

Los estudios sobre el desarrollo de las matemáticas en al-Andalus: estado actual de la cuestión

JUAN MARTOS QUESADA (*)

SUMARIO

1.—Características de la ciencia de las matemáticas en el Islam medieval. 2.—Desarrollo de las matemáticas en la España musulmana. 3.—La Escuela de Maslama en al-Andalus. 4.—El estudio de la ciencia matemática hispanomusulmana: estado actual de la cuestión.

RESUMEN

En este trabajo presentamos, en primer lugar, las características y el lugar de las matemáticas en la ciencia islámica medieval, incidiendo en los principales hitos de su evolución. En segundo lugar, repasamos brevemente el desarrollo y la evolución cronológica de las matemáticas y de los científicos musulmanes medievales en al-Andalus que se dedicaron a ésta, mostrando los principales logros y señalando las diversas etapas en que se puede dividir. En tercer lugar, analizamos la figura de Maslama el Madrileño y la importancia que tuvo su labor científica y didáctica para el avance cualitativo que se dio en el campo de las matemáticas y de la Astronomía matemática, que sirvió de base para la llamada revolución matemática del siglo XI andalusí. Por último, presentamos el estado actual de la cuestión, dando cuenta de las principales referencias bibliográficas que sobre la ciencia matemática en la España musulmana existen desde principios del siglo XX.

BIBLID [0211-9536(2001) 21; 269-293]

Fecha de aceptación: 2 de febrero de 2001

(*) Profesor del Departamento de Estudios Árabes e Islámicos de la Facultad de Filología de la Universidad Complutense de Madrid.

1. *CARACTERÍSTICAS DE LA CIENCIA DE LAS MATEMÁTICAS EN EL ISLAM MEDIEVAL*

En el siglo VII, los países árabes conocieron un resurgir tan extraordinariamente rápido, que ha suscitado el interés del mundo entero. A finales del siglo VI y principios del VII, la Península Arábiga tuvo que superar una grave crisis económica y política: Muḥammad, el fundador del Islam, fue obligado por sus adversarios políticos y religiosos a huir de la Meca, en el año 622, para refugiarse en Yātrīb, la actual Medina. Esta forma de monoteísmo, llamado Islam, se desarrolló entre las capas inferiores de la sociedad, fundado sobre una base de formas de creencias ya existentes, pero como un polo opuesto al politeísmo de las clases dominantes de la Arabia. En Medina, Muḥammad funda una coalición formada por las tribus árabes que se habían adherido al Islam (1).

En menos de un siglo, los árabes llegaron a conquistar un inmenso territorio. En 637, ya se habían apoderado de Mesopotamia y de Irán, y en el año 642, sometieron a Egipto, llegando a dominar todo el Norte de Africa para, en el año 711 pasar a la Península Ibérica; al mismo tiempo, en 712, los ejércitos árabes conquistan el Jurasán y una gran parte del Punjab indio. En suma, a mediados del siglo VIII, los califas árabes reinaban en un inmenso imperio que comprendía gran parte de la Península Ibérica, los territorios mediterráneos de África, el Próximo Oriente, una gran parte de Asia Menor, el Cáucaso y Asia Central y una parte del valle del Indo (2).

Durante la dinastía omeya, la capital del califato se encontraba, desde el año 661, en Damasco, en Siria. En 772, al-Manṣūr, segundo califa de la dinastía abbasida, transfiere la capital a Bagdad, en Iraq, que lo será hasta mediados del siglo XIII.

Tras todos estos acontecimientos políticos que consolidaron el predominio musulmán en gran parte del mundo, se encuentra el declive

(1) Sobre Muḥammad y las claves de su revolución islámica, véase COOK, M. *Muḥammad*, Oxford, Oxford University Press, 1986.

(2) Para una visión clara y razonada de la expansión islámica medieval, véase CAHEN, Cl. *El Islam. Desde los orígenes hasta el comienzo del imperio otomano*, Madrid, Siglo XXI, 2.^a ed. 1974.

de la sociedad esclavista y el nacimiento de la forma oriental del orden feudal. Los soberanos de Bagdad pusieron un gran interés en la agricultura —y, en consecuencia, en la irrigación artificial—, al tiempo que los habitantes de las ciudades alcanzaban un alto nivel de cultura: se construyen magníficos edificios arquitectónicos y el artesanado alcanza un palpable esplendor, que sirve de motor y estímulo a diversas ramas del comercio.

El comercio ha jugado un papel muy relevante en el desarrollo de la ciencia de la época. Las relaciones comerciales del califato se extendieron hasta muy lejos, pues los árabes llegaron a tenerlas con la India y China, con Bizancio y Rusia y con todos los estados ribereños del Mediterráneo. Los comerciantes y los viajeros musulmanes fueron capaces de emprender largos viajes que los llevaron a remontar el Volga, a adentrarse en África Central, a controlar Madagascar y, desde allí, a bordear toda la costa oriental africana. Baste con decir que llegaron a verse embajadas califales en las cortes de Carlomagno y del emperador de China.

Bagdad fue el primer gran centro científico del califato. En realidad, el terreno había sido ya preparado para la era de prosperidad de la Ciencia que se daría a partir del siglo IX en el imperio árabe. Desde mucho antes, ya existían en Siria, en Mesopotamia y en Irán escuelas, núcleos científicos activos, en los cuales, además de la filosofía aristotélica, se enseñaban las Ciencias de la Naturaleza y las Matemáticas. Se enseñaba igualmente la Medicina y, en particular, las doctrinas de Hipócrates y Galeno (3).

Hacia finales del siglo VIII y principios del IX, numerosos sabios y traductores, venidos de los más variados rincones, acaban encontrando su sitio en Bagdad. Algunos califas, como sucede con al-Mansur (754-775) y Hārūn al-Rāšid (786-809), promocionaron y estimularon con su mecenazgo el desarrollo de las Ciencias de la Naturaleza y las Matemáticas. Bajo el califato de Hārūn al-Rāšid, una importante biblioteca fue fundada y aprovisionada con manuscritos llegados de Bizancio, de Gre-

(3) Véase ARNÁLDEZ, R.; MASSIGNON, L. *Arabic Science*. In: R. Taton (dir.), *History of Science*, London, Thames and Hudson, 1964, pp. 45 y ss.

cia y de la India, entre otros sitios. También sabemos que, más tarde, el califa al-Mamūn (813-833) llegó a enviar una embajada especial con la misión de recopilar libros y manuscritos. Bagdad logró contar con decenas de bibliotecas y librerías, al tiempo que, numerosos copistas y escribas, copiaban obras científicas.

La escuela matemática de Bagdad desplegó, durante dos siglos, una intensa actividad. En un primer periodo, acomete el estudio de obras de la Antigüedad y su traducción al árabe, al tiempo que desarrolla rápidamente una terminología científica árabe, que hasta el momento no existía en absoluto. En el espacio de cien o ciento cincuenta años, los trabajos más importantes de Euclides, Arquímedes, Apolonio, Herón, Ptolomeo o Diafanto, entre otros, fueron traducidos a la lengua árabe, bien a partir de sus originales griegos, bien desde sus traducciones siríacas (4). Varias obras, como por ejemplo los *Elementos* de Euclides, fueron traducidos varias veces por traductores distintos. Eminentes sabios participaron en estas traducciones y en los comentarios a las mismas, actividades que dieron nueva vida a estas obras clásicas. Las obras griegas, que durante varios siglos dormían el sueño de los justos, volvieron a ser manuales al uso.

Junto a las obras griegas, el conocimiento de nuevas obras de carácter científico provino de la India, del Irán y de la región de Mesopotamia en general, jugando asimismo un gran papel en el desarrollo de las ciencias matemáticas en el mundo islámico. Más tarde, las relaciones con China adquirieron una cierta importancia y, si bien tuvo que haber un conocimiento de tratados científicos de este país, lo cierto es que, hasta el momento, no se conoce ninguna traducción directa del chino al árabe.

Respecto a las características básicas de las matemáticas y de la ciencia árabe en general, podemos citar, al menos tres de ellas: el hundimiento de sus raíces y conocimientos básicos en las obras cientí-

(4) Acerca de la influencia de la ciencia griega en el Islam, véase SALIBA, G. *Arabic Science and the Greek Legacy. Ir. De Bagdad a Barcelona. Estudios sobre Historia de las Ciencias Exactas en el Mundo islámico en honor del Prof. Juan Vernet*, Barcelona, Instituto Millás Vallicrosa, 1996, vol. I, pp. 19-38.

ficas griegas e hindúes, su entrelazamiento e intersubordinación con otras ciencias árabes, como la Óptica o la Astronomía y, por último, su pragmatismo, la importancia de sus aplicaciones prácticas en su desarrollo y estudio. Veamos brevemente todas y cada una de estas características.

En cuanto a la primera, es necesario saber que los árabes, en los países conquistados, supieron descubrir una cultura superior —en el campo científico, ya que no en los campos religioso, literario o jurídico, que los desdeñaron, creando su propia cultura en estos campos a partir del Islam— que respetaron, acabando por asimilar rápidamente las concepciones intelectuales que los habitantes de estos países habían desarrollado a lo largo de los siglos, con un grado de elaboración muy avanzado.

Este fenómeno de aculturación, es decir, la asimilación de la herencia clásica hasta hacerla y crearla como suya, permitió a los matemáticos de los países islámicos alcanzar, en el desarrollo de los algoritmos numéricos y de sus problemas correspondientes, un nivel más alto que el que accedieron los matemáticos indios o chinos de la época. Esto permitió encontrar medios y caminos más eficaces para resolver y generalizar estos problemas de los que ya eran conocidos hasta el momento. Allí donde los indios o los chinos se contentaban con establecer una regla de cálculo particular, los matemáticos islámicos se aplicaban con frecuencia a desarrollar toda una teoría. Así, por ejemplo, partiendo de la base de la teoría de las secciones cónicas que le había legado la Antigüedad, ellos crean toda una teoría geométrica, bastante desarrollada, de ecuaciones de tercer grado. Al mismo tiempo que desarrollan los conocimientos matemáticos adquiridos en las obras griegas e indias, los científicos árabes elaboran nuevos conceptos y teorías en sus comentarios a las obras griegas que, en ocasiones, acaban por reemplazar a las teorías originales, como, por ejemplo, la teoría de las proporciones de Eudoxio y de Euclides, que acaba por ser desplazada por otra en la que aparece un concepto más amplio del número real y que corresponde mejor a las nuevas exigencias de la ciencia del momento y a sus aplicaciones (5).

(5) YOUSCHKEWITSCH, A. *Les mathématiques arabes (VIII^e-X^{ve} siècles)*, París, J. Urin, 1976.

La influencia de las matemáticas griegas se revela, no solamente en los métodos de investigación, sino también en el mismo estilo que llegan a adoptar las obras árabes, en las que los autores se esfuerzan en presentar las demostraciones, en clasificar los temas sistemáticamente y en hacer exposiciones completas. Así, cuando los autores no indicaban la manera por la cual habían establecido las fórmulas que aplicaban, ellos las enunciaban claramente en detalle. En numerosas obras encontramos al mismo tiempo un gran número de ejemplos y de problemas pertinentes. Esta abundancia es característica de las obras árabes matemáticas y su contenido —como veremos más adelante— está a menudo sembrado de problemas prácticos, de problemas de la vida cotidiana.

Una segunda característica es la «confusión» entre las diversas ramas de las ciencias, la escasa independencia que hay entre ellas, tal y como lo entendemos hoy, en donde los campos propios de la Medicina, la Farmacia, la Música, la Óptica, la Astronomía o las Matemáticas no se confunden actualmente. Al igual que Aristóteles, los pensadores del mundo islámico se distinguieron por el interés que tenían por todos los dominios y disciplinas científicas, por sus conocimientos enciclopédicos y por la diversidad y variedad de sus investigaciones: los matemáticos, por ejemplo, se ocupaban frecuentemente de la Medicina y sus ideas y teorías se encuentran en el origen de numerosos trabajos sobre Óptica o Música y, desde luego, de la Astronomía, ciencia que se confunde en gran medida con las matemáticas en el mundo árabe (6).

Por último, como tercera característica a tener en cuenta, señalaremos que las matemáticas árabes se distinguen de las demás corrientes del pensamiento matemático oriental por una síntesis profunda de las aspiraciones tendentes a la resolución de problemas planteados por la vida práctica o por la ciencia o ciencias rectoras en la época (es decir, por la Astronomía, la Geografía o la Óptica), con el intenso trabajo del pensamiento teórico formado a partir de los mejores ejemplos griegos. Esto ha permitido que se elevara a un nivel superior la elaboración de los procedimientos calculísticos y la de los algoritmos aritméticos, algebraicos

(6) Sobre esta característica de intersubordinación científica, véase la interesante obra de RASHED, R. *Optique et Mathématiques*, Aldershot, Variorum, 1992.

y trigonométricos, ya desarrollados también en la India y en China, pero con procedimientos menos poderosos y rigurosos. Esta tendencia sintética, característica de las matemáticas árabes ya a comienzos del siglo IX, se consolida con el tiempo (7).

Ello ha posibilitado un considerable desarrollo de la Aritmética —en el sentido amplio de la palabra, desde los algoritmos de cálculo hasta la teoría de las proporciones y de los números reales—, de la Geometría —principalmente la teoría de las paralelas, tan importante para el progreso de la ciencia contemporánea— y, sobre todo, del Álgebra y de la Trigonometría, construidas por vez primera como ciencias autónomas por mor de los árabes. Asimismo, los métodos infinitesimales han tenido un cierto desarrollo (8).

Las matemáticas fueron aplicadas a problemas concernientes a la construcción de edificios, a las medidas geodésicas, al comercio, a las finanzas del Estado, etc.; y también a problemas que hoy nos parecen en ocasiones bastante curiosos o, al menos, sorprendentes, como los complejos problemas relacionados con la partición de herencias o las construcciones y los cálculos complicados de la arquitectura.

No obstante, es la Astronomía la que juega un papel decisivo en el progreso de las matemáticas en el Próximo y Medio Oriente. Al igual que los matemáticos indios o chinos, los del mundo islámico eran muy a menudo astrónomos (9). En este aspecto, el problema del calendario lunar ha jugado un gran papel; la construcción de instrumentos científicos alcanzó un alto nivel de perfección y varios matemáticos trabajaron para mejorar los instrumentos astronómicos ya conocidos y construir otros de nuevo cuño. Entre otros aparatos en los que en su perfección se encuentra un trabajo matemático tenemos la clepsidra; las observaciones astronómicas, hechas desde observatorios equipados

(7) HILL, D. R. *Islamic Science and Engineering*, Londres, 1991.

(8) Sobre este aspecto, véanse los artículos de CATALÁ, M. A. El nacimiento del Álgebra y de VILLUENDAS, M. V. El origen de la Trigonometría, ambos en *Historia de la ciencia árabe*, Madrid, Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, 1981, pp. 23-38 y 39-62, respectivamente.

(9) En lo referente a este punto, la obra de KING, D. A. *Islamic Mathematical Astronomy*, London, Variorum, 1986, sigue siendo esencial.

con un instrumental moderno, eran más precisas que las realizadas en Alejandría, tema importante pues cada vez era más exigible la precisión en el cálculo.

El progreso de la Astronomía y de la Geografía descriptiva se vio favorecida por los viajes a países lejanos y por las largas travesías marítimas. Asimismo, algunos conocimientos matemáticos especialmente utilizados en la Óptica geométrica, fueron necesarios en las investigaciones sobre las propiedades de las diversas clases de minerales cristalográficos. En resumen, los problemas por los cuales se interesaba, en un principio, la escuela matemática de Bagdad eran siempre referidos a los siguientes campos: la Aritmética comercial, el cálculo de figuras geométricas, el cálculo y las construcciones por aproximación, la Trigonometría y el Álgebra numérica.

Puede distinguirse, en el desarrollo de las matemáticas en los países islámicos, tres etapas, entre las cuales no hay, en un principio, solución de continuidad. En una primera fase tenemos la asimilación de la herencia de la cultura griega, así como de la cultura oriental, percibiéndose, durante bastante tiempo, el predominio de los conceptos griegos. Pero, a partir del siglo IX, ya en una segunda fase, al mismo tiempo que numerosas traducciones se acompañan de comentarios, se va formando una auténtica cultura matemática árabe, con las características que venimos apuntando en estas líneas: en esta época, los conocimientos y los métodos griegos son aplicados con frecuencia a la resolución de problemas de cálculo numérico. Esta tendencia se intensifica cada vez más a lo largo de los siglos X y XI, tercera fase, gracias al desarrollo exigido por los cálculos astronómicos y los métodos de aproximación del Álgebra y la Trigonometría, alcanzando su punto máximo durante los siglos XIII al XV, tras un oscuro siglo XII.

Por último, creemos pertinente advertir que empleamos tanto la expresión «matemáticas árabes» como la de «matemáticas islámicas» de forma indistinta, aunque ninguna de las dos sea satisfactoria. Los descubrimientos matemáticos hechos en los países islámicos medievales fueron fruto de esfuerzos de sabios de origen muy diverso. En realidad, había pocos árabes entre los sabios y filósofos, pues en los países conquistados, los miembros de esta etnia eran escasos, aunque ocuparan los puestos clave de la Administración y del Ejército; fueron los nativos de

los países conquistados (beréberes, andalusíes, eslavos, persas, indios, etc.) que se convirtieron al Islam, los que conformaron la base de científicos musulmanes en la Edad media.

2. *DESARROLLO DE LAS MATEMÁTICAS EN LA ESPAÑA MUSULMANA*

Las investigaciones científicas no solamente se emprendieron en el Oriente musulmán, sino que también tuvieron un gran desarrollo en el Norte de Africa y en la España musulmana —al-Andalus— (10). Poco después de su entrada en la Península (711), los árabes andalusíes se independizaron políticamente del califato de Bagdad, formando su propio emirato bajo la égida de la familia omeya, en el año 756. Esta situación de independencia llegó a su culmen más alto cuando, en 929, el emir de Córdoba, 'Abd al-Raḥmān III (912-961) se hizo proclamar califa, realizando de esta manera la total separación de Bagdad, ahora ya tanto política como religiosamente.

A estas alturas, existía ya, en el Estado cordobés, una cultura auténticamente andalusí que llevaba la marca de elementos hispano-romanos, árabe-orientales, beréberes y judíos, que llegó a alcanzar un gran esplendor, tanto en el campo científico, como en el jurídico, religioso o literario. Como ejemplo, diremos que al-Ḥakam II (961-976), segundo califa, financia con generosidad la compra y la copia de un gran número de obras que se encuentran en otros países islámicos, formando con ellas una inmensa biblioteca de casi 400.000 manuscritos, cuyo catálogo, solamente, ocupaba 44 volúmenes.

Hablar de la ciencia islámica en al-Andalus —y por ende, de las matemáticas en la España musulmana— nos lleva a la necesidad de tener en cuenta, en primer lugar, la supervivencia de una tradición astronómica y astrológica latino-visigótica en el medio musulmán anda-

(10) La obra clave para el estudio del desarrollo de la ciencia en la España islámica es, sin duda, hoy por hoy, la de SAMSÓ, J. *La ciencia de los antiguos en al-Andalus*, Madrid, Mapfre, 1992; en ella se encontrará tanto una información de síntesis de las diversas etapas, como las principales referencias para profundizar en aspectos concretos.

lusí (11). Un anónimo magrebí de la segunda mitad del siglo XIV/ principios del XV atribuye al rey Sisebuto (612-621) escritos en verso sobre cuestiones relativas a la Astronomía y Astrología. Por otra parte, el historiador al-Rāzī habló de la fama de san Isidoro de Sevilla como astrólogo, lo que puede explicar los pasajes astronómicos recogidos en sus *Etimologías* y en su *De Natura Rerum*.

No obstante, la evidencia más clara que tenemos acerca de la supervivencia de una tradición astrológica indígena, se encuentra en una obra alfonsí, el llamado *Libro de las Cruces*. Esta obra recoge datos acerca de esta tradición e, incluso, numerosos pasajes de temática astrológica de origen árabe, como, por ejemplo los treinta y nueve versos de un poema didáctico de al-Dabbi, astrólogo de la corte del emir Hišām I (788-796), que se corresponde extraordinariamente con el capítulo cincuenta y siete del *Libro de las Cruces*.

La orientalización de la cultura andalusí comienza con la llegada al trono del primer omeya, ‘Abd al-Raḥmān I, en el año 756, y se consolida bajo ‘Abd al-Raḥmān II (821-852). Los musulmanes andalusíes emprenden, desde muy pronto, viajes a Oriente y al Norte de Africa con el fin de estudiar o, simplemente, de realizar la peregrinación a La Meca y, a su regreso, traen consigo las últimas novedades científicas y culturales (12). La mezquita de Córdoba, fundada en el 786, se convierte en un centro de difusión cultural y, poco a poco, la Astronomía y las Matemáticas, entre otras, se introducen en la enseñanza superior que se imparte en las mezquitas, las madrasas o en las casas particulares de los maestros.

Debe quizás atribuirse a ‘Abd al-Raḥmān II el papel de promotor de esta orientalización de la cultura científica. El anónimo magrebí del siglo XIV o XV citado anteriormente, afirma que fue el primero que introdujo unas tablas astronómicas —indispensables para calcular con

(11) VERNET, J. *La ciencia en al-Andalus*, Sevilla, Editoriales Andaluzas Unidas, 1986, pp. 28 y ss.

(12) Sobre los viajes con carácter cultural de los andalusíes a Oriente, véase MARTOS, J. La formación de los juristas andalusíes de la época omeya fuera de sus fronteras: principales rutas de aprendizaje. In: *Actas del IV Congreso Internacional de Civilización Andalusí. El Cairo. Marzo 1998*, El Cairo, 1998, pp. 253-268.

un mínimo de precisión la posición del sol, la luna y los planetas en un momento determinado— en al-Andalus. Estas afirmaciones coinciden con otros testimonios que atribuyen a personajes como ‘Abbās Ibn Firnās (m. 887) o ‘Abbās Ibn Nāṣih (m. Después de 844) la introducción de las tablas astronómicas llamadas *Sindhind*, de tradición india, probablemente en la redacción que de ellas hizo el célebre astrónomo y matemático oriental al-Jwārizmī hacia el año 830.

La figura más interesante en la segunda mitad del siglo IX es quizás la de ‘Abbās Ibn Firnās, quien no se limitó a ser poeta y astrólogo, sino que, como buen matemático y astrónomo, construyó una especie de planetario en una habitación de su casa y regaló una esfera armilar —la primera documentada en la España musulmana— al emir ‘Abd al-Raḥmān II, así como una clepsidra con autómatas móviles al emir Muḥammad, con la que podía determinarse la hora cuando no había sol ni estrellas que pudieran servir de guía.

Tras esta fase de orientalización del siglo IX, ya en el siglo X, la cultura científica andalusí entra en una etapa de asimilación de las principales aportaciones de la ciencia indopersa y griega, cuya muestra posiblemente más palpable es el llamado *Calendario de Córdoba*. En el mismo podemos leer citas de la dieta hipocrática, que los autores de nuestro texto atribuyen a Hipócrates y a Galeno, y referencias a la entrada del sol en los signos zodiacales, de acuerdo con las tablas astronómicas indias del *Sindhind* y según las tablas del astrónomo al-Battānī (m. en 929), oriundo de la alta Mesopotamia. Por otra parte, el *Calendario* contiene también materiales astronómicos, espaciados a lo largo de un año solar, tales como la «altura» del sol a su paso por el meridiano, la «sombra» que corresponde a la mencionada altura, proyectada por un hombre de pie, la duración del día y la noche, así como de la aurora y el crepúsculo, etc. (13).

Pero quien representa mejor que nadie la fase de asimilación de la herencia indo-griega de la ciencia en las matemáticas es, sin duda alguna Maslama de Madrid. Maslama significa, dentro de la tradición

(13) DOZY, R. *Le Calendrier de Cordoue de l'année 961*, Leide, E. J. Brill, 1873.

matemático-astronómica andalusí, el comienzo de la etapa de madurez que fructificará, sobre todo, en el siglo siguiente. De este sabio matemático y de su escuela hablaremos más adelante, en capítulo aparte.

El siglo XI fue el Siglo de Oro de la ciencia andalusí, gracias, sin duda, a que durante el siglo X la ciencia en al-Andalus alcanza un nivel productivo y algunos científicos de este siglo, como Maslama, llegarán a ser muy conocidos y estimados en Oriente y el Norte de Africa. Estas repercusiones orientales de los logros científicos andalusíes resultaron mucho más frecuentes a partir del siglo XI. En este siglo se construyeron astrolabios universales inventados por 'Alī Ibn Jalaf y Azarquiel. La azafea de este último, por ejemplo, —en sus dos versiones, completa y simplificada— fue bien conocida en el Próximo Oriente. Una de las características más notables de este siglo XI, puesta de relieve en investigaciones llevadas a cabo durante los últimos años, es el desarrollo de las matemáticas, gracias, sobre todo, a la obra de tres personajes: al-Mu'taman, Ibn al-Sayyid e Ibn Mu'ād (14).

El primero de ellos es el rey Yūsuf al-Mu'taman de la taifa de Zaragoza (1081-1085), de cuya obra matemática se ha descubierto últimamente varios textos. Estos textos hallados muestran, por parte del monarca, serios conocimientos de la mejor bibliografía al uso de matemáticas superiores (Euclides, Arquímedes, Apolonio, Menelao de Alejandría, Teodosio de Trípoli, Ptolomeo, Ṭābit Ibn Qurrā, los Banū Mūsā e Ibn al-Hayṭam), así como aportaciones originales. La obra de al-Mu'taman fue introducida en Egipto por Maimónides y sus discípulos y ya era conocida en Bagdad en el siglo XIV.

Una orientación similar parece ser la seguida por el matemático Ibn Sayyid, maestro del gran filósofo Avempace, que redactó su obra —la cual sólo conocemos a través de citas indirectas— en Valencia, entre los años 1087 y 1096. Este autor realizó investigaciones en materia de Aritmética superior y Geometría siguiendo, en este último campo, la tradición de las *Cónicas* de Apolonio, dedicándose al estudio de las propiedades de las curvas de grado superior.

(14) Sobre estos autores y los que se mencionan a continuación, véase SAMSÓ, nota 10.

No obstante, el matemático mejor conocido de la época es Ibn Mu'ād de Jaén (m. después de 1079), astrónomo y alfaquí, autor de un tratado interesantísimo sobre el concepto de razón matemática, tal y como la expone Euclides en el Libro V de sus *Elementos*. No hace mucho, se ha dado a conocer el denominado *Libro sobre las incógnitas de los arcos de la esfera* que es, sin duda, el tratado de Trigonometría esférica más antiguo del Occidente medieval y el primer texto de esta procedencia en el que la Trigonometría esférica se trata independientemente de la Astronomía. De hecho, esta obra supone el primer reflejo, en el Occidente islámico, de la llamada «revolución trigonométrica» que surge en Oriente a fines del siglo XI, y cuyas primeras manifestaciones aparecen en las obras de matemáticos orientales bien conocidos, como Abū Naṣr Mansūr, Abū-l-Wafā', al-Būzḡānī, al-Juḡandī y al-Bīrūnī, entre otros.

Los principales logros de esta revolución son la sustitución del único útil trigonométrico al alcance de los autores griegos, como Ptolomeo, —el Teorema de Menelao—, con el que podían resolverse triángulos esféricos mediante las relaciones existentes entre seis cantidades —arcos o ángulos— en dos triángulos esféricos. Este engorroso teorema es sustituido, gracias a los esfuerzos de los matemáticos citados, por relaciones entre sólo cuatro cantidades en un único triángulo esférico. El libro de Ibn Mu'ād introduce una serie de siete teoremas —entre los que se encuentran el Teorema de los senos, la regla de las cuatro cantidades, el Teorema del coseno y el Teorema de las tangentes— que son nuevos en al-Andalus y gracias a los cuales puede resolverse, con toda facilidad, cualquier tipo de triángulo esférico.

Pero al siglo XI, al que no se ha dudado en llamar el «Siglo de Oro» de la ciencia andalusí, le seguirá el siglo XII, que marca el comienzo de una lenta decadencia. Los intentos de unificación política bajo los almorávides (1091-1144) y los almohades (1147-1232) no implican, en todos los casos, una protección de las actividades culturales y científicas. Por otra parte, con los almohades surge un sentimiento antimozárabe y antihebraico que deterioró gravemente la estrecha colaboración habida hasta ese momento entre los sabios de las tres religiones: con frecuencia los científicos de origen mozárabe o judío se ven obligados a convertirse o a emigrar.

A pesar de todo, el espíritu de observación no está totalmente ausente de esta ciencia andalusí del siglo XII. Averroes, Ibn Rušd, (1126-1198) parece que se interesó por ciertas observaciones astronómicas elementales, como las que llevó a cabo con la estrella Suhayl (Cánope) en Marraquech, en el año 1153. Asimismo, la obra *Corrección del Almagesto*, de Ibn Aflah, es una obra clave en el desarrollo de la Astronomía matemática del siglo XIII andalusí. Se trata de un libro escrito por un teórico que critica ciertos aspectos del *Almagesto* ptolomeico como, por ejemplo, el hecho de que Ptolomeo no demuestre su bisección de la excentricidad planetaria. Por otra parte, Ibn Aflah describe en su obra dos instrumentos de observación que son, quizás, antecedentes del «torquetum» y contribuye a la difusión europea de la nueva Trigonometría, ya introducida en al-Andalus por Ibn Mu'ād, tal y como hemos comentado anteriormente, al utilizar la regla de las cuatro cantidades y los Teoremas del seno, coseno y de Geber.

En el campo de la Astronomía matemática, es necesario mencionar dos nombres: el de Abū Šalt de Denia y el de Ibn al-Kammād. El primero escribió acerca del astrolabio y sobre el ecuador, siendo su obra sobre este segundo instrumento el tercer texto, cronológicamente, de esta índole que ha llegado hasta nosotros, tras los escritos por el autor posible del texto aritmético que hoy presentamos, Ibn al-Samḥ, y por Azarquiel. Parece tratarse de un desarrollo del instrumento de este último autor, pero los parámetros utilizados en el texto son ptolomeicos. Ibn al-Kammād, por su parte, fue probablemente un discípulo directo de Azarquiel y elabora unas tablas astronómicas en las que aparece una clara influencia de las investigaciones solares de su maestro.

Este desarrollo un tanto pobre de la Astronomía matemática, tras el esplendor alcanzado en el siglo XI, queda compensado, en cierto modo, por el nacimiento de una Astronomía física que no parece haber sido cultivada en al-Andalus con anterioridad. Nos encontramos, tanto en el siglo XII como hasta mediados del XIII, con una etapa dominada por los filósofos aristotélicos y sabios como Averroes, Maimónides, Avempace y Abentofail que sueñan con una Astronomía que estuviera de acuerdo con la *Física* de Aristóteles. Esta teoría sólo aceptaba tres clases de movimientos: centrífugos, centrípetos y movimientos circulares en torno a un centro que, en el campo de la Astronomía, debería identificarse

con la Tierra. Esto implica un rechazo de la Astronomía ptolomeica, basada en excéntricas y epiciclos, así como un deseo de volver a un sistema de esferas homocéntricas, es decir, a un centro común a dos o más circunferencias.

Tras la caída del imperio almohade, al-Andalus se ve reducido al reino nazarí de Granada (1232-1492) y la decadencia que hemos visto aparecer durante la etapa anterior, continuará ahora de una manera más perceptible (15). Los sabios y científicos musulmanes que se encuentran en un territorio conquistado por los cristianos cruzarán, normalmente, la frontera para instalarse en Granada o para emigrar al Norte de Africa o al Oriente. Esto tiene lugar a pesar de la política que lleva a cabo Alfonso X con el fin de retener a los científicos musulmanes tras su conquista de Murcia en el año 1266. Si aceptamos el testimonio del polígrafo granadino Ibn al-Jaṭīb, el rey ofrecía recompensas importantes a los hombres de ciencia que aceptaran convertirse al cristianismo, siendo en ocasiones su oferta aceptada, como lo fue en el caso de Bernardo el Arábigo, que colaboró en la revisión de la versión castellana del tratado de Azarquiel sobre la azafea, llevada a cabo en Burgos en el año 1278; no obstante, lo normal era el rechazo de la oferta —lo que imposibilitó un desarrollo de la ciencia islámica en tierras cristianas, paralelo al desarrollo de una ciencia elaborada por los mozárabes, como se dio en los primeros siglos en al-Andalus—, tal y como hizo el médico y matemático al-Riqūṭī, que rehusó la oferta real y partió hacia la Granada del sultán Muḥammad II. De todas formas, muchos científicos desecharon la idea de permanecer en Granada y cruzaron la frontera peninsular para instalarse, bien en Oriente —como el astrónomo Muḥyi al-Dīn, que trabajó en Siria, en el observatorio de Maraga— bien en el Norte de Africa, como el eminente matemático al-Qalaṣādī, nacido en Baza en el año 1412 y muerto en Túnez en 1486.

Los soberanos granadinos ofrecieron a los científicos un ambiente acogedor, como hizo Muḥammad II (1273-1302), que atrajo a su corte, tal y como hemos mencionado anteriormente, a al-Riqūṭī o al también

(15) Véase el sintético artículo de CALVO, E. La ciencia en la Granada Nazarí. *In: El legado científico andalusí*, Madrid, C. Nacional de Exposiciones, 1992, pp. 117-126.

astrónomo y matemático Ibn al-Raqqām (m.1315), autor de origen andalusí que se encontraba establecido en Túnez y que decidió, gracias al requerimiento del sultán granadino, regresar a la Península, a Granada; este sabio enseñó Matemáticas y Astronomía a Ibn Huḍayl y fue maestro del mismo sultán Naṣr (1309-1314) en el arte de calcular almanaques y construir instrumentos astronómicos. El mismo príncipe Yūsuf, hermano de Muḥammad II, era muy aficionado a los libros de Matemáticas y Astronomía. También, en esta Granada árabe de los siglos XIV y XV es digno de mención Ibn al-Ḥaṣṣī (m.1314), nacido en Sevilla, cuando ya ésta era cristiana, cuyo padre —carpintero mudéjar en Sevilla— construyó la gran noria de la nueva Fez para el sultán meriní Abū Yūsuf (1258-1886), la cual llamó la atención del viajero León el Africano, que la describe señalando que sólo podía girar veinticuatro veces al día.

Finalmente, en el campo de las matemáticas «puras», es decir, aquellas cuyo desarrollo no va unido a aplicaciones técnicas o astronómicas, debemos destacar dos nombres: Ibn Badr y al-Qalaṣādī. Ibn Badr, cuyas dudas en su nacimiento hace que unos estudiosos lo ubiquen en el siglo XI y otros en el XIII, es autor de un tratado elemental de Álgebra en el que se interesa por la resolución de ecuaciones indeterminadas. Mucho más importante es la obra del polígrafo al-Qalaṣādī (1412-1486), figura interesante sobre todo por sus escritos sobre Aritmética, Algebra y particiones de herencias sucesorias, escritos que aún no han sido bien estudiados en gran parte. Gracias al viaje de peregrinación que hizo a La Meca, al-Qalaṣādī pudo estudiar en Tremecén, Orán y Túnez, así como en otros focos culturales del Oriente musulmán del siglo XV; ello explica las influencias que en él ejercen algunos matemáticos magrebíes y orientales y la aparición, en su obra, de un simbolismo algebraico incipiente, desconocido hasta entonces en al-Andalus.

Es muy posible que los siglos XIII, XIV y XV conocieran en la Granada nazarí una revolución importante en los estudios sobre Gnomónica, rama de la Astronomía matemática que investiga, precisamente, sobre relojes de sol, ya que conocemos un importantísimo tratado —traducido y editado recientemente— sobre esta materia debido a Ibn al-Raqqām (m. 1315), demostrador de la gran competencia de este matemático y astrónomo, que aplica al estudio de los cuadrantes solares el método de

los «analemma» —título de un tratado de Ptolomeo sobre el tema—, basado en proyecciones y que no estaba documentado hasta ese momento en al-Andalus. Este mismo Ibn al-Raqqām es, también, autor de unas tablas astronómicas en las que parece influido por Ibn Ishāq al-Tunīsī, lo que lo hace merecedor del título de ser uno de los científicos más interesantes de la época nazarí.

Para finalizar este rápido repaso al mundo matemático andalusí, creemos pertinente decir que el desarrollo de la Ciencia en al-Andalus ha jugado un papel importantísimo en la propagación de los conocimientos científicos en Europa. Es desde al-Andalus desde donde se expande al resto del Occidente europeo el patrimonio científico proveniente de Oriente y de Grecia, a través de un complejo e importante sistema de traducción del árabe al latín o a otras lenguas romances. A partir de los siglos XII y XIII, numerosos traductores y compiladores trabajaron en Toledo en esta labor, siendo, para las matemáticas, el trabajo de estos sabios tan importante para el desarrollo renacentista de esta ciencia en Europa, como en su día lo fue el que se realizó en Bagdad, también por sabios traductores, para el desarrollo matemático en los países islámicos (16).

3. LA ESCUELA DE MASLAMA EN AL-ANDALUS

Maslama, como hemos dicho anteriormente, significa, dentro de la cultura astronómica matemática andalusí, el inicio de una nueva etapa, de una fase de madurez, que sigue a las labores de asimilación y traducción del siglo IX y que precede a la etapa de esplendor del siglo XI (17). Nacido en Madrid, estudió en Córdoba, donde murió en el año

-
- (16) VERNET, J. *La cultura hispanoárabe en Oriente y Occidente*, Barcelona, Ariel, 1975.
- (17) Para una visión global acerca de las fuentes y bibliografía sobre Maslama, véase el artículo de ESCRIBANO, M. C.; MARTOS, J. Las matemáticas en al-Andalus: fuentes y bibliografía para el estudio del matemático y astrónomo árabe madrileño Maslama. *In: Estudios de Historia de las Técnicas, la Arqueología Industrial y las Ciencias. Actas del VI Congreso de la Sociedad Española de Historia de las Ciencias y de las Técnicas. Segovia-La Granja, 9-13 septiembre de 1996*, Salamanca, Junta de Castilla y León, 1998, pp. 457-466.

1007. Astrólogo famoso, anunció la caída del califato —tal y como ocurrió—, así como ciertos detalles de la vida política anteriores a la crisis final califal (la llamada *fiṭna*) que estalló en el primer tercio del siglo XI en al-Andalus. Aunque no conservamos referencias a alguna observación estelar que llevó a cabo, su prestigio se debe sobre todo a su adaptación de las tablas astronómicas del *Sindhind*, en la versión de al-Jwārizmī, que, como ya hemos dicho, debieron ser introducidas en la España musulmana durante el emirato de ‘Abd al-Raḥmān II.

Tal adaptación, que Maslama llevó a cabo en colaboración con su discípulo al-Ṣaffār (m. 1034), resulta difícil de valorar, ya que la original versión de al-Jwārizmī en árabe parece perdida y sólo conservamos el texto revisado por Maslama en una traducción latina del siglo XII. Con todo, parece que cabe atribuir a nuestro astrónomo el uso del meridiano de Córdoba en ciertas tablas de movimientos medios, el empleo del calendario solar persa y la adición de ciertos materiales claramente hispánicos.

Por otra parte, Maslama y su escuela, sus discípulos, no se limitaron a trabajar sobre la tradición astronómica india, representada por el *Sindhind*, sino que se introdujeron también en la Astronomía ptolemeica, mucho más evolucionada. Así, sabemos que Maslama estudió el *Almagesto* de Ptolomeo, que su aventajado alumno Ibn al-Ṣaffār conocía la *Geographia* de este mismo autor griego, que nuestro posible autor del tratado aritmético que presentamos, y también discípulo de Maslama, Ibn al-Samḥ, utilizó en su Tratado sobre el ecuadorio, parámetros numéricos derivados de Ptolomeo y de al-Battānī y, lo que es mucho más importante, conservamos un comentario de Maslama al *Planisferio* de Ptolomeo. Ésta es una obra de carácter teórico en la que Ptolomeo estudia los fundamentos de la proyección estereográfica de una esfera sobre un plano y constituye la base del astrolabio, que, en realidad, no es sólo un instrumento de observación, sino también un computador analógico. En una época en la que todos los cálculos debían realizarse manualmente, el astrolabio es la regla de cálculo que tenían siempre al alcance de la mano astrónomos y astrólogos y que resolvía con rapidez, aunque hay que reconocer que a veces sin excesiva precisión, problemas de astronomía esférica y todas las cuestiones relativas al movimiento del sol y de las estrellas fijas.

El siglo X —que en el breve repaso por la historia de la matemática en al-Andalus hemos dejado al margen, para verlo ahora a través de la figura de Maslama y de su escuela—, por otra parte, ve aparecer otras novedades en materia instrumental astronómica. Por un lado, los primeros relojes de sol hispánicos que conservamos pertenecen a esta época, e incluso uno de ellos está atribuido al miembro de la escuela de Maslama, Ibn al-Şaffār; por otro lado, vemos surgir en él lo que tal vez sea una invención andalusí: el ecuatorio. Para entender lo que significa este instrumento recordemos que, para calcular la posición de un planeta, un buen astrónomo necesitaba por lo menos media hora de cálculo, utilizando unas tablas astronómicas. Para levantar un horóscopo, había que calcular la posición del sol, de la luna, su nodo ascendente y los cinco planetas conocidos. Todo ello implicaba alrededor de cuatro horas de trabajo, sin contar el que se invertía en la interpretación del horóscopo. Obviamente, como resultado, se obtenían horóscopos muy caros. Una primera solución a este problema surgió con la invención del ecuatorio, que no es más que un conjunto de modelos planetarios, contruidos a escala de acuerdo con la teoría ptolomeica, y que permitían resolver gráficamente el problema de determinar la posición de un planeta con sólo un mínimo cálculo.

En fin, lo cierto es que hasta el siglo X sólo pueden encontrarse indicios, bastante precarios, de la existencia de una astronomía con características andalusíes, y, en todo caso, incapaz de ofrecer una aportación original. Como hemos visto, la situación cambiará radicalmente con la aparición de Maslama el madrileño, fundador de una auténtica escuela de astrónomos, matemáticos y geómetras andalusíes. Hablemos, pues, de los miembros de esta escuela.

De acuerdo con la información proporcionada por Sa'íd de Toledo en su obra *Tabaqat*, sobre los discípulos de Maslama y los discípulos, a su vez, de estos discípulos, Julio Samsó ha elaborado un árbol genealógico de la escuela que muestra, por vez primera, que las ciencias exactas están adquiriendo entidad en al-Andalus (18). Este árbol genealógico de discípulos y maestros sería el siguiente:

(18) SAMSÓ, nota 10, pp. 80 y ss.

- 1) Discípulos de Maslama: Ibn al-Jayyāṭ, Ibn al-Samḥ, Ibn al-Şaffār, Zahrāwī, Ibn Jaldūn y Kirmānī.
- 2) Discípulos de Ibn al-Şaffār: Ibn Şahr, al-Wāsitī, Ibn Bargūt, Ibn al-'Aṭṭār y al-Quraşī.
- 3) Discípulos de Ibn Bargūt: Ibn al-Layt, al-Saraqustī, Ibn al-Ŷallāb e Ibn Ḥayy.

De estos quince personajes, deben considerarse como los más importantes e influyentes, además de Maslama, a Ibn al-Şaffār, Ibn Bargūt, Ibn al-Samḥ e Ibn al-Jayyāṭ. El resto son poco más que nombres, de los que no conservamos nada de su obra y muy poco de su vida. Sólo se conservan —de manera parcial— textos de Maslama, Ibn al-Şaffār, Ibn al-Samḥ e Ibn al-Jayyāṭ.

Un rasgo a destacar, entre los datos que nos ofrece Sa'īd de Toledo acerca de los miembros de esta escuela, es la insistencia en el cultivo de la Aritmética y de la Geometría por parte de la mayoría de estos científicos. Apenas sabemos nada sobre el desarrollo de la matemática en sí —sin aplicaciones astronómicas— en esta época, en este siglo X, pero si tenemos en cuenta el desarrollo y el esplendor que tuvo lugar en el siglo siguiente —en el que destacarán matemáticos como al-Mu'taman o Ibn Mu'ād—, cabe pensar que estos grandes autores del siglo XI tuvieron necesariamente predecesores y que éstos debieron ser, forzosamente, los matemáticos de la escuela de Maslama. De hecho, Sa'īd constituye un testigo importante de la dedicación a la matemática por parte de esta escuela y afirma que tanto Maslama, como Ibn al-Samḥ y al-Zahrāwī escribieron libros sobre Aritmética comercial.

La información de que disponemos es aún más escasa en lo que respecta al Álgebra aunque, como señala Djebbar, tanto los libros de Aritmética comercial como los tratados sobre particiones sucesorias y sobre Aritmética operacional contenían, sin duda, materiales algebráicos y la obra —aunque perdida en su mayor parte— de los matemáticos andalusíes de esta época ha dejado ciertos restos en la tradición matemática magrebí de la Baja Edad Media.

4. *EL ESTUDIO DE LA CIENCIA MATEMÁTICA HISPANOMUSULMANA: ESTADO ACTUAL DE LA CUESTIÓN*

Los estudios occidentales acerca de la ciencia árabe —y, en general, sobre la cultura árabe— comenzaron a tener cierta entidad a finales del XIX y principios del XX, en relación directa con la escalada colonial europea del siglo XIX y la inclusión de los países árabes como nuevas colonias tras la Primera Guerra Mundial y la derrota del Imperio Otomano. Estos estudios occidentales se centraron más en algunas disciplinas, como la Medicina, la Farmacia o la Astronomía, no teniendo mucha suerte el análisis del desarrollo de la ciencia matemática en el Islam medieval. Y, si éste fue el panorama para las Ciencias Exactas en general, no digamos lo que significó para la ciencia matemática andalusí: su mención en los grandes estudios de principios de siglo, como los de Cantor. *Vorlesungen über Geschichte der Mathematiker*, Leipzig, s. i. 1907-1908, Maximilien Marie. *Histoire des Sciences mathématiques et physiques*, París, 1883-1887, Suter. *Die mathematiker und astronomen der araber und ihre Werke*, Leipzig, s. i. 1900 o Zeuthen. *Histoire des Mathématiques dans l'antiquité et le moyen âge*, Paris, Gauthier Villars, 1902, es casi nula o muy precaria.

Tampoco los estudios realizados en lengua española, como los de Vera. *Historia de la matemática en España*, Madrid, V. Suárez, 1929 o los de Menéndez Pelayo. *La ciencia española*, Madrid, Imp. de A. Pérez Dubrull, 1887-1889, mejoraron la suerte del estudio de la ciencia andalusí en general y de la matemática hispanomusulmán más específicamente.

Del mismo modo, los primeros grandes historiadores de la España musulmana, como Conde. *Historia de la dominación de los árabes en España*, Barcelona, Imprenta de D. Juan Oliveres, 1844; Dozy. *Histoire des musulmans d'Espagne jusqu'à la conquête de l'Andalusie par les almoravides*, Leiden, E. J. Brill, 1861 o Lévi-Provençal. *Histoire de l'Espagne musulmane*, Paris, G. P. Maisonneuve, 1950, estuvieron más atentos al desarrollo de los acontecimientos políticos de al-Andalus y a su cronología, que a la historia social, cultural, literaria o científica, campos que desarrollarían más tarde los arabistas españoles de primeros de siglo, como Pons Boigues, Codera, Ribera, López Ortiz, Rafael Castejón o Asín Palacios,

por citar sólo algunos de los nombres más destacados; no obstante, como ya es habitual, hubo áreas del saber que fueron más y mejor estudiadas y analizadas que otras; así, la Filosofía, la Literatura o el Derecho, gozaron más de la atención de la escuela arabística española, que materias como la Medicina, la Farmacia o las matemáticas, actitud lógica y comprensible si se tiene en cuenta que para estas disciplinas científicas, hace falta algo más que conocer la lengua árabe para enfrentarse a un manuscrito.

Hay que esperar a la figura del historiador y matemático José Augusto Sánchez Pérez, para que el estudio de las matemáticas en el Andalus comience a tener entidad. Y todo se inició con un concurso. Preocupada la Real Academia de las Ciencias de España —en aquellos tiempos presidida por nuestro premio nóbel José Echegaray— por la visión cultural de las matemáticas, se animó a convocar, en 1917, un concurso acerca del tema «Monografías histórico científicas de matemáticos españoles anteriores al siglo XVIII», siendo premiada la memoria de Sánchez Pérez que la presentó bajo el título *Biografías de matemáticos árabes que florecieron en España*. El autor encabeza su trabajo con una cita de Juan Pablo Forner que es indicativa del espíritu con que escribió la Memoria: «...vinieron los árabes y renovando lo que ignoraba la Europa gótica, resucitaron el gusto a las matemáticas...». Sánchez Pérez continuó trabajando en esta línea y, al margen de sus «Biografías», publicó, entre otros los siguientes trabajos: *Compendio de álgebra de Abenbeder* (1916), *Las matemáticas en la biblioteca del Escorial* (1929), *La ciencia árabe en la Edad Media* (1954), *La aritmética en Babilonia y Egipto* (1943), *La aritmética en Roma, en India y en Arabia* (1949) y *Partición de herencias entre los musulmanes de rito malekí* (1914). Estos estudios lograron que se prestara más atención a las matemáticas en la España musulmana por los especialistas y que, incluso algunas figuras de matemáticos andaluzes se popularizaran, como fue el caso de Maslama, a quien F. Vera la dedica en 1934 un delicioso artículo titulado El matemático madrileño Maslama Benahmed, publicado en el volumen IX de la *Revista de Archivo, Biblioteca y Museo del Ayuntamiento de Madrid*.

El testigo del estudio y análisis de la ciencia andalusí en general es recogido, a partir de los años 40-50, por la insigne figura de José M^a Millás Vallicrosa que, si bien no tocó la disciplina matemática

propiamente dicha, sí la tuvo en cuenta a partir de sus relaciones con la Astronomía, materia a la que dedicó la mayor parte de su tiempo. A él le debemos trabajos tan importantes como *Estudios sobre Azarquiel*, Madrid-Granada, CSIC, 1943-1950, *Estudios sobre la historia de la ciencia española*, Barcelona, CSIC, 1949 y *Nuevos estudios sobre historia de la ciencia española*, Barcelona, CSIC, 1960. Millás supo crear escuela en Barcelona y fue en esta ciudad, alrededor de las figuras de Juan Vernet y Julio Samsó, donde, durante los años 60 y 70, se creó un núcleo de estudiosos de la ciencia árabe en general, con especial mención a la realizada en al-Andalus, que supieron poner las bases teóricas, culturales e históricas para comprender el desarrollo del fenómeno científico en la España musulmana. Fruto del trabajo de esta escuela barcelonesa fueron obras tan importantes como las de Juan Vernet. *La cultura hispanoárabe en Oriente y Occidente*, Barcelona, Ariel, 1978; *La ciencia en al-Andalus*, Sevilla, Editoriales Andaluzas Unidas, 1986 o la de Julio Samsó. *Las ciencias de los antiguos en al-Andalus*, Madrid, Mapfre, 1992, siendo frecuentes los estudios elaborados en equipo, como el firmado por Vernet y Samsó, dado a la luz en las *Jornadas de cultura árabe e islámica*, celebradas en Madrid en el año 1978, Panorama de la ciencia andalusí en el siglo XI, o el realizado por Vernet y Catalá. Las obras matemáticas de Maslama de Madrid, publicado en la revista *Al-Andalus*, en su volumen 30 (1965).

Los años ochenta son testigo de un resurgir del interés por el estudio de las matemáticas árabes medievales en todo el mundo, del que, indudablemente, se beneficia la historia de la ciencia matemática andalusí. Autores como Aḥmad S. Saidan estudian la numeración y la Aritmética; Roshdi Rashed (director de una imprescindible *Histoire des sciences arabes*, publicada en francés e inglés, París-Londres, Seuil, 1997) se preocupa por el Álgebra, el Análisis combinatorio y la Óptica geométrica; Boris A. Rosenfeld por la Geometría; A. P. Youschkevitch es autor de una obra fundamental, *Les mathématiques arabes: VIII^e-XV^e siècles*, Paris, J. Vrin, 1976; M. T. Debarnot analiza la Trigonometría islámica medieval; André Allard estudia la influencia de la ciencia árabe en el Occidente medieval; y E. S. Kennedy se preocupa por dar el correcto marco histórico-social al desarrollo de la Ciencia en los países árabes de la Edad Media.

Este florecer de los estudios sobre la ciencia matemática islámica tiene su reflejo en los trabajos sobre al-Andalus, que alcanzan en esta década y en parte de los noventa un considerable número, trabajos que, en la mayoría de las ocasiones se centran en el estudio de una figura o de una obra, pero que, en su conjunto, ayudan a consolidar el conocimiento del entramado histórico que sobre el desarrollo y logros de la ciencia matemática en al-Andalus tenemos en este momento. Citemos, pues, los principales trabajos de los que tenemos constancia: A. Djebbar. Deux Mathématiciens peu connus de l'Espagne du XI^e siècle: al-Mu'tamam et Ibn Sayyid. In: *Colloque International sur les Mathématiques autour de la Méditerranée jusqu'au XVII^e siècle*, Marsella-Luminy, 1984; A. Djebbar. *Mathématiques et Mathématiciens dans le Maghreb médiéval (IX^e-XVII^e siècles). Contribution à l'étude des activités scientifiques de l'Occident musulman*. Tesis doctoral, Universidad de Nantes, 1990; A. Djebbar. La contribution mathématique d'al-Mu'taman et son influence au Maghreb. In: *Colloque Maghrébin de Beit al-Hikma sur le patrimoine scientifique arabe*, Cartago, 1986; A. Djebbar, Quelques aspects de l'Algèbre dans la tradition mathématique arabe de l'Occident Musulman. In: *Premier Colloque International d'Alger sur l'Histoire des Mathématiques Arabes*, Argel, 1988; A. Djebbar, Las matemáticas en al-Andalus a través de las actividades de tres sabios del siglo XI. In: *El legado científico andalusí*, Madrid, Centro Nacional de Exposiciones, 1992; M. C. Escribano y J. Martos, Las matemáticas en al-Andalus: Fuentes y Bibliografía para el estudio del matemático y astrónomo árabe madrileño Maslama. In: *Actas del VI Congreso de la Sociedad Española de Historia de las Ciencias y de las Técnicas*, Segovia-La Granja, Junta de Castilla y León, 1996; M. C. Escribano. El matemático y astrónomo andalusí Maslama el Madrileño. In: *Matemáticos madrileños*, Madrid, Anaya, 2000; J. P. Hogendijk. Discovery of an 11th century geometrical compilation: The Istikmal of Yusuf al-Mu'taman Ibn Hud, King of Saragossa. *Historia Mathematica*, 1986, 13; J. P. K. Le roi géomètre al-Mu'taman Ibn Hud et son livre de la perfection. In: *Premier Colloque International d'Alger sur l'Histoire des Mathématiques Arabes*, Argel, 1988; J. Samsó. Maslama al-Majriti and the Alphonsine Book on the construction of the astrolabio. *Journal for the History of Arabic Science*, 1980, 4; J. Samsó. Notas sobre el ecuatoriano de Ibn al-Samh. In: *Nuevos Estudios sobre Astronomía Española en el siglo de Alfonso X*, Barcelona, CSIC, 1985; M. V. Villuendas. *La trigonometría europea en el siglo XI. Estudio de la obra de Ibn*

Mu'ad, El Kitab mayhulat, Barcelona, Real Academia de Buenas Letras, 1979; J. CARANDELL. *Estudios sobre el Tratado de Gnomónica de Ibn al-Raqqam: la Risala fi 'ilm al-zilal*, Barcelona, Instituto Millás Vallicrosa, 1988; M.^a M. Viladrich. Dos capítulos de un libro perdido de Ibn al-Samh. *Al-Qantara*, 1986, 7; J. Sésiano. Le Liber mahameleth, un traité mathématique latin composé au XII^e siècle en Espagne. In: *Premier Colloque International d'Alger sur l'Histoire des Mathématiques Arabes*, Argel, 1988; J. Sésiano. Survivence médiévale en Hispanie d'un problème né en Mésopotamie. *Centaurus*, 1987, 30; J. Samsó. Una hipòtesis sobre càlculo por aproximación del cuadrante de senos. *Al-Andalus*, 1971; M. Souissi, Un mathématicien tuniso-andalou: al-Qalaşādī, en *Actas del II coloquio Hispano-Tunecino de Estudios Históricos*, Madrid, Instituto Hispano-Árabe de Cultura, 1973; A. S. Saidan. al-Qalaşādī. In: *D.S.B.*, 11, 1975; J. Carandell. Tratado de las curvas de oración en los cuadrantes horizontales en la Risala de Ibn al-Raqqam. *Dynamis*, 1984, 4; R. Lorch. Maslama al-Majriti and Thabit's al-Shakl al-Qatta'. In: *De Bagdad a Barcelona. Estudios sobre Historia de las Ciencias Exactas en el Mundo islámico en honor del Prof. Juan Vernet*, Barcelona, Instituto Millás Vallicrosa, 1996; Hogendijk. J. P. al-Mu'taman's Simplified Lemmas for Solving Alhazen's Problem. In: *De Bagdad a Barcelona. Estudios sobre Historia de las Ciencias Exactas en el Mundo Islámico en honor del Prof. Juan Vernet*, Barcelona, Instituto Millás Vallicrosa, 1996.

A modo de conclusión de este repaso del estado bibliográfico sobre las matemáticas en al-Andalus que hemos realizado, creemos pertinente decir que, aunque el número de trabajos y textos sobre este tema ha sufrido un salto cualitativo en los últimos años, lo cierto es que aún queda mucho por hacer y sistematizar.