante de la matemática, al igual que sucede en al-Andalus, donde sólo esporádicamente aparecen matemáticos importantes en el siglo XI. Excepciones a este principio son el desarrollo de una agronomía andalusí que no tiene contrapartida en la España cristiana, la aparición de un curioso desarrollo de la alquimia en la Corona de Aragón en el siglo XIV que carece de unos precedentes claros (sólo existe un texto importante, la *Rutbat al-hakīm* en el siglo XI) en al-Andalus y el brillante desarrollo de una cartografía mallorquina cuyos orígenes resultan muy oscuros.

La dependencia de la ciencia andalusí es patente si consideramos quiénes son los científicos importantes: en general se trata de judíos, que son los herederos de la tradición andalusí. Cada vez que la frontera avanza hacia el Sur, los científicos musulmanes emigran hacia tierras islámicas peninsulares o del norte de África, razón por la cual no existe una ciencia mudéjar. No ocurre lo mismo, en cambio, con los judíos, que no tienen a dónde emigrar y cuyo conocimiento del árabe les permite acceder a una bibliografía mucho más extensa que la disponible en traducciones latinas o romances. Estos científicos judíos utilizarán el castellano (Alfonso X), el catalán (Pedro IV) y el árabe como lenguas vehiculares, pero, a partir del siglo XII, cada vez será más frecuente el uso del hebreo, con lo cual sus aportaciones no resultarán accesibles a los estudiosos cristianos.

Finalmente veremos a lo largo de estas páginas cómo el centro de gravedad de la producción científica se alternará entre la Corona de Castilla y la de Aragón: el siglo XIII es, sin duda, un siglo castellano, sobre todo en su segunda mitad, dado el empujón que Alfonso X dará a los estudios astronómicos. En el siglo XIV, en cambio, hay que situar el énfasis en la Corona de Aragón donde, sobre todo, Pedro IV el Ceremonioso intentará emular a su predecesor castellano, aparecerán los primeros astrónomos no

judíos y se producirá el desarrollo original de la cartografía náutica mallorquina. Finalmente, el siglo XV volverá a centrarse en Castilla en donde, hacia 1460, veremos surgir una astronomía universitaria.

La Corona de Castilla en el siglo XIII



Las traducciones árabo-latinas del siglo XIII



Las traducciones de obras científicas árabo-latinas, que tanta importancia adquirieron en el período comprendido entre finales del siglo XI y últimos del XII, primero en el valle del Ebro y, más tarde, en Toledo, no tienen, en modo alguno, la misma trascendencia en el siglo XIII. Buena parte de la obra de autores orientales que había llegado a al-Andalus hasta, aproximadamente, la caída del Califato en 1031 había sido asimilada y transmitida por los grandes traductores del XII². Los escasos nombres importantes del siglo que nos ocupa van a sentirse, sobre todo, atraídos por el renacimiento filosófico de los autores andalusíes de la época almorávide y almohade (Averroes y al-Bitrūyī, sobre todo) y por el *corpus* aristotélico que aquéllos han puesto de moda³. El siglo XIII, por ello, está marcado ante todo por la recepción de Aristóteles y de la interpretación que, de éste, han realizado el andalusí Averroes y el oriental Avicena⁴, del mismo modo que la obra traductora de los colaboradores de Alfonso X pretenderá, ante todo, recuperar a los astrónomos andalusíes del siglo XI. Dejando aparte a los traductores alfonsíes, los nombres dignos de mención en este siglo, con el que termina la etapa de las traducciones árabo-latinas, son cuatro: Alfredo Sareshel (finales del s. XII y principios del XIII), buen conocedor de Aristóteles, autor de una versión del *De plantis* pseudoaristotélico y de una traducción de la parte alquímica de la *Šifā'* de Avicena; Pedro Gallego, confesor de Alfonso X y obispo de Cartagena entre 1252 y 1267, a quien se atribuye una versión del *De animalibus* de Aristóteles para la que utilizó un resumen árabe de la obra griega, así como el comentario

de Averroes, y Hermann el Alemán (Toledo, 1240 y 1256), traductor de diversos comentarios del filósofo cordobés. Mención aparte merece Miguel Scoto, de quien me ocuparé con más detalle.

Cabe preguntarse hasta qué punto la selección de algunas de las obras traducidas en este período se hace en función de los intereses del arzobispo de Toledo, Gonzalo García Gudiel (m. 1298), quien encargó la traducción de los libros sobre ciencia natural de la *Šifā'* de Avicena que no habían sido vertidos al latín por Domingo Gundisalvo. El arzobispo se enorgullecía, en 1273, de poseer, en su biblioteca, los comentarios de Averroes, así como el *De animalibus* aristotélico, escritos de puño y letra de su traductor (probablemente Miguel Scoto) y, en todo caso, tenía en 1280 el *Liber de coelo et mundo cum commento Averrois*, un *Liber de animalibus*, un segundo *Liber de animalibus in nova translatione* y un *Alpitragius cum quibusdam aliis*⁵.

He mencionado el nombre de Miguel Scoto quien es, sin duda, la figura más importante de la época entre los traductores científicos árabo-latinos. Este personaje de origen escocés y que terminó su vida en Sicilia al servicio de Federico II (de manera similar a como Hermann el Alemán trabajó, entre 1258 y 1266, para Manfredo de Nápoles) se encontraba sin duda en Toledo en 1217, de acuerdo con el colofón de su versión del *De motibus celorum* de al-Bitrūyī⁶. Según Haskins⁷, las obras que, con seguridad, corresponderían a su etapa toledana serían, además del *De motibus*, su versión de la *Historia animalium* de Aristóteles (terminada en Toledo antes del 21 de octubre de 1220), el *De coelo et mundo* (acompañado por el gran comentario *-tafsīr-* de Averroes)⁸ y el *De anima* (también con el comentario de Averroes). El resto de su producción, tanto traducciones como obras originales, correspondería a su etapa siciliana, pero en ella aparecen, probablemente, ecos de su estancia en Toledo como las citas de al-Fargānī, del *Almagesto* y de las *Tablas de Toledo* que se encuentran en su *Liber Introductorius*⁹.

De entre sus obras toledanas sólo su traducción del *Kitāb fī-l-hay'a* (*De motibus celorum*) de al-Bitrūyī puede estudiarse con una cierta comodidad, ya que disponemos de un facsímil del manuscrito árabe, acompañado de una

traducción inglesa, y de una edición de la traducción latina¹⁰. Se trata de una versión realizada en colaboración con un cierto *Abuteo leuita* al que Millás identificó con *Abū Dawūd*, convertido al cristianismo con el nombre de Andrés y al que el papa Honorio III nombró, en 1225, canónigo de la catedral de Palencia¹¹. Entre ambos llevarían a cabo, probablemente, una de las características traducciones «a cuatro manos» que se realizaron en los siglos XII y XIII¹². El contenido de la obra corresponde, sin duda, a los intereses de la época: una cosmología que pretende, en vano, superar los inconvenientes físicos que presentaban los modelos astronómicos del *Almagesto* de Tolomeo. La versión de Miguel Scoto tiene, sin embargo, el interés de constituir el primer canal por el que se introdujo en Europa la dinámica neoplatónica que impregna la obra de al-Bitrūyī¹³. Tiene interés el señalar que Scoto es un traductor fiel, que comprende bastante bien a su fuente -salvo en un número reducido de ocasiones en que se ve superado por la dificultad matemática del original, con lo que opta por resumir o suprimir un párrafo- y sólo comete errores o se toma libertades de manera accidental. La mayor parte de sus errores son fácilmente explicables en función de las características del original traducido: tiene dificultades para identificar los nombres de los astrónomos de la Antigüedad, a partir de una forma transliterada en árabe, por lo que Hiparco se convierte, como es habitual, en *Abrachis*, Aristilo en *Arsatilis* y Menelao en *Mileus*¹⁴. Más grave resulta su incapacidad para reconocer *al-Kaldaniyyūn* («los caldeos»), que se convierten en un misterioso *Alkademein*, astrónomo que habría realizado observaciones antes de los tiempos de Nabucodonosor¹⁵. Al-Bitrūyī no parece conocer bien la terminología astronómica al uso y utiliza el término *'ard* con el doble valor de «latitud» y «declinación»: Miguel Scoto le sigue y traduce sistemáticamente *'ard* por *latitudo*¹⁶. Los ejemplos de esta índole podrían multiplicarse, pero resulta más interesante subrayar los esfuerzos de adaptación cultural realizados por nuestro traductor. Al-Bitrūyī utiliza, por ejemplo, *ta'lim* y sus derivados (*ta'ālīm* y el adjetivo *ta'limī*) con el sentido de «matemáticas» y «astronomía matemática», opuesta a *tabī'a* y *tabī'ī* («filosofía natural»), y Miguel Scoto utiliza, para traducir *ta'lim*, un término derivado de *quadrivium*¹⁷. En otras ocasiones estas adaptaciones entran en el campo de lo religioso y vemos, así, que Allāh se traduce, a menudo, por Jesucristo y no por

Dios, que se considera, tal vez, excesivamente ambiguo¹⁸. Igualmente llama la atención el que Scoto que, habitualmente, es fiel a sus fuentes, suprima un largo pasaje de al-Bitrūyī en el que éste cita el *Corán* (2,256; 27,26 y 37,6). Estos versículos mencionan la *kursī* (silla) y el *'arš* (trono) de Dios, dos términos que son identificados por el astrónomo andalusí con la octava y la novena esfera¹⁹. Cabe preguntarse, no obstante, si el pasaje de al-Bitrūyī permaneció en la memoria de Miguel Scoto: Haskins editó un largo pasaje del *Liber particularis* una obra original de nuestro autor, en el que aparece un cuestionario dirigido por Federico II a Miguel Scoto acompañado por las respuestas de este último. Entre otros temas, surge el interés del monarca por determinar el cielo en el que se encuentra Dios y por establecer de qué manera se sienta en su trono («in quo celo Deus est substantialiter, scilicet in divina maiestate, et qualiter sedet in trono celi»)²⁰.

La obra científica de Alfonso X: traducciones y obras originales △▽



Generalidades

La segunda mitad del siglo XIII está dominada, en la Península Ibérica, por la figura de Alfonso X, quien ha pasado a la historia como patrocinador de un amplio programa de traducciones -y, como veremos, no sólo de traducciones- de textos astronómicos, astrológicos y mágicos árabes al castellano²¹, temas a los que sólo cabe añadir la posible traducción de dos textos agronómicos²². Nuestro monarca cree, sin duda, en la astrología, aprueba, en las *Partidas*, la adivinación del futuro mediante las estrellas y castiga, con la pena de muerte, la práctica de la magia *con el fin de dañar a otra persona*, pero no en otros supuestos²³. Es probable que el proyecto real consistiese en la elaboración de, por lo menos, dos grandes colecciones misceláneas²⁴. La primera tendría carácter mágico y a ella debía pertenecer la versión alfonsí del *Picatrix*²⁵, la serie de *Lapidarios*²⁶, y el llamado *Libro de la mágica de los signos*²⁷. La segunda sería astronómico/astrológica y está constituida por los célebres *Libros del Saber de Astronomía* o de *Astrología*²⁸. A las dos colecciones

anteriores hay que añadir varias obras independientes (?) como la *Cosmología* de Ibn al-Haytam²⁹, los *Cánones* de al-Battānī³⁰, el tratado sobre el *Cuadrante sennero*³¹, el *Almanaque* de Azarquiel³², las dos versiones de las *Tablas Alfonsíes*³³, el *Cuadripartito* de Tolomeo con el comentario de 'Alī ibn Ridwān, el *Libro conplido* de Aly Aben Ragel³⁴ y el *Libro de las Cruces*³⁵.

El nivel científico de la obra de Alfonso X resulta un tanto desigual, dependiendo, en muchas ocasiones, de la categoría de los colaboradores que participan en cada obra. Pese a ello, su talla se pone de relieve cuando se comparan las peores obras científicas alfonsíes con, por ejemplo, la *Summa de Astronomia* de su contemporáneo, el obispo de Cartagena, Pedro Gallego, antes mencionado como traductor³⁶. Alfonso destaca, ante todo, por el uso de la lengua vulgar como vehículo científico³⁷ -cualesquiera que fueran sus razones y con todos los inconvenientes que esta actitud tuvo con vistas a la difusión de su obra- y por su enorme curiosidad por conocer y divulgar las mejores fuentes árabes que tenía a su disposición. Los prólogos de algunas obras alfonsíes hacen hincapié en el interés del monarca por conseguir manuscritos árabes de obras poco corrientes y, por otra parte, conocemos, al menos, dos manuscritos árabes que, probablemente, fueron copiados en la corte real bajo el patrocinio del Rey Sabio³⁸.

Los colaboradores científicos del rey



Para llevar a cabo esta labor, el rey Alfonso -cuya intervención personal en la misma debió ser mínima- se valió de un equipo constituido por un musulmán converso (Bernardo el Arábigo), cuatro cristianos españoles (Fernando de Toledo, Garci Pérez, Guillen Arremón d'Aspa y Juan d'Aspa), cuatro italianos (Juan de Cremona, Juan de Mesina, Pedro de Regio y Egidio Tebaldi de Parma) y cinco judíos³⁹. De entre ellos, tanto Bernardo el Arábigo como los cristianos españoles parecen haber tenido escaso peso específico y sólo de uno de estos últimos (Garci Pérez) existe constancia de su competencia como astrónomo, ya que el *Lapidario* dice de él que «era otrossi mucho entendido en

este saber de astronomía». De entre los italianos, dos (Juan de Mesina y Juan de Cremona) participan en la revisión de la primera traducción del *Tratado de la Azafea*, mientras que la labor de los otros dos parece relacionarse exclusivamente con las retraducciones latinas del *Libro conplido* y del *Cuadripartito*. E. S. Procter⁴⁰ ha relacionado la presencia de estos italianos en la cancillería del rey Alfonso con la tentación imperial del monarca que se extiende a lo largo del período comprendido entre 1256 y 1275. Abundando en la misma hipótesis, podría también sugerirse que las retraducciones latinas pueden ser también el resultado de sus deseos imperiales: difícilmente la labor astronómica del monarca puede ser conocida más allá de las fronteras de su reino si aparece exclusivamente redactada en castellano. La máxima expresión de esta política se encontraría, probablemente, en la versión latina de las *Tablas Alfonsíes*, en la que aparece una pretensión de universalidad que estaría muy de acuerdo con el proyecto de elaborar unas tablas astronómicas «imperiales»⁴¹.

Los judíos (Yehudá ben Mošé⁴², Isaac ben Sid -llamado Rabiçag-, Abraham Alfaquín, Šemuel ha-Leví y Don Mošé) constituyen, sin duda, el grupo más importante y, entre ellos, destaca la labor de Yehudá y Rabiçag, que no sólo son los más productivos de todo el conjunto, sino que a ellos, exclusivamente, se debe la confección de las *Tablas Alfonsíes*. La aportación de los otros tres tiene una trascendencia mucho menor y, en el caso de uno de ellos por lo menos (Abraham⁴³), nos vemos obligados a constatar su incompetencia como astrónomo.

Traducciones fieles y traducciones interpoladas



Las traducciones alfonsíes son de los dos tipos mencionados y sólo un cotejo sistemático de una de ellas con su presunto original árabe permite clasificarla. De este modo, Millás⁴⁴ habló de literalismo de los traductores alfonsíes basándose en algunas catas hechas sobre el *Tratado de la açafeha*, que es, realmente, una traducción fiel al original⁴⁵, como también lo son los

Cánones de al-Battānī⁴⁶ y, probablemente, el *Libro conplido*. Están por estudiar, en este sentido, otras obras como el *Almanaque* de Azarquiel. No obstante, lo más habitual es que los colaboradores alfonsíes elaboren sus traducciones con una total libertad e interpolen textos propios cuando lo consideren conveniente. En muchos casos, no obstante, la inexistencia de un original árabe hace que persista la duda acerca de la fidelidad de la traducción alfonsí: es el caso de las versiones alfonsíes de los tratados de Ibn al-Samh y Azarquiel sobre el ecuadorio⁴⁷. Pese a ello existen indicios, al menos en el segundo de estos tratados, de la posible interpolación alfonsí de, por lo menos, un capítulo⁴⁸.

Traducción interpolada es, por ejemplo, el *Picatrix*, versión latina, realizada a partir de una previa versión castellana⁴⁹ atribuida a Yehudá ben Mošé, de un original árabe andalusí anónimo de mediados del siglo XI (*Gāyat al-hakīm*). El traductor alfonsí introduce, en su versión, largas interpolaciones de materiales concordantes con el original⁵⁰, y también auténticas puestas al día en cuestiones sobre las que considera que la fuente árabe ha quedado desfasada. Lo mismo sucede con el *Lapidario*, en el que el redactor alfonsí no se limita a traducir, sino que introduce materiales procedentes del *Picatrix*.

Si salimos del terreno mágico para adentrarnos en el de la astrología, conviene traer a colación el curiosísimo caso del *Libro de las Cruces*. La versión alfonsí remonta, en último término, al texto astrológico andalusí más antiguo que se conoce, ya que conservamos 39 versos de una *ur̄yūza* (poema didáctico escrito en metro *raʿyaz*) escrita por 'Abd al-Wāhid ibn Ishāq al-Dabbī, que fue astrólogo de corte de Hišām I (788-796)⁵¹: este fragmento constituye una versificación del capítulo 57 del texto alfonsí, aunque la versión traducida por Yehudá ben Mošé y Juan d'Aspa debió ser un texto revisado, probablemente en el siglo XI, por un tal «Oueidalla el sabio» que parece poderse identificar con un misterioso 'Abd Allāh ibn Ahmad al-Tulaytūf⁵². Ahora bien, pese a que poco más puede decirse mientras no se descubra el original árabe que utilizaron los traductores, una lectura atenta del texto muestra la existencia de interpolaciones debidas a Yehudá ben Mošé (notas y precisiones aclaratorias de «el trasladador» en el capítulo X de la obra) y de un gran añadido, bajo la forma de un capítulo sobre geografía astrológica, que tiene

todas las características de deberse a uno de los colaboradores del rey Alfonso⁵³.

Una mayor libertad aún en el tratamiento de la fuente se observa en la versión latina de la *Cosmología* de Ibn al-Haytam⁵⁴. Aquí, el prólogo del texto latino es original del círculo alfonsí y sustituye el primer capítulo de la obra de Ibn al-Haytam y en él se establece que los materiales de la obra original han de ser reestructurados («Mandauimus... quod ordinaret modo meliori quam ante fuerat ordinatus») y se han de introducir ilustraciones. Ambas órdenes se cumplieron, sin duda, tal como puede comprobarse con un análisis del texto, con mejor o peor fortuna: se aumentó el número de capítulos (48 en lugar de 15) fragmentando los materiales de la fuente, alterando su orden y añadiendo los títulos correspondientes. Hasta aquí no hay gran cosa que decir: las alteraciones pueden facilitar el uso del libro. No obstante, hay que llamar la atención sobre el hecho de que mientras la obra de Ibn al-Haytam agrupa en un solo capítulo el tratamiento de los tres planetas superiores (Saturno, Júpiter y Marte) y, en otro, el de los inferiores (Venus y Mercurio), la versión alfonsí dedica un capítulo independiente al estudio de cada planeta, recurriendo al expediente de repetir, de manera idéntica, la descripción general que Ibn al-Haytam ha realizado del grupo correspondiente.

Traducciones con adiciones originales: «Lámina Universal» y «Alcora» △▽

Parece claro que el rey Alfonso aspiraba, entre otras cosas, a disponer de una buena colección de tratados sobre instrumental astronómico, ya que esto parece el propósito fundamental de la compilación de los *Libros del Saber de Astronomía* en la que sólo el primer tratado, sobre las estrellas de la *Ochava espera*, se encuentra al margen de esta temática⁵⁵. De todos los instrumentos descritos en el conjunto de las obras astronómicas alfonsíes sólo dos (esfera armilar y cuadrante *sennero*) pueden considerarse, propiamente, instrumentos de observación, mientras que los restantes (esfera celeste, astrolabio redondo o esférico, astrolabio llano, lámina para calcular el *ataçir/al-tasyir*, azafea,

lámina universal, ecuatorios y cuadrante *vetus*) son, ante todo, calculadores analógicos destinados a resolver gráficamente problemas de astronomía y astrología esférica o a calcular aproximadamente posiciones planetarias. La tradición islámica es riquísima en tratados destinados tanto a describir la construcción como el uso de tales instrumentos, pero, evidentemente, son más frecuentes los tratados de uso que los de construcción, por ser mucho mayor el mercado de usuarios que el de constructores de estos instrumentos.

Por parte del rey Alfonso existe un deseo de disponer de un tratado de construcción y otro de uso para cada instrumento. Si dispone de un original árabe adecuado a sus necesidades, lo manda traducir, pero, si carece de una fuente, ordena -normalmente a Rabiçag- la redacción de un tratado original. Por razones obvias, la mayor parte de estas obras originales sobre instrumental astronómico suelen ser tratados de construcción. Una notable excepción está constituida por el *Libro de las Armellas* en el que la parte dedicada a la construcción⁵⁶ parece traducción de un original de Azarquiel (con algún indicio de interpolación), mientras que el tratado de uso⁵⁷ puede deberse a Rabiçag.

Más convencional resulta el caso del tratado sobre la *Lámina Universal*, en el que la parte dedicada a la descripción del uso del instrumento⁵⁸ es, probablemente, traducción de la obra del astrónomo toledano 'Alī ibn Jalaf -dedicada por éste a al-Ma'mūn de Toledo en 464 H./1071-72- mientras que el tratado de construcción es obra original de Rabiçag⁵⁹. Ahora bien, este instrumento no es más que una evolución de la azafea de Azarquiel sobre la cual los colaboradores del rey Alfonso disponían del doble tratado de construcción y de uso y los tradujeron con toda fidelidad. Tanto la lámina universal como la azafea utilizan el mismo sistema de proyección meridiana y, a la hora de redactar el tratado de construcción del primero de estos instrumentos, Rabiçag se limitó a adaptar el correspondiente tratado de construcción de la azafea escrito por Azarquiel, introduciendo escasísimos materiales originales⁶⁰.

Más curioso resulta el caso de la *Alcora*⁶¹, el calculador analógico más elemental que existe: una esfera celeste. El tratado de uso es una fiel

traducción del original árabe redactado, en el siglo IX, por Qusta ibn Lūqa. El de construcción, con el que empieza el texto, es una aportación alfonsí en cuatro capítulos atribuida, a veces, a Rabiçag y en él se introducen algunas modificaciones, que pueden considerarse mejoras, en el instrumento descrito en la fuente árabe. Se añade, además, un capítulo final, debido a don Mošé sobre cómo utilizar la alcora para obtener el *ataçyr (tasyīr)*, técnica astrológica cuyo propósito fundamental es calcular el período de tiempo que transcurrirá hasta que se produzca determinado acontecimiento que afecta a la vida del sujeto del horóscopo. Con este propósito, don Mošé recurrirá a dos accesorios que añadirá a la alcora, uno de los cuales (un cuadrante auxiliar) había sido descrito ya en la parte de la obra sobre la construcción del instrumento. De todo esto pueden deducirse dos cosas: en primer lugar, que don Mošé no es el autor de los cuatro capítulos iniciales y que redactó el capítulo final sin conocer el contenido del tratadillo de construcción citado. La lectura de la obra científica de Alfonso nos hace sospechar que la *Alcora* no constituye un caso aislado y que en una misma obra debieron colaborar, a veces, más de un traductor o más de un autor sin que coordinaran, entre sí, sus esfuerzos. Veremos algún otro ejemplo de esta índole, pero el más curioso que conozco relativo a la falta de cooperación y coordinación entre los distintos colaboradores del monarca aparece en la *Primera Crónica General de España*, en la que, al mencionar la primera expedición exploratoria musulmana dirigida por Tarīf en julio del 710/Ramadán del 91, el cronista señala que sabe que tuvo lugar durante el mes de Ramadán, pero que es incapaz de calcular la fecha juliana correspondiente⁶², un problema elemental que un miembro cualquiera del equipo de astrónomos hubiera podido resolver inmediatamente.

Una curiosa adaptación: el astrolabio redondo



El astrolabio redondo o esférico (*asturlāb kurī*) constituye una evolución de la esfera celeste, ya que consta, básicamente, de una esfera sobre la que se ha superpuesto una red o araña giratoria provista de índices que corresponden a la posición de un número determinado de estrellas y cuyo giro permite

representar el giro de la bóveda celeste en torno al observador. Este instrumento no parece haber tenido una gran difusión, debido probablemente a la gran popularidad de que gozó el astrolabio llano. No es de extrañar, por ello, que Rabiçag se viese obligado, por orden del rey, a redactar un tratado original sobre la construcción de este instrumento⁶³, tal como establece expresamente el prólogo que precede a la obra. Ahora bien, el texto no nos da la mínima información acerca del tratado de uso⁶⁴ y no queda claro si se trata de una traducción o de una obra original elaborada en el círculo alfonsí. Viladrich ha demostrado recientemente que el tratado de uso del astrolabio *esférico* es una adaptación, debida probablemente a uno de los colaboradores alfonsíes (¿por qué no el propio Rabiçag?) del tratado escrito por el astrónomo andalusí Abūl-Qāsim ibn al-Samh (m. 1030) sobre el astrolabio *llano*⁶⁵. Ambos instrumentos son calculadores analógicos que resuelven los mismos problemas, y el *modus operandi* para utilizarlos es, frecuentemente, muy similar o requiere una adaptación muy sencilla. De los 135 capítulos de que se compone el tratado alfonsí sobre el uso del astrolabio esférico, sólo unos treinta son independientes de la obra de Ibn al-Samh, siendo los restantes traducciones literales, resúmenes o adaptaciones del mismo a las características de un instrumento diferente.

Una obra de origen misterioso: el astrolabio llano



El tratado sobre la construcción y el uso del astrolabio llano⁶⁶ ha sido frecuentemente considerado como una obra original alfonsí, ya que no consta en el texto que se trate de una traducción ni se menciona el nombre del traductor o del autor del mismo. Esto es probablemente cierto en lo que respecta al tratado de uso, posiblemente una reelaboración a partir de materiales tomados de la escuela de Maslama de Madrid (m. 1007)⁶⁷. El problema resulta algo más complejo en lo que respecta al tratado de construcción que, tal vez, pueda ser una traducción de un original árabe⁶⁸. De entrada, ciertas características técnicas del sistema de trazado del instrumento lo relacionan con el comentario de Maslama al *Planisferio* de Tolomeo⁶⁹. Se ha

podido comprobar, por otra parte, que los capítulos 3-9 del tratado alfonsí sobre la construcción del instrumento se corresponden, casi literalmente, con los capítulos 7-16 del famoso tratado *De compositione astrolabii* que los manuscritos atribuyen a un tal Messahalla, identificado con el astrónomo judío iraquí del siglo VIII Māšā'allāh⁷⁰. Parece asimismo claro⁷¹ que el *De compositione* -tal vez el tratado sobre construcción del astrolabio más popular en la Europa latina a lo largo de toda la Edad Media- no puede atribuirse a Māšā'allāh, sino que es una compilación de textos diferentes redactados o traducidos del árabe entre los siglos X y XIII y que los capítulos 7-16 del mismo se relacionan, de nuevo, con los trabajos de la escuela de Maslama. Tenemos, pues, aquí una obvia fuente del tratado alfonsí sobre la construcción del astrolabio llano y una posible vía de investigación a la hora de establecer una hipotética relación entre el tratado alfonsí y el *De compositione* del pseudo-Māšā'allāh⁷².

Una falsa traducción: la «Ochava Espera»



En otros casos, en cambio, la investigación reciente⁷³ ha convertido en una obra original alfonsí lo que se consideraba, de acuerdo con el prólogo de la misma obra⁷⁴, una traducción y que tiene, entre otros méritos, el obvio interés de ser la primera obra europea que menciona la nebulosa de Andrómeda, desconocida por Tolomeo, y citada por primera vez por al-Sūfī (903-986). Así sucede con los *III Libros de la Ochava Espera* o *Libros de las Estrellas Fijas*⁷⁵, una compilación alfonsí realizada en 1256 por Yehudá ben Mošé y Guillen Arremón d'Aspa, revisada en 1276 por el mismo Yehudá con la colaboración de Juan de Mesina, Juan de Cremona y Šemuel ha-Levi. Incluso el propio Rey parece haber colaborado en una revisión estilística del texto definitivo. La fuente principal utilizada es el *Kitāb suwar al-kawākib* (*Libro de las constelaciones*) del astrónomo oriental Abū-l-Husayn al-Sūfī que aparece citado una sola vez en todo el texto bajo la forma *Abolfazen* (Abū-l-Hasan, en lugar de Abū-l-Husayn).

Los cuatro libros alfonsíes resumen buena parte de los datos que proporciona al-Sūfī: dedican un capítulo a cada constelación en los libros I-III, mientras que el libro IV se ocupa de cuestiones estadísticas (número de estrellas en cada constelación, en las regiones septentrional, zodiacal y meridional y en el conjunto del universo), así como de los nombres que la tradición popular árabe da a las estrellas. Parece claro que existieron, por lo menos, dos equipos de colaboradores que trabajaron de manera relativamente independiente: uno de ellos se ocupó de la redacción de los libros I-III, mientras que un segundo equipo trabajaba en el libro IV. Los materiales proceden básicamente de al-Sūfī, aunque estructurados de forma distinta y con adiciones: el catálogo de estrellas de cada constelación aparece resumido en una rueda en cuyo centro se representa la figura correspondiente a la misma. Buena parte de la obra, por otra parte, queda estructurada con criterios de *diseño* (en el sentido actual de este término) en función de un códice de lujo destinado al uso regio: el códice Villamil 156 de la Biblioteca de la Universidad Complutense. En este códice cada rueda se enfrenta a la descripción de la constelación correspondiente que, naturalmente, debe tener siempre una longitud similar. Los materiales derivados de al-Sūfī se citan *in extenso* si la constelación tiene escasas estrellas, pero se resumen drásticamente en el caso de que el número de estrellas sea muy elevado. Por otra parte, al-Sūfī no es la única fuente utilizada para la descripción de cada constelación: cada capítulo contiene una digresión final -tanto más larga cuanto menor sea el número de estrellas de la constelación- con escasa importancia astronómica, ya que suele ocuparse de temas relacionados con la iconografía, biología (si la constelación tiene forma de animal), aspectos de la vida diaria, religión (claros intentos de cristianizar una disciplina que podía resultar sospechosa) y, finalmente, astrología referida frecuentemente a la magia talismánica. Es posible, por ello, que *Ochava Espera* tenga una estrecha relación con el interés que Alfonso X sentía por la magia talismánica y que, además de al-Sūfī, exista, al menos, una segunda fuente relacionada con esta disciplina. Ello explicaría la afirmación del prólogo de que el Rey lo «mandó trasladar de caldeo et de aráuigo en language castellano»⁷⁶: la magia talismánica árabe suele siempre referirse a unos

presuntos antecedentes caldeos, tal como sucede con el *Lapidario* alfonsí, el *Picatrix* y la famosa *Agricultura Nabatea* de Ibn Wahšiyya⁷⁷.

Sobre otras obras originales. Las «Tablas Alfonsíes»



Visto hasta aquí un panorama rápido de las obras que, de una forma u otra, pueden considerarse traducciones o cuasi-traducciones, parece que el resto de la obra científica alfonsí puede estar constituido por obras originales, aunque, evidentemente, el descubrimiento de una fuente árabe puede hacer cambiar nuestro punto de vista. Originales son, quizá, el *Cuadrante con que rectifican*⁷⁸, escrito en 1277 por Rabiçag, en el que se describe el trazado y el uso de un cuadrante con cursor de tipo *vetus* cuya función primordial es determinar la hora en función de la altura del sol sobre el horizonte; la serie de cinco tratados sobre relojes⁷⁹, cuatro de los cuales están atribuidos a Rabiçag y uno a Šemuel ha-Levi. Toda esta serie de relojes carece de un estudio sistemático.

Distinta es la situación en lo que respecta al cuadrante *sennero*, instrumento que, pese a lo que parece indicar su nombre, no es un cuadrante de senos, sino un instrumento de observación que sirve para determinar acimut y altura de un cuerpo celeste por más que el texto alfonsí de Rabiçag, del que sólo conservamos un largo fragmento, no insiste en esta faceta de su aplicación sino que desarrolla, sobre todo, una serie de problemas de astronomía esférica y los resuelve aplicando la nueva trigonometría esférica desarrollada en Oriente a finales del siglo X y principios del XI, y conocida en al-Andalus en la segunda mitad de esta última centuria. Rabiçag utiliza aquí, con absoluta competencia, la nueva trigonometría por primera vez en Europa fuera de un contexto islámico⁸⁰.

El *Tratado del cuadrante sennero* y las *Tablas Alfonsíes* son, probablemente, las dos obras científicas salidas del círculo del rey castellano que alcanzan un nivel más elevado. Hay que señalar, no obstante, que las *Tablas* plantean multitud de problemas, el más elemental de los cuales es la existencia, por lo menos, de una doble versión de las mismas. Por una parte

tenemos el texto castellano de unos *cánones* (manual de instrucciones para el uso de las tablas) para los que no se conocen tablas numéricas⁸¹. Estos cánones llevan un prólogo en el que se especifica que sus autores son Yehudá ben Mošé y Rabiçag, que el texto se redacta entre 1263 y 1272 y que, transcurridos doscientos años desde las observaciones de Azarquiel (c. 1050-1085), el Rey ordena construir los instrumentos necesarios y observar en Toledo. En cumplimiento de estas órdenes, y siempre de acuerdo con el mencionado prólogo, se llevaron a cabo observaciones solares, de conjunciones planetarias y de eclipses solares y lunares. Resulta difícil controlar estas afirmaciones debido a la falta de tablas: los escasos parámetros numéricos mencionados en los cánones o en el resto de la obra castellana derivan de las *Tablas de Toledo* o de las del astrónomo tunecino, de principios del siglo XIII, Ibn Ishāq.

El cuadro se completa con la aparición, en París y a partir de 1320, de una nueva serie de *Tablas Alfonsíes*. Esta vez se trata de tablas numéricas, con epígrafes en latín, y sin cánones que puedan atribuirse a Alfonso, razón por la cual multitud de autores europeos -empezando con el grupo parisino de Juan de Sajonia, Juan de Murs, Juan de Linières, etc.- empiezan a redactar cánones originales que acompañen a estas tablas descabezadas. Las *Tablas Alfonsíes* conocen un enorme éxito y se difunden por toda Europa. La historia textual es, por ello, complejísima; carecemos de una edición crítica⁸² y el autor de cada nueva versión o adaptación de las mismas añade nuevas tablas de cosecha propia⁸³.

Por otra parte, es evidente que estas tablas latinas no tienen nada que ver con los cánones castellanos editados por Rico, que describen unas tablas radicalmente distintas. La situación de extrema confusión en la que nos encontramos ha llevado a Poulle⁸⁴ a negar toda relación entre las tablas latinas y la obra de Alfonso X: argumentos en favor del carácter alfonsí de las tablas latinas han sido presentados por Samsó-Castelló y, sobre todo, por North⁸⁵, trabajo que parece zanjar la cuestión. En mi opinión, cabe formular la siguiente hipótesis: Yehudá ben Mošé y Rabiçag iniciaron su labor en la tradición de las *Tablas de Toledo* y redactaron los cánones castellanos, sin que sepamos si

llegaron realmente a compilar la colección de tablas numéricas correspondientes. Ahora bien, esta fase fue pronto superada por la influencia de las tablas astronómicas de al-Battānī que fueron objeto de una versión alfonsí. Se empezó entonces una serie nueva de tablas, en la tradición albateniana, que debieron redactarse en latín o ser objeto de una retraducción latina en el contexto de la nueva política cultural motivada por las aspiraciones imperiales del rey Alfonso. El monarca aspiraba a presentarse como un mecenas ilustre cuyos intereses se encontraban muy por encima de las tres culturas en vigor en su reino (cristiana, islámica y judía) y estructuró sus tablas de tal modo que la unidad de tiempo básica (el día) fuera común a todos los calendarios. Prescindió, así, de las tablas de movimientos medios habituales en las tablas astronómicas, en las que se utilizaban años y meses -además de días- que son distintos según se utilice el calendario solar juliano, el calendario lunar musulmán o el lunisolar judío. Esta disposición revolucionaria de estas tablas latinas planteó problemas, en el momento de su difusión europea, y se realizaron reconversiones de las mismas a una estructura más tradicional, surgiendo así las versiones denominadas *tabulae resolutae*⁸⁶.

Sea o no cierta la hipótesis anterior, las *Tablas Alfonsíes* son, sin duda, la obra científica más importante de Alfonso, y su elaboración implica el punto de partida de una astronomía europea original, aunque muy influida por la tradición árabe. Parece claro que contienen parámetros originales, algunos de los cuales pueden ser el resultado de observaciones. Deberían ser objeto de un estudio detallado que exige, evidentemente, un análisis serio de la inmensa tradición manuscrita. Su influencia en Europa hasta bien entrado el Renacimiento fue enorme. Bastan dos ejemplos para concluir: Copérnico utilizó parámetros derivados de las *Tablas Alfonsíes* en su *Commentariolus*⁸⁷ y el año trópico alfonsí de 365 días 5 horas 49 minutos y casi 16 segundos es casi idéntico al año trópico medio utilizado por Copérnico en el *De revolutionibus* y constituyó la base de la reforma gregoriana⁸⁸.

La ciencia en la Corona de Aragón en los siglos XIII-XV



Generalidades

Mientras la ciencia castellana conoce un desarrollo interesante en la segunda mitad del siglo XIII, no ocurre nada similar (si exceptuamos la medicina) en la Corona de Aragón. El hecho más llamativo es, tal vez, el desarrollo de una importante corriente de traducciones científicas del árabe al hebreo que tienen lugar, sobre todo, en zonas del sur de Francia, parte de las cuales se encuentran sometidas a la soberanía catalano-aragonesa. La astronomía carece de cultivadores de talla: la obra de Ramón Llull constituye, como veremos, un notable fiasco desde el punto de vista científico. Las obras alquímicas atribuidas tanto a Llull como a Arnau de Vilanova son, probablemente, apócrifas, aunque no hay que descartar que parte de ellas fueran escritas en la Corona de Aragón en el siglo siguiente. La situación cambiará, sin duda, en el siglo XIV, especialmente durante el reinado de Pedro el Ceremonioso: se trata, sin duda, de un siglo de predominio científico catalano-aragonés debido al desarrollo de la alquimia, de la astronomía y, sobre todo, de la cartografía náutica.

Las traducciones árabo-hebreas (siglos XIII y XIV)



El nacimiento del hebreo como lengua científica se inicia en la Península Ibérica en el siglo XII, con la obra de personajes como Abraham bar Hiyya, pero se desarrolla en los siglos XIII y XIV, sobre todo en territorios del sur de Francia (Languedoc, Provenza y Rosellón). Interesa llamar la atención, brevemente, sobre esta corriente de traducciones no sólo porque algunas de ellas se llevan a cabo en regiones sometidas a la soberanía de la Corona de Aragón, sino porque el origen de la misma remonta a traductores judíos de origen hispano⁸⁹. Asimismo, algunos de estos traductores realizarán estancias en ciudades catalano-aragonesas o castellanas: es el caso de Šemuel ben

Tibbón, muerto hacia 1232, cuya actividad está documentada en Barcelona y Toledo; de Šem Tob b. Ishāq, de Tortosa, que trabajó, desde 1226, en Barcelona, Montpellier y Marsella; de Qalonymos b. Qalonymos b. Meir ha-Nasí, activo en Cataluña hacia 1322, y de Šemuel ben Yehudá de Marsella que se encontraba en Murcia en 1324. Finalmente, uno de estos personajes, Abraham b. Šemuel b. Hasday ha-Leví (m. 1240), realizará su labor como traductor de Maimónides en Barcelona, en el siglo XIII, y en la segunda mitad del siglo XIV, se producirá un florecimiento hispánico de las traducciones árabo-hebreas (de textos no científicos, pero sí médicos, filosóficos y teológicos) con figuras como los dos personajes denominados Yosef ben Yešu'a ha-Lorqí (en Lorca), David ben Salomón ben Ya'īš (en Sevilla), Šemuel ben Sa'adiya ben Motot (en Guadalajara) y Šelomó ben Labí (Aragón).

Todo este movimiento traductor aspirará a difundir la ciencia árabe entre las comunidades judías europeas. Hemos visto que las traducciones árabo-latinas del siglo XIII parecen haberse concentrado en la labor de los aristotélicos andalusíes del siglo anterior. No ocurre lo mismo con las traducciones árabo-hebreas: si bien la obra de la escuela antes citada -que incluye, es importante recordarlo, a Maimónides- constituye uno de los capítulos más importantes de los textos traducidos, se traducirán multitud de otras obras con criterios muchísimo más amplios que incluirán no sólo a los clásicos griegos de las matemáticas y de la astronomía, sino también a los grandes autores árabes de estas ciencias, tanto orientales como andalusíes. Resultado de esta labor será que cuando, en el siglo XIV, el gran astrónomo judío, de Aviñón, Levi ben Gerson (1288-1344) redacte su *Sefer Tekuná* (posiblemente la obra astronómica más original de toda la Edad Media) dispondrá de toda la bibliografía árabe necesaria convenientemente traducida al hebreo.

La matemática y la astronomía/astrología de Ramón Llull △▽

Ramón Llull (1232-1315) es la única figura digna de mención dentro del marco del siglo XIII por más que su aportación propiamente científica sea nula.

Su intento de crear *arte* universal y un método de razonamiento aplicable a todas las disciplinas tiene un obvio interés por su desarrollo de una combinatoria y por el uso de un simbolismo a base de letras del alfabeto, pero está inevitablemente condenado al fracaso por la insuficiencia de sus planteamientos y esto es lo que sucede con su *Nova Astronomia*⁹⁰, que, como veremos, es un tratado de astrología. Por otra parte, en lo que respecta a la combinatoria luliana, se ha dicho⁹¹ que Llull era capaz de calcular el número de combinaciones de m elementos tomados de n en n , aunque no parece estar claro el método que utilizaba: simple desarrollo mecánico o algún procedimiento de carácter general. Ahora bien, cuando en su *Astronomía* pretende analizar todas (?) las conjunciones posibles de los siete planetas en los cuatro primeros signos zodiacales, sólo desarrolla 28 combinaciones por signo, cuando el número posible de combinaciones (para $m=7$ y n todos los dígitos comprendidos entre 1 y 7) es de 120. Cabe preguntarse si Llull ha creído descubrir una falsa ley en virtud de la cual el número de posibles conjunciones de siete planetas en un signo zodiacal es de:

$$7+6+5+4+3+2+1=28$$

Los conocimientos matemáticos y astronómicos de los que hace gala Llull resultan extraordinariamente pobres⁹². Así, su *Nova Geometria*⁹³, al igual que el *De quadratura et triangulatura circuli*, se sitúa totalmente al margen de la tradición euclídea y desarrolla nociones que hacen pensar, más bien, en tratados de agrimensura de carácter popular. Tanto en la parte que puede considerarse propiamente geométrica como en sus intentos de aplicación a diversas disciplinas (astrología, física, medicina, arquitectura, etc.), el nivel del texto resulta extraordinariamente rudimentario, no hace ningún esfuerzo por presentar demostración alguna y prueba la igualdad de superficies y longitudes por un mero recurso a los sentidos. En esta obra sólo cabe destacar su descripción del *astrolabium nocturnum* o *sphera horarum noctis*: se trata de una de las descripciones incontestables más antiguas de que disponemos sobre el nocturlabio, instrumento cuya finalidad es determinar la hora durante la noche por la observación del giro de las Dos Guardas de la Osa Menor en torno a la Estrella Polar. El mismo instrumento aparece descrito en el *Liber principiorum*

Medicinae, donde la ilustración que acompaña al texto menciona la duración del día en los doce meses del año, llegando hasta un máximo de 15 horas, que coinciden (!) con el mes de julio: esta máxima duración del día en el solsticio de verano corresponde, aproximadamente, a una latitud de 41° 30' que podría muy bien ser la de Barcelona o de alguna población de la costa catalana situada al norte de Barcelona: cabe, pues, preguntarse si Llull obtuvo su información de un instrumento real que vio en algún lugar de esta zona.

La *Nova Astronomia* de Llull es, como he apuntado, una *Nova Astrologia* que no sólo se ajusta a los principios generales de su *Arte*, sino que tiene una indudable aplicación práctica. En efecto, desde el siglo XI estaban ya resueltos los problemas técnicos que planteaba la operación matemática de levantar un horóscopo: el uso de un astrolabio permitía dividir las casas, mientras que un almanaque perpetuo o un ecuatorio simplificaban extraordinariamente la tediosa tarea de determinar las posiciones planetarias que, con unas tablas astronómicas, exigían unas cuatro horas de cálculo a un artesano altamente especializado. En cambio, la interpretación del horóscopo seguía siendo una tarea inalcanzable para los legos: éste es un tema que los astrólogos árabes habían complicado extraordinariamente: mientras el *Tetrabiblos* sólo valoraba, por ejemplo, la posición de los siete planetas y de la *pars Fortunae*, Abū Ma'shar, en el siglo IX, tiene en cuenta noventa y siete partes o puntos sensibles que el astrólogo puede valorar. Consecuencia de ello es que un horóscopo elaborado de acuerdo, por ejemplo, con el *Libro conplido en los iudizios de las estrellas* de Aly Aben Ragel, resulta un producto enormemente caro. Ante este problema, el siglo XIII peninsular desarrolló dos sistemas astrológicos simplificados en los que los horóscopos fueran fáciles de levantar y, sobre todo, de interpretar. Me estoy refiriendo al *Libro de las Cruces* alfonsí y a la *Nova Astronomia* de Llull. En ambos se trata de reducir las aspectos a considerar y desarrollar una casuística suficiente para que el libro dé, directamente, el pronóstico a establecer en función de las variables del horóscopo. El sistema de Llull se basa en la existencia de un sistema de correspondencias fijo entre las cuatro triplicidades (aire, fuego, tierra, agua, identificadas, respectivamente, con las cuatro letras ABCD), los doce signos zodiacales y los siete planetas. A

estas correspondencias se añade la distinción entre cualidades propias (predominantes) y apropiadas (secundarias) que corresponden a cada uno de los cuatro elementos: las naturalezas A (aire; Géminis, Libra, Acuario; Júpiter y Mercurio) son húmedas (cualidad propia) y cálidas (c. apropiada); las B (fuego; Aries, Leo, Sagitario; Marte y Sol) son cálidas (c. propia) y secas (c. apropiada); las C (tierra; Tauro, Virgo, Capricornio; Saturno) son secas (c. propia) y frías (c. apropiada); las D (agua; Cáncer, Escorpión, Piscis; Luna y Venus) son frías (c. propia) y húmedas (c. apropiada). A estas nociones sólo cabe añadir otras muy elementales sobre el carácter benéfico (Júpiter, Venus), maléfico (Saturno, Marte) o ambiguo (Sol) de los cuerpos celestes para establecer, en una situación astrológica determinada, cuál será el pronóstico -bueno o malo- de un horóscopo en función de la *devictio* (*vensiment*) que hará que una planeta predomine sobre otro en virtud del predominio de las naturalezas A, B, C o D⁹⁴. El resultado es, como en el caso del *Libro de las Cruces*, una «astrología para pobres» (por más que no fuera esta motivación que llevó a Llull a establecer su sistema). Los procedimientos de Llull son, sin duda, tan arbitrarios y absurdos como los de la astrología culta, pero existe una razón clara para concluir que sistemas astrológicos de este tipo no son buenos para el desarrollo científico: se trata de una técnica adivinatoria que, al revés de la astrología culta, prescinde tanto de la astronomía como de la matemática y nunca se hará suficiente hincapié en la importancia que tuvieron las motivaciones astrológicas para el desarrollo de ambas disciplinas.

La alquimia: los escritos atribuidos a Arnau de Vilanova (c. 1238-^{△▽} 1311) y a Ramón Llull

El interés por la alquimia dentro del marco geográfico de la Península Ibérica surge ya en el siglo XIII en la figura de Pedro Hispano, nacido en Compostela (m. 1277) y papa con el nombre de Juan XXI, que escribió un *Tractatus mirabilis aquarum quod composuit m. p. hispanus cum naturali industria secundum intellectum*, en el que describe cómo destilar diversas aguas maravillosas que benefician la salud y entre las que se encuentran el

elixir de la vida y el alcohol⁹⁵. Se manifiesta ya, en esta obra, una tendencia, que veremos continuar en el siglo siguiente, al desarrollo de una alquimia médica. No obstante, el gran desarrollo de esta disciplina se producirá en el siglo siguiente, en la Corona de Aragón, debido en buena parte al interés de los monarcas comprendidos entre Jaime II (1291-1327) y Martín el Humano (1396-1410)⁹⁶. Entre todos ellos destaca la figura de Juan I (1387-1396)⁹⁷ y no llama, por ello, la atención la aparición de una multitud de nombres de alquimistas en documentación de archivo: Ángel de Francavila (1372), Bernat Uzinelles y Gabriel Mayol (1384), Durán Andreu y Bernat Tolván (1386), el judío Caracosa Samuel (1396) y el francés Jacques Lustrach (1398-1499)⁹⁸. En otros casos existe un *corpus* de obras alquímicas, en general poco estudiadas, que podemos clasificar en dos grupos: las que parecen tener un autor seguro, como la *Sedacina totius alchimiae* de Guillem Sedacer (m. 1382-1383), y las que forman el grupo de obras atribuidas a autores de prestigio, como Arnau de Vilanova y Ramón Llull, del mismo modo que se atribuye a Alfonso X un *Tesoro* alquímico en verso.

Hemos visto ya que Ramón Llull tiene una obra astrológica y sabemos que se interesó por la medicina astrológica, disciplina que pretendía incorporar a la estructura general de su *Arte* y que conoció una notable difusión en la Corona de Aragón en el siglo XIV, debido quizá a las cinco grandes epidemias de peste bubónica que asolaron el país (1333, 1348, 1358, 1375, 1396)⁹⁹. En lo que respecta a Arnau de Vilanova no sólo siente un obvio interés por la astrología¹⁰⁰, sino también por la magia: pese a sus ataques contra los magos (*De improbatione maleficiorum*, por ejemplo), siente una atracción algo morbosa por la magia talismánica que, de hecho, practicaba. Así, escribió un *De sigillis*¹⁰¹ acerca de los procedimientos para fabricar amuletos en circunstancias astrológicas adecuadas para que adquirieran virtudes curativas y elaboró una imagen de esta índole para el papa Bonifacio VIII, con la cual consiguió aliviarle un persistente dolor de riñones¹⁰². Este tipo de intereses favoreció el que se creara en torno a ambos un *corpus* de escritos alquímicos y que se relacionara, desde este punto de vista, a los dos autores: en dos

escritos pseudo-lulianos (*Codicillus* y *Testamentum*), al menos, Llull declara que todo lo que sabe se lo debe a Arnau, que fue su único maestro en este arte.

No parece que ni Arnau ni Llull hubieran practicado la alquimia. En el caso del primero, las ediciones generales de sus obras incluyen siempre cuatro tratados sobre esta materia: *Rosarius philosophorum*, *Novum lumen*, *Flos florum* y *Epistola super Alchimia ad regem neapolitanum*. Pese a ello, su obra médica auténtica carece de cualquier referencia a la alquimia y Arnau se muestra sumamente despectivo con los que la practican, a los que califica de «ignorantes» y de «locos».

No sólo no hay mención alguna de la aplicación de la alquimia a la transmutación de los metales, sino que la terapéutica de Arnau utiliza rara vez minerales, excepto en aplicaciones tópicas, ya que considera que su naturaleza es demasiado extraña al organismo. Pese a ello, utiliza piedras preciosas y metales nobles para aprovechar su virtud específica: el oro se administra al interior del cuerpo humano haciéndolo entrar en contacto con el líquido medicamentoso, tras haber pulverizado el metal o hecho hervir el líquido. Ahora bien, se trata, en este caso, de oro natural: el oro alquímico carece de virtudes curativas. En conjunto, parece haber un cierto acuerdo en considerar apócrifo el *corpus* de escritos alquímicos atribuido a Arnau¹⁰³: la leyenda debió surgir en la segunda mitad del siglo XIV, para triunfar en el XV¹⁰⁴.

En la misma época debió empezar a formarse también el *corpus* de escritos alquímicos atribuidos a Ramón Llull¹⁰⁵. El caso de este autor es aún más claro que el de Arnau: la crítica considera el *corpus* apócrifo ya desde el siglo XIV, pues todos los escritos alquímicos pseudolulianos aparecen fechados después de 1315 (fecha de la muerte de Llull) y su fama como alquimista empieza a formarse a partir de 1370. En el siglo XIV empieza a aparecer un conjunto de obras atribuidas, de forma explícita o implícita, a Llull, pero el proceso continuará durante el XV. Dentro del grupo más primitivo surgen libros como el *Testamentum*¹⁰⁶ en el cual, con finalidades mnemotécnicas, se utilizan figuras y letras de manera similar, aunque no idéntica, a la de *Ars* luliana y se ataca a los que proceden empíricamente, sin entender los fundamentos teóricos de su

ciencia. En el *Testamentum* se citan, por otra parte, otras dos obras del mismo autor: el *Liber de intentione alchimistarum* y el *Liber lapidarii*, que incluye una *practica* sobre la fabricación de piedras preciosas (uno de los temas característicos de estos textos seudolulianos) utilizando *aquae subtiles* y mercurio bajo condiciones astrales favorables: con ello aparece una conexión con la magia talismánica de tradición hermética que también se encuentra en otra obra, posiblemente del mismo autor del *Testamentum*, el *Codicillus*, en el que aparecen asimismo letras y figuras a la manera luliana.

Otra obra central dentro del *corpus* seudoluliano es el *Liber de secretis naturae seu de quinta essentia*, escrito probablemente en la segunda mitad del siglo XIV, que en buena parte es una reelaboración del *Liber de consideratione quintae essentiae* de Johannes de Rupescissa/Johan de Pera-Tallada, Ribatallada o Rocatallada, autor cuyo lugar de origen ha sido muy discutido (Peratallada en el Bajo Ampurdán o Marcolès en el Cantal francés)¹⁰⁷, aunque está claro que fue un franciscano cuya actividad se desarrolló en el sur de Francia a mediados del siglo XIV. Se le atribuye un *Liber lucis* en el que describe las siete operaciones que conducen a la transmutación de los metales, pero su fama como alquimista se basa, sobre todo, en el *De consideratione*. Esta obra se centra en el problema de la elaboración de un elixir capaz de proteger la vida previniendo la corrupción y la putrefacción. De la misma manera que los cielos, incorruptibles, son la quintaesencia de los cuatro elementos (aire, agua, tierra, fuego) puede encontrarse algo que mantenga con las cuatro cualidades (cálido-frío, húmedo-seco) la misma relación que existe entre el cielo y los cuatro elementos. Este algo es lo que Rocatallada llama, por analogía, quintaesencia y lo identifica con el *aqua ardens*, una especie de cordial obtenido por destilaciones sucesivas. La obra expone cómo obtener esta quintaesencia a partir de la sangre, frutas, hojas, raíces, hierbas, etc., pero pasa también a ocuparse de la quintaesencia de los minerales, empezando por el oro, y termina hablando de la quintaesencia de cada cosa, una idea que será adoptada por Paracelso en el siglo XVI¹⁰⁸. La segunda parte del *De consideratione* reestructura los materiales contenidos en la primera y pasa revista a todas las enfermedades y a sus remedios. Este tipo

de temática reaparece en muchas otras obras de esta época, como las pseudoarnaldianas *Epistola ad Papam Bonifacium VIII* (sobre la fabricación de un agua mineral hecha con mercurio y no con plomo) y *Aqua vitae* (composición y fabricación del agua de la vida y aplicación de la misma para la curación de enfermedades de cada parte del cuerpo según el signo zodiacal que la domine)¹⁰⁹. En lo que respecta al *corpus*seudoluliano he mencionado ya el *De secretis naturae*, cuyo prólogo y epílogo intentan insertar la alquimia en el marco del sistema luliano, imitando claramente el estilo de Llull. Su autor¹¹⁰, que parece haber recibido una formación médica institucional, conoce perfectamente los textos básicos del *ars combinatoria* luliana y aplica sus técnicas con finalidades heurísticas y no únicamente mnemotécnicas. De las aplicaciones de la alquimia a la medicina se ocupan también otras obrasseudolulianas como el *Ars operativa medica* (sobre la fabricación de aguas de uso medicinal) y el *De medicinis secretissimis* o *Medicina magna* en la que la influencia de Rupescissa resulta patente.

Pese al carácter apócrifo más o menos manifiesto de estos dos *corpus* de escritos alquímicos que he mencionado brevemente, sigue siendo importante para nosotros considerarlos ya que es muy probable, en el caso de pseudo-Llull, y posible, para el pseudo-Arnau de Vilanova, que ambos empezaran a formarse en la Corona de Aragón, a ambos lados del Pirineo, a mediados del siglo XIV. Las alusiones a Cataluña o España en las obras atribuidas a Arnau son escasas, aunque el *Flos florum* parece haber sido dedicado al Rey de Aragón (sin más precisiones) y en la *Epistola ad Papam Bonifacium VIII* se menciona Montpellier y España. La situación resulta mucho más clara en lo que respecta a las obrasseudolulianas. Michela Pereira defiende un origen catalán del primitivo *corpus* y se pone de manifiesto, por ejemplo, que el *Testamentum* parece haber sido traducido del catalán al latín y que está, de algún modo, relacionado con la escuela médica de Montpellier. Hay indicios, también, de que el *Liber de intentione alchymistarum* y el *Liber lapidarii* se elaboraron en Cataluña o el sur de Francia y se redactaron, en un principio, en catalán. Finalmente, el *De secretis naturae* parece también relacionarse con círculos alquímicos catalanes o de la Francia meridional.

La astronomía en la Corona de Aragón en los siglos XIV y XV △▽

Si la astronomía peninsular en el siglo XIII está dominada por la figura de Alfonso X, parece claro que, en el siglo XIV, predomina la labor que se lleva a cabo en la Corona de Aragón, probablemente tratando de emular el precedente castellano. Ya Jaime II (1291-1327) fomenta las observaciones astronómicas que se llevaron a cabo en Barcelona «cum 2 magnis armillis per magnum astrologum» y la tarea continuará, con altibajos, durante el reinado de Alfonso IV (1327-1336) y, sobre todo, con Pedro el Ceremonioso (1336-1387)¹¹¹. Este monarca siguió el modelo alfonsí y llevó a cabo una política de traducciones de textos científicos árabes al catalán, así como de redacción de obras originales. De este modo, Bartomeu de Tresbéns, que estuvo al servicio del rey entre 1361 y 1374, escribió en catalán su *Tractat d'Astrologia*, fuertemente influido por el *Libro conplido* de Aly Aben Ragel, que también había sido objeto de una traducción catalana¹¹². Por otra parte, por encargo real, los astrónomos Pere Gilbert (m. 1362) y Dalmau Ses Planes (m. 1383) parecen haber llevado a cabo un programa de observaciones de las posiciones verdaderas de los planetas y de las estrellas fijas durante siete años (1360-1366), tras haber construido trece instrumentos de observación, algunos de los cuales debían ser de grandes dimensiones, ya que se nos habla de dieciséis codos, o más, de diámetro¹¹³. El primer resultado de esta labor fue la composición de un almanaque acompañado de tablas del que sólo conservamos el texto latino del prólogo y parte de los cánones¹¹⁴. Los escasos datos de que disponemos acerca del citado almanaque con tablas apuntan a que esta obra contenía una colección de efemérides para los años 1361-1433 y no correspondía a la tradición de los almanaques perpetuos, que permitían obtener las longitudes verdaderas de los planetas sin necesidad de los largos cálculos que había que realizar con unas tablas astronómicas. Este tipo de almanaques fue introducido, en la Península, por el astrónomo toledano Azarquiel (m. 1100)¹¹⁵ y fue bien conocido en Cataluña en el siglo XIV, ya que conservamos una obra de esta índole, sin duda una traducción árabo-latina, que utiliza como fecha *radix* el año 1307 y da las posiciones planetarias para el meridiano de Tortosa¹¹⁶.

Pedro el Ceremonioso no parece haber quedado satisfecho con estas efemérides y encargó la elaboración de unas auténticas tablas astronómicas con las que, sin duda, pretendía emular a las alfonsíes. Se ocupó de esta labor el judío sevillano Jacob Corsuno, cuya presencia en Barcelona está documentada entre 1378 y 1380, quien compiló unas tablas que conservamos y que van acompañadas de unos cánones, de los que hay versión latina, catalana y hebrea¹¹⁷. Estas tablas están calculadas para las coordenadas de Barcelona y utilizan como fecha *radix* la «era» del rey Pedro el Ceremonioso, que se inicia el 1 de marzo de 1320, el comienzo del año más próximo a la fecha de nacimiento del monarca (5 de septiembre de 1319). Un análisis superficial de estas tablas muestra algunas características que conviene señalar: sólo las tablas de movimientos medios pueden ser originales, mientras que la inmensa mayoría de las tablas derivan directamente de las elaboradas por el astrónomo cordobés Ibn al-Kammād en la primera mitad del siglo XII¹¹⁸. Esta influencia de Ibn al-Kammād resulta sorprendente si se contrasta con la repercusión nula que las *Tablas Alfonsíes* tuvieron en la obra de Jacob Corsuno. Por otra parte, las tablas de las ecuaciones del centro de los planetas presentan ciertas novedades formales que conviene subrayar: para que el usuario no tenga que recordar cuándo la ecuación del centro es positiva y cuándo negativa, la tabla nos da directamente el resultado de la suma algebraica de la longitud media del planeta y la ecuación correspondiente. Esto, evidentemente, simplifica la labor de cálculo, pero tiene el obvio inconveniente de fijar la posición del apogeo planetario cuyo desplazamiento no puede corregirse, razón por la cual las tablas sólo podrán utilizarse durante un corto período de tiempo. Sin duda ésta fue una de las razones que motivan el escaso éxito de las *Tablas de Barcelona* si se las compara con el de las *Tablas Alfonsíes*.

La influencia de Ibn al-Kammād en estas tablas muestra el entronque de la obra de Jacob Corsuno con la tradición astronómica andalusí. Ahora bien, durante el reinado de Pedro el Ceremonioso conviene señalar la existencia de una segunda serie de tablas astronómicas que sigue una tradición muy distinta: la del astrónomo judío Levi ben Gerson (Orange, 1288-1344)¹¹⁹. Me refiero a

las tablas de Jacob ben David Bonjorn (=Yomtob) de Perpiñán (1361), astrónomo del que consta que estuvo al servicio de Pedro IV¹²⁰. Bonjorn se propone, con estas tablas, calcular eclipses solares y lunares y, por ello, contienen: 1) una *tabla de sicigias verdaderas* para un período (aparentemente descubierto por el propio Bonjorn) de 3.1 años egipcios, 9 días y 23 h. 25 m. y 11 s., que equivalen a 383,5 meses sinódicos (767 sicigias consecutivas); 2) la *longitud verdadera del Sol* y el *argumento de la latitud de la Luna* para los momentos de las sicigias verdaderas; 3) como, en un principio las tablas 1) y 2) corresponden al período comprendido entre marzo de 1361 y febrero de 1391, se introducen también tablas que permiten introducir correcciones para fechas posteriores a febrero de 1391; 4) una serie de tablas de paralaje para la latitud de 42° 30' (Perpiñán); 5) otras dos tablas para el cálculo de eclipses solares y lunares. Los parámetros implícitos en las tablas anteriores parecen derivar de Levi ben Gerson, aunque las tablas de paralaje introducen parámetros tolemaicos.

Las tablas de Bonjorn constituyen, probablemente, la producción más original de la astronomía hispánica del siglo XIV y en ellas conviene distinguir dos tradiciones distintas: su tratamiento de la paralaje y de los eclipses corresponde a lo que se encuentra, habitualmente, en unas tablas astronómicas convencionales; no obstante, sus tablas de sicigias verdaderas, longitud verdadera del Sol y argumento de latitud de la Luna corresponden, más bien, a la tradición de los almanaques perpetuos que, como hemos visto, estaba viva en la Cataluña del siglo XIV. El propio Bonjorn afirma, en los cánones explicativos de sus tablas, que no existen tablas para el cálculo de sicigias verdaderas semejantes a las que se utilizan para calcular longitudes planetarias¹²¹. Pese a esta afirmación conviene señalar que, en el ambiente y en la época en que nos movemos, se produjo, por lo menos, otro intento, mucho más burdo, de resolver el problema: el primer folio del *Atlas Catalán* (del que hablaré enseguida), atribuido al cartógrafo judío mallorquín Cresques Abraham y fechado hacia 1375, contiene una rueda calendárica que da el día, hora y minuto de las conjunciones (u ¿oposiciones?) verdaderas del Sol y de la Luna, basándose en el ciclo metónico de 19 años¹²². Por otra parte, el tema de

las sicigias verdaderas interesó también a Pere Gilbert y Dalmau Ses Planes, ya que su *Almanaque* perdido contenía también tablas de esta índole para los años 1361-1433 aunque, como hemos visto, se trataba, probablemente, de efemérides y no de un almanaque perpetuo como los de Bonjorn y Cresques.

La tradición de almanaques y efemérides, en la misma línea de Bonjorn y Cresques, continuará a lo largo del siglo XV. Así, conservamos un manuscrito valenciano de este siglo que contiene elementos de cómputo y también materiales astrológicos y astronómicos (duración del día y de la noche a lo largo del año solar y una tabla de novilunios, precisada hasta los minutos, a lo largo de los diecinueve años del ciclo metónico). Sin embargo, la obra más importante de esta índole es el *Lunario* elaborado por el médico catalán Bernat de Granollachs (m. c. 1487), obra que parece haber sido impresa, por primera vez, en 1485 y que conoció, a lo largo de los siglos XV y XVI unas noventa ediciones en latín, castellano, italiano, catalán y portugués. La versión primitiva, tal como salió de manos de su autor, contenía algunos materiales de cómputo, pero, sobre todo, unas efemérides que dan -con una precisión sorprendente- las sicigias verdaderas y los eclipses de sol y de luna entre enero de 1485 y diciembre de 1550. De las 90 ediciones mencionadas, 63 corresponden exclusivamente a la obra de Granollachs, mientras que las 27 restantes añaden (a partir de 1492) un *Repertorio de los tiempos*, debido al zaragozano Andrés de Li, que combina los materiales puramente astronómicos de Granollachs con otros de índole astrológica¹²³.

Hasta aquí nos hemos limitado a lo que constituye la corriente predominante dentro de la astronomía en la Corona de Aragón en los siglos XIV y XV: astronomía matemática fundamentalmente interesada por el cálculo de posiciones planetarias (*Almanaque* y *Tablas de Barcelona*) y, de manera muy especial, por el cálculo de eclipses (Bonjorn y Granollachs). Una corriente distinta corresponde a lo que podríamos denominar «astrofísica» -descripción de un cosmos real-, disciplina que parece haber tenido un escaso cultivo en la Península Ibérica durante la Edad Media y que, sólo de manera esporádica, parece haber interesado a Alfonso X¹²⁴. Por ello tiene gran interés la figura del filósofo judío Hasdai Crescas (n. en Barcelona en 1340; m. en Zaragoza en

1410), cuyas intuiciones acerca de la estructura del cosmos resultan de una sorprendente modernidad. Este autor, en su obra *Or Adonai (La luz del Señor)*, realiza una evaluación crítica de los problemas fundamentales planteados por Aristóteles en la *Física* y el *De coelo*¹²⁵ y, frente al limitado cosmos aristotélico que niega la existencia del vacío, afirma que, más allá de la última esfera, existe un vacío infinito. De este modo el universo está constituido por un vacío infinito que contiene no sólo un sistema de esferas concéntricas (esferas planetarias, de las estrellas fijas, esferas motoras, etc.), sino, posiblemente, una multitud de sistemas similares. Por otra parte, mientras Aristóteles establecía dos series de leyes del movimiento que correspondían, respectivamente, a los mundos sublunar y supranular, Crescas -siguiendo, a este respecto, las ideas de la dinámica neoplatónica representada, en al-Andalus, por al-Bitrūyī¹²⁶- realiza un nuevo intento de unificación y concibe una dinámica única válida para todo el universo.

La cartografía en la Corona de Aragón en los siglos XIV y XV △▽

Como consecuencia inevitable de la influencia árabe en la cultura europea medieval se produce un cambio radical en la imagen de la Tierra. Los mapas cristianos altomedievales suelen corresponder a esquemas de carácter simbólico, como los que se encuentran en los comentarios al *Apocalipsis* del Beato de Liébana, en los mapas en T de tradición isidoriana, o en el curiosísimo mapa de la Península Ibérica que se encuentra en el manuscrito 106 de la abadía de Ripoll, conservado en el Archivo de la Corona de Aragón¹²⁷. La aportación árabe¹²⁸ implica una recuperación de la geografía matemática representada por la obra de Tolomeo, la exploración sistemática de las costas mediterráneas y de parte de las atlánticas y la aparición de los primeros portulanos¹²⁹ y cartas náuticas que llevan indicaciones de rumbo y distancia y han sido trazadas con ayuda de una brújula.

El análisis de estas cartas náuticas medievales ha permitido establecer que el centro del sistema náutico del Mediterráneo occidental se encuentra en las

islas Baleares, Cerdeña y, en menor grado, Córcega. Esto explica que los centros de producción de cartas medievales se encuentren en Mallorca (desde donde se proyectan hacia Barcelona) y Génova (a partir de la cual la industria se desarrolla en los puertos del Adriático, como Venecia y Ancona)¹³⁰. Las primeras referencias sobre el uso de cartas náuticas son de la segunda mitad del siglo XIII: Ramón Llull menciona el uso de cartas náuticas, portulanos y brújulas por los marineros (¿mallorquines?). Pese a ello las primeras cartas náuticas conservadas son italianas y corresponden a la primera mitad del siglo XIV. La primera carta indudablemente mallorquina¹³¹ es la de Angelino Dulcert de 1339 y a lo largo del siglo XIV conservamos una treintena de cartas de esta escuela, pero sólo conocemos cuatro nombres de cartógrafos: Dulcert, Guillermo Soler, Cresques Abraham y Jafudá Cresques. Debieron existir, por otra parte, cartas mallorquinas anteriores a 1339, ya que, hacia 1334, Opicino de Canistris habla de un «mappa maris navegabilis secundum Januenses et Maioricenses».

La cartografía mallorquina que nace con Dulcert tiene características propias bien definidas: frente a la italiana, introduce mejoras esenciales en la descripción de la Europa septentrional, y desarrolla un tipo de carta náutico-geográfica que no se limita al trazado de las costas, sino que aporta datos de geografía física (orografía, hidrografía) y política (biografía sucinta de los monarcas, costumbres de sus habitantes) acerca de las zonas interiores. Desde el punto de vista estilístico, las cartas mallorquinas se caracterizan, por ejemplo, por el trazado de los montes Atlas en forma de palmera y de los Alpes en forma de pata de gallo.

El problema del origen de la carta náutica europea es esencialmente polémico y se han planteado multitud de teorías diversas como la presunta derivación de prototipos clásicos transmitidos por los bizantinos o el origen islámico¹³² (la primera carta árabe occidental conservada, la *Magrebina*, se remonta hacia 1330 y debió ser dibujada en Granada o en Marruecos¹³³). De todos modos, la polémica se ha centrado en torno al origen italiano o mallorquín de estas cartas: en favor de un posible origen italiano se ha subrayado la existencia de similitudes entre las primeras cartas mallorquinas

y la de Giovanni de Carignano (c. 1310), así como entre las de Angelino Dalorto (1330) y Angelino Dulcert (Mallorca, 1339). Este hecho, unido a la similitud de los nombres, ha hecho pensar en la posibilidad de que ambos personajes fuesen una misma persona: un cartógrafo italiano afincado en Mallorca¹³⁴. En otros casos se ha apuntado a un origen mallorquín: Winter, por ejemplo, aporta al respecto una carta anónima conservada en Londres que se considera mallorquina y sería anterior a la de Dalorto (1330)¹³⁵. Lo cierto es que, en el estado actual de nuestros conocimientos, parecen más prudentes los intentos de superar la polémica por parte de un Sartori¹³⁶ (que propugna el desarrollo independiente de las distintas escuelas cartográficas) o de Quaini, quien ha defendido que la carta náutica es un producto mediterráneo en cuyo desarrollo se advierte la tendencia a crear un tipo unificado. Las diferencias son, sobre todo, ornamentales y, asimismo, constantes las influencias mutuas entre los distintos cartógrafos, los cuales se desplazaron constantemente de un punto a otro del Mediterráneo¹³⁷.

Como la astronomía, la cartografía alcanzará su máximo esplendor en la Corona de Aragón bajo Pedro IV el Ceremonioso. Conservamos una orden de este monarca en la que se establece que todo navío deberá llevar, necesariamente, dos cartas náuticas a bordo. Por otra parte, junto a la carta náutica, que representa esencialmente el Mediterráneo, aparece en esta época el *Atla* o mapamundi que aspira a representar el conjunto del ecúmene utilizando las mismas técnicas que la carta mediterránea. Suele ser un producto de lujo, destinado a una clientela selecta y el resultado de la labor de artistas especializados. El único «mestre de mapamundis» documentado en la Corona de Aragón entre 1368 y 1387 es el judío mallorquín Cresques Abraham (1325-1387), de quien consta que dibujó varias cartas de este tipo para Pedro el Ceremonioso y para el infante don Juan, razón por la cual se le ha atribuido el atlas con leyendas en catalán (*Atlas Catalán*) conservado en la Biblioteca Nacional de París¹³⁸. Conviene señalar, incidentalmente, que es dudoso que este atlas sea el enviado, en 1381, por el infante don Juan a Carlos VI de Francia, ya que, según un inventario de 1380, el mapamundi en cuestión se encontraba, al menos en noviembre de este año, en la biblioteca real del

Louvre. Desconocemos, pues, el origen exacto de la pieza que es, sin duda, la obra maestra de la cartografía mallorquina del siglo XIV. A su interés estrictamente científico se añade su valor como obra de arte: J. Riera ha subrayado esta faceta del *Atlas* recordando, por ejemplo, que Cresques es el autor de las miniaturas que ilustran la Biblia de Farhí, razón por la cual nuestro judío no debe ser considerado un cartógrafo, sino más bien un pintor especializado en mapamundis (cartas náuticas de lujo)¹³⁹.

En el *Atlas Catalán* confluyen tres grandes corrientes: 1) elementos del mapamundi circular altomedieval (Jerusalén sigue estando, aproximadamente, en el centro del mapa; hay frecuentes citas de Isidoro y Plinio); 2) materiales extraídos de la carta náutica normal para el trazado del Mediterráneo, del mar Negro y de las costas atlánticas de la Europa occidental; 3) nuevas informaciones, reales o fantásticas, sobre territorios tanto conocidos como desconocidos. En lo que respecta a este tercer aspecto, hay que subrayar que el *Atlas* contiene un diagrama que permite conocer el horario de las mareas atlánticas entre Gibraltar y la Bretaña francesa: posiblemente Cresques dispuso de informaciones suministradas por los marineros catalanes que acompañaron a Francesch de Perelló, camarlengo de Pedro IV, cuando éste se puso al servicio del Rey de Francia. En lo relativo a África, la representación del archipiélago canario es prácticamente completa (Dulcert sólo dibuja Lanzarote y Fuerteventura), probablemente como resultado de las expediciones catalanas a Canarias (seis documentadas entre 1342 y 1386). Asimismo, el *Atlas* registra la primera referencia al viaje exploratorio de Jacme Ferrer a Río de Oro en 1346. Las relaciones comerciales entre la Corona de Aragón y el norte de África explican, asimismo, los nuevos materiales sobre el Sahara y el África subsahariana, especialmente sobre las regiones del Senegal y el Níger. La descripción de Asia (hasta la costa oriental de China) resulta mucho más fantástica, deriva en buena parte de los *Viajes* de Marco Polo y contiene materiales legendarios: leyenda de Gog y Magog, temas derivados de los libros de *'aýā'ib* (maravillas), relativos a los viajes de los marineros musulmanes por el Océano Índico, cuya plasmación literaria más conocida aparece en los *Viajes de Simbad el Marino* incluidos en *Las mil y una noches*¹⁴⁰.

Jafudá Cresques, que había sido colaborador de su padre Cresques Abraham, fue el continuador de su tarea. En 1387 terminó un mapamundis, empezado por Cresques, para el rey Juan I y llevó a cabo otros encargos de éste. Ahora bien, cuando en 1391 se produjo la gran matanza de judíos en todos los territorios de la Corona de Aragón, Jafudá se vio obligado a bautizarse y adoptó el nombre de Jacme Ribes. Poco después, en 1394, se trasladó a Barcelona buscando, probablemente, la protección real (tanto Jafudá como su padre habían sido nombrados «familiares del rey»), con lo que se inicia la dispersión de la escuela cartográfica mallorquina y Barcelona empieza a ser un centro de producción de cartas náuticas (en ella trabajan Jacme Ribes y el italiano Francesco Becaria), así como un centro de distribución comercial de las mismas: entre 1390 y 1392, el mercader Domènech Pujol de Barcelona exporta cartas náuticas a Génova, Sicilia, Pisa, Nápoles, Alejandría y Flandes y, por otra parte, entre 1399 y 1400, el comerciante florentino Baldassare degli Ubriachi encarga cuatro mapamundis a Jacme Ribes y Francesco Becaria¹⁴¹. Jacme Ribes muere en 1310, lo cual, tal como ha señalado J. Riera, descarta la identificación (propuesta por el erudito mallorquín Gabriel Llabrès en 1890) entre este cartógrafo y el «mestre Jacme de Mallorca», que, a instancias de Enrique el Navegante, acudió a Sagres hacia 1415, según unos, o entre 1420 y 1427, según otros, y puso los fundamentos de la escuela cartográfica portuguesa¹⁴².

Conservamos unas cincuenta cartas mallorquinas del siglo XV y la situación general no presenta grandes novedades con respecto a la última etapa del siglo anterior, aunque aumenta considerablemente el número de cartógrafos de nombre conocido. En algunas cartas pueden advertirse mejoras: así, en la de Petrus Rossell (1462) se perfecciona el trazado de Irlanda y del norte de Escocia, y en la de Jacobus Bertrán (1492) aparece Islandia por primera vez y se presentan las Azores en su posición y agrupación correctas. Por otra parte, sigue teniendo importancia el papel de los cartógrafos de origen judío: nos consta que Mecia de Viladestes y Gabriel de Vallseca¹⁴³ eran conversos, como también lo era, probablemente, Petrus Rossell. Por otro lado, como en la etapa anterior, Mallorca sigue siendo el centro principal donde firman sus cartas

Mecià y Johannes de Viladestes, Gabriel Vallseca, Petrus Rossell y Jacobus Bertrán. Continúan, no obstante, apareciendo indicios de una emigración de cartógrafos hacia Barcelona y otros puntos del Mediterráneo: Jacobus Bertrán colabora con Berenguer Ripoll en una carta de 1456 realizada en Barcelona, Mecia de Viladestes se desplaza a Sicilia en 1401 y Arnold Domènech, discípulo de Petrus Rossell, firma una carta en Nápoles en 1486. Consecuencia de este hecho es que el estilo de estos cartógrafos influye en el de algunos italianos de este mismo siglo: es el caso, por ejemplo, de Battista Becario, entre 1426 y 1435, que, posiblemente, trabajó en Barcelona y se relacionó, de algún modo, con Rossell.

Con el siglo XV termina la etapa importante de la cartografía mallorquina por más que la escuela sobreviva, de manera decadente, en los siglos XVI y XVII, representada por una serie de familias (los Russo, los Olives, los Prunes, etc.) que trabajan en Mallorca, pero también en Marsella, Mesina, Palermo, Nápoles, Livorno, etc. La decadencia de estos epígonos se manifiesta en su olvido de los grandes problemas que se están planteando en la Edad Moderna: la representación cartográfica de las nuevas regiones recién descubiertas, el uso de un sistema de proyección que permita representar con propiedad regiones con latitudes mucho mayores o menores que las de la región mediterránea y el cambio del perfil de esta última zona debido al descubrimiento de la declinación magnética. Ésta será la tarea de la escuela cartográfica sevillana.

La astronomía en la Corona de Castilla en los siglos XIV y XV



Los astrónomos judíos del siglo XIV



La astronomía castellana del siglo XIV en Castilla está por explorar. El panorama general trazado por G. Beaujouan¹⁴⁴ subraya el escaso peso que tienen las universidades en el desarrollo científico tanto en la Corona de Aragón como en la de Castilla, así como la falta de nombres de científicos cristianos que merezcan ser citados. Tan sólo en Sevilla, bajo la protección de obispos ilustrados como Pedro Gómez Barroso, puede detectarse una cierta actividad, relacionada, ante todo, con la traducción: en 1333, Pero Fernández traduce, del árabe al castellano, la introducción a la astrología de al-Qabīsī; en 1334, Alfonso Dinis, astrólogo y médico de Alfonso IV de Portugal y de su hija María, esposa de Alfonso XI de Castilla, traduce al latín un texto astrológico árabe que no ha podido identificarse; en 1341, el florentino «Gueruccio figluolo di Cione Federighi» traduce al italiano los *Libros del Saber de Astronomía* de Alfonso X¹⁴⁵. Mucho más tarde (c. 1393-1400) se redactará en castellano, también en Sevilla, un manual de aritmética práctica. Otro nombre a citar es el de Juan Gil de Castiello o de Burgos que, en 1350-1352, estaba al servicio de Pedro IV de Aragón, y escribió un *Libro de la Magyka* (parcialmente conservado en la Biblioteca Colombina de Sevilla, así como en una versión judeo-portuguesa), y una adaptación -con glosas personales- del *Cuadripartito* de Tolomeo con comentarios de 'Alī b. Ridwān.

Mucho más interesante y productivo, aunque poco estudiado, resulta un núcleo de autores judíos que cultivan la astronomía (así como también la medicina), sin que podamos apreciar si lo hacen con un cierto grado de originalidad¹⁴⁶. Incluso existen indicios de un cultivo de la matemática: el judío Abner de Burgos (c. 1270-c. 1346), converso con el nombre de Alfonso de Valladolid, pretenderá demostrar el quinto postulado de Euclides. Las lenguas de trabajo son el árabe y el hebreo (no el castellano) y el centro de actividades es, predominantemente, Toledo, por más que Jacob Corsuno (el futuro autor de las *Tablas de Barcelona*) escriba en Sevilla un tratado sobre el astrolabio, primero en árabe (1376) y luego en hebreo (1378). Por su parte, el toledano Ishaq Israelí escribiría su *Yesod 'Olam* (1310), una obra llena de información histórica interesante sobre las labores astronómicas llevadas a cabo por

Azarquiel en el siglo XI y por Rabbí Ishaq b. Sīd en la corte de Alfonso X: esta obra va acompañada de unas tablas que, curiosamente, no tienen nada que ver con las *Tablas Alfonsíes*. Llama, en general, la atención esta ruptura con la tradición alfonsí -lo mismo sucede, como hemos visto, en el caso de las *Tablas de Barcelona*-, patente en las notas astronómicas y astrológicas que aparecen, por ejemplo, en un misceláneo médico, algunos de cuyos textos están fechados en Guadalajara y Toledo entre 1388 y 1425, que parece haber pertenecido a distintos miembros de la familia de los Banū Waqār: en estas notas se ha podido establecer la supervivencia de materiales derivados de las tablas de al-Jwārizmī (c. 830), de las *Tablas de Toledo* (c.1069) y del *Almanaque* de Azarquiel (m. 1100), pero no de las *Tablas Alfonsíes*¹⁴⁷. Uno de los miembros de esta familia, Yosef ibn Waqār, compiló unas tablas astronómicas (*Sefer Luhot*) con cánones en árabe (1357-1358) que luego tradujo al hebreo (1395-1396): en estas tablas, Ibn Waqār menciona y utiliza materiales derivados de Ibn al-Kammād, discípulo de Azarquiel, que debió florecer en la primera mitad del siglo XII, y del astrónomo tunecino Ibn Ishāq (de principios del siglo XIII), y parece, una vez más, mantenerse al margen de la tradición alfonsí. No obstante, quizá se detecta un tenue eco de la temática alfonsí en el interés que estos astrónomos judíos parecen haber sentido por la *Cosmología* de Ibn al-Haytam, que, como hemos visto, fue traducida al castellano (¿y al latín?) por orden suya: Šelomó ha-Kohén ben Pater la tradujo al hebreo en 1322 y aparecen alusiones a esta obra (así como citas de Ibn al-Kammād) en el libro denominado *Medicina Castellana* (c. 1312) escrito por otro miembro de la familia de los Banū Waqār¹⁴⁸. Por otra parte conviene llamar la atención sobre los trabajos de dos emigrados: Yosef ha-Parsí, que partió de Sevilla para instalarse en Bolonia en 1443, e Isaac al-Hadib, también de origen español, que reside en Sicilia a finales del siglo XIV. Ambos autores escribieron, en hebreo, sobre instrumental astronómico y, muy particularmente, sobre el ecuador, un instrumento cuyos orígenes están documentados en los *Libros del Saber de Astronomía*: el ecuador de Yosef ha-Parsí está descrito en dos tratados hebreos, el primero de los cuales está fechado en Sevilla en 1439, mientras que el inicio de la redacción del segundo tuvo lugar en Sevilla y fue concluido en Bolonia en 1444. En lo que respecta al ecuador de Isaac al-

Hadib conviene señalar que, en él, se cita la obra de Azarquiel sobre este mismo instrumento y se utilizan parámetros derivados de las tablas de Ibn al-Raqqām (m. Granada, 1315)¹⁴⁹. Aparte del interés intrínseco que tienen los instrumentos descritos por estos dos autores, llama la atención su contribución a la difusión, en Italia, del ecuatorio, instrumento de tradición andalusí cuyos primeros ecos en un contexto europeo se encuentran en Alfonso X, y de la obra de Ibn al-Raqqām, escasamente conocida fuera de al-Andalus y del norte de África¹⁵⁰.

La decadencia en la primera mitad del XV: el «Tratado de Astrología» atribuido a Enrique de Villena



El panorama cambia -en la medida en que podemos juzgarlo en función de los textos accesibles- en la primera mitad del siglo XV. Si bien la situación es claramente decadente y no alcanza, en modo alguno, el nivel de las cortes de Alfonso X y de Pedro IV, se consolida la recuperación del castellano como lengua científica ejemplificada en la obra de Enrique de Villena (1384-1434), quien muestra su interés por la astronomía, astrología y magia talismánica en sus *Glosas a la Eneida* y en su comentario al salmo *Quoniam videbo*¹⁵¹. Villena tiene un barniz de cultura astronómica, cita, en buena parte de segunda mano, autoridades como Tolomeo, al-Fargānī, al-Bitrūyī y tiene acceso a la obra -tanto conservada como perdida- de Alfonso X. Más interés aún que esta obra auténtica tiene la apócrifa: me refiero al *Tratado de Astrología* atribuido a Enrique de Villena¹⁵², que debió redactarse en 1438 ó 1439 por Andrés Rodríguez, natural de Zamora, que se encontraba al servicio del marqués de Santillana. Dejando de lado el problema de la autenticidad de esta obra, su interés es obvio, ya que parece representativa del nivel de la astronomía castellana del siglo XV.

Puede decirse, en conjunto, que el *Tratado* es obra de un hombre culto, interesado por la astronomía, pero no de un astrónomo profesional. Pretende ser un manual que responda a lo que el público del siglo XV esperaba de un libro que apareciera con el título de *Tratado de Astrología*: en él hay astrología,

pero también astronomía, cómputo eclesiástico, cosmografía, geografía, etc. En esta obra confluyen, por otra parte, las distintas corrientes y tradiciones que conformaron la astronomía y la cosmografía hispánicas de la Edad Media. Es obvio que aparece en él una tradición tolemaica, bebida a través de fuentes indirectas: no se trata sólo del Tolomeo del *Almagesto* (conocido, tal vez, a través del resumen de al-Fargānī o de una de las *Theorica planetarum*), sino también del Tolomeo de las *Hipótesis planetarias*. En este caso la referencia es aún más indirecta, pero explica la preocupación del autor por establecer el tamaño del universo, dentro de una línea de pensamiento distinta de la de Hasdai Crescas. En efecto, Tolomeo había establecido un universo muy pequeño, en el que el radio de la esfera de las estrellas fijas era de 20.000 radios terrestres¹⁵³. El *Tratado* se inserta en una corriente bajomedieval que intenta realizar una gran ampliación del universo, tanto a nivel culto (Levi ben Gerson¹⁵⁴) como popular (Pedro Gallego en el siglo XIII¹⁵⁵). En efecto, nuestro autor realiza dos estimaciones distintas, de las que la primera corresponde a los radios de las sucesivas esferas celestes (empezando por las esferas de los cuatro elementos y siguiendo por las planetarias, hasta llegar a la de las estrellas fijas, que ocuparía el lugar número 12): los radios de las mencionadas esferas crecen según una progresión geométrica de razón 10, por lo cual el radio de la esfera estelar es de 10^{11} radios terrestres. La segunda trata de establecer el valor de un grado de meridiano de cada una de las esferas sucesivas, expresado en función de un grado del meridiano terrestre: de nuevo, aquí, el crecimiento de los grados de meridiano se produce también según una progresión geométrica, con lo que se llega a un grado de meridiano de la esfera de las estrellas fijas equivalente a 60×10^{11} grados de meridiano terrestres. Por más que estas estimaciones -al contrario de lo que sucede con las tolemaicas- carezcan de base racional son, sin duda, sintomáticas de la necesidad de concebir un universo mucho más grande, sin el cual jamás se hubiera podido llevar a cabo la revolución copernicana¹⁵⁶.

En el *Tratado* aparece también una tradición isidoriana, enmarcada en el seno de la astronomía y del cómputo latino-eclesiástico que enlaza, asimismo, con una problemática que hemos visto aparecer en el siglo XIV en la Corona de

Aragón, ya que incluye un calendario de novilunios basado en el ciclo metónico de 19 años, con una aproximación de un cuarto de hora. Finalmente nos encontramos también con una tradición árabe que, unas veces, remonta a fuentes clásicas, y otras se encuentra situada como continuación de la astronomía indo-irania. Las reminiscencias indias de ciertos pasajes del *Tratado* no pueden extrañar dada la extraordinaria importancia que, en al-Andalus, tuvo la tradición astronómica del *Sindhind* de al-Jwārizmī. De hecho, si parece evidente que el autor manejó unas tablas astronómicas para la redacción de su obra, dudo mucho de que tales tablas fueran las alfonsíes (que aparecen citadas en el texto) y, en cambio, sospecho que pudieron ser las del *Sindhind*, aunque en una versión latina distinta de la conservada íntegra hasta ahora.

La figura de Abraham Zacuto en la segunda mitad del siglo XV △▽

La segunda mitad del siglo XV supone un cambio radical en el panorama de la astronomía castellana como consecuencia de tres hechos de importancia: la aparición de la gran figura del astrónomo salmantino Abraham Zacuto; la dotación de una cátedra de Astrología en Salamanca hacia 1460, y, en tercer lugar, y al margen de la astronomía castellana propiamente dicha, pero íntimamente relacionada con ella y con la catalano-aragonesa, el desarrollo de los estudios sobre astronomía náutica en Portugal. Voy a considerar brevemente estos tres puntos.

La figura de Zacuto (1452-c. 1515) surge como resultado del desarrollo de una astronomía judía bajomedieval -sobre el que he insistido mucho en estas páginas- tanto en la Península Ibérica como fuera de ella. Este autor es tributario tanto de la tradición de los astrónomos alfonsíes como de los trabajos realizados en el sur de Francia en el siglo XIV por parte de Immanuel ben Jacob Bonfils de Tarascón, Levi ben Gerson y Jacob ben David Bonjorn de Perpiñán y, en Sicilia, por Isaac al-Hadib. Se trata de un personaje probablemente oriundo de Salamanca, donde vivía todavía en 1474 y donde

fue protegido por el obispo Gonzalo de Vivero, a quien dedicó, en 1478, su *Almanach Perpetuum*. No parece cierta la leyenda según la cual habría sido titular de la cátedra de Astrología de la Universidad, pero, en cambio, es posible que se hubiera encargado de la docencia del *Quadrivium* en las Escuelas Menores o en el Estudio Particular. Posiblemente con motivo de la muerte de don Gonzalo se desplazó a Gata (Cáceres), donde se acogió a la protección de don Juan de Zúñiga y Pimentel (m. 1504), a quien dedicó su *Tratado de las influencias del cielo* (1486). El decreto de expulsión de los judíos en 1492 le debió obligar a desplazarse a Portugal, donde le encontramos, en 1493, en la corte de Juan II como astrónomo y cronista del monarca, asociado a la preparación del viaje de Vasco de Gama. En 1496 se inicia en Portugal la persecución de los judíos por orden del rey don Manuel, y Zacuto se dirige al norte de África y reside en Fez, Tremecén y Túnez: en esta última ciudad se encontraba aún en 1505. En fecha desconocida se trasladó a Damasco, estaba en Jerusalén en 1513 y debió morir hacia 1515¹⁵⁷.

La primera obra astronómica importante de Zacuto es el *Ha-hibbur ha-gadol*, compilada en Salamanca utilizando 1473 como año *radix*. Se trata de un almanaque perpetuo, en la tradición de Azarquiel, compuesto de las dos partes tradicionales: unos cánones o manual introductorio, divididos en 19 capítulos en recuerdo de los 19 años del ciclo metónico, y unas tablas numéricas en las que se utiliza el calendario juliano. El propósito básico de la obra es fijar los movimientos del Sol y de la Luna, dada su importancia para la determinación de las lunas nuevas y las festividades del calendario judío: la preocupación calendárica es obvia en el *Hibbur*, en el cual Zacuto se preocupa también extensamente de las cuestiones relativas al cómputo eclesiástico cristiano. Esta parte de las tablas está basada en las de Jacob ben David Bonjorn de Perpiñán, del que toma el ciclo de 31 años y la estructura de las tablas de sicigias verdaderas¹⁵⁸. Pero el *Hibbur* contiene también tablas para determinar las posiciones planetarias con las que Zacuto pretende enmendar los errores que aparecen en el *Almanaque* de Profeit Tibbón (siglo XIII). Aquí Zacuto menciona la obra de Levi ben Gerson y de otros astrónomos judíos medievales, amén de los clásicos griegos (Tolomeo, Abrachis/Hiparco de Rodas, Menelao

de Alejandría) y árabes (al-Sūfī, al-Fargānī, Azarquiel, Averroes), pero se muestra, sobre todo, un gran admirador de la obra de los astrónomos alfonsíes¹⁵⁹. Todo ello va acompañado de un notable espíritu crítico y buenas dosis de sentido común en su enjuiciamiento de la obra de sus predecesores. En conjunto, el *Hibbur* tuvo un notable éxito que justifica las sucesivas traducciones y adaptaciones que se hicieron de la obra: el judío portugués José Vizinho realizó una traducción latina resumida del *Hibbur* a la que dio el título de *Almanach Perpetuum* y que fue impresa repetidamente a partir de la primera edición (Leiria, 1496)¹⁶⁰. En 1481, Juan de Selaya o Salaya, a quien mencionaré enseguida como uno de los titulares de la cátedra de Astrología de Salamanca, realizó una traducción castellana del *Hibbur* con la colaboración del propio Zacuto y se conserva, asimismo, una segunda traducción castellana anónima que también se remonta a finales del siglo XV. Por otra parte, el almanaque de Zacuto se difundió en el mundo árabe, ya que se realizaron, por lo menos, tres traducciones árabes de esta obra (dos en el Magrib en el siglo XVI y una en Oriente), así como varios comentarios, y el almanaque estaba todavía en uso en Marruecos en el siglo XIX¹⁶¹.

He mencionado también una segunda obra de Zacuto, el *Tratado de las influencias del cielo*, en la que se ocupa fundamentalmente de cuestiones de astrología médica (relación entre la Luna y las enfermedades, régimen de purgas y sangrías, predicciones meteorológicas, etc.). Lleva un apéndice titulado «Juicio de los eclipses» en el que estudia la significación astrológica de los eclipses solares y lunares. Ahora bien, desde hace unos años sabemos que la actividad astronómica de Zacuto no se interrumpió con su salida de la Península Ibérica hacia 1496. B. R. Goldstein publicó, en 1981, información absolutamente nueva acerca de fragmentos manuscritos en hebreo que parecen corresponder a dos nuevas series de tablas astronómicas: la primera debió ser elaborada por Zacuto durante su estancia en el norte de África; en ella utiliza el 1501 como año *radix* (fecha claramente elegida por ser 28 años posterior a 1473, utilizado como *radix* del *Hibbur*) y basa sus tablas de movimiento medio en el calendario juliano. La segunda serie corresponde a su

estancia en Jerusalén, utiliza el calendario judío y el año *radix* es 1513. Poco más puede decirse mientras no se estudien estas nuevas fuentes.

La cátedra de Astrología de la Universidad de Salamanca¹⁶² △▽

El segundo hecho a subrayar en esta etapa es la dotación de una cátedra de Astrología en la Universidad de Salamanca, probablemente hacia 1460. El contenido de su docencia (extrapolado a partir de los estatutos salmantinos de 1561) debía abarcar tanto astronomía esférica como teoría de los planetas, aritmética y geometría, cosmografía, geografía y astrología judiciaria. Conocemos relativamente bien los nombres de los titulares de dicha cátedra desde su fundación hasta principios del siglo XVI: Nicolás Polonio la ocupó hasta 1464 y elaboró (1461) unas tablas para las coordenadas de Salamanca que contenían una adaptación de las de Jacob ben David Bonjorn de Perpiñán; le sucedió Juan de Salaya o Selaya (1464-1469), autor de sendos comentarios a la *Física* y al *De coelo* de Aristóteles, así como de la traducción castellana, a la que ya he aludido, del *Hibbur* de Zacuto. Este personaje predijo el eclipse de Sol del 19 de julio de 1478. Los sucesores de Salaya son Diego Ortiz de Calzadilla (1469-1476), Fernando de Fontiveros (1476-c. 1480), y Diego de Torres (c. 1480-después de 1487). Este último escribió un compendio latino del *Hibbur* y algunos textos propiamente astrológicos, como su pronóstico sobre el eclipse de Sol del 16 de marzo de 1485, en el que demuestra ser un astrónomo competente, capaz de calcular un eclipse utilizando unas tablas, por más que la obra se relaciona, sobre todo, con la astrología médica: el eclipse anuncia una epidemia de peste y Diego de Torres propone una serie de medidas profilácticas para defenderse de ella¹⁶³. Este autor fue sucedido, en la cátedra de Salamanca, en fecha indeterminada, pero posterior a 1487, por Rodrigo de Vasurto, quien la ocupó hasta 1504. Se ocupó de cuestiones relativas al calendario, puesto que conservamos un comentario suyo a la obra calendárica de Regiomontano (1436-c. 1476), con lo que Vasurto se sitúa dentro de la línea de investigación que llevó, en 1582, a la reforma gregoriana.

En conjunto, de la relación anterior se desprende un interés académico oficial por la «astrología», entendida en su sentido más amplio, y la existencia de un grupo de astrónomos competentes, algunos de los cuales (Juan de Selaya y Diego de Torres) estuvieron sometidos a la influencia de Zacuto: Rodrigo de Vasurto, por otra parte, fue propietario de un ejemplar del *Almanach* que, más tarde, pasó a manos de don Manuel II de Portugal. El interés por la astronomía está, inevitablemente, relacionado con sus aplicaciones astrológicas: a principios del reinado de los Reyes Católicos, Diego Ortiz de Calzadilla¹⁶⁴ predijo la victoria de los partidarios de Juana la Beltraneja en virtud de un juicio astronómico, lo que le forzó a exiliarse en Portugal, donde estuvo como cosmógrafo al servicio de Juan II e intervino como tal en el rechazo del plan de Colón en 1483. En cambio a Rodrigo de Vasurto se le atribuye un pronóstico acertado: cuando don Juan, hijo de los Reyes Católicos, entró en Salamanca en 1497, Vasurto afirmó que no saldría de la ciudad, lo que efectivamente sucedió.

La astronomía náutica a finales del siglo XV



El tercer y último aspecto a considerar, dentro del desarrollo de la astronomía en la Península Ibérica en el siglo XV, se refiere a la aparición de las técnicas de navegación astronómica. Tradicionalmente se ha afirmado que este tipo de navegación surge a finales de siglo como consecuencia de los estudios llevados a cabo, en Portugal, gracias al mecenazgo de don Enrique el Navegante en la primera mitad del siglo y de Juan II (1481-1495) a finales del mismo. Por otro lado, se sabía también que las condiciones científicas necesarias para el desarrollo de la navegación astronómica se daban desde el siglo XII, ya que, hacia 1140, el tratado del astrolabio de Raymond de Marsella¹⁶⁵ expone claramente el procedimiento a seguir para determinar la latitud en función de la altura meridiana del Sol y también observando la máxima y mínima altura de una estrella circumpolar. Este mismo autor, por otra parte, señala que la estrella *Algedi* recibe el nombre de *Maris Stella* porque los marinos la utilizan para guiarse. A esto hay que añadir que en varios tratados

de origen árabe, traducidos al latín en el siglo XII, se describe el procedimiento para obtener la diferencia de longitudes entre dos lugares determinados por la observación simultánea en ambos de un eclipse de Luna y establecimiento de la diferencia horaria entre los dos lugares de observación¹⁶⁶. Asimismo, J. Vernet ha defendido la teoría de que las técnicas de navegación astronómica eran conocidas en el Mediterráneo desde el siglo III de nuestra era y, con mayor seguridad, desde los siglos VIII-IX, por más que las grandes ventajas comerciales que implicaban motivaran el que se mantuvieran en el más absoluto secreto y no se les diera la difusión que alcanzaron hasta fines del siglo XV¹⁶⁷.

Sean cuales fueren los antecedentes, está claro que, en Portugal, en el siglo XV, se impulsaron los estudios astronómicos aplicados a la navegación. Acerca de este tipo de estudios y sobre su origen se han propuesto tres teorías: por una parte, los eruditos alemanes han defendido la importancia del papel que juega Martin Behaim (1459-1507), discípulo de Regiomontano, quien residió en Lisboa desde 1480 y formó parte de la junta de matemáticos creada por Juan II: de acuerdo con esta teoría, Behaim habría introducido en Portugal las tablas astronómicas de Regiomontano y enseñado a los portugueses el uso de la ballestilla. Un segundo grupo de opiniones da un énfasis especial a la influencia catalano-aragonesa y llama la atención sobre todo acerca de la presencia en Portugal, hacia 1415, del misterioso «mestre Jacme de Mallorques», que, como hemos visto, no puede identificarse con Jafudá Cresques; un segundo punto de apoyo de esta teoría se encuentra en la existencia de una versión portuguesa del almanaque de Tortosa de 1307. Una tercera explicación se debe a Beaujouan, quien defiende que la cultura astronómica portuguesa desarrollada en los siglos XIV y XV no es, necesariamente, un producto de importación, sino que corresponde a un fondo común judeo-castellano-portugués. Este autor ha señalado un interés por los estudios astronómicos y astrológicos en Portugal a lo largo del siglo XV y distingue dos etapas claramente diferenciadas: 1) con antecedentes en el siglo XIV y hasta 1460, adquisición de una amplia cultura astronómica por parte de los portugueses, cultura que parece en buena parte de origen español y, como

consecuencia de lo anterior, aparición de una astronomía náutica embrionaria; 2) a partir de 1460, desarrollo pleno de una astronomía náutica propiamente dicha, sobre todo durante el período 1483-1485.

Las tres teorías mencionadas aluden, indudablemente, a hechos ciertos y no son mutuamente incompatibles. Aquí me interesa subrayar sobre todo la tercera e insistir especialmente en la influencia de Zacuto: he aludido ya a la versión del *Almanach Perpetuum* realizada por José Vizinho. Las tablas de declinación solar de este almanaque (que derivan, en último término, de las calculadas por Azarquiel en el siglo XI) parecen haber sido utilizadas con frecuencia en los regimientos de navegación desde finales del siglo XV. En cualquier caso, parece claro que Colón disponía de un ejemplar del almanaque de Zacuto y lo utilizó en la predicción del eclipse de Sol de 1504. Por último, Zacuto enseñó en Portugal a algunos pilotos la manera de determinar la latitud por la observación de la altura meridiana del Sol y de la altura de la Polar sobre el horizonte, así como parece haber participado en el diseño de un tipo de astrolabio náutico¹⁶⁸ de cobre y de aguja de marear.

A finales del siglo XV, los círculos de navegantes conocen perfectamente el astrolabio náutico, el cuadrante (una simplificación del cuadrante astronómico) y la ballestilla o báculo de Jacob¹⁶⁹, instrumentos utilizados para determinar alturas; se han difundido también las tablas de declinación solar que, combinadas con las tablas para determinar la longitud del Sol en el ciclo de cuatro años y con el instrumental al que acabo de referirme, permiten determinar la latitud; por otra parte, están en uso también, desde hace mucho tiempo, la brújula, el nocturlabio y las ampolletas que sirven para medir el tiempo. Todo ello implica la resolución de varios de los problemas fundamentales de la navegación astronómica, aunque, evidentemente, la cuestión de la determinación de la longitud sólo se resolverá mucho más tarde, ya que los procedimientos ideados a lo largo del siglo XVI -véanse, como ejemplo, los del cosmógrafo Jaume Ferrer de Blanes¹⁷⁰- son muy burdos o impracticables. En cualquier caso, se ha abierto un nuevo capítulo para la historia de la astronomía.

2010 - Reservados todos los derechos

Permitido el uso sin fines comerciales

[Facilitado por la Biblioteca Virtual Miguel de Cervantes](#)

Súmesese como [voluntario](#) o [donante](#) , para promover el crecimiento y la difusión de la [Biblioteca Virtual Universal](#) www.biblioteca.org.ar

Si se advierte algún tipo de error, o desea realizar alguna sugerencia le solicitamos visite el siguiente [enlace](http://www.biblioteca.org.ar/comentario). www.biblioteca.org.ar/comentario

