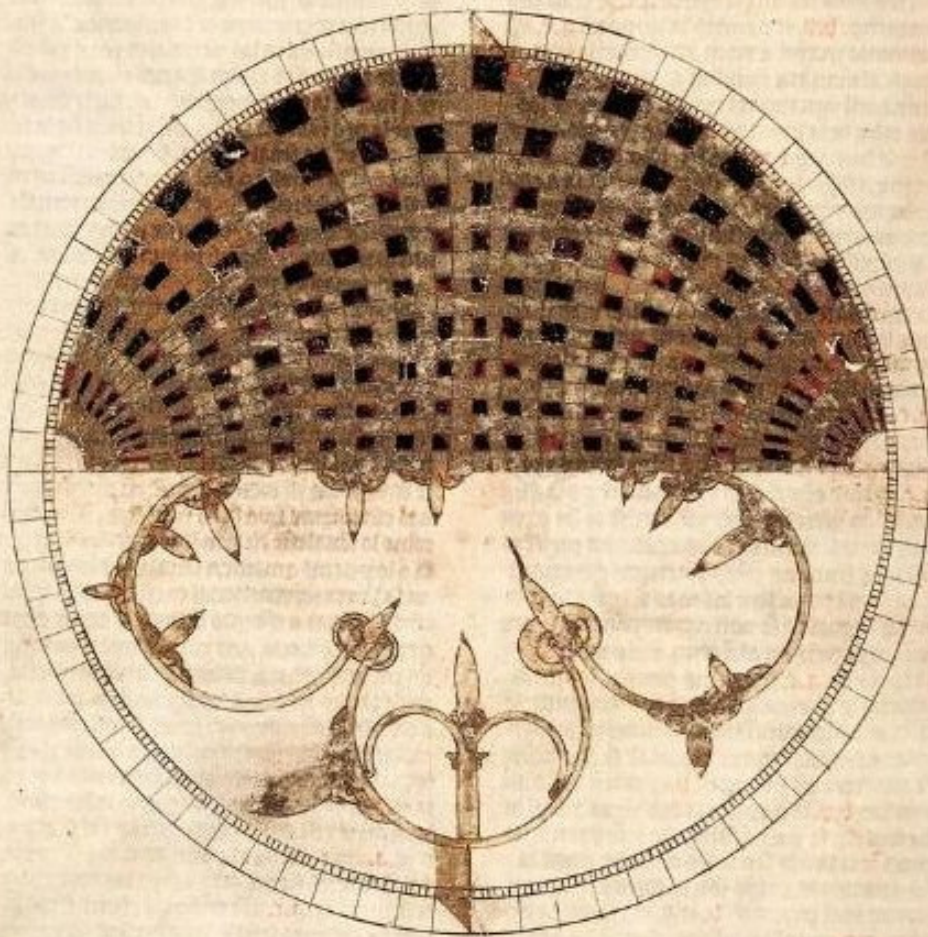


les cada una en su signo por su longitud. 7 por su latitud. Así como señalaste las estrellas septentrionales. 7 quanto las oviere señaladas. escríue sobre cada estrella su nombre. 7 su señal: q son. **d. a. o. s. f. a. c. i. o. c. f.** or sus q sea la elección de las estrellas septentrionales señaladas

de las meridionales. Et despues toma et abre la red: así como se abre la red astrolabica. Et pon el cabo de la estrella como un punto a: **gudo. h. p. l. o. r. t. a. s. p. e. n. t. r. i. o. n. a. l. e. s. s. e. p. t. e. n. t. r. i. o. n. a. l. e. s. s. e. p. t. e. n. t. r. i. o. n. a. l. e. s. s. e. p. t. e. n. t. r. i. o. n. a. l. e. s.** Et esta es la figura de la red **h. p. l. o. r. t. a. s. p. e. n. t. r. i. o. n. a. l. e. s. s. e. p. t. e. n. t. r. i. o. n. a. l. e. s. s. e. p. t. e. n. t. r. i. o. n. a. l. e. s.**



(Araña reticulada. Libro de la lámina. Universidad Complutense. Madrid)

Astrolabios universales de rejilla

Ángel Requena Fraile

La taifa de Toledo fue en el siglo XI un importante centro de actividad matemática. El *Libro de las categorías de las naciones* del cadí Sa'íd al-Andalusí ha dado buena cuenta de ello. Entre los muros de la ciudad se desarrollaron tres instrumentos que simplificaban el astrolabio plano evitando una lámina por cada latitud: *la lámina [universal]* de Ali ben Jalaf y los dos tipos de *azafea* de Azarquiel. Ambas basadas en el cambio del centro y el plano de la proyección estereográfica.

En el astrolabio plano (*llano* le llaman los libros alfonsíes) el centro de proyección es el polo sur mientras que en la *lámina* y las *azafeas* es el punto vernal (punto de la eclíptica en el equinoccio de marzo). El plano de proyección pasa a ser el coluro de los solsticios.

El cambio de proyección permite un uso universal reduciendo el astrolabio a una sola lámina que queda grabada en la misma madre. La lámina de Jalaf mantiene una red singular: una retícula semicircular y reserva el otro semicírculo como localizador de estrellas. Las azafeas eliminan la red y solo mantienen regletas móviles.

Se ha planteado que el tipo de proyección podía haber sido desarrollada por el astrónomo oriental al-Biruní (973-1048) pero no hay certeza y menos que tuviera lugar la transmisión.

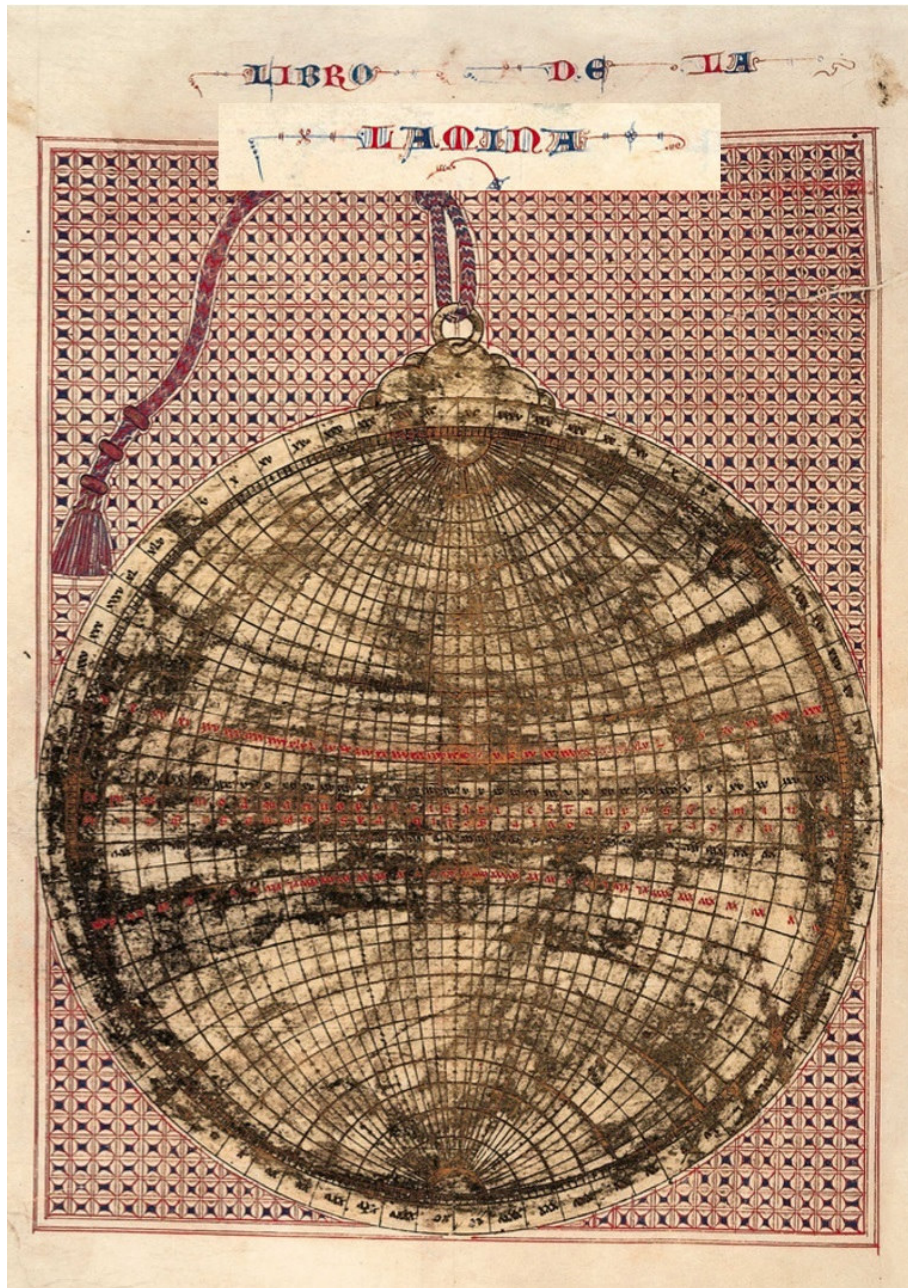
El uso de una red reticular es muy útil pero hay muy pocas muestras conservadas, quizá por su fragilidad, dificultad constructiva y de lectura. Dado su interés haremos un recorrido por esas láminas universales reticuladas que aparecen por primera vez en Toledo.

La lámina de Ali ben Jalaf

El descripción detallada que nos ha llegado es *El libro de la lámina*, que forma parte de los *Libros del saber de astronomía* alfonsíes, entre el *Libro del astrolabio llano* y el *Libro de la azafea*. A diferencia de los demás libros, del de la lámina no existe original árabe, lo que hace el judío redactor Rabiçag es una reconstrucción.

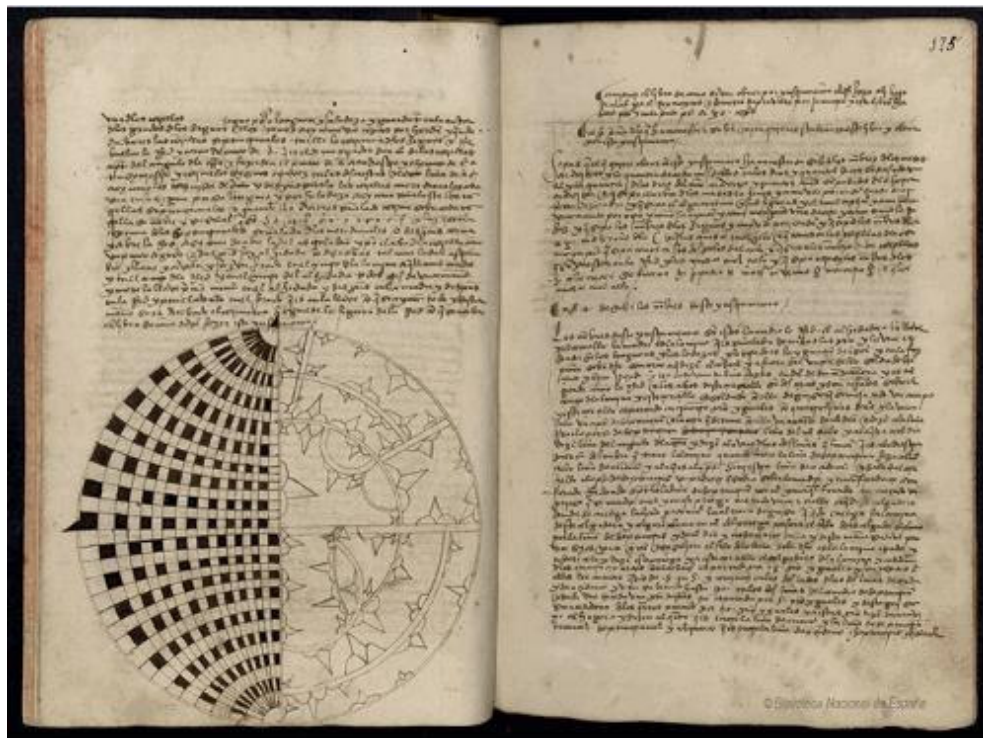
En la introducción se atribuye a Jalaf la autoría de la proyección. La realidad parece diferente. La azafea es anterior (sobre el 950) mientras que Jalaf regala el

astrolabio al-mamuní al emir (al-Mamun) sobre el año 970. Tenemos constancia, pues, de que la lamina universal fue construida pero ha sufrido la misma suerte que todas las azafeas que salieron de la mano de Azarquiel: no se ha conservado ninguna.



(Madre. *Libro de la lámina*. Universidad Complutense. Madrid)

Existen varias copias de los libros alfonsíes, quizá el más bello y antiguo es el de la Universidad Complutense. El de la Biblioteca Nacional reproduce el contenido y las figuras con menos calidad.



(Detalle de la retícula. *Libro de la lámina*. Biblioteca Nacional. Madrid)

Una singularidad que no presenta la retícula de los otros astrolabios es que el semicírculo reproduce completos los meridianos y la mitad de los paralelos (o almlicantares). En los tres conservados de los que vamos a hablar se hace al revés.

Astrolabio universal de al-Sarraj

El astrolabio conservado más antiguo con rejilla es el fabricado por al-Sarraj (1328): la hermosa araña muestra un semicírculo “enrejado” y el otro con la posición de las estrellas más localizables.

Se sabe que al-Sarraj trabajó en Alepo en el siglo XIV y se conserva parte de su obra matemática. Además, el astrolabio tiene grabados los nombres de algunos de sus anteriores propietarios. Probablemente la adquisición de Museo Benaki de Atenas se realizó en El Cairo.

El singular y bellísimo astrolabio es un objeto de culto hasta el punto que se comercializan caras reproducciones y que se haya incluido en una esfera de reloj. El astrolabio se exhibió en Sevilla (2006) en la exposición dedicada a Ibn Jaldún.

La fina retícula forma una red de 15 x 15 en cada cuadrante (cada 6°). La finura de los arcos de latón hace su lectura muy cómoda.



(Faz del astrolabio universal de al-Sarraj . *Museo Benaki*. Atenas)

El astrolabio de al-Sarraj es el único árabe. Se desconoce si se inspiró en Jalaf o si tuvo noticias de su predecesor.

Astrolabio universal de Petrus ab Aggere

La Universidad de Lovaina fue durante el siglo XVI un centro destacado en astronomía y geografía. Gemma Frisius (1508-1555) fue la figura impulsora del

florecimiento matemático de Flandes. Frisius reinventa el astrolabio universal en *De astrolabio catholico* (1556), con un diseño similar al de Azarqiel. Católico significa universal, sin resonancias religiosas. El libro se dedica a Felipe II, soberano de los Países Bajos desde el año anterior.

Se puede hablar de una *Escuela de Lovaina* a la que pertenecerían Gerard Mercator, Petrus ab Aggere, Hugo Helt, Juan de Rojas y el instrumentista Gualterus Arsenius.

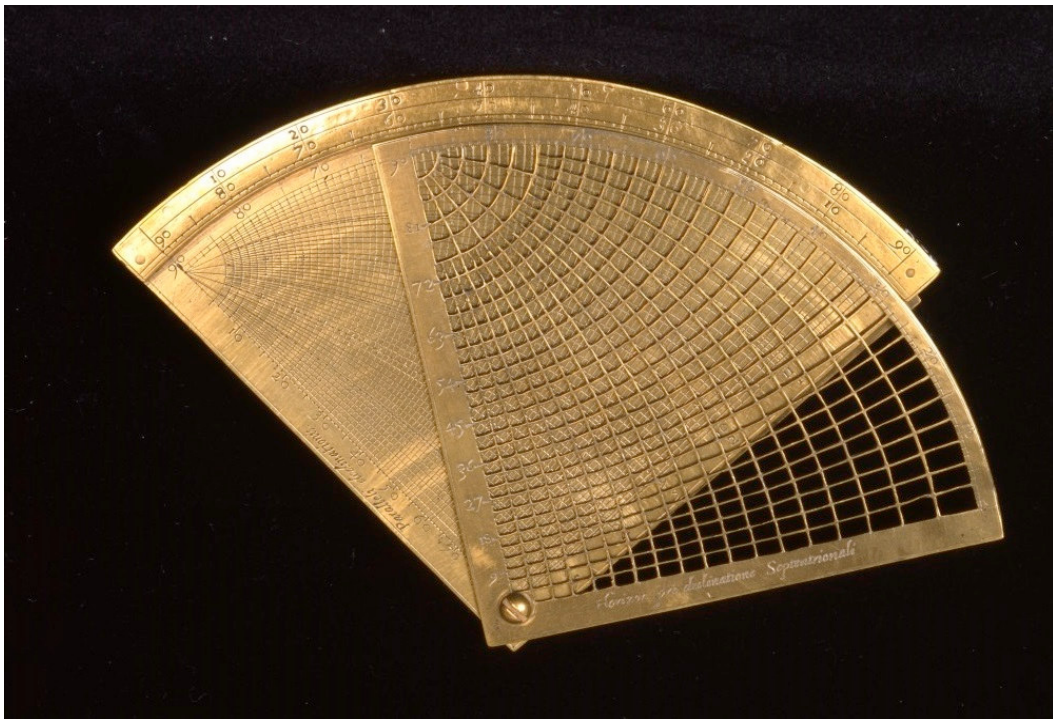
Rojas ha dado nombre a una proyección con mucho éxito que sustituyó la estereográfica por la ortogonal sobre el plano meridiano. Es probable que la autoría sea la de Hugo Helt. Tanto Helt como Aggere trabajaron en España. Quizá Aggere tuvo en sus manos alguna copia de los libros alfonsíes.



(Astrolabio universal de Aggere. MNCYT. Alcobendas)

El Museo Nacional de Ciencia y Tecnología conserva en su sede de Alcobendas (Madrid) un astrolabio universal de rejilla de buena factura. La retícula es de 18 x 9 (cada 5° para los paralelos y 10° para los meridianos). El astrolabio pertenecería a la colección del Instituto San Isidro, heredero del Colegio Imperial.

El Museo del Observatorio Adler de Chicago conserva un cuadrante similar que también se atribuye Aggere. La cuadrícula es similar pero con retícula 30 x 18 (cada 3° para los paralelos y 5° para los meridianos).



(Cuadrante universal de Aggere. Planetario Adler. Chicago)

La construcción de los instrumentos se estima entre 1560 y 1580.

Astrolabio universal de Charles Whitwell

Charles Whitwell (1568 - 1611) fue un instrumentista inglés asentado en Italia que fabricó para Fernando II de Médici el astrolabio universal que se encuentra en el *Museo Galileo* de Florencia. La fecha de fabricación es 1595. Whitwell había aprendido en los talleres de Augustine Ryther en Londres.

La retícula es de 30 x 6 por cuadrante, 3° entre paralelos y 15° (una hora) entre meridianos).

Tras el periodo de esplendor de la segunda mitad del XVI se inicia el declive del astrolabio en Occidente sustituido por nuevos instrumentos. En el mundo islámico pervivirá.



(Astrolabio universal de Whitwell . *Museo Galileo*. Florencia)

Un astrolabio escolar

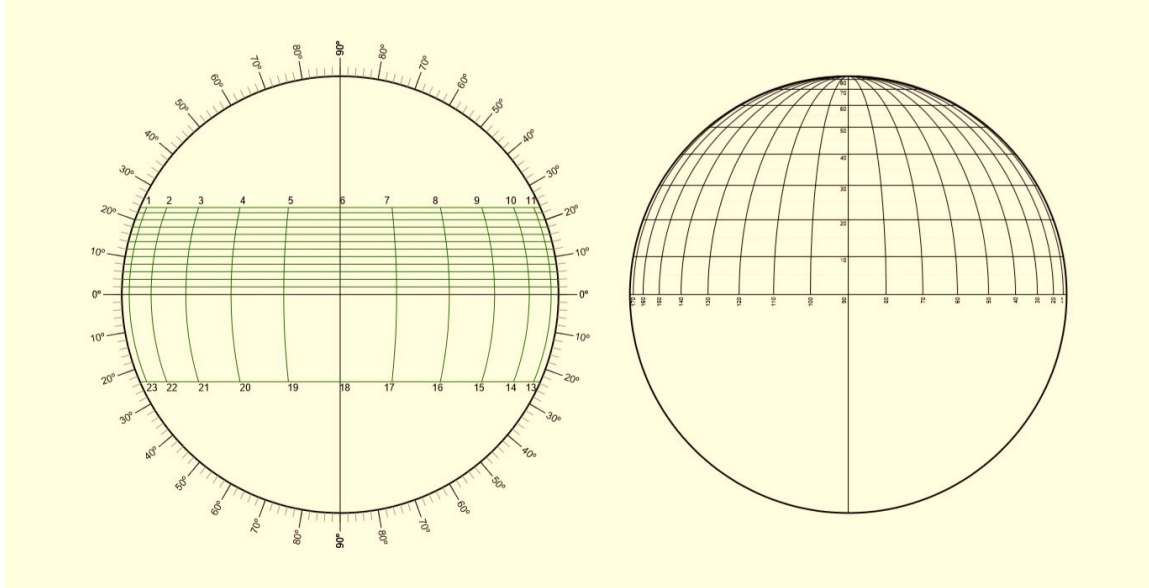
El astrolabio de retícula ha sido una rareza en el pasado, su historia ha sido muy corta. La dificultad y fragilidad de la araña anulaba sus ventajas. En cambio hoy puede tener nueva vida. La red puede sustituirse con ventaja por un acetato (una transparencia) imprimible.

El astrolabio con retícula explica muy bien la distinta duración de los días según las estaciones y las diferentes elevaciones del sol.

Reproducimos un diseño inspirado en el *reloj universal* del libro de navegación de Rodrigo Zamorano (*Compendio de la arte de navegar*. Sevilla, 1581). La proyección es ortográfica, tipo Rojas: los paralelos (y almicantaretos) son rectas y los meridianos elipses. Con los actuales programas de diseño gráfico su construcción es inmediata.

La retícula ayuda la lectura de forma que su uso en la enseñanza puede ser más que una curiosidad para los talleres de astronomía.

Lo que realmente hace el astrolabio (o reloj universal) es un cambio mecánico de coordenadas ecuatoriales a horizontales: se pasa de ángulo horario y declinación solar a acimut y elevación.



(Astrolabio universal de uso escolar . Recreación del *Reloj de Rodrigo Zamorano*)