

Las artes del metal en

AL-ÁNDALUS

Índice

Las artes del metal en al-Ándalus: introducción a la exposición	11	El armamento andalusí	57
El metal en la península ibérica antes de la llegada del islam	14	Los broncez zoomorfos de al-Ándalus	62
La minería en al-Ándalus	21	Donde el metal descubre la belleza: esplendor de la orfebrería andalusí	70
Numismática	29	Los metales en al-Ándalus: acercamiento a nuevas tecnologías de investigación y conservación	75
Los objetos de ámbitos religiosos	36	Relaciones de al-Ándalus con el oriente islámico: las artes del metal	84
Ciencia desplegada en metal: instrumentos científicos en al-Ándalus	44		
El metal de la vida cotidiana de al-Ándalus	50		

CATÁLOGO

<i>Ex auro argento et diversis metallis</i> : el metal en la península ibérica antes de la llegada del Islam		Objetos de uso doméstico	178
Prehistoria	94	Útiles de trabajo y actividades de la comunidad	186
Protohistoria	97	Defensa y armamento	194
Hispania romana	100	Los broncez zoomorfos	
Hispania visigoda	105	Mensaje y significados	206
<i>Al-madin</i> , el lugar de la abundancia. La minería y las técnicas metalúrgicas en al-Ándalus		El esplendor de la orfebrería andalusí	
Minería	112	Califato de Córdoba	222
Metalurgia	120	Reinos de taifas	228
		Almorávides y almohades	232
		Reino nazarí	236
		Pervivencias	240
El valor del objeto: principales usos del metal en al-Ándalus		Bibliografía	242
La moneda	144		
La religión	156		
La ciencia y la medicina	162		
Objetos de uso personal	169		

Ciencia desplegada en metal: instrumentos científicos en al-Ándalus

Azucena Hernández Pérez
UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID

El extraordinario desarrollo que vivió la ciencia en al-Ándalus y su papel esencial en la difusión, de disciplinas como la astronomía, las matemáticas o la medicina a los reinos de lo que hoy es la Europa occidental, ha sido debidamente recogido por la historiografía¹. Fue en el reino taifa de Toledo donde se redactó por primera vez en el mundo una historia de la ciencia: el *Kitāb tabaqāt al-umam* (*Libro de las Categorías de las Naciones*) escrito en 1068 por el historiador y astrónomo Aḥmad ibn Muḥammad ibn Šā'id conocido como Šā'id al-Andalusī que fue además cadí de Toledo. En esta obra, de lectura aconsejada, se identifican los astrónomos, geómetras, astrolabistas, médicos y otros estudiosos que llevaron a la ciencia andalusí a su mayor esplendor en el siglo XI².

Pero la ciencia andalusí no solo dejó su impronta en los magníficos textos conocidos y traducidos al latín y a lenguas vernáculas por eruditos medievales y de épocas posteriores, sino que se materializó en una producción notable de instrumentos científicos. Esos objetos, que nos han llegado en un buen número, fueron mayoritariamente realizados en metal y su manufactura no solo precisaba de conocimientos científicos teóricos sino además de las necesarias técnicas metalúrgicas y de artesanía del metal, capaces de dotarles de dimensión estética sin alterar su funcionalidad. De entre los tipos de instrumentos científicos realizados en metal en al-Ándalus destacan los vinculados a la astronomía y la geometría: astrolabios, globos celestes, cuadrantes, ecuatorios y nocturlabios, realizados en latón. En otro grupo se encuadraría el material quirúrgico, que también se realizaba en metal, principalmente en bronce: bisturíes, sondas urinarias y diversos tipos de espátulas y cucharillas de uso médico que se muestran en las fichas de las piezas de la exposición.

Globos celestes andalusíes

Un globo celeste es la representación a escala de la bóveda celeste con sus estrellas y constelaciones. El globo celeste más antiguo del mundo que ha llegado a nuestros días se realizó en mayo del año 1085 en la ciudad de Valen-

cia [Fig. 1] cuando era la capital del reino taifa del mismo nombre, gobernado por la dinastía amirí. Esta notable pieza se configura como una de las joyas de nuestro patrimonio en el ámbito de la instrumentación científica.

El globo está firmado por uno de los más sobresalientes constructores de astrolabios andalusíes, Ibrāhīm ibn Sa'īd al-Sahlī y, en este caso, lo hace junto a su hijo Muḥammad ibn Sa'īd al-Sahlī. Tal como figura en la detallada inscripción de autoría ubicada en la zona del círculo polar antártico del globo celeste, la pieza se realizó en Valencia, en mayo de 1085, para el visir Abū 'Isā ibn Lubbūn, uno más de los líderes políticos interesado por los objetos científicos y la decidida promoción de su manufactura en al-Ándalus. El globo, de 22 centímetros de diámetro y muy buena factura, despliega en su superficie y en posiciones correctas la representación de 47 de las 48 constelaciones ptolemaicas: 21 constelaciones boreales, las 12 zodiacales y 14 australes³. La única ausente es la denominada «Crater» en latín («Copa» en español), una pequeña constelación, sin estrellas de gran brillo, ubicada en medio de dos importantes: el Cuervo y la Hidra. Su ausencia pudo deberse a la escasez de espacio para trazar una pequeña crátera o copa entre las dos potentes representaciones de un monstruo marino, la hidra, y de un cuervo. Cada una de las constelaciones lleva su nombre rotulado en grafía cúfica andalusí y se representa con una iconografía esquemática, de gran atractivo visual en su sencillez, sin referentes claros en ilustraciones de fuentes escritas previas. Cada constelación lleva marcadas, mediante pequeños círculos, sus estrellas más importantes, hasta un total de 1015 estrellas en todo el globo. Los autores optaron por señalar mediante círculos mayores las 22 estrellas más brillantes y conocidas del cielo nocturno, cuyos nombres aparecen rotulados con el mismo tipo y tamaño de grafía cúfica ya indicado. Nombres como *rijl* (estrella de la constelación de Orión hoy llamada Rigel), *qalb al-asad* (estrella de la constelación de Leo hoy llamada Regulus) o *munīr al-šujā'* (estrella de la constelación de la Hidra, hoy llamada Minchar) aparecen rotulados junto a los círculos que las posicionan, hasta el total de veintidós estrellas de alto brillo [detalle en Fig.1].

Un globo celeste islámico sin firmar que se conserva en el Biblioteca Nacional Francesa, se atribuye a los mismos autores, padre e hijo, por la similitud de la ico-

nografía de las constelaciones⁴. Tiene un diámetro algo menor, 19 centímetros, lleva grabadas las mismas 47 constelaciones ptolemaicas y un total de 1004 círculos señalizando estrellas. Es notable que haya conservado la pieza original del círculo del horizonte que lleva grabada una escala de 360° en divisiones de cinco en cinco grados rotulados en notación *abjad* y grafía cúfica andalusí [Fig. 2].

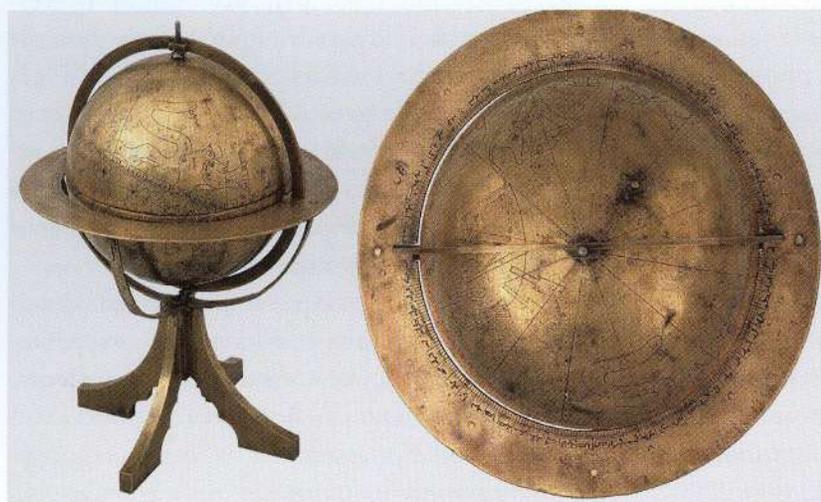
Astrolabios en al-Ándalus

Los astrolabios realizados en al-Ándalus entre los siglos x y xv han llegado a nuestros días en un buen número, treinta y cuatro ejemplares completos y algunas piezas sueltas. El astrolabio fue principalmente valorado por su capacidad para determinar la hora, tanto de día como de noche, mediante el establecimiento de la posición del sol o de las estrellas. Eso le convirtió en el reloj portable del periodo medieval, susceptible de ser utilizado por colectivos que, si bien necesitaban saber leer, no requerían de formación científica para ser entrenados en el uso del instrumento.

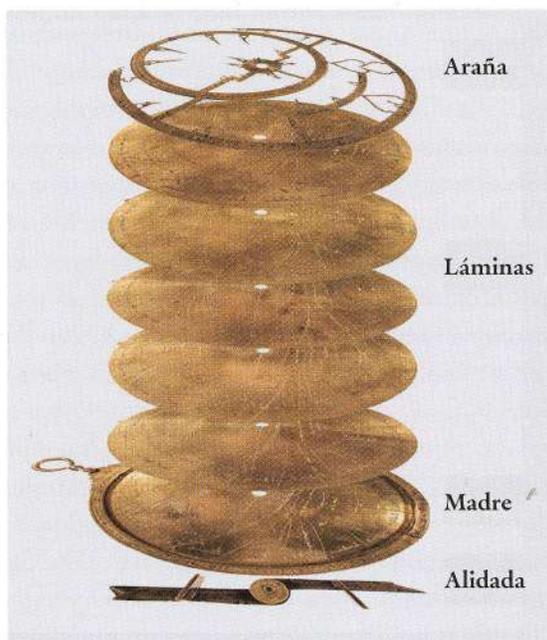
El astrolabio se considera uno de los mejores ejemplos de sinergia entre arte y ciencia por su compleja estructura geométrica y su notable dimensión estética, siempre subordinando lo decorativo a la funcionalidad. Su diseño era responsabilidad de un astrónomo capaz de comprender conceptos como la proyección estereográfica de la esfera celeste en un plano, base matemática de la construcción de un astrolabio, así como las coordenadas de las estrellas o las divisiones desiguales en las proyecciones de los signos del Zodíaco⁵. La estructura de un astrolabio es compleja: consta de una pieza frontal, llamada «araña», que es un mapa estelar y que sustenta su dimensión estética; de un número de piezas circulares denominadas «láminas», cada una para ser utilizada en una latitud y que incorporan las líneas horarias para el uso del astrolabio como reloj, marcando además las horas de oración islámicas; de una pieza, la «madre», que acoge a todas las demás y lleva en su dorso un buen número de escalas calendáricas; y de una regleta giratoria que se denomina «alidada» [Fig. 3]⁶. El diseño de todas estas piezas debía plasmarse en una serie de dibujos a escala 1:1, unas «trazas» que pudiera entender y trasladar al metal un orfebre. No contamos con documentación que nos permita



[Fig. 1]
 Globo celeste firmado por Ibrāhīm ibn Sa'īd al-Sahli y su hijo Muḥammad en Toledo, 1085. Museo Galileo de Florencia (nº inv. 2712). Vista frontal y detalle de las constelaciones de Leo, Hidra y Virgo. Fotografías: de la autora con la cortesía del Museo Galileo de Florencia



[Fig. 2]
 Globo celeste sin firmar ni datar atribuido a autor andalusí del siglo XI. Biblioteca nacional de Francia [nº inv. GE A-325 (RES)]. Vista frontal y desde el polo sur celeste. Fotografías: cortesía de la BnF



[Fig. 3]
 Despiece del astrolabio de Ibrāhīm ibn Sa'īd al-Sahli. Toledo, año 1067. Museo Arqueológico Nacional (nº inv. 50762). Montaje de la autora con la cortesía del MAN

afirmar que cualquier taller medieval de orfebrería contaba con artesanos capaces de llevar a cabo todas las actividades relativas a la ejecución material de un astrolabio en latón⁷.

Los astrolabios andalusíes están firmados y datados, como lo están la mayoría de los realizados en territorios islámicos. La profesión de *asturlābī* (astrolabista) estaba socialmente valorada y el autor se hacía responsable de la precisión del instrumento y de su uso correcto. De los cuatro astrolabios andalusíes de periodo omeya que nos han llegado destacan los firmados por Muḥammad ibn al-Šaffār, uno que hizo en Córdoba en 1026 y otro en Toledo en 1029, donde se trasladó al inicio de las revueltas que dieron fin al califato omeya cordobés⁸. Pero es sin duda la producción taifa de astrolabios la que responde al esplendor que vivió la ciencia en esos reinos en los que se disgregó el califato, especialmente los de Toledo, Zaragoza y Valencia. Nueve son los astrolabios que nos han llegado fechados entre 1054 y 1090, realizados en Toledo, Zaragoza, Valencia, Guadalajara y Córdoba⁹. Cada una de estas nueve obras nos acerca a un autor intelectual, un taller y unas técnicas del metal de un notable nivel, con la incorporación de nuevos repertorios decorativos de formas arquitectónicas, zoomórficas y geométricas en las arañas de los astrolabios. El nombre a destacar durante este periodo es el de Ibrāhīm ibn Sa'īd al-Sahli, que ya se ha mencionado como autor de, al menos, uno de los globos celestes y del que nos han llegado tres astrolabios, uno de ellos conservado en el Museo Arqueológico Nacional realizado en Toledo en el año 1067 [Fig. 3]¹⁰. El astrolabio que realizó en esa misma ciudad en 1068 es el mejor conservado y de manufactura más cuidada, sobre todo por los punteros estelares de su araña [Fig. 4]¹¹. No nos ha llegado ningún astrolabio almorávide quizá porque se construyeron pocos, pero en el periodo almohade resurgió su manufactura de la mano de Muḥammad ibn Fattūh al-Jamā'irī. Sus astrolabios, unos firmados en Sevilla y otros en Fez, tienen unas arañas que identifican a su autor y fueron muy copiadas a partir del siglo xvii en los países islámicos. Varias de estas arañas conservan las incrustaciones en plata de unos punteros estelares filiformes y serpenteantes para señalar correctamente la posición de la estrella, como en el astrolabio que firmó al-Jamā'irī en Sevilla en 1224 [Fig. 5]¹². Los astrolabios nazaríes destacan por incorporar en el repertorio decorativo de sus arañas las do-

bles palmetas digitadas. El astrolabista más notable en esas fechas fue Aḥmad ibn Ḥusayn ibn Bāšo del que nos han llegado tres astrolabios, destacando dos muy similares entre sí, realizados en Granada en 1294 y 1304. El primero conservado en la Real Academia de la Historia y el segundo en el Museo de Arte Islámico de Doha (Qatar) que está dotado de una «lámina universal para todas las latitudes», una de las aportaciones de la ciencia nazarí al desarrollo de los instrumentos universales, independientes de la latitud, debida al astrónomo y matemático Abū 'Alī al-Ḥusayn ibn Muḥammad ibn Bāšo (m. 1316) [Fig. 6]¹³.

Fueron precisamente los denominados «astrolabios universales» la mayor contribución conceptual y técnica de al-Ándalus al desarrollo de la instrumentación científica. Entre ellos destaca la «azafea», inventada en Toledo, en torno al año 1048, por la gran figura de la astronomía y la matemática andalusí Ibrāhīm ibn Yahyā al-Naqqāš al-Qurtubī al-Zarqālluh (1029-1100), conocido como Azarquiel. La azafea, en sus dos versiones, *zarqāliyya* y *šakkāziyya*, rompía completamente con el diseño tradicional del astrolabio, eliminando la araña y las láminas de latitud y sustituyéndolas por una sola pieza circular grabada por ambas caras con dos tipos distintos de proyecciones de la esfera celeste y dotada de una alidada giratoria que representa a cualquier horizonte y se fija en una posición angular (de 0° a 90°) según la latitud del observador. La poca aceptación y difusión que tuvo esta solución universal en los años siguientes a la propuesta de Azarquiel, pudo deberse a que el complejo entramado de líneas que cubre su superficie impide la incorporación de elementos decorativos que, aquí sí, habrían comprometido su funcionamiento correcto. Si a eso se une la pérdida del sentido intuitivo de la rotación terrestre que ofrecía 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, cuatro *zarqāliyyas* y tres *šakkāziyyas*. De ellas sólo tres se hicieron en al-Ándalus y sólo una se conserva en España, en la Real Academia de las Ciencias y las Artes de Barcelona, la *azafea zarqāliyya* realizada en Murcia por Muḥammad ibn Huḍayl en 1252 cuya ficha forma parte de este catálogo¹⁴.



[Fig. 4]
Astrolabio de Ibrāhīm ibn Sa'īd al-Sahli. Toledo, año 1068.
Vista frontal y posterior. Museo de Historia de la Ciencia de
Oxford (nº inv. 55331). Fotografías: de la autora con la cortesía
del MHS Oxford



[Fig. 5]
Astrolabio de Muḥammad ibn Fattūḥ al-Jamā'iri. Sevilla,
año 1224. Vista frontal y araña. Museo de Historia de la Ciencia
de Oxford (nº inv. 50934). Fotografías: de la autora con la
cortesía del MHS Oxford



[Fig. 6]
Astrolabio de Aḥmad ibn Ḥusayn ibn Bāṣo. Granada,
año 1304. Vista frontal y araña. Museo de Arte Islámico de
Doha (Qatar) (nº inv. MW.394.2007). Fotografías: cortesía del
Doha-MIA

Instrumentos científicos en latón: materialidad y técnicas

Los instrumentos científicos medievales asociados a la astronomía que nos han llegado son de latón, aleación de cobre y zinc que, quizá tras procesos reiterativos de prueba-error, resultó ser el material que mejor servía a los intereses de sus promotores y de los responsables de su manufactura. El latón resulta visualmente atractivo para su uso en la fabricación de objetos con dimensión estética porque tiene un aspecto y brillo similar al del oro. Adicionalmente es resistente a la corrosión y permite ser trabajado en frío, algo esencial para elaborar instrumentos de precisión. En las sociedades islámicas, como la andalusí, la elección del latón respondía además a razones vinculadas con la tradición religiosa. La ortodoxia islámica prohibía el uso del oro y la plata para objetos no vinculados a la divinidad y el latón se configuró como el mejor sustitutivo del oro para no incumplir el Ḥadīṯ¹⁵. Poco a poco se admitió que el latón pudiera llevar algunas incrustaciones de plata de modo que el porcentaje de latón fuera siempre superior para no contravenir la ortodoxia religiosa. Por eso, algunos astrolabios incorporan en los punteros estelares de sus arañas pequeñas incrustaciones de plata dotando a la pieza de una atractiva bicromía [Fig. 5]. Las técnicas de trabajo en metal utilizadas para la realización de instrumentos científicos no diferían de las empleadas para realizar otros objetos de metal similares. El latón, obtenido en hornos cerrados siguiendo el método denominado «cementación de calamina» a partir de mineral de cobre y de zinc, debía laminarse mediante martillado, única técnica disponible en al-Ándalus pues la laminación por rodillos no se extendió hasta el siglo XVIII¹⁶. Se procedía después al corte de las piezas, a su lijado para conseguir una superficie pulida brillante y al correcto ensamblado de todas ellas. Finalmente se abordaban las fases más delicadas y necesitadas de supervisión por el autor intelectual del diseño del instrumento: el grabado *intaglio* a buril de las curvas de la proyección estereográfica de la bóveda celeste en las láminas y la incisión a cincel, el calado y la incrustación en los punteros estelares de la araña¹⁷.

- 1 Muchas son las obras. A destacar: Vernet, 1999; Samsó, 2001.
- 2 Šā'id al-Andalusí, 2000: 137-173.
- 3 Meucci, 1878: 12-13; Strano, 2010: 17.
- 4 King, 1992; Destombes, 1958: 304-305.
- 5 Una explicación concisa de los conceptos astronómicos ligados a la estructura del astrolabio en Hernández, 2018a: 219-225.
- 6 Una explicación detallada de la estructura del astrolabio en Hernández, 2018a: 25-38.
- 7 Sobre las dificultades técnicas relativas a la manufactura en latón de las piezas del astrolabio ver Gordon, 1987.
- 8 Toda la información sobre los dos astrolabios de al-Šaffār en Hernández, 2018b: 43-58.
- 9 Información general sobre la producción de astrolabios taifas en Hernández, 2018a: 98-102.
- 10 Toda la información sobre ese astrolabio de al-Sahli en Hernández, 2018b: 71-79.
- 11 Toda la información sobre ese astrolabio de al-Sahli en Hernández, 2018b: 81-88.
- 12 Toda la información sobre ese astrolabio de al-Jamā'iri en Hernández, 2018b: 163-169.
- 13 Toda la información sobre ese astrolabio de Ibn Bāšo en Hernández, 2018b: 219-226.
- 14 Puig, 2003.
- 15 Ward, 1993: 14-15; Al-Hassan, 2001: 287.
- 16 Atil, 1995: 37; Craddock, 1998: 78; Blair y Blair, 1991: 85-104; Pingree, 2009: 255-256.
- 17 Van Cleempoel 2005: 95.

BIBLIOGRAFÍA

- Al-Hassan, A. Y. (2001): «Engineers and Artisans», en A.Y. al-Hassan (ed.) *The Different Aspects of Islamic Culture. Vol 4: Science and Technology in Islam. Part II: Technology and Applied Sciences*. París: Unesco Publications: 271-297.
- Atil, E., Chase, W.T. y Jett, P. (1985): *Islamic metalwork in the Freer Gallery of Art*. Washington D.C.: Smithsonian Institution Press.
- Blair, C. y Blair, J. (1991): «Copper Alloys», en J. Blair y N. Ramsey (eds.), *English Medieval Industries. Craftsmen, Techniques, Products*. Londres y Nueva York: Hambledon Press: 81-106.
- Craddock, P.T., La Niece, S. C. y Hook, D. (1998): «Brass in the Medieval Islamic World», en Craddock P.T. (ed.), *2000 Years of Zinc and Brass*. Londres: British Museum: 73-113.
- Destombes M. (1958): «Un globe céleste arabe du XIIe siècle», en *Comptes rendus de l'Académie des Inscriptions et Belles Lettres*. 102, 3: 300-313.
- Gordon, R. B. (1987): «Sixteenth-Century Metalworking Technology used in the Manufacture of two German Astrolabes», *Annals of Science*, 44: 71-84 (<https://doi.org/10.1080/00033798700200121>).
- Hernández Pérez, A. (2018a): *Astrolabios en al-Andalus y los reinos medievales hispanos*. Madrid: La Ergástula.
- Hernández Pérez, A. (2018b): *Catálogo razonado de los astrolabios de la España medieval*. Madrid: La Ergástula.
- King, D. A. (1992): «Globo celeste atribuido a Ibrāhīm ibn Sa'id al-Sahli», en J. Dodds (Ed.), *Al Andalus. Las artes islámicas en España*. Madrid: El Viso: 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*. Firenze: Successori Le Monnier.
- Millás Vallicrosa, J. M. (1987): *Estudios sobre historia de la ciencia española*. Madrid: CSIC. (Ed. Facsimil de la edición del libro del mismo título, Barcelona, CSIC, 1949 añadiendo una presentación de Juan Vernet).
- Pingree, D. (2009): *Historic Scientific Instruments of the Adler Planetarium & Astronomy Museum. Vol II. Eastern Astrolabes*. Chicago: Adler Planetarium & Astronomy Museum.
- Puig, R. (2003): «L'assafca 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, 357-365.
- Šā'id Al-Andalusí (2000): *Libro de las Categorías de las Naciones [Kitāb tabaqāt al-umam]*. Trad. y notas de E. Llaveró Ruiz, Madrid: Ed. Trotta.
- Samsó, J. (2001): *Las Ciencias de los Antiguos en al-Andalus* (2ª edición con addenda y corrigenda de J. Samsó y M. Forcada). Almería: Fundación Ibn Tufayl de Estudios Árabes.
- Strano, G. (2010): «L'astronomia e il tempo» en F. Camerota (coord.). *Museo Galileo. Guida ai Tesori della collezione*. Firenze: Ed. Giunti: 16-17.
- Van Cleempoel, K. (2005): «The problem of authenticity», en Koenraad van Cleempoel (coord.) *Astrolabes at Greenwich: A Catalogue of the Astrolabes in the National Maritime Museum*. Oxford: Oxford University Press: 91-98.
- Vernet, J. (1999): *Lo que Europa debe al Islam de España*. Barcelona: Ed. El Acanalado.
- Ward, R. (1993): *Islamic metalwork*. Londres: British Museum Press.