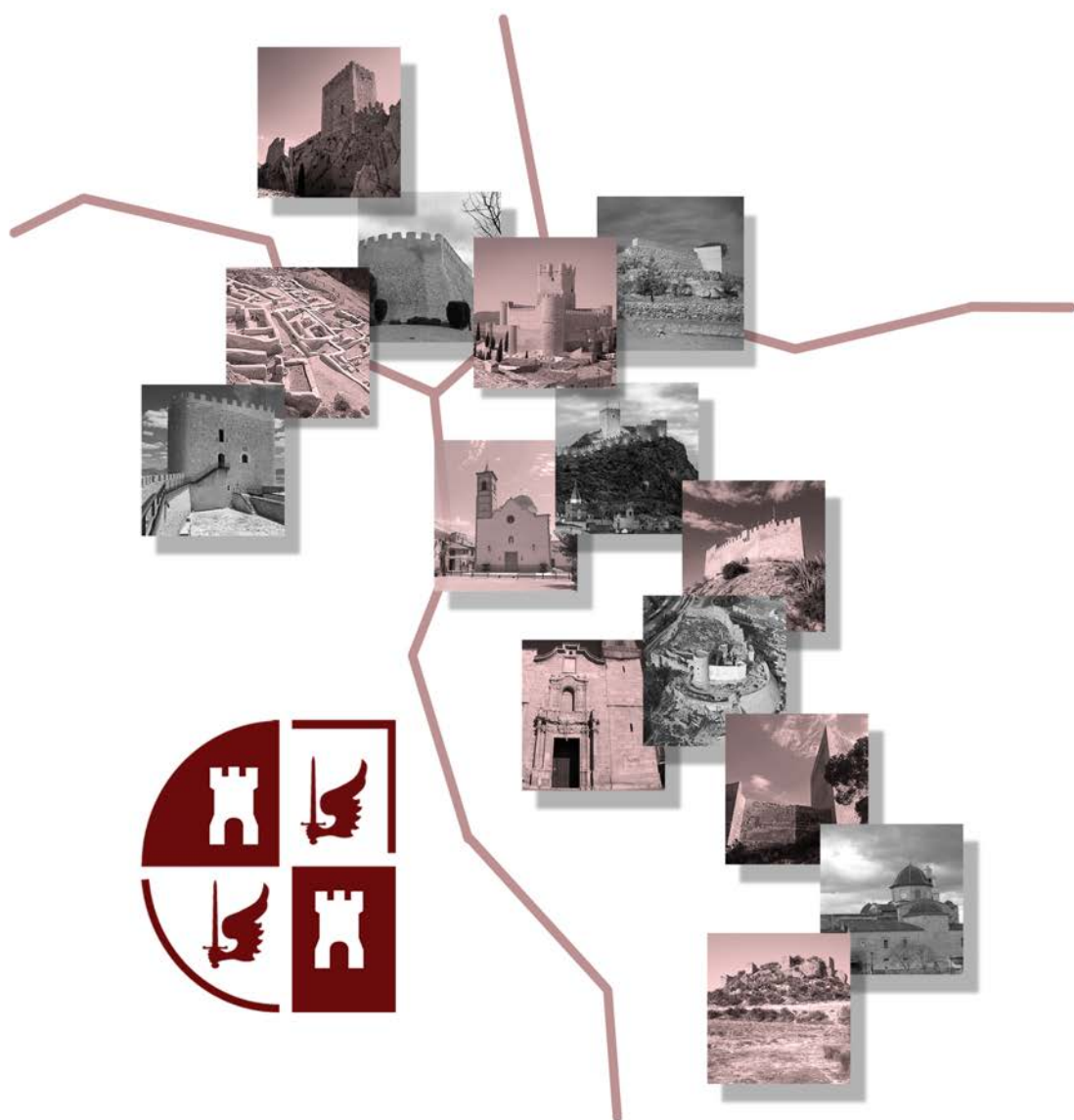


LA FRONTERA QUE UNE

La formación de la frontera entre Castilla y Aragón
en el Sharq Al-Ándalus.

Origen del estado de los Manuel



Aniceto López Serrano, Gabriel Segura Herrero, Joaquín F. García Sáez
(Editores)

LA FRONTERA QUE UNE

**LA FORMACIÓN DE LA FRONTERA ENTRE CASTILLA Y
ARAGÓN EN EL SHARQ AL-ÁNDALUS**

ORIGEN DEL ESTADO DE LOS MANUEL



*La frontera que une.
El origen de las tierras de 'Los Manuel'
Vídeo documental
Universidad de Murcia: TV.um.es*

Aniceto López Serrano – Gabriel Segura Herrero – Joaquín F. García Sáez
(Editores)

LA FRONTERA QUE UNE

LA FORMACIÓN DE LA FRONTERA ENTRE CASTILLA Y
ARAGÓN EN EL SHARQ AL-ÁNDALUS

ORIGEN DEL ESTADO DE LOS MANUEL

2019-2022



Real Academia
Alfonso X el Sabio



Editan:

Real Academia Alfonso X el Sabio
Fundación CajaMurcia
775 aniversario de la frontera entre los reinos de Murcia y Valencia

© Los Autores

© De la presente Edición 2022
Real Academia Alfonso X el Sabio y Fundación Cajamurcia

Depósito Legal: MU 834-2022
ISBN: 978-84-126041-0-8

Colaboran:

Universidad de Murcia
Centro de Estudios Locales del Vinalopó
Centro de Estudios Locales de Yecla y Norte de Murcia
Asociación Cultural Torre Grande de Almansa
Sede Universitaria de Elda. Universidad de Alicante
Ayuntamiento de Elda
Ayuntamiento de Almansa
Ayuntamiento de Villena
Ayuntamiento de El Camp de Mirra
Museo Municipal Jerónimo Molina (Jumilla)
Museo Dámaso Navarro de Petrer
Museo Histórico Artístico de la ciudad de Novelda
Museo Arqueológico José M.^a Soler (Villena)
Centro de Estudios y Archivo Histórico Municipal Alberto Sols (Sax)
Asociación Cultural del Tractat d'Almísrà
Fundación Municipal José M.^a Soler (Villena)
Asociación Cultural Amigos de la Historia Caudetana
Asociación Cultural de Amigos de la Historia de Villena

Diseño de Portadas: Óscar Martínez García
Corrección de Pruebas: Gabriel Segura Herrero y Martín Martí Hernández
Composición: Aniceto López Serrano y José M.^a Ruiz
Impresión y encuadernación: Gráficas El Niño de Mula S.L.L.

Quedan rigurosamente prohibidas, sin la autorización escrita de los titulares del copyright, bajo las sanciones establecidas en las leyes, la reproducción parcial o total de esta obra por cualquier medio o procedimiento, comprendidos la reprografía y el tratamiento informático, y la distribución de ejemplares de ella mediante alquiler o préstamos públicos.

ÍNDICE

PRESENTACIÓN

Juan González Castaño, director de la Real Academia Alfonso X el Sabio 11

Aniceto López Serrano, coordinador y editor

La incorporación del Norte del reino islámico de Murcia a la corona de Castilla por el infante don Alfonso 13

PERÍODO ISLÁMICO

Emilio González Ferrín (Universidad de Sevilla)

Las Españas del siglo XIII: Alándalus transferido 69

Alfonso Carmona González (Universidad de Murcia)

Cuando el Reino de Murcia era andalusí. Textos arábigos para la Historia del Nordeste de Tudmir 83

Antonio Constán-Nava

Huellas lingüísticas de época andalusí en la geografía actual de Villena, Caudete y Yecla 103

Azucena Hernández Pérez

Astrolabios en *Šarq al-Ándalus* o la exquisita conjunción de arte y ciencia..... 113

Belén Cuenca Abellán

La reforma religiosa de los Almohades. Arquitectura y transferencias culturales en el *Al-Ándalus* 133

Emiliano Hernández Carrión

Las necrópolis islámicas en la Región de Murcia: una revisión crítica 151

Daniel Andrés Díaz

Un ejemplo de poblamiento rural en el siglo XIII: la cueva del Lagrimal (Villena-Alicante y Yecla-Murcia) 171

CONQUISTA Y OCUPACIÓN CRISTIANA

Manuel González Jiménez (Universidad de Sevilla)

Fueros y ordenamientos concejiles en el Reino de Murcia durante los reinados de Fernando III y Alfonso X 199

Francisco Ruiz Gómez (Universidad de Castilla-La Mancha)
La forma de vida de los caballeros de las órdenes militares en la Edad Media . 213

Brauli Montoya i Abat
El catalán en el Reino de Murcia entre la segunda mitad del siglo XIII
y la primera del siglo XIV 235

Gabino Ponce Herrero, Ángel Sánchez Pardo y Pablo Giménez Font
Geografía histórica de Villena en el momento de la conquista cristiana..... 253

Estefanía Gandía Cutillas
Evolución del poblamiento medieval en el Norte del Reino de Murcia
(Jumilla-Yecla). Transformaciones y nuevas formas de gestión económica
después de la conquista castellana..... 289

José Luis Menéndez Fueyo y Joaquín Pina Mira
La marca del reino. Producciones decoradas cristianas en la frontera meridional
del Reino de Valencia (siglos XIII-XIV) 313

Francisco José Carpena Chinchilla
La conquista cristiana como fuente de legitimidad socio-política en Yecla
a finales del siglo XVII 333

José Fernando Domene Verdú
Las visitas de los reyes de Aragón y de Castilla a Villena en el siglo XIII 355

José Soriano Palao
El arte médico en Castilla y Aragón en el período bajomedieval 371

Martín Martí Hernández
A propósito del siglo XIII. Literatura y leyenda 389

FORMACION DE LA FRONTERA. EL ESTADO DE LOS MANUEL

Rafael Azuar Ruiz (MARQ-Alicante) y *José Luis Simón García* (Universidad
de Alicante)
Arqueología de las fronteras: entre cristianos y musulmanes en el *Sharq al-*
Ándalus y entre los reinos de Castilla y Aragón (siglos XIII-XIV) 409

Aurelio Pretel Marín (Instituto de Estudios Albacetenses “Don Juan Manuel”)
Entre el cuento y la historia: origen del estado colchón de don Manuel en la
frontera de Aragón y Castilla429

Aniceto López Serrano
Repoblación y organización del Norte de Murcia después de la conquista
cristiana en la *Tierra de don Manuel* 489

Joaquín F. García Sáez y Enrique R. Gil Hernández
El castillo de Almansa en la época de los Manuel: aportaciones desde el análisis
arqueológico y arquitectónico575

Laura Hernández Alcaraz
Villena y el Señorío de los Manuel: paisaje cultural y evidencias materiales
de los siglos XIII y XIV593

José Tomás Murcia Campos
Algunas consecuencias del traspaso del valle de Ayora de Castilla a Valencia ..613

Alfonso Arráez Tolosa
La fijación de la frontera del Señorío de Villena con el Reino de Valencia.
La carta de amojonamiento entre Almansa y Ayora de 1434625

LOS MEDIOS EN EL ESTUDIO Y DIFUSIÓN DE LA HISTORIA MEDIEVAL

Alfonso Burgos Risco (Universidad de Zaragoza)
Aproximación interdisciplinar al diseño morfológico de recreaciones
técnico-artísticas para documentales643

Romá Francés Berbegal
El Tractat d’Almistrà i la recreació històrica en El Camp de Mirra657

Mariano Ruiz Esquembre
Murió el hombre, pero no su nombre667

ASTROLABIOS EN ŠARQ AL-ÁNDALUS O LA EXQUISITA CONJUNCIÓN DE ARTE Y CIENCIA

Azucena Hernández Pérez

Proyecto de investigación AL-ACMES¹. mariaahe@ucm.es

RESUMEN

El desarrollo de la astronomía y las matemáticas en al-Andalus, la exquisita producción artística andalusí y la maestría de sus artesanos en el trabajo del metal, explican la notable producción de astrolabios andalusíes que han llegado a nuestros días de los periodos califal, taifa, almohade y nazarí. La producción de astrolabios realizados en *Šarq al-Andalus*, literalmente “el este de al-Andalus”, el nombre que las fuentes islámicas dieron al levante peninsular se articula en torno a cuatro nombres relevantes. Dos de ellos, *Ibrāhīm ibn Sa’īd al-Sahlī* y su hijo *Muḥammad ibn Sa’īd al-Sahlī* se establecieron en Valencia en la segunda mitad del siglo XI, durante el periodo taifa, al trasladar el taller familiar que regentaban en Toledo ante la inminente conquista de la ciudad por el rey de Castilla Alfonso VI. Otro astrolabista activo en Valencia en ese mismo siglo XI fue *Ibrāhīm al-Sahlī*, autor de un interesante ejemplar. El cuarto y último de ellos fue *Muḥammad ibn Muḥammad ibn Huydal*, activo en Murcia, y del que nos ha llegado una de las tres únicas *azafeas* del tipo *zarqālīyya* conservadas. La firmó en el año 650H/1252-1253 y se trata de un ejemplar de un gran valor documental y científico por ser uno de los “astrolabios universales” que responden al modelo inventado por *Azarquiel* en el Toledo taifa del siglo XI.

113

PALABRAS CLAVE: astrolabio; azafea; al-Andalus; Azarquiel; ibn Huḍayl

ABSTRACT

The development of astronomy and mathematics in al-Ándalus, its exquisite artistic production and the quality of its metalworking, explain the remarkable production of Andalusian astrolabes manufactured during the Caliphate, Taifa Kingdoms, Almohad and Nasrid periods. The production of astrolabes in *Šarq al-*

¹ Proyecto de investigación «AL-ACMES: Al-Andalus, arte, ciencia y contextos en un Mediterráneo abierto. De Occidente a Egipto y Siria. (RTI2018-093880-B-I00)».

Ándalus, meaning "the east of al-Ándalus", name given to the east coast of the Iberian Peninsula in the Islamic sources, is due to four relevant astrolabe makers. Two of them, Ibrāhīm ibn Sa'īd al-Sahlī and his son Muḥammad ibn Sa'īd al-Sahlī, settled in Valencia in the second part of the 11th century, during the Taifa period, when they moved the family workshop that they ran in Toledo before the imminent conquest of the city by the King Alphonse the 6th of Castile. Another active astrolabe maker in Valencia at that time was Ibrāhīm al-Sahlī, who manufactured a quite relevant instrument. The fourth of these authors was Muḥammad ibn Muḥammad ibn Huḍayl active in Murcia and author of one of the only three andalusí saphaeas of the zarqāliyya type that have survived to the present day. He signed it in the year 650H/1252-1253 and it is an instrument of great value as one of the few examples of "universal astrolabes" invented by the astronomer Azarquiel in Toledo at the 11th century.

KEY WORDS: astrolabe; saphaea: al-Andalus, Azarquiel, ibn Huḍayl

UNA APROXIMACIÓN AL ASTROLABIO

El astrolabio es una representación bidimensional de la bóveda celeste y está dotado de una estructura que permite reproducir, de forma manual, el movimiento de rotación diario de dicha bóveda, una percepción visual debida, como hoy sabemos, al movimiento de rotación del planeta Tierra en torno a su eje. Los astrolabios son instrumentos dotados de múltiples facetas: artística, científica, simbólica y cultural y se consideran paradigma de sinergia entre arte y ciencia. Son instrumentos de precisión cuyo uso principal era astronómico pero cuya progresiva sofisticación les hizo servir para otras funciones como la de medida del tiempo, el establecimiento de calendarios o las mediciones topográficas. El astrolabio supo aunar estética y funcionalidad durante veinte siglos, desde su origen en la Grecia helenística en torno al siglo I a.C. hasta el siglo XIX en que aún se seguía construyendo y utilizando de forma esporádica en algunos países islámicos. Hoy sigue despertando interés y curiosidad en esta sociedad de la información y la tecnología, algo que se evidencia en los altos precios que alcanzan los ejemplares históricos que salen a subasta.

Los astrolabios más antiguos que nos han llegado son abasíes, se realizaron en Bagdad en el siglo VIII y son el punto de partida del proceso de sofisticación de este instrumento. El extraordinario desarrollo de la astronomía y las matemáticas en la cultura islámica, a la que contribuyó brillantemente al-Andalus, se plasmó en los astrolabios. La fiabilidad y precisión de sus medidas se deben al virtuosismo islámico en la técnica del grabado sobre metal, a su minuciosidad y su culto al detalle. Todos los astrolabios que nos han llegado son de latón y algunos conservan incrustaciones en plata. Un astrolabio consta de varias partes: madre, láminas, araña, trono, alidada y sistema de suspensión, ensambladas como se indica en la figura (Fig. 1). De entre todas las partes, es la *araña*, la parte frontal del astrolabio,

la que incorpora los elementos decorativos que le dotan de una dimensión estética que siempre fue apreciada por el poder. La *araña* es un mapa estelar en el que las estrellas se señalan mediante unos punteros que en los astrolabios de los siglos X-XI eran muy sencillos, en forma de punta de flecha, pero que a partir de la segunda mitad del siglo XI ganaron en decorativismo. La *araña* consta de dos coronas, una cerrada más interior que representa a la eclíptica con los doce signos del Zodíaco y otra abierta, en el borde exterior, que representa el trópico de Capricornio, el límite geográfico por debajo del cual no se puede usar este tipo de astrolabios. El *dorso* del astrolabio contiene el *calendario zodiacal* compuesto por dos coronas, la más externa con los doce signos del Zodíaco y la más interna con los doce meses del calendario Juliano.

Las láminas, situadas bajo la *araña*, están grabadas por ambas caras y cada una sirve para ser utilizada en una determinada latitud indicada en la inscripción central de la misma. Cada *lámina* lleva grabadas en su mitad superior las curvas almlicantares y azimutales que conforman el sistema de coordenadas que permite ubicar los astros en la esfera celeste respecto al horizonte del observador. En la parte inferior se encuentran las curvas horarias que permiten el uso del astrolabio como reloj, llevando intercaladas las marcas de las horas de rezo que fija el Corán (Hernández Pérez, 2018a: 21-38).

Los astrolabios andalusíes, de los que nos han llegado treinta y cuatro ejemplares completos, son muestra de la sinergia y el equilibrio entre precisión matemático-astronómica y dimensión decorativa que alcanzó la cultura en al-Andalus. El poder político en al-Andalus en todos los periodos: califal, taifa, almorávide, almohade y nazarí, promovió la ciencia como un medio más de propaganda y legitimación, consciente además de los beneficios prácticos que conllevaba, sobre todo en el caso de la medicina y la astronomía. Eso dinamizó la manufactura de astrolabios y así lo evidencia la buena calidad técnica de los ejemplares que nos han llegado, firmados y fechados salvo escasas excepciones. La inscripción de autoría, mayoritariamente ubicada en el dorso de los astrolabios, facilita el estudio de la producción astrolabista en un periodo, el medieval, en el que predomina el anonimato de los artífices y diseñadores de objetos materiales. La profesión de *astūrlābī* (astrolabista) estaba valorada socialmente y el autor, vinculado de uno u otro modo al proceso de manufactura del astrolabio, se hacía responsable de la precisión del instrumento y de su uso correcto. La confluencia de conocimientos de muy diversa naturaleza, desde la abstracción matemática hasta la metalurgia o las artes de la orfebrería, el grabado y la caligrafía, invitan a descartar la atribución a un solo sujeto de toda esa variedad de saberes, siendo más probable que el firmante del astrolabio fuera el supervisor del proceso general y, muy probablemente, el ejecutor de alguna de sus acciones (Hernández Pérez, 2017: 211-214).

PROMOCIÓN DE LA CIENCIA Y LA INSTRUMENTACIÓN CIENTÍFICA

116

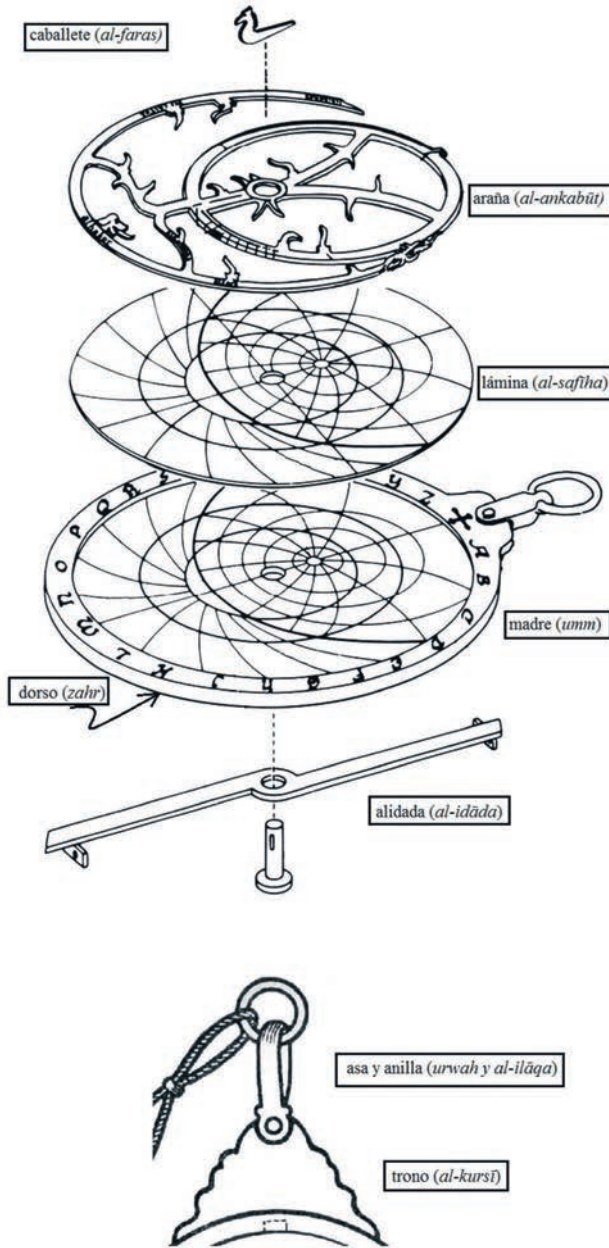


Fig. 1: Partes de un astrolabio

EN ŠARQ AL-ÁNDALUS

Las fuentes islámicas denominaron *Šarq al-Ándalus*, literalmente “el este de al-Ándalus”, al territorio que hoy configuran la Comunidad Valenciana y la de Murcia, un entorno geográfico articulado a partir de la segunda mitad del siglo X en torno a ciudades, castillos, torres de defensa y comunidades agrarias (Azuar Ruiz, 2016: 113-135). En lo que respecta al desarrollo de la ciencia en ese territorio y, en particular, de la astronomía y las matemáticas, aquellas más cercanas al desarrollo de instrumentos científicos como los astrolabios, la primera referencia nominal que nos proporcionan las fuentes es la del valenciano *Abū ‘Ubayda Muslim ibn Aḥmad ibn Abī ‘Ubayda al-Balansī*, conocido como *Šāhib al-Qibla* (m. 907-908). Su vida se repartió entre Córdoba, Egipto y Meca y, aunque su campo de estudio fue sobre todo religioso y jurídico, conoció y apoyó las matemáticas y la astronomía de tradición clásica como lo hizo la escuela a la que perteneció, el *muʿtazilismo* (Forcada, 2004: 47). Se mostró a favor de la determinación matemática de la *qibla*, la dirección sagrada para la oración y eso le enfrentó a la escuela dominante en al-Andalus, la *mālikī*, que manifestaba ciertas prevenciones contra la astronomía ptolemaica por su relación con la práctica astrológica.

Sin ningún otro referente levantino en el desarrollo de la astronomía y las matemáticas en el califato omeya, hay que esperar a *la fitna*, la guerra civil que sacudió Córdoba entre 1009 y 1031 y que, entre otros muchos desastres, supuso el saqueo de los centros de estudio y las bibliotecas, para constatar la diáspora de los científicos de Córdoba a las cortes de los emergentes reinos taifas, principalmente los de Toledo y Zaragoza, pero también el de Denia.

El reino taifa de Denia se consolidó a partir del año 1010 gracias a la figura de *Mujāhid* (m. 1045) que consiguió reunir una corte de intelectuales de diversas disciplinas (ciencia, filosofía, literatura, jurisprudencia) entre los que merece destacarse la figura de *Aḥmad ibn ‘Abd Allāh ibn al-Šaffār* (m. 426H/1035),



Fig. 2: Frente, dorso y araña del astrolabio de Muhammad ibn Sa'íd al-Sahli (Valencia, 1090)

Museo Nacional de Historia Smithsonian de Washington (nº inv. 2572). Foto de la autora con la cortesía del MHS Washington

astrónomo y matemático discípulo de *Maslama al-Majrī*, que se trasladó a Denia con su hijo al iniciarse la *fitna* cordobesa.

El arabista e historiador de la ciencia Miquel Forcada identifica un buen número de médicos, filósofos y otros intelectuales asentados en la corte de *Mujāhid* de Denia que podrían haber convertido a esta taifa levantina en un referente intelectual como lo fueron Toledo y Zaragoza en el siglo XI, pero los sucesores de *Mujāhid* no mantuvieron la estabilidad política necesaria para permitir el desarrollo de la ciencia y el saber (Forcada, 2004: 49).

El reino taifa de Valencia se configuró como subsidiario del de Toledo de los Dhī-l-Nūn y recibió a un buen número de sus intelectuales cuando Toledo pasó a manos de Alfonso VI de Castilla en 1085. En esa diáspora hay que encuadrar a *Ibrāhīm ibn Sa'īd al-Sahlī* y su hijo *Muḥammad ibn Sa'īd al-Sahlī*, ambos relevantes constructores de astrolabios y globos celestes activos en Toledo en las décadas de los 60 del siglo XI, pero ya instalados en Valencia en 1070. También fue activo en esa ciudad *Ibrāhīm ibn al-Sahlī* que no se considera vinculado a los astrolabistas procedentes de Toledo, a pesar de compartir la misma *nisba*, y del que nos ha llegado un excelente ejemplar realizado en Valencia en 1090-91.

Una de las claves que explican el esplendor científico que se vivió en todo al-Andalus durante el siglo XI, es que el estudio de la astronomía formó parte de la educación de príncipes y personas cultivadas en general (Calvo Capilla, 2013: 62-67). La astronomía se enseñaba con el *Almagesto* de Ptolomeo, el más conocido y relevante texto de astronomía durante la Edad Media, e incluía el conocimiento de los eclipses, las longitudes y latitudes, la medida del tiempo, las constelaciones y mansiones lunares, las tablas astronómicas (denominadas *zīy* en árabe) y el uso del astrolabio (Samsó, 2003: 524). Esa formación recibida por el poder político y económico explica que el mecenazgo, de la ciencia en general y la astronomía en particular, lo ejercieran los reyes y califas, pero también visires, cadíes y otros altos funcionarios. Esa élite dominaba el *adab*, el metalenguaje que Susana Calvo Capilla asocia con el *maʿyilis* del saber, la reunión de miembros de la corte en la que se debatía sobre literatura y poesía, pero también sobre los fundamentos del universo, la geometría y la abstracción matemática (Calvo Capilla, 2011: 72-74).

Šarq al-Andalus fue un refugio para los científicos andalusíes durante el periodo almorávide (1086-1145) ya que el rigor religioso de los nuevos gobernantes dificultaba la actividad científica en Sevilla, la nueva capital de al-Andalus (Vernet y Samsó, 2004: 37). No se puede dejar de nombrar a *Abū al-Šalt al-Dānī* que fue médico, matemático, astrónomo, filósofo, músico, literato e historiador, natural de Denia como indica su *nisba*. Escribió en 1109-1110 su *Risāla fī-l-ʿamal bi-l-ašturlāb* (Epístola sobre el uso del astrolabio), mientras estaba prisionero en el Cairo. La situación política en esa importante ciudad del Mediterráneo debió ser más propicia a la elaboración de un tratado sobre el astrolabio que la Denia natal de *Abū-l-Šalt al-Dānī*, entonces bajo control almorávide y con un ambiente poco favorable al estudio de la astronomía y la filosofía (Forcada, 2004: 56). Su texto tiene la estructura habitual de los tratados de uso del astrolabio y ha llegado a

nosotros en cinco manuscritos en árabe. Se considera que fue el tratado del astrolabio andalusí que más se conoció en Oriente e introdujo allí el calendario zodiacal, un elemento identificativo de los dorsos de los astrolabios andalusíes que sólo se implementó en astrolabios islámicos orientales a partir del siglo XIII (Comes, 2012). En todo caso, la actividad científica en suelo levantino/murciano no debió materializarse en la manufactura de un número relevante de instrumentos científicos como los astrolabios porque no nos ha llegado ninguno realizado en Šarq al-Andalus durante el dominio almohade.

En periodo nazarí (1230-1492) ya sólo quedó Murcia como territorio del antes floreciente y extenso *Šarq al-Andalus* y, aunque lo sería por poco tiempo, mantuvo una interesante actividad científica. Desde el punto de vista de la astronomía y su materialización en instrumentos, merece destacarse la figura de *Muḥammad ibn al-Raqqām al-Andalusī* (m. 1315), matemático, astrónomo, médico y alfaquí de origen murciano, autor de un famoso tratado sobre relojes de sol que, una vez sofocada la rebelión mudéjar en 1266, abandonó Murcia para instalarse en Bugía (Túnez) y regresó a Granada en fecha posterior a 1280 invitado por el soberano nazarí Muhammad II (1273-1302) donde vivió hasta su muerte enseñando matemáticas, medicina y derecho (Samsó, 2011: 414-417; Casulleras, 2007). Y de la década de los 50 del siglo XIII, la anterior a la conquista de Murcia por el rey Alfonso X de Castilla, nos ha llegado un ejemplar singular de astrolabio, una *azafea zarqāliyya* firmada en esa ciudad por *Muḥammad ibn Muḥammad ibn Huḍayl* en el año 650H/1252-1253 y de la que se hablará en detalle más adelante.

En el siglo XV, el territorio de lo que se llamó *Šarq al-Andalus* ya estaba en parte bajo la Corona de Aragón y en parte bajo la de Castilla. No obstante, la población musulmana tuvo libertad de movimientos para transmitir su tradición científica y cultural que siempre fue reconocida por los reyes cristianos y que explica la interesante producción de astrolabios medievales en la Corona de Aragón. En ese contexto, un alfaquí de Paterna, viajero frecuente por el norte de África, introdujo en Valencia un instrumento astronómico llamado *sexagenarium* conocido en el Cairo y que era similar al ecuadorio, instrumento que se había inventado en Toledo en el siglo XI. El *sexagenarium* permitía conocer los movimientos medios de los planetas y calcular posiciones planetarias mediante un cuadrante de senos y una escala zodiacal. El tratado en árabe sobre este instrumento se tradujo al valenciano por el mencionado alfaquí de Paterna, después al latín por Johannes de Bonia y finalmente al italiano, lo que pone de manifiesto el interés que despertó en ese momento (Forcada, 2004: 71).

TRES ASTROLABISTAS ACTIVOS EN VALENCIA EN EL SIGLO XI

Fueron tres los astrolabistas activos en Valencia en el último cuarto del siglo XI y los tres comparten la *nisba* “*al-Sahlī*”, vinculando a sus poseedores con la taifa de *Sahla* un pequeño reino que se estableció en el año 1010 en Albarracín y la zona suroccidental de lo que hoy es la provincia de Teruel (Bosch, 1959: 107-155). Dos de ellos fueron padre e hijo: *Ibrāhīm ibn Saʿīd al-Sahlī* y *Muḥammad ibn Saʿīd al-*

Sahlī, ambos activos en Toledo hasta que, en una fecha desconocida pero anterior a 1071, se trasladaron a Valencia quizá previendo la conquista de la ciudad por Alfonso VI en 1085. Del tercero sólo se sabe que se llamaba *Ibrāhīm al-Sahlī* y que firmó un astrolabio en Valencia en 1090-1091.

El primero de los tres, *Ibrāhīm ibn Sa'īd al-Sahlī*, es considerado uno de los astrolabistas más sobresalientes de al-Andalus. Nos han llegado tres astrolabios suyos, dos firmados en Toledo en 1067 y 1068 y el tercero en Valencia en 1071. La actividad de *Ibrāhīm ibn Sa'īd al-Sahlī* en Toledo coincidió con el momento de máximo esplendor de la ciencia en al-Andalus y su traslado a Valencia en fecha desconocida pero anterior a 1071 permite plantear la existencia de un taller de instrumentos astronómicos en esa ciudad dirigido por él y en el que también debió trabajar su hijo *Muḥammad ibn Sa'īd al-Sahlī* del que nos ha llegado un astrolabio firmado en el año 1090 (Fig. 2)

Adicionalmente, padre e hijo realizaron un globo celeste en el año 1086 para el visir *Abū 'Isā ibn Lubbūn*, que se conserva en el Museo Galileo de Florencia (Strano, 2010: 17; Meucci, 1878) y se les atribuye la autoría de otro similar conservado en la Biblioteca Nacional Francesa (King, 1992: 378-379). Nos encontramos, por tanto, frente a un taller familiar, con un padre y un hijo que realizaron astrolabios y globos celestes y que protagonizaron un traslado del taller de Toledo a Valencia quizá huyendo de la inestabilidad social y económica generada por la inminente conquista de Toledo por Alfonso VI de Castilla.

120 Los tres astrolabios que nos han llegado firmados por *Ibrāhīm ibn Sa'īd al-Sahlī* son de una extraordinaria calidad técnica, tanto en la grabación de las curvas de la proyección estereográfica de la bóveda celeste en las *láminas* de latitud, como en la cuidadosa caligrafía de sus inscripciones numéricas y textuales. Las *arañas*, impecables técnicamente hablando, presentan un cuidado diseño de las formas de sus punteros, desde los zoomorfos hasta los geométricos o los de referente arquitectónico (Fig. 3).

El caso del astrolabio firmado por *Muḥammad ibn Sa'īd al-Sahlī*, hijo del astrolabista mencionado, en Valencia en 1090, presenta algunas peculiaridades pues su *araña* está muy alterada. Sus punteros estelares tienen una forma extremadamente simple que parece resultado de haber recortado torpemente las formas que debieron tener originalmente. Esta *araña* no responde a la tipología de los astrolabios andalusíes de periodo taifa, tiene un diseño retardatario y no cuenta con ningún adorno como puede apreciarse en la Fig. 2. Debió sufrir en algún momento el borrado completo de las inscripciones de los nombres de las estrellas y de los signos del Zodiaco que debía estar en árabe y grafía cúfica, con la intención de retallarlas en hebreo, tarea que no se completó.

El resto del astrolabio es perfectamente homologable al resto de la producción andalusí de periodo taifa. Así, por ejemplo, tiene cinco *láminas* grabadas por ambas caras que permiten el uso del astrolabio en ciudades andalusíes como Córdoba, Sevilla, Granada, Zaragoza y Almería además de las ciudades santas de Meca y Medina. Desde el punto de vista astronómico, todas llevan grabadas 15 curvas

almicantares separadas de 6 en 6 grados y 36 curvas azimutales separadas de 10 en 10 grados, con sus valores numéricos rotulados, una disposición habitual en los astrolabios andalusíes.

También llevan la identificación de los puntos de salida y puesta del sol en ambos extremos de la curva del horizonte mediante los términos المغرب (*al-magrib*: occidente) و المشرق (*al-mašriq*: oriente), respectivamente. En la parte inferior llevan grabadas las doce líneas de las *horas desiguales*, cada una con su valor numérico rotulado de 1 a 12 en notación *abʿyad* y también alfabético (hora primera, hora segunda, hora duodécima) (Hernández Pérez, 2018b: 131-136).

El tercer astrolabista activo en Valencia en el siglo XI firmaba como *Ibrāhīm al-Sahlī* y suyo es un astrolabio fechado a finales del año 1086 que se conserva en un museo de Kassel. Se trata de un ejemplar de extraordinaria calidad dotado de una araña de hermoso diseño con elementos decorativos de tipo geométrico y de referente arquitectónico (Fig. 4) (Hernández Pérez, 2018b: 121-130).



Fig. 3: Araña del astrolabio de Ibrāhīm ibn Saʿīd al-Sahlī (Toledo, 1068)

Museo de Historia de la Ciencia de Oxford (nº inv. 55331). Fotos de la autora con la cortesía del MHS Oxford

ASTROLABIOS UNIVERSALES EN AL-ÁNDALUS

La búsqueda de instrumentos astronómicos universales, aquellos cuyo uso es independiente de la latitud del lugar en que se ubican, fue una constante en el mundo islámico. En el siglo XI, en que se vivió la edad de oro de la astronomía andalusí en los reinos de taifas (*tawāʿif*), vieron la luz dos de los tres tipos de

astrolabios universales que se inventaron en al-Andalus. El tercero nacería dos siglos después en la Granada nazari.

Los dos tipos de astrolabios universales del siglo XI se gestaron en el equipo de intelectuales que reunió en el reino taifa de Toledo el historiador, cadí y astrónomo Šā'id al-Andalusī, durante el reinado de *Yahyā al-Ma'mūn* (r. 1043-1074), gran mecenas de la ciencia (Puig, 1992). Los astrolabios universales, la mayor contribución conceptual y técnica de al-Andalus al desarrollo de la instrumentación científica, gozaron de distinta fortuna en lo que se refiere a su difusión al resto del Islam a través del Mediterráneo y a los reinos cristianos.

La denominada *azafea zarqāliyya* y su versión simplificada, la *azafea šakkāziyya*, vieron la luz en torno al año 1048-1049 de mano de la gran figura de la astronomía y la matemática andalusí *Abū Ishāq Ibrahīm Ibn Yahyā al-Naqqāš al-Qurtubī al-Zarqālluh* (1029-1100), conocido en las fuentes latinas como *Azarquiel* (Puig, 1987). De él dijo su contemporáneo *Šā'id al-Andalusī*

“es el más eminente entre la gente de nuestro tiempo en las observaciones astronómicas y en la ciencia de las tablas astronómicas y en la invención de instrumentos para la observación de los astros” (DORCE, 2008: 67).



Fig. 4: Frente, dorso y araña del astrolabio de Ibrāhīm ibn al-Sahlī (Valencia, 1086)

Museo de Ciencia y Tecnología de Kassel (n°inv.A38). Fotos de la autora con la cortesía del M° Kassel

La *azafea* rompía completamente con el diseño tradicional del astrolabio, asentado desde el periodo helenístico, eliminando la *araña* y las *láminas* de latitud y reduciendo la estructura del instrumento a una sola pieza circular grabada por ambas caras con dos tipos distintos de proyecciones de la esfera celeste y dotada de una *regleta frontal* giratoria que representa a cualquier horizonte y se fija en una posición angular (de 0° a 90°) según la latitud del observador.

Azarquiel dio solución a la búsqueda de una solución universal alternativa al astrolabio tradicional de modo brillante y conceptualmente impecable, pero se puede constatar la poca aceptación y difusión que tuvo esta solución universal en

los años siguientes. Esto pudo deberse a que el complejo entramado de líneas que cubre la superficie frontal de la *azafea* impide la incorporación de elementos decorativos que habrían comprometido su funcionamiento correcto, eliminando la dimensión estética del instrumento y su atractivo visual para un potencial mecenas. Si a eso se une la pérdida del sentido intuitivo de la rotación terrestre que ofrece la tradicional *araña* de un astrolabio y la mayor dificultad de su uso, se puede explicar el escaso número de ellas que debieron construirse a tenor de las pocas *azafeas* que nos ha llegado, un total de siete (cuatro *zarqāliyyas* y tres *šakkāziyyas*). De ellas sólo tres *azafeas zarqāliyyas* se hicieron en al-Andalus, dos en Sevilla en periodo almohade y una en Murcia en periodo nazarí por *Muḥammad ibn Muḥammad ibn Hudayl* en el año 650H/1252-53, ésta última estudiada en detalle por José M^a Millás Vallicrosa (1944) y Roser Puig (2003).

El escritor cairota *Ibn al-Qifī* (ca. 1172-1258) resaltó las dificultades que tuvo la difusión de la *azafea* de *Azarquiel* por el Islam oriental, debido a su complejidad. La llegada de la *azafea* a Egipto se produjo en periodo mameluco y fue el astrónomo *Abū-l-Ḥasan ‘Alī al-Marrākushī*, activo en el Cairo en 1280, quien la incluyó en su estudio sobre todos los instrumentos astronómicos conocidos en su época que tituló *Ŷamali’ al-mabādī wa-l-ḡayat fī ‘ilm al-mīqāt* (Suma de los principios y los objetos de la ciencia de la determinación de la hora) (Puig, 2004). El conocimiento de la *azafea* se consolidó también en textos elaborados en el Magreb, Siria y Samarcanda en los siglos XIV y XV e incluso en Delhi en el siglo XVII.

En cuanto a la difusión de la *azafea* por territorios cristianos, se inició con la traducción al castellano del texto original de *Azarquiel*, realizada en el siglo XIII en el *scriptorium* de Alfonso X de Castilla. Su difusión al resto de los reinos europeos tuvo lugar ya en el siglo XVI, destacando la reinterpretación del tratado de la *azafea zarqāliyya* realizada por el astrónomo y matemático holandés Regnier Gemma Frisius (1508-1554) en su obra *De astrolabio catholico liber* publicada en 1550 en Lovaina que tuvo una gran difusión y dio a conocer a *Azarquiel* en la Europa occidental. El matemático y astrónomo español Juan de Rojas, discípulo de *Gemma Frisius*, incorporó también los fundamentos matemáticos de la *azafea zarqāliyya* de *Azarquiel* a su obra *Commentarium in astrolabium quod planisphaerium vocant* escrita en 1550 y con una notable difusión en el occidente cristiano.

De las obras realizadas en el *scriptorium* de Alfonso X de Castilla destaca, por méritos propios, uno de los compendios más importantes de la ciencia medieval y el único escrito en castellano: el *Libro del Saber de Astrología*, terminado en 1278 y compuesto por 16 libros, cada uno dedicado a un tema específico (Samsó, 1987). Uno de los dieciséis es el *Libro de la Açafeha* realizado en 1255-56 por Fernando de Toledo y luego revisada en 1277-78 en Burgos por Abraham de Toledo, ambos miembros del equipo de sabios y traductores del *scriptorium* alfonsí (Fig. 5). Se trata de la traducción del tratado de la *azafea zarqāliyya* de *Azarquiel*. El libro se inicia con el prólogo de Alfonso X

“La bondad de esta Açafeha que es generalmiente para todas ladezas, et de cómo es estrumento muy complido et mucho acabado et como es caro de sennalar et que muchos omes non podrien entender complidamente la manera de cuemo se faz por las palabras que dijo este sabio que la compuso, mandamos figurar la figura della en este libro” (Rico y Sinobas, 1863: T.III, 135)

El Libro de la Açafeha, al igual que los otros tres libros sobre astrolabios que forman parte del compendio *Libro del Saber de Astrología*, se estructura en dos partes, una descriptiva del instrumento y otra relativa a su uso.

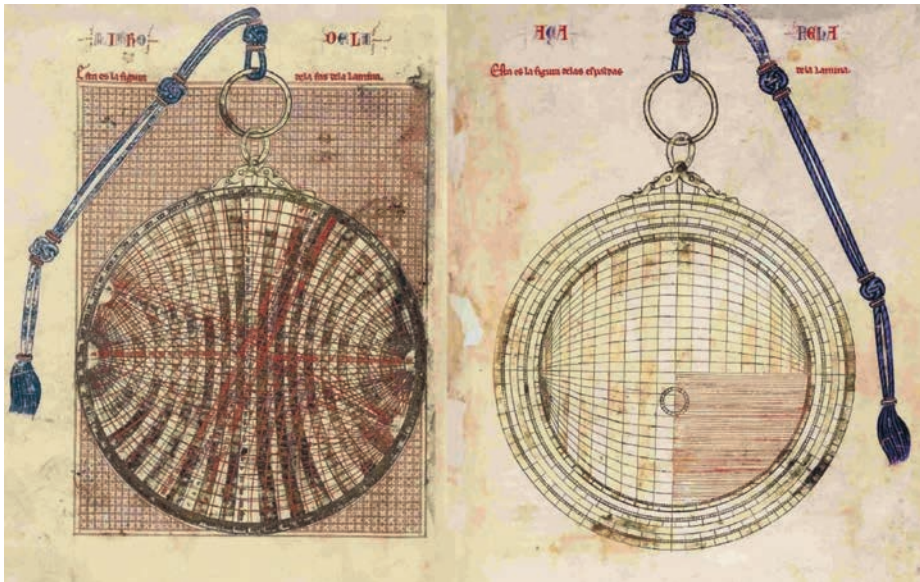


Fig. 5 Libro de la Açafea de Alfonso X El Sabio. 1278

Frente y dorso de una azafea. Biblioteca Histórica Marqués de Valdecilla de la UCM, Ms. 156 fol.112-v-113r. Fotos cortesía de la UCM

LA AZAFEA DE IBN HUḌAYL

Esta azafea del tipo *zarqāliyya* responde a la topología definida por *Azarquiel* en el siglo XI de la que ya se ha hablado y está datada y firmada en Murcia por *Muḥammad ibn Muḥammad ibn Huḍayl* en el año 1252-1253 (Fig. 6). Como todas las azafeas, carece de elementos decorativos en su cuerpo principal pues, es tanta la información que se graba sobre la única placa de latón que la conforma, que no hay espacio para incorporar adornos. En cuanto a sus dimensiones, tiene 170 milímetros de diámetro y 2 milímetros de espesor.

El círculo exterior de su parte frontal lleva grabada una escala graduada de 0° a 90° , en cada uno de los cuatro cuadrantes. En el interior figuran dos proyecciones estereográficas meridionales, una correspondiente a las coordenadas ecuatoriales y otra a las coordenadas eclípticas. En la proyección de coordenadas ecuatoriales, el diámetro vertical representa el plano del ecuador y el horizontal representa el horizonte de un observador situado en el Ecuador. A los extremos de ese diámetro horizontal se ubican el polo norte (a la izquierda) y el sur (a la derecha). En torno a estos dos polos se representan los paralelos o círculos de declinación y, partiendo de los polos, los círculos horarios o meridianos. Estas curvas se representan los dos sistemas de coordenadas (ecuatoriales y eclípticas) superpuestos y desplazados un ángulo igual a la oblicuidad de la eclíptica ($23^\circ 30'$). Las curvas de los meridianos y paralelos están separadas cinco grados.

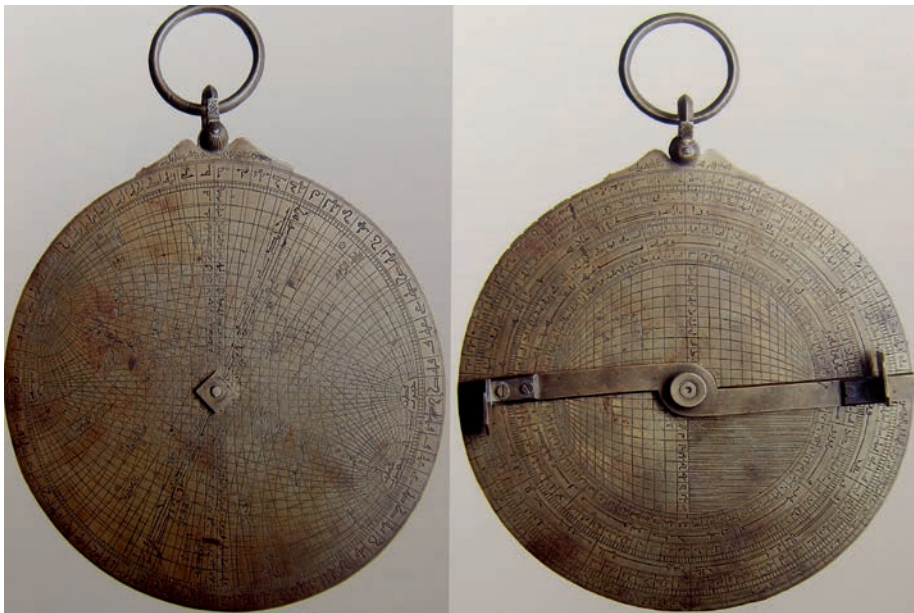


Fig. 6: Frente y dorso azafea sakkāziyya de Muḥammad ibn Muḥammad ibn Huḍayl. Murcia, 1252-53

Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona. Foto cortesía de la RACAB

Así como en un astrolabio tradicional las estrellas están representadas por los punteros estelares de la araña, esta azafea tiene grabados unos pequeños círculos, entre la retícula de coordenadas, que marcan la posición de un total de 20 estrellas con su nombre rotulado en árabe con grafía cúfica, como se recoge en el Cuadro I (García Franco, 1945:315).

Las estrellas que se seleccionaron para ser grabadas en la cara frontal de esta *azafea* responden mayoritariamente a las que suelen aparecer en las *arañas* de los astrolabios andalusíes que nos han llegado salvo dos excepciones: la estrella

Canopus (α Car) hoy de la constelación de Carina pero en la constelación de Argo Navis en periodo medieval y *Fomalhaut* (α PsA) de la constelación del Pez Austral.

Es relevante destacar que estas dos estrellas están también incluidas en las otras dos *azafeas* andalusíes que nos han llegado, ambas realizadas en Sevilla por el importante astrolabista *Muḥammad ibn Fattūḥ al-Jamā'irī* en 1216-1217 y 1218-1219 (Da Schio 1880: 239-241; Sédillot, 1844: 190-191).

I Estrellas grabadas en la *azafea* de ibn Huḍayl

Nº	Inscripción en árabe, transliteración y traducción	Nombre actual de la estrella	Identificación
1	اخـر النهر <i>ājir al-nahr</i> (el final del río)	Achernar	α Eri
2	الغول <i>al-gūl</i> (el ogro)	Algol	β Per
3	الدبران <i>al-dabarān</i> (la que sigue)	Aldebarán	α Tau
4	رجـل الجوزا <i>riyl al-yāwzā</i> (la pierna del gigante)	Rigel	β Ori
5	العـيوق <i>al-'ayyūq</i> (la cabrilla)	Capella	α Aur
6	مـنكب الجوزا <i>mankib al-yāwzā</i> (el hombro del gigante)	Betelgeuse	α Ori
7	سـهـيـل <i>suhayl</i> (sencillo)	Canopus	α Car
8	الشـعـرى العـبـور <i>al-ši'rā al-'abūr</i> (el líder y el tránsito)	Sirio	α CMa
9	الغـمـيـصـا <i>al-gumaysā</i> (el de los ojos llorosos)	Procyon	α CMi
10	قـلـب الـأسـد <i>qalb al-asad</i> (el corazón del león)	Regulus	α Leo
11	ظـهـر الـدب <i>zahr al-dub</i> (espalda del oso)	Dubhe	α UMa

Nº	Inscripción en árabe, transliteración y traducción	Nombre actual de la estrella	Identificación
12	بنات نعش <i>banāt na 'š</i> (plañideras)	Alkaid	η UMa
13	السماك الرامح <i>al-simāk al-rāmiḥ</i> (el excelso lancero)	Arturo	α Boo
14	الفكة <i>al-fakka</i> (el anillo roto)	Alphecca	α CrB
15	قلب العقرب <i>qālb al- 'aqrab</i> (el corazón del escorpión)	Antares	α Sco
16	الواقع <i>al-wāqi</i> ' (la que cae)	Vega	α Lyr
17	ركبة الرامي <i>rukba al-rāmiḥ</i> (la rodilla del arquero)	Rukbat	α Sgr
18	الطائر <i>al-ṭā 'ir</i> (la que vuela)	Altair	α Aql
19	الردف <i>al-ridf</i> (la rabadilla)	Deneb	α Cyg
20	فم الحوت <i>fam al-ḥūt</i> (boca del pez)	Fomalhaut	α PsA

El dorso de la *azafea* de *ibn Huḍayl* responde también a la tipología habitual de las *azafeas* andalusíes que nos han llegado y tiene grabados 6 anillos (ver figura 6, imagen de la derecha). El más exterior presenta una escala graduada de 0° a 90° , en los dos cuadrantes superiores, con los valores rotulados de 5 en 5 grados, en notación alfanumérica *abýad* y marcas de subdivisión cada 1° . El orden de numeración (valor 0°) empieza en los extremos este u oeste de los cuadrantes y termina (valor 90°) en los extremos norte o sur, respectivamente. Los dos cuadrantes inferiores presentan, cada uno, una escala con los valores de las cotangentes, también rotulados en notación *abýad* que permiten realizar la función normalmente reservada al *cuadrado de sombras* ausente del *dorso* de las *azafeas*. Los cuatro anillos siguientes conforman el calendario zodiacal que es una característica identificativa de los astrolabios andalusíes frente a los del Islam oriental (Viladrich, 1992: 62). El primero lleva grabados los valores de los grados rotulados cada 5° y con marcas de subdivisión cada 1° y el segundo los signos del Zodíaco, con una asignación de 30° a cada uno. Los nombres de los signos zodiacales están rotulados en árabe como se indica en el Cuadro II.

Los anillos tercero y cuarto llevan grabados los meses del año juliano, rotulados cada 5 días (hasta 30, 31 o 28 según el mes) en notación numérica *ab̄yad*. Estos anillos están dispuestos de modo concéntrico respecto a los que llevan los signos zodiacales. Las inscripciones de los meses se muestran en el Cuadro III.

De acuerdo a este calendario, el punto Aries, que marca el equinoccio de primavera, está situado en el punto medio entre el 14 y el 15 de marzo.

II Signos del Zodiaco rotulados en el dorso de la *azafea* de ibn Huḍayl

Nombre del signo	Inscripción en árabe, transliteración y traducción	Nombre del signo	Inscripción al dorso, transliteración y traducción
Aries	الحمل <i>al-ḥamal</i> =el cordero	Libra	الميزان <i>al-mīzān</i> = la balanza
Tauro	الثور <i>al-tawr</i> = el toro	Escorpio	العقرب <i>al-'aqrab</i> = el escorpión
Géminis	الجوزا <i>al-ḡawzā</i> = el gigante	Sagitario	القوس <i>al-qaws</i> = el arco
Cáncer	السرطان <i>al-saraṭān</i> = el cangrejo	Capricornio	الجدى <i>al-ḡadī</i> = la cabra
Leo	الأسد <i>al-asad</i> = el león	Acuario	الدلو <i>al-dalū</i> = la vasija
Virgo	السنبللة <i>al-sunbula</i> = la espiga	Piscis	الحوت <i>al-ḥūt</i> = la ballena

128

III Nombres de los meses del año juliano en el dorso de la *azafea* de ibn Huḍayl

Nombre castellano del mes	Inscripción en el dorso y transliteración	Nombre castellano del mes	Inscripción al dorso y transliteración
Enero	يناير (<i>yanaīr</i>)	Julio	يوليه (<i>yūliya</i>)
Febrero	فبراير (<i>fibrāir</i>)	Agosto	اغست (<i>agusta</i>)
Marzo	مارس (<i>mārs</i>)	Septiembre	سنتبر (<i>sitanbar</i>)
Abril	ابريل (<i>abrīl</i>)	Octubre	اكتوبر (<i>uktūbar</i>)
Mayo	مايه (<i>māya</i>)	Noviembre	نوبير (<i>nūbabar</i>)
Junio	يونيه (<i>yūniya</i>)	Diciembre	ديانبر (<i>diyanbar</i>)


El siguiente anillo hacia el interior es una escala graduada en grados, de 0° a 180° en la mitad izquierda y dos cuartos de 0° a 90° en la mitad derecha, que enmarca las retículas grabadas en el espacio central. Tres cuadrantes del área central están ocupados por una proyección ortográfica de la esfera en la que los

paralelos son líneas rectas y los meridianos son elipses y el cuadrante inferior derecho lleva grabadas 60 líneas paralelas que permiten calcular el coseno para cualquier ángulo medido con los cuadrantes de altitud. Se incluye también un pequeño círculo excéntrico que *Azarquiel* llamó *círculo de la luna* y sirve para medir el movimiento del satélite terrestre. El *trono* de esta *azafea* tiene perfil triangular-acampanado, hendido por la parte superior y suavemente convexo hacia los extremos y lleva grabado por el anverso y el reverso la inscripción de autoría, como se indica en el Cuadro IV.

El sistema de suspensión de la *azafea* consta de un *asa* fijada al *trono* y una *anilla* circular. En cuanto a la *alidada* y el sistema de fijación central son adiciones modernas y la *azafea* ha perdido su *regleta frontal*, pieza esencial en este tipo de astrolabios universales porque tiene como misión marcar el horizonte local y así permitir la conversión entre las coordenadas ecuatoriales y eclípticas grabadas en la cara frontal del instrumento.

Esta *azafea* pertenece a la colección de instrumentos astronómicos del Observatorio Fabra fundado en 1894 por iniciativa de la Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona, a la que siempre ha pertenecido y en donde se conserva en la actualidad. No se han encontrado datos sobre su ubicación antes de esa fecha.

IV Inscripción de autoría de la *azafea* de ibn Huḍayl

Inscripción en árabe y traducción	Fig. 7 Imagen de la inscripción
<p style="text-align: center;">:Anverso صنعة محمد بن محمد بن هذيل <i>La realizó Muḥammad ibn Muḥammad ibn Huḍayl</i></p> <p style="text-align: center;">Reverso بمرسية سنة خن الهجرة <i>en Murcia año 650 de la Hégira</i></p>	

129

A MODO DE CONCLUSIÓN

Sin cuestionar la gran aportación al desarrollo de la ciencia y la instrumentación científica que jugaron la Córdoba califal, los reinos taifas de Toledo y Zaragoza, la Sevilla almohade y la Granada nazarí, lo cierto es que lo que se dio en llamar *Šarq al-Andalus* jugó un papel relevante desde los siglos XI al XV. De un modo continuo y poco estridente, acogiendo a notables exiliados víctimas de los avatares políticos y ofreciéndoles un entorno de paz y sosiego imprescindible para la actividad intelectual, lugares como Valencia, Denia o Murcia vieron construir astrolabios, globos celestes y otros tipos de instrumentos que han llegado a nuestros días y que

han situado a esas ciudades en el mapa del desarrollo de la ciencia medieval europea. Esta actividad se plasmó en la construcción de astrolabios tanto en la Corona de Aragón como en la de Castilla cuando estos territorios pasaron a manos cristianas a lo largo de la Edad Media.

BIBLIOGRAFÍA

AZUAR RUIZ, R. (2016) *Castillos, ciudades y campesinos en el Sharq al-Andalus. Siglos II-VII HG / VIII-XIII DC*. Instituto Alicantino de Cultura Juan Gil-Albert, Alicante.

BOSCH VILÁ, J. (1959) *El Reino de Taifas de los Beni Razin hasta la constitución del señorío cristiano. Albarraçin musulmán*. Instituto de Estudios Turolenses, Teruel.

CALVO CAPILLA, S. (2013) “Ciencia y *adab* en el Islam. Los espacios palatinos dedicados al saber”. *Anales de Historia del Arte*. 23, 2013, pp. 51-78.

- (2011) “El arte de los reinos taifas: tradición y ruptura”. *Anales de Historia del Arte*. Vol. Extraordinario 2, 2011, pp. 69-92.

CASULLERAS, J. (2007) “Ibn al-Raqqām”. *The Biographical Encyclopedia of Astronomers*. Thomas Hockey et al. (eds.), Springer, New York, pp. 563-564.

COMES, M. (2012) “Ibn Abi-l-Šalt al-Dānī, Umayya”. *Biblioteca de al-Andalus. Vol. I. De al-‘Abbādīya a Ibn Abyad*, J.Lirola y J. M. Puerta Vilchez (eds.), Fundación Ibn Tufayl de Estudios Árabes, Almería, pp. 722-728.

130 DA SCHIO, A. (1880) *Di due astrolabi in caratteri cufici occidentali trovati in Valdagno (Veneto)*. F. Ongania Venecia [reimpreso en *Arabische Instrumente in Orientalistischen Studien. Sweiter Band: Astronomische Instrumente Publikationen 1858-1892*, Fuat Sezgin (ed.), Institut für Geschichte der Arabisch-Islamischen Wissenschaften, Frankfurt am Main, 1991, pp. 194-272.]

DORCE, C. (2008) *Azarquiel, el astrónomo andalusí*. Ed. Nivola, Madrid.

FORCADA, M. (2004) “La ciència àrab al Sud de Catalunya”. *La ciencia en la Historia dels Països Catalans. Vol I: Dels àrabs al Renaixement*. J. Vernet, J. Samsó et al. (eds.), Institut d’Estudis Catalans, Valencia, pp. 45-74.

HERNÁNDEZ PÉREZ, A. (2017) “Del concepto al dibujo y del trazo al latón: Manufactura de un astrolabio en un taller medieval”. *Afilando el pincel, dibujando la voz. Prácticas pictóricas góticas*. M. Miquel, O. Pérez y P. Martínez (eds.), Editorial Complutense, Madrid, pp. 203-224.

- (2018a) *Astrolabios en al-Andalus y los reinos medievales hispanos*. La Ergástula, Madrid.

- (2018b) *Catálogo razonado de los astrolabios de la España medieval*. La Ergástula, Madrid.

KING, D. A. (1992) “Globo celeste atribuido a Ibrāhīm ibn Sa’īd al-Sahlī”. *Al Andalus. Las artes islámicas en España*. J. D. Dodds (dir.), Metropolitan Museum of Art y Ed. El Viso, Madrid-Nueva York, pp. 378-379.

MEUCCI, F. (1878) *Il globo celeste arabico del secolo XI esistente nel gabinetto degli strumenti antichi di Astronomia, di Fisica e di Matematica del R. Istituto di Studi Superiori*. Successori Le Monnier, Firenze.

MILLÁS VALLICROSA, J. M. (1944) “Un ejemplar de azafea árabe de Azarquiel”. *Al-Andalus*. IX, 1944, pp. 111-119 y lám. 4.

- PUIG, R. (1987) *Los tratados de construcción y uso de la azafea de Azarquiel*. Instituto Hispano-Árabe de Cultura, Madrid.
- (1992) "Instrumentos universales en al-Andalus". *El legado científico andalusí. Catálogo de la exposición del Museo Arqueológico de Madrid, Abril-Junio 1992*. J. Vernet y J. Samsó (eds.), Ministerio de Cultura, Madrid, pp.67-73.
- (2003) "L'assafea de la Reial Acadèmia de Ciències i Arts de Barcelona: un exemplar de zarqāliyya". *Memorias de la Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona*. LX-10, 2003, pp. 357-365.
- (2004) "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 siècle)*. N. Pourjadavy y Z. Vesel (eds.), Institut Français de Recherche en Iran, Teherán, pp. 79-87.
- RICO Y SINOBAS, M. (1863-1867) *Libros del Saber de Astronomía del rey Alfonso X de Castilla*. Tomos I-IV, Ed. E. Aguado, Madrid.
- SAMSÓ, J. (1987) "Alfonso X and Arabic Astronomy". *De Astronomia Alphonsi Regis. Actas del Simposio sobre Astronomía Alfonsí celebrado en Berkeley, Agosto 1985*. M. Comes, R. Puig y J. Samsó (eds.), Instituto Millás Vallicrosa de H^a de la Ciencia y Universidad de Barcelona, Barcelona, pp. 23-38.
- (2003) "A social approximation to the History of the Exact Sciences in al-Andalus". *Actes de la VII Trobada d'Història de la Ciència i de la Tècnica. Barcelona 14-17 novembre 2002*. J. Batlló, P. Bernat y R. Puig (coord.), Societat Catalana d'Història de la Ciència i la Tècnica, Barcelona, pp. 519-530.
- (2011) *Las Ciencias de los Antiguos en al-Andalus (2^a edición con addenda y corrigenda de J. Samsó y M. Forcada)*. Fundación Ibn Tufayl de Estudios Árabes, Almería.
- SÈDILLOT, L. A. (1844) *Mémoires présentés à l'Académie Royale des Inscriptions et Belles-Lettres. Première série. Tome I*, París. [reimpreso en SÈDILLOT, L. A., 1989, *Mémoire sur les Instruments Astronomiques des Arabes*. Frankfurt am Main, Institut für Geschichte der Arabisch-Islamischen Wissenschaften].
- STRANO, G. (2010) "L'astronomia e il tempo". *Museo Galileo. Guida ai Tesori della collezione*. F. Camerota (coord.), Ed. Giunti, Firenze, pp. 16-17.
- VERNET, J., SAMSÓ, J. (2004) "El petit renaixement dels contats catalans de l'època carolingia". *La ciencia en la Historia dels Països Catalans. Vol I: Dels àrabs al Renaixement*, J. Vernet et alii (eds.), Institut d'Estudis Catalans, Barcelona, pp. 31-43.
- VILADRICH, M. (1992) "Astrolabios andalusies". *El legado científico andalusí. Catálogo de la exposición del Museo Arqueológico de Madrid de Abril-Junio 1992*. J. Vernet y J. Samsó (eds.), Ministerio de Cultura, Madrid, pp. 53-65.



Real Academia Alfonso X el Sabio



ISBN: 978-84-126043-0-6



9 7884 12 604 108