



(Figura 1. *Reloj solar* firmado por ibn as-Saffar)

Cuadrantes solares andalusíes

Ángel Requena Fraile

La brillantez andalusí en la construcción, diseño e invención de astrolabios, azafeas, lámina universal y lámina general han eclipsado el uso de relojes solares tanto como los relativamente escasos ejemplares encontrados. Solo se conservan ocho cuadrantes solares andalusíes en España y todos parecen del mismo tipo: tres en Medina Azhara, dos en Córdoba, y uno en Granada, Sagunto y Almería. Son pocos si se comparan con los casi treinta ejemplares romanos catalogados.

El almuédano necesita conocer la hora de los rezos. Las grandes mezquitas aljamas usarían los astrolabios de latón, producto muy apreciado y de relativo lujo, pero los cuadrantes son más fáciles de usar y de construir. Los tres relojes de Medina Azhara son considerados relojes para ser usados por la guardia.

Las características de los cuadrantes son:

- Horizontales
- Gnomon vertical (de índice y apenas 5 cm de alto)
- Con hipérbolas de los solsticios (No solo horas, también calendario)
- Horas desiguales (planetarias) (Se divide entre doce desde el orto al ocaso)
- El Mediodía son las seis.
- Marcan los rezos
- Algunos incluirían las alturas solares.

Este tipo de cuadrantes fue ya usado en la Grecia clásica. Los romanos los conservaron pero los restos arqueológicos en Hispania muestran una clara preferencia por los relojes hemisféricos.

Los relojes solares son muy útiles para el aprendizaje práctico de la geometría. Los más pequeños pueden divertirse con el movimiento de la sombra y su cambio a lo largo del día según la inclinación. Conforme avanzan en formación matemática son buena práctica de los conceptos aprendidos. Comprender el cambio de las estaciones y la diferente duración de los días fue en su momento algo vital para la supervivencia en una economía agrícola. Entender el porqué de la hipérbola es una buena introducción de las cónicas. Toda clase orientada más o menos al sur debería tener una línea meridiana.



(Figura 2. Reloj solar horizontal andalusí. Museo de de Almería)

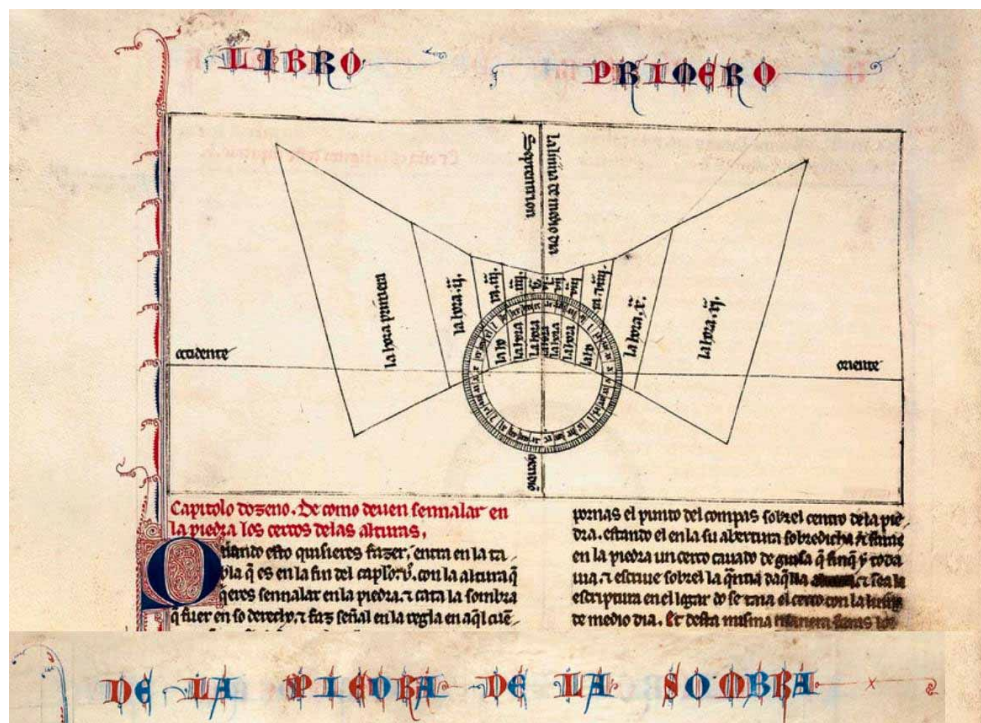
Los relojes horizontales andalusíes están muy bien documentados: hay un excelente tratado del murciano ibn Raqqan, y referencias de ibn Saffar y Maimónides. Además quedaron recogidos en castellano en los *Libros del saber de astronomía*, ordenados redactar por Alfonso X, con el hermoso título de ***Libro del reloj dicho de la piedra de la sombra***.

Este tipo de cuadrantes fueron muy populares en todo el arco mediterráneo y están totalmente descritos por el sirio al-Battani en el siglo IX. Pronto fueron incorporados a al-Andalus. Sorprende que con la formación astronómica andalusí no se diseñaran otro tipo de relojes.

Los astrolabios y azafeas andalusíes suelen ir firmadas, algo que solo ocurre con uno de los cordobeses donde aparece la atribución a Ahmad ibn as-Saffar al-Andalusi (+1035), discípulo de Maslama al-Mayriti y del que se conserva un tratado sobre uso del astrolabio que fue vertido al latín.

Libro del reloj dicho de la piedra de la sombra

La última parte de la recopilación alfonsina de los *Libros del saber de astrología* está dedicada a la construcción de distintos tipos de relojes, el primero y único dedicado a los solares lleva el título de *Libro del horologio dicho de la piedra de la sombra*.



(Figura 3. *Libro del reloj*. Manuscrito de la Universidad Complutense. Madrid. Siglo XIII)

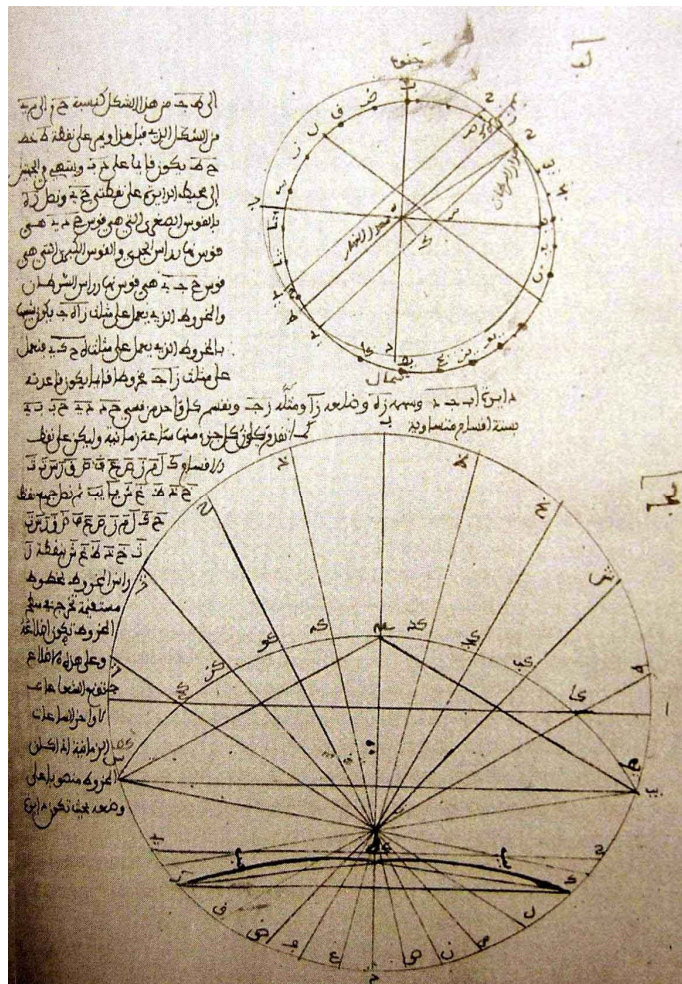
La Universidad Complutense conserva el que quizá sea el manuscrito regio por la calidad y belleza de su composición. Se trata de un manual práctico sin disquisiciones teóricas y que usa tablas astronómicas para la construcción. Los cuadrantes encontrados responden a la descripción alfonsina. Quizá la única mejora apreciable sea la incorporación de los círculos concéntricos de las alturas solares sobre el horizonte, algo que no se ha encontrado en ninguno de los cuadrantes conocidos.

La epístola sobre la ciencia de la sombra de ibn as-Raqqam

Las recopilaciones alfonsinas no contemplaron el interesante tratado sobre la ciencia de la sombra que estaba escribiendo casi al mismo tiempo el exiliado murciano

Muhammad ibn ar-Raqqam al-Andalusí (1245-1315). Resulta curioso que Alfonso X quisiera hacer de Murcia un gran centro científico mientras que sus sabios emigraban a tierras del Islam.

La epístola de ar-Raqqam es un precioso tratado que en lugar de utilizar tablas, recurre a la geometría proyectiva resultando muy comprensible y sencillo. Los *relogios* alfonsíes sólo utilizaban tablas mientras que ar-Raqqam nos permite entender las razones de su construcción con un modelo astronómico completo.



(Figura 4. *La ciencia de la sombra*. Manuscrito de El Escorial. Siglo XIII)

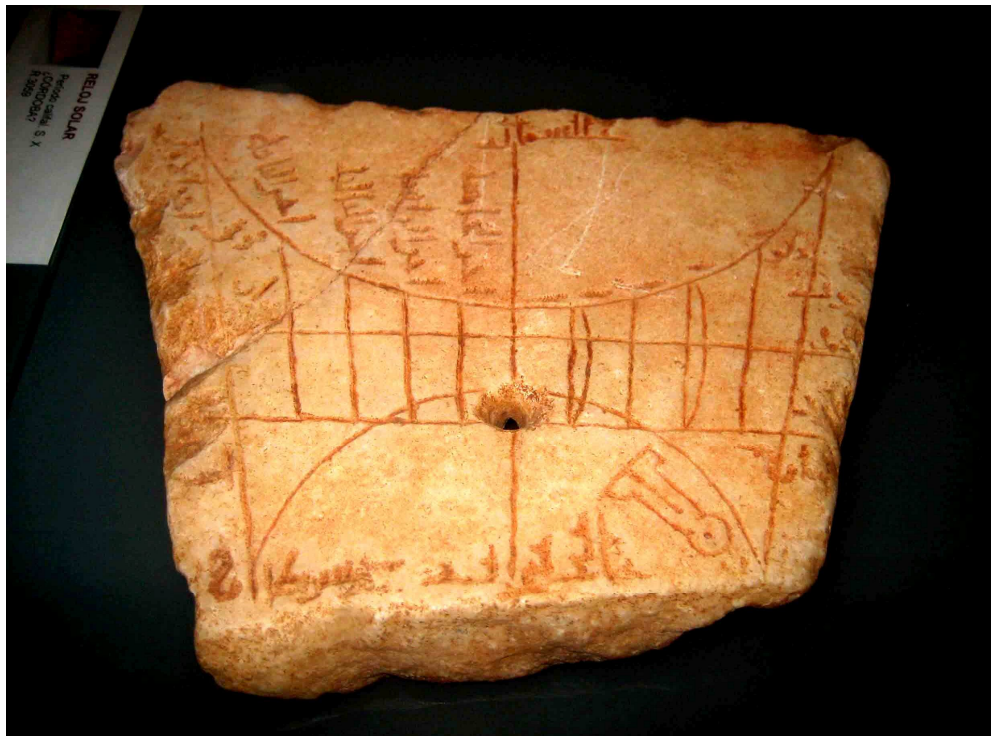
El mismo autor indica que ya *de joven busqué una proyección sencilla, distinta de la de Ptolomeo, aplicable a los instrumentos de las sombras*. La proyección de Ptolomeo es la estereográfica mientras que ar-Raqqam usará la ortogonal con planos abatibles conocida como el *analema de Vitruvio* por venir descrita someramente en *De*

architectura (libro IX). El tratadista romano no se atribuyó la paternidad y comenta el método sin explicarlo mientras ar-Raqqam revela una comprensión total del procedimiento, quizá por tener que redactarlo dos veces: *perdí por préstamo y volví a escribir sobre algo cuyos fundamentos están olvidados*.

Un manuscrito del tratado de ar-Raqqam se conserva en la biblioteca del Monasterio de San Lorenzo de El Escorial (manuscrito árabe 918) y ha sido traducido y comentado por Joan Carandell (Universidad de Barcelona, 1988).

El cuadrante de Granada

De los ocho relojes solares arábigos conservados el de Granada es el único completo, aunque está desubicado (se piensa que es cordobés pero se adquirió ignorando su origen exacto). Se trata de un pequeño reloj de factura singular por utilizar arcos de circunferencia para aproximar las hipérbolas de los solsticios. La recomendación alfonsí es construir con compás el vértice de la hipérbola y con rectas las ramas. El cuadrante de Granada no lo cumple y ambas ramas son graciosos arcos de circunferencia de distinto radio.



(Figura 5. *Cuadrante solar*. Museo de la Alhambra. Granada)

El único adorno del cuadrante, aparte de la grafía, es un ingenuo compás. El reloj se muestra en el Museo de la Alhambra que ha acertado iniciando su recorrido con una sala dedicada al cosmos.

Los relojes de Medinat al-Zahra

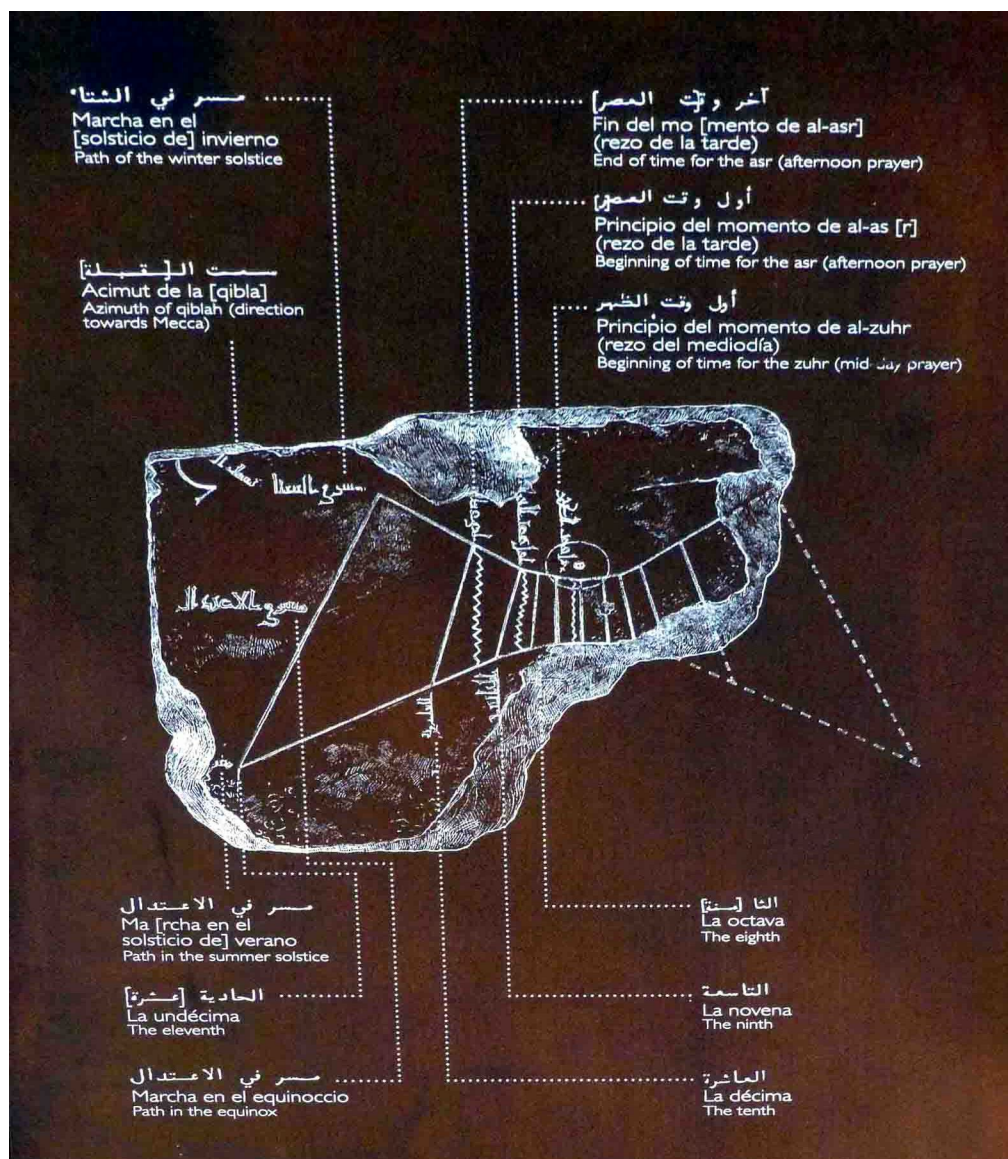
Hay ciudades que no sobreviven a sus fundadores y su esplendor desaparece con ellos. La transformación del emirato en califato, proclamado por Abderramán III en el 929, requería una capital acorde con el nuevo poder. La corte se traslada de Córdoba a Medina Azahara en el año 945. En el 1010, en plena la guerra civil, la ciudad palaciega fue prácticamente abandonada.



(Figura 6. *Cuadrante solar*. Museo de Medinat al-Zahra)

En el ahora llamado patio de los relojes se localizaron tres cuadrantes; uno de ellos se muestra en el museo del emplazamiento. Se suele considerar el reloj de as-Saffar como el más antiguo pero los relojes de la capital califal muestran que ya en el siglo X se estaban usando.

El Museo de Medinat al-Zahrat ha elaborado un panel explicativo detallando las horas y las llamadas a la oración.



(Figura 7. Panel explicativo. Museo de Medinat al-Zahra)

El gran desarrollo matemático andalusí se produce en el siglo XI durante las taifas, especialmente de Toledo y Zaragoza; por eso es importante ver que los relojes solares de cierta calidad ya se utilizaban en el momento de despegue de la ciencia árabe occidental, impulsada por una figura que dejó escuela: Maslamá al-Mayriti.

El reloj de Sagunto

De dos relojes se conserva un pequeño fragmento, del encontrado en la alcazaba de Córdoba y del de Sagunto. El de la alcazaba muestra lo suficiente para saber que es del tipo horizontal pero el del Museo Arqueológico de Sagunto puede llevarnos a la duda. El cuadrante saguntino ha usado una piedra romana que puede instalarse verticalmente y es así como lo expone el museo. Lo poco conservado impide conocer cómo se colocaba y si tiene alguna característica singular. Parece que las líneas horarias son curvas en lugar de rectas que son la aproximación habitual.



(Figura 8. Cuadrante andalusí. Museo Arqueológico. Sagunto)