

EL SIGLO DE AL-MU^cTAMID

FÁTIMA ROLDÁN CASTRO (ED.)



Excmo. Ayto. de Almonaster la Real



Universidad
de Huelva



Fundación

Cajasol

Sevilla 2017

Colección de Estudios Árabo-islámicos de Almonaster la Real

COMITÉ EDITORIAL:

José Beltrán Fortes
(Director de la Editorial Universidad de Sevilla)
Araceli López Serena
(Subdirectora)

Concepción Barrero Rodríguez
Rafael Fernández Chacón
María Gracia García Martín
Ana Ilundáin Larrañeta
Emilio José Luque Azcona
María del Pópulo Pablo-Romero Gil-Delgado
Manuel Padilla Cruz
Marta Palenque Sánchez
José Leonardo Ruiz Sánchez
Antonio Tejedor Cabrera

Reservados todos los derechos. Ni la totalidad ni parte de este libro puede reproducirse o transmitirse por ningún procedimiento electrónico o mecánico, incluyendo fotocopia, grabación magnética o cualquier almacenamiento de información y sistema de recuperación, sin permiso escrito de la Editorial Universidad de Sevilla.

Edición digital de la primera edición impresa en 2013

- © EDITORIAL UNIVERSIDAD DE SEVILLA 2017
C/. Porvenir, 27 - 41013 Sevilla.
Tlfs.: 954 487 447; 954 487 451; Fax: 954 487 443
Correo electrónico: eus4@us.es
Web: <<http://www.editorial.us.es>>
- © FÁTIMA ROLDÁN CASTRO (ed.) 2017
- © DE LOS TEXTOS SUS AUTORES 2017

ISBNe: 978-84-472-2057-1

Digitalización y realización interactiva:
Pedro Bazán Correa

ÍNDICE

UN REGALO PARA UN FUTURO REY: LA AZAFEA OFRECIDA POR EL ASTRÓNOMO IBN AL-ZARQĀLLUH (AZARQUIEL) AL NIÑO AL-MU ^c TAMID <i>Maravillas Aguiar Aguilar</i> (Universidad de La Laguna)	15
JURISTAS Y AGRÓNOMOS DEL SIGLO XI: LAS LEYES DEL MEDIO RURAL EN TIEMPOS DEL AL-MU ^c TAMID <i>Inmaculada Camarero Castellano</i> (Universidad de Sevilla)	35
LA RUTA DE AL-MU ^c TAMID COMO PROYECCIÓN GEOGRÁFICA Y ARTÍSTICA DEL PATRIMONIO HISTÓRICO ANDALUSÍ <i>Inmaculada Cortés Martínez</i> (Fundación El legado andalusí)	57
LA MEDICINA EN EL SIGLO DE AL-MU ^c TAMID <i>Francisco Gallardo</i> (Médico y escritor)	67
AL-MU ^c TAMID DE SEVILLA Y EL ESPLENDOR DE SU REINO <i>Pilar Lirola Delgado</i> (Universidad de Cádiz)	85
UN SIGLO DE CONTRASTES EN LA POESÍA ANDALUSÍ: ESPLENDOR EN SEVILLA Y OSCURIDAD EN GRANADA <i>Celia del Moral</i> (Universidad de Granada)	111
CONOCIMIENTO DE LA FILOSOFÍA GRIEGA EN EL SIGLO XI ANDALUSÍ <i>Rafael Ramón Guerrero</i> (Universidad Complutense. Madrid)	129
APÉNDICE GRÁFICO 1 <i>La ruta de al-Mu^ctamid como proyección geográfica y artística del patrimonio histórico andalusí</i>	145
APÉNDICE GRÁFICO 2 <i>Al-Mu^ctamid de Sevilla y el esplendor de su reino</i>	151



UN REGALO PARA UN FUTURO REY: LA AZAFEA OFRECIDA
POR EL ASTRÓNOMO IBN AL-ZARQĀLLUH (AZARQUIEL)
AL NIÑO AL-MU^cTAMID¹

MARAVILLAS AGUIAR AGUILAR
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

¹ Este trabajo se ha realizado en el marco del proyecto de investigación FFI2010-20883-FILO financiado por el *Ministerio de Ciencia e Innovación* de España, en el cual se investigan diversos aspectos relacionados con el uso de instrumentos astronómicos en la enseñanza de la astronomía y las matemáticas (siglos XIII-XVI).

GENERALIDADES²: LA CIENCIA EN AL-ANDALUS EN EL SIGLO XI. LOS BANŪ
°ABBĀD. AL-MU^cTAMID

El cadí Ibn Šā^cid de Toledo³ evoca en su *Kitāb ṭabaqāt al-umam* (*Libro de las categorías de las naciones*)⁴ al emir Muḥammad I⁵ y al califa al-Ḥakam II⁶ destacando el gran interés que ambos tenían por las ciencias. Hasta el inicio de las Taifas la matemática y la astronomía conocieron en al-Andalus un brillante periodo que se prolongó por espacio de cincuenta años. El siglo 5/XI andalusí, considerado como el siglo de oro de las ciencias, es un periodo que no llega a cubrir una centuria y que se extiende entre el final del periodo de las guerras civiles y la invasión almorávide de al-Andalus (422/1031 y 479/1086). El desastre de la guerra provoca que gran parte de la población emigre, incluidos los sabios de la corte califal cordobesa⁷. La actividad científica, sin embargo,

² M. Aguiar Aguilar, “Las fuentes orientales de la astronomía andalusí”, *Al-Andalus y Oriente Medio: pasado y presente de una herencia común*, ed. Fátima Roldán Castro, Sevilla, 2006, 81-98.

³ Nacido en Almería el año 420/1029 y fallecido en Toledo en 462/1070. Véase E. Llaveró Ruiz, “El cadí Šā^cid de Toledo. Primer historiador de la filosofía y de las ciencias en el mundo árabe”, *Anales Toledanos*, 24 (1987), 7-29 y G. Martínez-Gros, “Šā^cid al-Andalusī”, *Encyclopaedia of Islam* (2^a ed.), Leiden, 1995, VIII, 867-868.

⁴ Šā^cid al-Andalusī, *Kitāb ṭabaqāt al-umam*, ed. Ḥayat Bū °Alawān, Beirut, 1985, 164-165; trad. francesa: R. Blachère, *Livre des catégories des nations*, París, 1935, 126-127; trad. española: E. Llaveró Ruiz y A. Martínez Lorca, *Historia de la filosofía y de las ciencias o Libro de las Categorías de las naciones (Kitāb ṭabaqāt al umam)*, Madrid, 2000, 140 y 142.

⁵ Nacido en Córdoba el año 207/823 y fallecido en la misma ciudad en 273/886, gobernó entre 238/852 y 273/886. Interesantes detalles sobre las calumnias que los alfaquíes cordobeses profirieron ante el emir Muḥammad acerca del jurista Baqī b. Majlad (m. 276/889) a su regreso de su viaje de estudios a Oriente en J. A. Souto, “El emirato de Muḥammad I en el *Bayān al-Mugrib* de Ibn °Idārī”, *Anaquel de Estudios Árabes*, 6 (1995), 236-237 [209-247].

⁶ Nacido en Córdoba el año 302/914-915 y fallecido en la misma ciudad en 366/976-977, gobernó desde 350/962 hasta su fallecimiento.

⁷ Véase el interesante y acertado estudio de J. Martos Quesada, “El matemático andalusí Ibn al-Samḥ posible autor de un manuscrito de aritmética depositado en El Escorial”, *Anaquel de Estudios Árabes*, 12 (2001), 429-442.

se incrementaría favorecida por la multiplicación de cortes surgidas a raíz de la desaparición del Califato. Es un siglo que se caracteriza desde luego por la variedad y complejidad de los acontecimientos históricos⁸. De modo constante se producen traumáticos cambios políticos y sociales como la muerte de Almanzor en el año 392/1002, el gobierno de su hijo ᶜAbd al-Malik, la guerra civil (*fitna*) con la consiguiente caída del califato, el establecimiento de los reinos de taifas y, por último, la presencia y dominio de los almorávides, con la que al-Andalus vuelve a recuperar la unidad territorial. Si en el plano político destaca la inestabilidad y la agitación como consecuencia de los citados acontecimientos, la actividad intelectual, sobre todo la literaria y especialmente la poesía, vive momentos de auge y esplendor.

En ese siglo vivió Muḥammad b. ᶜAbbād⁹, de *kunya* Abū-1-Qāsim, rey de Sevilla, la taifa de mayor relevancia. En su breve existencia, la taifa estuvo regida por tres miembros de una dinastía andalusí que presumía de claros y seguros orígenes árabes, concretamente de la tribu de Lajm. Son los Banū ᶜAbbād, abuelo, hijo y nieto. Al-MuṬamid, nuestro personaje es el nieto, el último de la dinastía, segundo hijo varón de los cuarenta que tuvo su padre, al-MuṬaḍid b. ᶜAbbād. Nació Muḥammad en el año 431/1039 en Beja-Bāya (Portugal), donde su padre, aún príncipe, residía como gobernador. Sin embargo su infancia transcurrió en Sevilla pues su padre subió al trono a mediados de 433 (enero-febrero de 1042). En esta ciudad y desde muy corta edad la poesía entra en su vida¹⁰. Tuvo un maestro excepcional, nada menos que el poeta cordobés Ibn Zaydūn, llegado a la corte sevillana en 441/1049-1050. A los doce años aproximadamente, edad de la circuncisión y en la que el niño llega a la pubertad, al-MuṬamid es nombrado gobernador de Silves por su padre. En esta ciudad del Algarve vivirá los años más libres, felices y densos en sentimientos de toda su vida. Lejos físicamente pero bajo el control de su padre, pues siempre estuvo vigilado por sus emisarios, empieza a manifestarse su verdadero carácter, su desmedida sensualidad. La pasión por

⁸ He utilizado aquí parte de nuestro trabajo: M^a Arcas Campoy y M. Aguiar Aguilar, “Al-MuṬamid de Sevilla: crónica poética de una vida y un reino”, *Anuario Medieval* (Universidad de St. John de Nueva York), 12 (2004), 169-181 e *idem*, *Evocación de al-Andalus*, Nueva York, 2004, 169-181.

⁹ Remito al magnífico trabajo de Pilar Lirola Delgado, *Al-MuṬamid y los Abadís: El esplendor del reino de Sevilla (s. xi)*, Almería, 2011.

¹⁰ Véase el excelente análisis de F. Tahtah en su monografía *Al-gurba wa-l-ḥanīn fī-šīʿr al-andalusī*, Rabat, 1993, 187, 194 y 317. También M. J. Rubiera, *La literatura hispanoárabe*, Madrid, 1992, 16.

las mujeres, el vino (según Ibn Bassām indica en su célebre antología, su nodriza era la copa) y el placer van a ser la constante inspiración de sus poemas. En *Silves*, además, aparecen los dos personajes más importantes de su vida, un hombre y una mujer, Ibn ʿAmmār y Rumaykīya. Pero nosotros vamos a quedarnos aquí en el al-Muʿtamid niño, en torno a sus ocho años, en el momento en el que debió vivir, en palabras de Pilar Lirola, en “la lujosa, opulenta, sensual e ilustrada corte de su padre”¹¹, en Sevilla.

EL ASTRÓNOMO AZARQUIEL. SUS OBRAS. LA AZAFEA DE AZARQUIEL: TEXTOS E INSTRUMENTOS

Citando de nuevo a Ibn Ṣāʿid, vemos en sus *Ṭabaqāt* cómo ensalza especialmente la figura del astrónomo Azarquiel¹².

*Y el más sabio de todos en la ciencia de los movimientos de los astros y de la constitución de las esferas es Abū Ishāq Ibrāhīm b. Yaḥyā, el cincelador (al-naqqāš), el conocido por el hijo del Zarqāl (Zarquiel); él es el más eminente entre la gente de nuestro tiempo en las observaciones astronómicas y en la ciencia de la estructura de las esferas y en el cálculo de sus movimientos, y es el más sabio de todos ellos en la ciencia de las tablas astronómicas y en la invención de instrumentos para la observación de los astros*¹³.

Los elementos más relevantes de la biografía de Ibn al-Naqqāš al-Zarqālluh, de kunya Abū Ishāq Ibrāhīm b. Yaḥyā al-Naqqāš al-Tuʿyībī y de nombre latinizado Azarquiel, fueron muy bien sintetizados por Roser Puig¹⁴.

¹¹ *Idem*, 110.

¹² Sobre Azarquiel y su obra véase como bibliografía general: J. A. Sánchez Pérez, *Biografías de matemáticos que florecieron en España*, Madrid, 1921, 80-83. J. M^a. Millás Vallicrosa, *Estudios sobre Azarquiel*, Madrid-Granada, 1943-1950. R. Puig, “Concerning the Ṣaḥīḥa Shakkāziyya”, *Zeitschrift für Geschichte der Arabisch-Islamischen Wissenschaften*, 2 (1985), 123-139. R. Puig, *Al-Šakkāziyya. Ibn al-Naqqāš al-Zarqālluh*, Barcelona, 1986. R. Puig, *Los tratados de construcción y uso de la azafea de Azarquiel*, Madrid, 1987. J. Vernet es el autor del artículo sobre Azarquiel del *Dictionary of Scientific Biography*, Nueva York, 1970. Biografía en: E. Calvo, “Ibn al-Zarqālluh”, *Encyclopaedia of the History of Science, Technology and Medicine in Non-Western Cultures*, Dordrecht, 1997, 415-416; J. Samsó, “al-Zarqālī”, *Encyclopaedia of Islam. New edition*, Leiden, 2002, XI, 461-462; R. Puig, “Zarqālī”, *The Biographical Encyclopedia of Astronomers*, Nueva York, 2007, 1.258-1.260 y en *Biblioteca al-Andalus* (en prensa).

¹³ *Apud* J. M^a. Millás Vallicrosa, *Estudios sobre Azarquiel*, 3-4.

¹⁴ R. Puig, “Zarqālī”.

No se conocen las fechas exactas de su nacimiento. Azarquiel fue un famoso fabricante de instrumentos en Toledo, según nos cuenta su biógrafo, Iṣḥāq Israelí. Trabajó para el cadí Ṣā^cid al-Andalusī siendo una de las más destacadas figuras del grupo de astrónomos del cadí toledano.

El propio nombre de Azarquiel ha sido motivo de discusión puesto que se conocen distintas variantes. Según el *Kitāb ṭabaqāt al-umam* de Ṣā^cid al-Andalusī, se le conocía con el nombre de *walad al-Zarqiyāl*, de donde procedería su nombre hispanizado como Azarquiel. El biógrafo del siglo XIII Ibn al-Qiftī¹⁵ mantuvo la expresión *walad al-Zarqiyāl* en su *Ajbār al-‘ulamā’ bi-ajbār al-ḥukamā’*. En otras fuentes andalusíes su nombre aparece como: al-Zarqālluh, al-Zarqāl, o Ibn Zarqāl. Las lecturas al-Zarqāla y al-Zarqālī (a veces al-Zarqānī) parecen tener como origen formas orientales clásicas.

En una fuente anónima egipcia del siglo XIV¹⁶ se conserva un pasaje de una obra perdida de Ṣā^cid al-Andalusī (el *Kitāb ṭabaqāt al-ḥukamā’*) en el que se lee que Azarquiel fabricó un instrumento astronómico, llamado *al-zarqāla*, para al-Ma’mūn¹⁷, rey de la taifa de Toledo, en 440/1048-1049. Añade el documento que Azarquiel escribió además un tratado de 100 capítulos sobre su uso. Sabemos que el astrónomo abandonó Toledo entre el año 474/1081, año en el que dio comienzo el reinado de al-Qādir, y el año 478/1085, fecha de la conquista de Toledo por Alfonso VI. Se estableció en Córdoba, ciudad en la que tuvo la protección de al-Mu^ctamid ibn ‘Abbād, rey de la taifa sevillana entre 461/1069 y 484/1091.

Por su parte, Abū al-Ḥasan ‘Alī al-Marrākūšī (siglo XIII) da el año 453/1061 en su *Ŷāmi^c al-mabādi’ wa-l-gāyāt fī ‘ilm al-mīqāt* como fecha en la que Azarquiel estuvo haciendo observaciones astronómicas en Toledo, testimonio que se confirma en el *Zīy al-kāmil fī al-ta‘ālīm* de Ibn al-Hā’im al-Iṣbīlī¹⁸. Dice su autor que Azarquiel realizó en Toledo observaciones del sol durante 25 años y de la luna durante 37. Ibn al-Qiftī dice que las observaciones de Azarquiel fueron utilizadas por el astrónomo del siglo XII Ibn al-Kammād¹⁹.

¹⁵ Fallecido en 646/1248. Ibn al-Qiftī, *Ta’rīj al-ḥukamā’*, ed. J. Lippert, Leipzig, 1903. Reimpresión F. Sezgin, Frankfurt am Main, 1999.

¹⁶ *Kanz al-yawāqīt*, Leiden Universiteitsbibliotheek, MS 468.

¹⁷ Gobernó entre 435/1043 y 467/1075.

¹⁸ Activo en el año 601/1204-1205.

¹⁹ *Apud* M. Comes, “Ibn al-Kammād”, *Enciclopedia de la Cultura Andalusí. Biblioteca de al-Andalus. Fundación Ibn Tufayl*, Almería, 2004, III, 732-734 (nº 724).

Obras de Azarquiel		
Teoría astronómica	Suma referente al movimiento del sol	Obra perdida en la cual Azarquiel habría recopilado los resultados de sus 25 años de observaciones solares. Escrita probablemente entre 468/1075 y 473/1080. Sólo se conocen menciones del propio Azarquiel, del <i>Yēsod ‘Olam</i> de Iṣḥaq Iṣraēlī y alguna nota de Ibn ‘Ezra o alusión latina ²⁰ . Se cita a veces como <i>Fī sanat al-šams</i> (<i>Sobre el año solar</i>) o como <i>al-Risāla al-ŷāmi‘a fī al-šams</i> (<i>Tratado sobre el sol</i>) ²¹ . Fue estudiada por Millás en el capítulo IV de sus <i>Estudios sobre Azarquiel</i> .
	Tratado sobre el movimiento de las estrellas fijas	Escrito alrededor de 477/1084-1085. Se conserva sólo en una traducción hebrea en un único manuscrito ²² . Fue estudiado por Millás en el capítulo IV de sus <i>Estudios sobre Azarquiel</i> .
Tablas astronómicas	Tablas Toledanas	Probablemente terminadas antes de 460/1068 dado que Šā-id de Toledo no las menciona en sus <i>Ṭabaqāt</i> . Sólo son conocidas en su traducción latina realizada por Gerardo de Cremona, que las atribuye a Azarquiel. Se conservan también dos recensiones de la traducción latina ²³ . Fueron estudiadas por Millás en el capítulo II de sus <i>Estudios sobre Azarquiel</i> . Las <i>Tablas Toledanas</i> conocieron una difusión enorme en Europa. Citemos como ejemplo la mención a las mismas hecha por Cristóbal Colón ²⁴ en sus notas a la obra <i>Imago Mundi</i> de Pierre d’Ailly donde dice: <i>Tabule toletane ponunt uerum occidens longe plusquam Ptholomeus super capite S. Vicencii</i> .
	Almanaque de Ammonio	Conservado en árabe en un único manuscrito acéfalo. Hay traducción latina y parcial castellana, probablemente alfonsí. También una recensión latina resumida ²⁵ . Ambas lo atribuyen a Azarquiel. Basado en el trabajo del erudito griego del siglo III o IV Ammonio, arabizado como Awmātiyūs. Fue estudiado por Millás en el capítulo III de sus <i>Estudios sobre Azarquiel</i> .

²⁰ J. M^a. Millás Vallicrosa, *Estudios sobre Azarquiel*, 18.

²¹ Más detalles en: R. Puig, “Zarqālī”, *The Biographical Encyclopedia of Astronomers*, Springer Reference, ed. Thomas Hockey et al., New York, 2007, 1.258-1.260.

²² J. M^a. Millás Vallicrosa, *Estudios sobre Azarquiel*, 19.

²³ *Idem*, 18.

²⁴ *Idem*, 422-423. La alusión que advierte Millás se pretendía que era a las *Tablas Alfonsíes* cuando en realidad se trata de una alusión al compendio tabular de Azarquiel.

²⁵ J. M^a. Millás Vallicrosa, *Estudios sobre Azarquiel*, 18.

Obras de Azarquiel (continuación)		
Astrología	<i>Risāla fī ḥarakāt al-kawākib al-sayyāra wa-tadbīri-hi</i> (Tratado sobre los movimientos de los planetas y sus influencias)	Única obra conocida de magia talismánica escrita por Azarquiel. Se conserva en dos manuscritos árabes, que contienen dos versiones diferentes del texto, y en una versión resumida en latín. Es un tratado de magia talismánica sobre cuadrados mágicos ²⁶ .
Instrumentos astronómicos	Tratado sobre la construcción de la esfera armilar	Conservado en castellano en la traducción de Alfonso X el Sabio. No se conserva el texto árabe ²⁷ .
	Dos tratados sobre la construcción (ca. 1080-1) y uso (1081-2) del ecuatorio	El primero, sobre la construcción, data de ca. 473/1080-1081 y el segundo, sobre el uso, de ca. 474/1081-1082. Ambos dedicados a al-Muʿtamid. Azarquiel propuso un ecuatorio diferente al modelo andalusí inventado antes por Ibn al-Samḥ (ca. 416/1025-1026) ²⁸ .
	Tratado sobre el cuadrante de senos con cursor móvil	Abū-l-Ḥasan ʿAlī al-Marrākūšī atribuyó a Azarquiel la invención de un cuadrante de senos con cursor móvil (<i>maḡarra</i>), con una escala gráfica de declinación solar con la longitud solar como argumento. Parece ser similar al conocido como cuadrante <i>vetustissimus</i> , pero hay que tener en cuenta que en este cuadrante el argumento usado es la fecha del año juliano correspondiente ²⁹ .
	Dos tratados sobre la azafea (<i>al-ṣafīḥa al-muṣṭaraka li-ṣamīʿ al-ʿurūd</i>)	- Tratado sobre la azafea <i>zarqāliyya</i> compuesto por 100 capítulos. Se conserva la traducción alfonsí. - Tratado sobre la azafea <i>šakkāziyya</i> compuesto por 60 capítulos. Se conservan varias traducciones al latín y al hebreo.

La azafea es un instrumento ideado para la observación astronómica y para resolver problemas de astronomía esférica y astrología. Se trata de un instrumento universal, es decir, puede usarse en cualquier latitud terrestre, al

²⁶ La descripción es de Puig, Millás Vallicrosa sólo dice: *Influencias y figuras de los planetas. Se guarda en algunos manuscritos del original árabe*. Véase J. M^a. Millás Vallicrosa, *Estudios sobre Azarquiel*, 19. Comes, M. y R. Comes, “Los cuadrados mágicos matemáticos en al-Andalus. El tratado de Azarquiel”, *Al-Qanṭara*, 30-1 (2009), 137-169.

²⁷ Lo cita Puig pero no Millás.

²⁸ Más detalles en: Roser Puig, “Zarqālī”, *The Biographical Encyclopedia of Astronomers*, T. Hockey *et al.* (eds.), Nueva York, 2007, 1258-1260; M. Comes, *Ecuatorios andalusíes: Ibn al-Samḥ, al-Zarqālluh y Abū-l-Ṣalt*, Barcelona, 1991. No los cita Millás.

²⁹ Sobre este cuadrante de senos véase J. M^a. Millás Vallicrosa, “La introducción del cuadrante con cursor en Europa”, *Isis*, 17 (1932), 218-258.

contrario que el astrolabio, que necesita de láminas específicas según la latitud del observador. Este arabismo (*azafea*) se remonta al siglo XIII y procede de la forma *açafeha*, documentada por primera vez en los *Libros del Saber de Astronomía* de Alfonso X el Sabio. Su origen está en la palabra árabe *aş-şafīha* que significa “la lámina”.

Afirma Roser Puig³⁰ que el uso del astrolabio en al-Andalus como instrumento de cálculo en la medición de coordenadas, la determinación de la hora e incluso en prácticas de índole astrológica llegó a su plenitud durante la primera mitad del siglo XI. Sin embargo, continua Puig, se sabe que los astrónomos empezaron a manifestar su preocupación por el carácter no universal de este instrumento porque, si bien éste era fácil de manejar, presentaba un gran inconveniente: la necesidad de representar las coordenadas horizontales correspondientes a la latitud en la que se quería operar puesto que de lo contrario, el cálculo pasaba obligatoriamente por la interpolación de los resultados obtenidos a partir de los cálculos realizados con dos láminas correspondientes a latitudes próximas a la latitud del observador. Esto daba lugar a inexactitudes, cuestión que fue ya comentada por el propio Azarquiel en el prólogo de su tratado de la azafea³¹.

Los textos árabes recogen dos redacciones de 100 y 60 capítulos cada una en la que se describen dos variantes de la azafea: la *şafīha zarqāliyya* y la *şafīha şakkāziyya*³², ambas atribuidas a Azarquiel. La diferencia que hay entre ambas consiste en una simplificación de las coordenadas eclípticas de la faz de la *şakkāziyya* que quedan reducidas, como explica Roser Puig³³, a la proyección de la eclíptica, su eje polar y los círculos máximos de longitud que indican el principio de los signos zodiacales. En la azafea *şakkāziyya* desaparece por completo la proyección ortográfica del dorso, incluyendo un dorso que recuerda al de un astrolabio corriente.

El texto castellano que contiene la descripción de la azafea de Azarquiel se encuentra en los *Libros alfonsíes de los estrumentes*³⁴. En el prólogo de

³⁰ R. Puig, *Los tratados de construcción y uso de la azafea de Azarquiel*, 7.

³¹ *Ibidem*.

³² Véase sobre esta variante de la azafea: R. Puig, *Al-Şakkāziyya*; *idem*, “Concerning the *Şafīha Şakkāziyya*” y D. A. King, “On the early history of the universal astrolabe in Islamic astronomy, and the origin of the term ‘*Şakkāziyya*’ in medieval scientific Arabic”, *Journal for the History of Arabic Science* (Alepo), 3 (1979), 244-257.

³³ *Idem*, 8.

³⁴ M. Rico y Sinobas, *Libros del Saber de Astronomía del Rey D. Alfonso de Castilla. Compilados, anotados y comentados por...*, Madrid, 1864, III, 135-237.

la traducción alfonsí del *Tratado de la azafea* de Azarquiel se lee el siguiente pasaje:

Mas agora queremos hablar de la açafeha que fizo Azarquiel, el sabio astrolomiano de Toledo, a ondra del rey Almemum, que era entonces sennor dessa cipdat, et nombróla por end almemonia. Et después fué a Sevilla, et fizo esta açafeha mesma en otra manera más complida et más acabada. Et fizo otrossí el libro de cuemo se deue fazer, et de cuemo obrar por ella, a ondra del rey Almutamid Abenabet, que era sennor desa cipdat en aquel tiempo, et nombróla por end alhabedia³⁵.

Rico y Sinobas habla de açafeas y alabedías con cierta confusión. Por otro lado, como señaló Millás Vallicrosa en su día, la referencia hecha a Sevilla es errónea, pues Azarquiel fue de Toledo a Córdoba. Para Millás la explicación puede ser que al-Mu^ctamid de Sevilla gobernó en Córdoba. En efecto, el prólogo alfonsí al *Libro de la Açafea* distingue entre dos azafeas: la *ma'mūniyya* y la *abbādiyya*.

1. La azafea *ma'mūniyya* la habría dedicado Azarquiel en Toledo al rey al-Ma'mūn y fue erróneamente identificada con la *Lámina Universal* por Rico y Sinobas y otros³⁶. No tenemos ninguna información sobre esta variante de azafea³⁷.
2. La azafea *abbādiyya* es una versión más perfeccionada de la azafea y sería la dedicada por Azarquiel a al-Mu^ctamid de Sevilla. El texto que conserva la traducción alfonsí correspondería a esta última según una traducción hecha en Burgos por Bernardo el Arábigo³⁸ y por don Abraham el Alfaquí en 656/1278, si bien una primera traducción fue encargada a Fernando de Toledo en 654/1256³⁹.

Pero los términos *al-ṣafīḥa al-ma'mūniyya* y *al-ṣafīḥa al-abbādiyya* no se documentan en los manuscritos árabes que conservan estas dos versiones⁴⁰.

³⁵ Millás Vallicrosa, *Libros del Saber de Astronomía del Rey D. Alfonso de Castilla*, 13.

³⁶ R. Puig, *Los tratados de construcción y uso de la azafea de Azarquiel*, 9.

³⁷ *Ibidem*.

³⁸ Véase J. Samsó, “Dos colaboradores científicos musulmanes de Alfonso X”, *Llull*, 4 (1981), 171-172.

³⁹ R. Puig, *Los tratados de construcción y uso de la azafea de Azarquiel*, 9.

⁴⁰ Véase J. Samsó, “Sobre el trazado de la azafea y de la lámina universal: intervención de los colaboradores alfonsíes”, *Al-Qanṭara*, 8 (1987), 29-43 [30-31].

Estos textos suelen corresponder a dos redacciones en 100 y 60 capítulos en las que se describen dos variantes de la azafea:

1. Una versión más elaborada que cuenta con 100 capítulos (*al-ṣafiḥa al-zarqāliyya*). Esta versión del tratado de la azafea en 100 capítulos (*al-ṣafiḥa al-zarqāliyya*) era considerada por Millás como la obra que Azarquiel dedicó a al-Mu^ctamid. Es a la que corresponde la traducción alfonsí. Según un manuscrito anónimo que se conserva en Leiden, Azarquiel escribió su tratado sobre el uso de la azafea en el año 440/1048-49. Es decir, cuando al-Mu^ctamid tenía unos 9 años.
2. Una versión simplificada de 60 capítulos (*al-ṣafiḥa al-šakkāziyya*)⁴¹.

Una nueva hipótesis sobre la identificación de los textos árabes sobre la azafea de Azarquiel fue publicada por David A. King en 1979. King publicó su hallazgo en el manuscrito de la Universidad de Leiden n^o 468 de una mención en la que se documenta que:

Azarquiel escribió su tratado en 100 capítulos sobre la al-ṣafiḥa al-zarqāliyya hacia el año 440/1048-49, mientras que °Alī b. Jalaf construyó un instrumento universal para al-Ma'mūn al que denominó al-aṣṭurlāb al-ma'mūnī en el año 464/1071-72. A esto hay que añadir un dato más que señala el propio King: en algunos de los manuscritos que contienen la versión en 60 capítulos, el tratado aparece dedicado a al-Mu^ctamid⁴².

De modo que, según Samsó⁴³:

1. La azafea de Azarquiel, precisamente en su versión más elaborada en 100 capítulos, sería casi veinticinco años anterior a la lámina universal atribuida a °Alī b. Jalaf.
2. La versión resumida que corresponde al instrumento simplificado sería la versión final y definitiva del instrumento.
3. La hipótesis de King no encuentra apoyo documental en los textos alfonsíes.

En cuanto a los ejemplares de azafeas que han llegado hasta nuestros días, Puig mencionaba en su estudio de 1987 la existencia de sólo tres ejemplares de azafea *zarqāliyya*/*abbādiyya* conservados y que son los siguientes.

⁴¹ Véase R. Puig, *Al-Šakkāziyya*.

⁴² *Apud* J. Samsó, “Sobre el trazado de la azafea y de la lámina universal: intervención de los colaboradores alfonsíes”.

⁴³ *Ibidem*.

Ejemplares de la azafea de Azarquiel ⁴⁴			
Fabricante	Lugar de fabricación	Fecha	Localización
Muḥammad b. Futūḥ al-Ḥamā'irī	Sevilla	613/1216-1217	Este ejemplar pertenecía a la familia Cengia, de Valdagno (Italia) y fue comprado por Almerico da Schio en Valdagno. Ahora pertenece al <i>Osservatorio Astronomico</i> de Roma ⁴⁵
Muḥammad b. Futūḥ al-Ḥamā'irī	Sevilla	615/1218	Este ejemplar formó parte de la colección Schultz. En la actualidad se conserva en la <i>Bibliothèque nationale de France</i> ⁴⁶
Muḥammad b. Muḥammad b. Huḍayl	Bugía ⁴⁷ / Murcia ⁴⁸	650/1252-1253	<i>Real Academia de Ciencias de Barcelona</i> ⁴⁹

⁴⁴ Da Schio describía seis ejemplares de *astrolabi d'Azarchel od asafee*, cuatro italianas y dos francesas (se refiere a su localización en Italia y Francia, claro está) en: A. Da Schio, *Di due astrolabi in caratteri cufici occidentali trovati in Valdagno (Veneto)*, Venecia, 1880, 59-60 <<http://archive.org/details/didueastrolabii00schigoog>> (reimpr. *Islamic Mathematics and Astronomy*, vol. 86, 194-272). Puig reseña tres ejemplares de azafea, cf. R. Puig, *Los tratados de construcción*, 9. Incluyo los datos de Puig puesto que hay más de un siglo de diferencia entre el trabajo de Da Schio y el suyo, pero no pretendo ser exhaustiva.

⁴⁵ Referencia n° 694 II. Véase A. da Schio, “Sur deux astrolabes arabes”, *Atti del IV Congresso Internazionale degli Orientalisti tenuto in Firenze, 1878*, Florencia, 1878, I, 367-369 (reimpr. *Islamic Mathematics and Astronomy*, vol. 86, Frankfurt, 1998, 177-179) e *Idem*, *Di due astrolabi in caratteri cu-ci occidentali trovati in Valdagno (Veneto)*; L. A. Mayer, *Islamic Astrolabists and their works*, Ginebra, 1956, 65 (reimpr. *Islamic Mathematics and Astronomy*, vol. 96, Frankfurt, 1998, 199).

⁴⁶ L. A. Mayer, *Islamic Astrolabists*, 65.

⁴⁷ Cf. J. M^a, Millás Vallicrosa, “Un ejemplar de azafea árabe de Azarquiel”, *Al-Andalus*, 9 (1944), 118-119 [111-119]; J. Samsó, “Un instrumento astronómico de raigambre zarqālī: el cuadrante *šakkāzī* de Ibn Ṭibugā”, *Memorias de la Real Academia de Bellas Letras de Barcelona*, 13 (1971), 6 [5-31 + ilustración].

⁴⁸ Cf. R. Puig, *Los tratados de construcción*, 9.

⁴⁹ Descrita en J. M^a. Millás Vallicrosa, “Un ejemplar de azafea árabe de Azarquiel”, 111-119. Véase también S. García Franco, *Catálogo crítico de los astrolabios existentes en España*, Madrid, 1945, 311-319; y R. Puig, “L’assafea de la Reial Acadèmia des Ciènces i Arts de Barcelona: un exemplar de *zarqāliyya*”, *Memòries de la Reial Acadèmia de Ciènces i Arts de Barcelona*, 60-10 (2003), 357-365.

CONCLUSIONES

Si bien el astrolabio fue el instrumento astronómico máspreciado durante la Edad Media tanto en oriente como en occidente, siendo en al-Andalus de interés para Maslama de Madrid (m. 398/1007), Ibn al-Šaffār (m. 426/1035) e Ibn al-Samḥ (m. 426/1035), en el siglo XI aparece en al-Andalus un nuevo instrumento astronómico: la azafea inventada por el astrónomo Ibn al-Zarqālluh (Azarquiel). Como hemos visto, la reconstrucción de la historia textual de este instrumento ha sido bastante farragosa debido a varias circunstancias que pasamos a sintetizar a continuación⁵⁰.

1. Por un lado, debido a la existencia de otro instrumento que tiene el mismo origen en cuanto al sistema de proyección utilizado. Se trata de la lámina universal atribuida a °Alī b. Jalaf, astrónomo contemporáneo de Azarquiel que también se relaciona con el círculo científico toledano dinamizado por el cadí Šā°id⁵¹.

2. La identificación, errónea, que se hacía de las dos versiones de la azafea: la *zarqāliyya* y la *šakkāziyya* hasta que Roser Puig logró distinguirlas y describirlas a finales de los años 80.

3. También se debe a la existencia de una doble redacción del tratado sobre el uso de la azafea: la versión en 100 capítulos que se califica de versión perfeccionada y la versión en 60 capítulos que correspondería a una simplificación del instrumento.

4. Finalmente, debido a que se menciona en el prólogo del tratado alfonsí de la azafea la existencia de la azafea *ma'mūniyya*, dedicada por Azarquiel al rey al-Ma'mūn de Toledo, y, por otro lado, de la azafea °*abbādiyya*, dedicada por Azarquiel al rey al-Mu°tamid de Sevilla.

Lo comentado hasta aquí sobre los tratados de la azafea se reduce esencialmente, por un lado, a una cuestión de crítica textual (ausencia de textos árabes originales, textos conservados en castellano del siglo XIII,

⁵⁰ Apud R. Puig, “Une connexion hispano-maghrébine dans le domaine des instruments astronomiques: la *šafīḥa* d’al-Zarqālluh (Azarquiel) XI^e siècle”, *Le patrimoine andalous dans la culture arabe et espagnole. Actes du VII Colloque Universitaire Tuniso-Espagnol (Túnez, 1989)*, Túnez, 1991, 205-211.

⁵¹ El texto árabe original del tratado de °Alī b. Jalaf sobre la lámina universal no se ha conservado. Sólo se conserva una traducción al castellano de Ishāq b. Sīd (Rabiçag) de los *Libros del saber de Astronomía*. Véase E. Calvo, y R. Puig, “The Universal Plate Revisited”, *Suḥayl*, 6 (2006), 113-157.

traducciones de ese siglo que presentan tecnicismos y fraseología árabe vertida al castellano de la época, ausencia de ediciones correctas de los textos) y, por otro, a un problema de datación. De ser cierta la anécdota que se recoge en el manuscrito de París y en el de El Escorial acerca del regalo de Azarquiél al niño al-Mu^ctamid cuando éste tenía 8 ó 9 años, se corroboraría la hipótesis de que la datación de la invención de la azafea *zarqāliyya* debería situarse unos 25 años antes de lo que se creía y por tanto quedaría claro que fue Azarquiél el primero que aplicó la nueva proyección a su nuevo instrumento y no ^cAlī b. Jalaf.

Recordemos que Azarquiél se estableció en Córdoba después de la conquista de Toledo por Alfonso VI en el 478/1085, siendo protegido de al-Mu^ctamid. Muchos años antes, en el 440/1048-9, Azarquiél habría dedicado al niño al-Mu^ctamid una versión de la azafea que llamó *al-ṣafīha al-^cabbādiyya* en honor a su linaje. Es bastante verosímil que Azarquiél regalara al niño al-Mu^ctamid un ejemplar del instrumento, una azafea *zarqāliyya*, en torno a año 440/1048 y que por esas fechas redactara su manual de uso, que sería el texto que se conserva en versión castellana en los *Libros del Saber* de Alfonso X el Sabio.

FUENTES

Al-Marrākušī, Abū al-Ḥasan °Alī. *Ÿāmi° al-mabādī° wa-l-gāyāt fī °ilm al-mīqāt*. Ed. facsímil de la traducción parcial de J. J. Sédillot, *Traité des instruments astronomiques des arabes*, París, 1834-1835. Reimpresión Frankfurt am Main, 1984; L. A. Sédillot, “Mémoire sur les instruments astronomiques des arabes”, *Mémoires de l’Académie royale des inscriptions et belles lettres de l’Institut de France*, 1 (1894), 1-229. Reimpresión Frankfurt am Main, 1989.

Ibn al-Qifṭī, *Ajbār al-°ulamā° bi-ajbār al-ḥukamā°*, Beirut, s.d.

Libros del Saber de Astronomía del Rey D. Alfonso X de Castilla. Compilados, anotados y comentados por M. Rico y Sinobas, 5 vols., Madrid, 1863-1867.

Ṣā°id al-Andalusī, *Kitāb ṭabaqāt al-umam*, ed. Ḥayāt Bū °Alwān, Beirut, 1985. Traducción francesa con notas: R. Blachère, *Livre des catégories des nations*, París, 1935. Traducciones españolas: F. Maíllo Salgado, *Libro de las categorías de las naciones*, Madrid, 1999. *Historia de la Filosofía y de las Ciencias o Libro de las categorías de las naciones (Kitāb ṭabaqāt al-umam)*, traducción, notas e índices de Eloísa Llaveró Ruiz. Introducción y notas de Andrés Martínez Lorca, Madrid, 2000.

ESTUDIOS

AGUIAR AGUILAR, M., “Las fuentes orientales de la astronomía andalusī”, *Al-Andalus y Oriente Medio: pasado y presente de una herencia común*, ed. Fátima Roldán Castro, Sevilla, 2006, 81-98.

ARCAS CAMPOY, M^a. y AGUIAR AGUILAR, M., “Al-Mu°tamid de Sevilla: crónica poética de una vida y un reino”, *Anuario Medieval (Universidad de St. John de Nueva York)*, 12 (2004), 169-181.

—, *Evocación de al-Andalus*, Nueva York, 2004, 169-181.

CALVO, E., “Ibn al-Zarqālluh”, *Encyclopaedia of the History of Science, Technology and Medicine in Non-Western Cultures*, Dordrecht, 1997, 415-416.

CALVO, E. y PUIG, R., “The Universal Plate Revisited”, *Suhayl*, 6 (2006), 113-157.

- COMES, M., *Ecuadorios andalusíes: Ibn al-Samḥ, al-Zarqālluh y Abū-l-Ṣalt*, Barcelona, 1991.
- , “Ibn al-Kammād”, en *Enciclopedia de la Cultura Andalusí. Biblioteca de al-Andalus. Fundación Ibn Tufayl*, Almería, 2004, III, 732-734 (nº 724).
- COMES, M. y COMES, R., “Los cuadrados mágicos matemáticos en al-Andalus. El tratado de Azarquiel”, *Al-Qanṭara*, 30-1 (2009), 137-169.
- DA SCHIO, A., “Sur deux astrolabes arabes”, *Atti del IV Congresso Internazionale degli Orientalisti tenuto in Firenze, 1878*, Florencia, 1878, I, 367-369. Reimpresión en *Islamic Mathematics and Astronomy*, vol. 86, Frankfurt, 1998, 177-179.
- , *Di due astrolabi in caratteri cufici occidentali trovati in Valdagno (Veneto)*, Venecia, 1880, 59-60. Reimpresión en *Islamic Mathematics and Astronomy*, vol. 86, 194-272.
- DELAMBRE, J. B. J., *Histoire de l’Astronomie du Moyen-Âge*, París, 1819. [Azarquiel: “Arzachel”, 175-179].
- GARCÍA FRANCO, S., *Catálogo crítico de los astrolabios existentes en España*, Madrid, 1945.
- GARCÍA GÓMEZ, Emilio, “Supuesto sepulcro de Mu^ctamid de Sevilla en Agmat”, *Al-Andalus*, 18 (1953), 402-411.
- GUNTHER, R., *The Astrolabes of the World*, Oxford, 1932.
- KING, David A., “An Analog Computer for Solving Problems of Spherical Astronomy: the Shakkāziyya Quadrant of Jamāl al-Dīn al-Māridīnī”, *Archives Internationales d’Histoire des Sciences*, 24 (1974), 219-242.
- , “On the Early History of the Universal Astrolabe in Islamic Astronomy and the Origin of the Term ‘ShakkÇziyya’ in Medieval Scientific Arabic”, *Journal for the History of Arabic Science*, 3 (1979), 244-257.
- , *A Survey of the Scientific Manuscripts in the Egyptian National Library*. Winona Lake, Indiana, 1986.
- , “Universal Solutions to Problems of Spherical Astronomy from Mamluk Egypt and Syria”, *A Way Prepared: Essays on Islamic Culture in Honor of Richard Bayly Winder*, Nueva York, 1988, 153-184. También en: *Astronomy in the Service of Islam*, Aldershot, 1993.
- , “Shakkāziyya”, en *Encyclopaedia of Islam* (2ª ed.), Leiden, 1997, IX, 251-253.
- LIROLA DELGADO, P., *Al-Mu^ctamid y los Abadíes: El esplendor del reino de Sevilla (s. XI)*, Almería, 2011.
- LLAVERO RUIZ, E., “El cadí Ṣā^cid de Toledo. Primer historiador de la filosofía y de las ciencias en el mundo árabe”, *Anales Toledanos*, 24 (1987), 7-29.
- MARTÍNEZ-GROS, G., “Ṣā^cid al-Andalusī”, *Encyclopaedia of Islam* (2ª ed.), Leiden, 1995, VIII, 867-868.

- MARTOS QUESADA, J., “El matemático andalusí Ibn al-Samḥ posible autor de un manuscrito de aritmética depositado en El Escorial”, *Anaquel de Estudios Árabes*, 12 (2001), 429-442.
- MERCIER, R., “Astronomical Tables in the Twelfth Century”, en *Adelard of Bath: An English Scientist and Arabist of the Early Twelfth Century*, ed. Charles Burnett, Londres, 1987, 87-118.
- MILLÁS VALLICROSA, J. M.^a, “Estudios sobre Azarquiel: I. El tratado sobre la azafea”, *Archeion*, 14 (1932), 392-419.
- , “La introducción del cuadrante con cursor en Europa”, *Isis*, 17 (1932), 218-258. También en: Millás Vallicrosa, *Estudios sobre historia de la ciencia española*, Barcelona, 1949.
- , *Don Profeit Tibbón. Tractat de l'assafea d'Azarquiel*, (Biblioteca Hebraico-Catalana, vol. iv), Barcelona, 1933.
- , “Un ejemplar de azafea árabe de Azarquiel”, *Al-Andalus*, 9 (1944), 111-119.
- , *Estudios sobre Azarquiel*, Madrid-Granada, 1943-1950.
- POULLE, E., “Un instrument astronomique dans l'occident latin, la saphea”, *Studi Medievali*, 10 (1969), 491-510.
- PUIG, R., “Concerning the *Ṣafiḥa Shakkāziyya*”, *Zeitschrift für Geschichte der Arabisch-Islamischen Wissenschaften*, 2 (1985), 123-139.
- , *Al-Ṣakkāziyya. Ibn al-Naqqāš al-Zarqālluh. Edición, traducción y estudio*, Barcelona, 1986.
- , *Los tratados de construcción y uso de la azafea de Azarquiel*, Madrid, 1987.
- , “El *Taqbīl ʿalā risālat al-ṣafiḥa al-zarqāliyya* de Ibn al-Bannāʾ de Marrākuš”, *Al-Qanṭara*, 8 (1987), 45-64.
- , “La proyección ortográfica en el *Libro de la açafea* alfonsí”, en *De Astronomia Alphonsi Regis*, Barcelona, 1987, 125-138.
- , “Une connexion hispano-maghrébine dans le domaine des instruments astronomiques: la *ṣafiḥa* d'al-Zarqālluh (Azarquiel) xi^e siècle”, *Le patrimoine andalous dans la culture arabe et espagnole. Actes du VII Colloque Universitaire Tuniso-Espagnol (Túnez, 1989)*, Túnez, 1991, 205-211.
- , “On the Eastern Sources of Ibn al-Zarqālluh's Orthographic Projection”, *Anuari de filologia. Secció B, Estudis àrabs i islàmics*, 2 (1996), 737-754.
- , “The Theory of the Moon in the *Al-Zij al-kāmil fī-l-taʿālīm* of Ibn al-Hāʾim (ca. 1205)”, *Suhayl*, 1 (2000), 71-99.
- , “L'assafea de la Reial Acadèmia de Ciències i Arts de Barcelona: un exemplar de *zarqāliyya*”, *Memòries de la Reial Acadèmia de Ciències i Arts*, LX-10 (2003), 357-365.

- , “Azarchel”, *Lexikon der bedeutenden Naturwissenschaftler*, Heidelberg, 2003, I, 75.
- , “On the Transmission of some Andalusian Contributions in the Field of astronomical Instrumentation to Eastern Islam”, *Sciences, techniques et instruments dans le monde iranien (x^e-xix^e siècles)*, eds. N. Pourjavady y Z. Vesel, Teherán, 2004, 79-87.
- , “Three Astronomical Treatises on the *Šafīḥa* of the Andalusian Astronomer Ibn al-Zarqālluh (d. 1100) at the Al-Asad National Library in Damascus”, *Journal for the History of Astronomy*, 13 (2005), 3-20.
- , “Zarqālī”, *The Biographical Encyclopedia of Astronomers*, Nueva York, 2007, 1258-1260.
- RICHTER-BERNBURG, L., “Šā‘id, the Toledan Tables, and Andalusī Science”, en *From Deferent to Equant: A Volume of Studies in the History of Science in the Ancient and Medieval Near East in Honor of E. S. Kennedy*, ed. D. A. King y G. Saliba, 373-401. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 500, Nueva York, 1987.
- RUBIERA MATA, M^a. J., “Algunos problemas cronológicos en la biografía de al-Mu‘tamid de Sevilla: la conquista de Silves y el matrimonio con Rumaykīya”, *Actas de las Jornadas de Cultura Árabe e Islámica (1978)*, Madrid, 1981, 231-236.
- RUBIERA, M^a. J., *La literatura hispanoárabe*, Madrid, 1992.
- SAMSÓ, J., “À propos de quelques manuscrits astronomiques des bibliothèques de Tunis: contribution à une étude de l’astrolabe dans l’Espagne musulmane”, *Actas del II Coloquio Hispano-Tunecino (Madrid-Barcelona, 1972)*, Madrid, 1973, 171-190.
- , “Panorama de la ciencia andalusí en el siglo xi”, *Actas de las Jornadas de Cultura Árabe e Islámica (1978)*, Madrid, 1981, 135-164.
- , “Dos colaboradores científicos musulmanes de Alfonso X”, *Llull*, 4 (1981), 171-172.
- , “Sobre el trazado de la azafea y de la lámina universal: intervención de los colaboradores alfonsíes”, *Al-Qanṭara*, 8 (1987), 29-43.
- , “Alfonso X and Arabic Astronomy”, *De Astronomia Alphonsi Regis*, Barcelona, 1987, 23-38.
- , *Las ciencias de los antiguos en al-Andalus*, Madrid, 1992.
- , “Ibn al-Bannā’, Ibn Ishāq and Ibn al-Zarqālluh’s Solar Theory”, en *Islamic Astronomy and Medieval Spain*, Aldershot, 1994, n^o X.
- , “Al-Zarkālī”, *Encyclopaedia of Islam. 2nd edition*, Leiden, 2002, XI, 461-462.
- SAMSÓ, J. y CATALÁ, M. A., “Un instrumento astronómico de raigambre zarqālī: el cuadrante šakkāzī de Ibn Ṭībugā”, *Memorias de la Real Academia de Buenas Letras de Barcelona*, 13 (1971-1975), 5-31.

- SAMSÓ, J. y MIELGO, H., “Ibn al-Zarqālluh on Mercury”, *Journal for the History of Astronomy*, 25 (1994), 289-296.
- SÁNCHEZ PÉREZ, J. A., *Biografías de matemáticos que florecieron en España*, Madrid, 1921.
- SÉDILLOT, M. L. A., “Mémoire sur les instruments astronomiques des arabes”, *Mémoires présentées par divers savants à l'Académie Royale des Inscriptions et Belles Lettres de l'Institut de France*, 1 (1844), 1-229.
- SESIANO, J., *Un traité médiéval sur les carrés magiques: De l'arrangement harmonieux des nombres*, Lausanne, 1996.
- SOUTO, J. A., “El emirato de Muḥammad I en el *Bayān al-Mugrib* de Ibn °Idārī”, *Anaquel de Estudios Árabes*, 6 (1995), 209-247.
- STEINSCHNEIDER, Moritz, *Études sur Zarkali*. Extracto del *Bullettino di bibliografia e di storia delle scienze matematiche e fisiche*, tomo XIV (marzo 1881) y tomo XVI (septiembre 1883).
- TAHTAH, F., *Al-gurba wa-l-ḥanīn fī-ṣiʿr al-andalusī*, Rabat, 1993.
- TOOMER, G. J., “A Survey of the Toledan Tables”, *Osiris*, 15 (1968), 5-174.
- , “The Solar Theory of az-Zarqāl: A History of Errors”, *Centaurus*, 14 (1969), 306-336.
- , “The Solar Theory of az-Zarqāl: An Epilogue”, en *From Deferent to Equant: A Volume of Studies in the History of Science in the Ancient and Medieval Near East in Honor of E. S. Kennedy*, ed. D. A. King y G. Saliba, 513-519. *Annals of the New York Academy of Sciences*, vol. 500. Nueva York, 1987.
- TURNER, A. J., *The Time Museum*, Rockford, 1985.