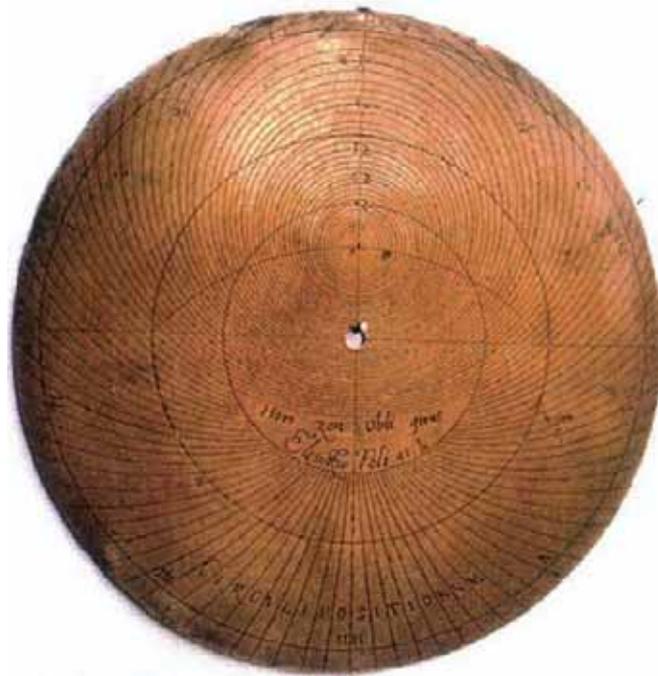


# LA ASTROLOGÍA DE LOS MATEMÁTICOS

La matemática aplicada a la astrología  
a través de la obra de Ibn Mu'ād de Jaén

Josep Casulleras



UNIVERSITAT DE BARCELONA



# LA ASTROLOGÍA DE LOS MATEMÁTICOS

La matemática aplicada a la astrología  
a través de la obra de Ibn Mu<sup>c</sup>ād de Jaén

Josep Casulleras

# LA ASTROLOGÍA DE LOS MATEMÁTICOS

La matemática aplicada a la astrología  
a través de la obra de Ibn Mu<sup>c</sup>ād de Jaén

Josep Casulleras

Publicacions i Edicions



## SUMARIO

0. ENGLISH ABSTRACT .....	13
1. PRESENTACIÓN .....	29
2. INTRODUCCIÓN .....	35
2.1. El manuscrito .....	35
2.2. Ibn Mu <sup>o</sup> ad y su obra .....	36
2.2.1. Datos biográficos acerca de Ibn Mu <sup>o</sup> ad de Jaén .....	37
2.2.2. Obra de Ibn Mu <sup>o</sup> ad de Jaén .....	38
2.2.2.1. Matemáticas .....	39
2.2.2.2. Astronomía .....	42
2.2.2.3. Astrología .....	47
3. PROYECCIÓN DE RAYOS, DIVISIÓN DE CASAS Y TASYİR ...	49
3.1. Símbolos utilizados .....	49
3.2. Teoremas trigonométricos .....	56
3.2.1. Teorema de Menelao .....	57
3.2.2. Hallar dos arcos desconocidos dados su suma o diferencia y la razón entre sus senos .....	59
3.3. Elementos astrológicos .....	60
3.3.1. Horizontes incidentes o círculos de posición .....	61
3.3.2. División de casas .....	62
3.3.2.0. Método de las líneas horarias .....	65

3.3.2.1. Método estándar . . . . .	67
3.3.2.2. Método de las dos longitudes . . . . .	69
3.3.2.3. Método del primer vertical . . . . .	70
3.3.2.4. Método ecuatorial de límites fijos . . . . .	71
3.3.2.5. Método ecuatorial de límites móviles . . . . .	73
3.3.2.6. Método de la longitud única . . . . .	74
3.3.2.7. Método de Ḥabaš . . . . .	75
3.3.2.8. Método de las diferencias divididas ( <i>Split Differences</i> ) . . . . .	76
3.3.3. Aspectos o proyección de rayos . . . . .	77
3.3.3.1. Métodos eclípticos . . . . .	79
3.3.3.2. Método de ascensión recta . . . . .	83
3.3.3.3. Método de ascensión oblicua . . . . .	85
3.3.3.4. Método del semicírculo único de posición . . . . .	86
3.3.3.5. Método de la línea horaria única . . . . .	88
3.3.3.6. Método de los cuatro círculos de posición . . . . .	93
3.3.3.7. Método de las casas estándar . . . . .	95
3.3.3.8. Método de las siete líneas horarias . . . . .	95
3.3.3.9. Uso del primer vertical . . . . .	97
3.3.3.10. Método que usa Ibn Abī-l-Riḡāl . . . . .	101
3.3.4. Progresiones o <i>tasyīr</i> . . . . .	103
3.4. Modos de resolución . . . . .	117
3.4.1. Instrumentos . . . . .	118
3.4.1.1. Círculos de posición dispuestos sobre el primer vertical . . . . .	125
3.4.1.2. Círculos de posición dispuestos sobre el ecuador celeste . . . . .	128
3.4.1.3. Líneas horarias . . . . .	137
3.4.1.4. Uso de láminas sin un trazado específico . . . . .	143
3.4.2. Tablas . . . . .	144
3.4.2.1. División de casas . . . . .	145
3.4.2.2. Proyección de rayos . . . . .	147
3.4.2.3. Progresiones o <i>tasyīr</i> . . . . .	148
3.4.3. Algoritmos y reglas de cálculo . . . . .	148
3.4.3.1. División de casas . . . . .	150

3.4.3.2. Proyección de rayos . . . . .	159
3.4.3.3. Progresiones o <i>tasyīr</i> . . . . .	166
4. CONTENIDO DEL TRATADO SOBRE PROYECCIÓN DE RAYOS DE IBN MU <sup>C</sup> ĀD . . . . .	171
4.1. Posicionamiento del autor y fundamentos teóricos . . . . .	173
4.1.1. Crítica de los astrólogos . . . . .	174
4.1.2. Justificación de la obra . . . . .	175
4.1.3. Fundamentos teóricos . . . . .	175
4.2. Fuentes . . . . .	182
4.2.1. Ibn al-Samḥ (m. 1035) . . . . .	182
4.2.2. Abū Ma <sup>c</sup> šar (787-886) . . . . .	189
4.2.3. al-Kindī (m. ca. 873) . . . . .	189
4.2.4. Ptolomeo (ca. 150) . . . . .	191
4.2.5. Hermes . . . . .	192
4.3. Clasificación crítica de métodos para proyección de rayos y división de casas . . . . .	195
4.3.1. Métodos para la división de casas . . . . .	195
4.3.1.0. Método de las líneas horarias . . . . .	196
4.3.1.1. Método estándar . . . . .	197
4.3.1.2. Método de las dos longitudes . . . . .	198
4.3.1.3. Método del primer vertical . . . . .	198
4.3.1.4. Método ecuatorial de límites fijos . . . . .	200
4.3.1.5. Método ecuatorial de límites móviles . . . . .	201
4.3.1.6. Método de la longitud única . . . . .	201
4.3.1.7. Método del vertical $\lambda_1 - \lambda_7$ de límites móviles . . . . .	201
4.3.2. Métodos para la proyección de rayos . . . . .	203
4.3.2.1. Método atribuido a Ptolomeo . . . . .	203
4.3.2.2. Método de los cuatro círculos de posición . . . . .	210
4.3.2.3. Método de las siete líneas horarias . . . . .	212
4.3.2.4. Método atribuido a Hermes . . . . .	214
4.4. Algoritmos . . . . .	215
4.4.1. Algoritmos para la división de casas . . . . .	215
4.4.1.1. Algoritmo de Ibn al-Samḥ para el método del primer vertical . . . . .	215

4.4.1.2. Algoritmo de Ibn Mu <sup>c</sup> ād para el método del primer vertical . . . . .	216
4.4.1.3. Algoritmo de Ibn Mu <sup>c</sup> ād para el método ecuatorial de límites fijos . . . . .	217
4.4.2. Algoritmos para la proyección de rayos . . . . .	218
4.4.2.1. Algoritmo exacto (método de los cuatro círculos de posición) . . . . .	218
4.4.2.2. Algoritmo aproximado (método de las siete líneas horarias) . . . . .	222
4.5. Terminología . . . . .	228
5. CONCLUSIONES . . . . .	235
6. APÉNDICES . . . . .	239
6.1. Traducción del <i>Maṭraḥ</i> de Ibn Mu <sup>c</sup> ād . . . . .	239
6.2. Edición del <i>Maṭraḥ</i> de Ibn Mu <sup>c</sup> ād . . . . .	267
6.3. Traducción de al-Bīrūnī, <i>Qānūn</i> , 1377-1385 . . . . .	303
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS . . . . .	313
8. LISTADO DE FIGURAS . . . . .	333
9. ÍNDICE ANALÍTICO . . . . .	337

## 1. PRESENTACIÓN

Es evidente que existe una vinculación de la astrología a la astronomía de posición, dado que el astrólogo necesita situar en la esfera celeste ciertos elementos astrológicamente relevantes antes de poder interpretar un horóscopo. Sin embargo, en la práctica astrológica se dan también algunos cálculos imprescindibles que no son contemplados por los astrónomos. Los matemáticos de todas las épocas han suministrado las herramientas necesarias para estas operaciones, desde rudimentarios procedimientos aritméticos hasta los modernos programas informáticos que usan los astrólogos hoy en día, pasando por los instrumentos analógicos medievales con funciones astrológicas. Por ello, a pesar de que la astrología se considera muchas veces como una disciplina externa al ámbito de las ciencias, es innegable que por su causa se han desarrollado aplicaciones específicas de las matemáticas. Una excelente manera de percibir esta implicación de los matemáticos en la astrología es recorriendo la obra de los propios protagonistas. En este sentido, centrándonos en la época medieval, el objeto del presente trabajo es poner a disposición del

lector el contenido de la *Risāla fī maṭraḥ al-šū'ā'āt*<sup>1</sup> (*Tratado sobre proyección de rayos*) del matemático y astrónomo andalusí Ibn Mu'ādh al-Ŷayyānī (m. 1093). Esta obra, a la que en lo sucesivo me referiré de forma abreviada como *Maṭraḥ*, consiste en una monografía que trata los aspectos matemáticos de dos doctrinas astrológicas, la división de casas y la proyección de rayos, partiendo del principio de que ambos asuntos comparten una misma base teórica.

Como punto de partida para abordar el estudio del tratado de Ibn Mu'ādh he tenido la ventaja de disponer de excelentes trabajos debidos a la mano de los más expertos conocedores de la historia de la matemática y de la astronomía. Aparte de los libros y artículos que pueden ya considerarse como clásicos<sup>2</sup> y que inauguraron, con el debido rigor académico, la investigación de materiales astrológicos contenidos en fuentes antiguas y medievales, el asunto de la división de casas ha sido retomado, recientemente, por E.S. Kennedy, quien ha estudiado la presencia de los diversos métodos que a esta práctica se aplican en el ámbito islámico<sup>3</sup> y ha dedicado una especial atención a los pasajes que a ello se refieren en la obra de Ibn Mu'ādh<sup>4</sup>. En cuanto a la proyección de rayos, J.P. Hogendijk ha descifrado un procedimiento de cálculo exacto para su resolución contenido en el *Maṭraḥ* que también aparece en las

---

<sup>1</sup> El único texto conservado de esta obra no contiene un título explícito. Propongo aquí este título debido a que, hacia el final del texto, puede leerse *tammāt al-risāla* ("acabó el tratado") y el primer párrafo empieza con la expresión *Inna maṭraḥ šū'ā' al-kawākib ...* ("Proyectar los rayos de los astros ..."), con la palabra *šū'ā'āt* ("rayos") como corrección marginal, a pesar de que en el resto del texto se usa con más frecuencia el plural *šū'ā'*. Estudios parciales sobre el tratado han sido publicados en Kennedy, "Ibn Mu'ādh" y "Houses", 543 y 554; Hogendijk, "Applied Mathematics"; Casulleras, "Ibn Mu'ādh".

<sup>2</sup> Véase, por ejemplo, Bouché-Leclercq, *Astrologie*; Nallino, *Battānī*; Schirmer, "Tasyīr"; Kennedy & Krikorian, "Rays"; Neugebauer, *HAMA*; North, *Horoscopes*; Hogendijk, "Two Tables".

<sup>3</sup> Kennedy, "Houses"; véase también North, "A Reply".

<sup>4</sup> Kennedy, "Ibn Mu'ādh", "Houses", 543 y 554.

*Tablas de Jaén* del propio Ibn Mu<sup>c</sup>ād<sup>5</sup>, a la vez que ha establecido una clasificación de los distintos métodos que se aplican tanto a la proyección de rayos como al *tasyīr* en el ámbito medieval islámico<sup>6</sup>, complementando muy eficazmente la clasificación de los métodos para dividir las casas ofrecida por J.D. North hace algunos años<sup>7</sup>. E. Calvo<sup>8</sup>, por su parte, ha analizado la aplicación del instrumental astronómico a la resolución de cuestiones astrológicas en al-Andalus, proporcionando una clara panorámica de la importancia que tenía esta función para los diseñadores de instrumentos analógicos andalusíes. Por último, J. Samsó<sup>9</sup> ha dedicado una buena parte de su labor investigadora en los últimos años a explorar los textos astronómicos y astrológicos del norte de África, dando a conocer interesantes fuentes hasta ahora prácticamente ignoradas y que, en el ámbito de la astrología, se revelan como pertenecientes a una tradición en cierto grado independiente de la oriental, aunque con rasgos que permiten verificar que los contactos entre el Magreb y al-Andalus también alcanzaban la materia astrológica.

Dentro del marco que han establecido estos trabajos, es mi intención ofrecer en las siguientes páginas, además de la edición y traducción del *Maṭrah*, la descripción de su contenido, no sólo en lo relativo a las cuestiones matemáticas que encierra sino también en cuanto al contexto crítico en que se sitúa Ibn Mu<sup>c</sup>ād. En la sección introductoria reúno los detalles concernientes al texto en su estado actual, junto con algunos datos generales sobre el autor y su obra. En la sección 3, para permitir al lector menos especializado un acceso puntual — aunque a veces necesariamente superficial — a los conocimientos que pueden servir de introducción a la lectura del *Maṭrah*,

---

<sup>5</sup> Hogendijk, "Applied Mathematics".

<sup>6</sup> Hogendijk, "Progressions".

<sup>7</sup> North, *Horoscopes*, 46-47.

<sup>8</sup> Calvo, "Résolution graphique".

<sup>9</sup> Samsó, "Ibn <sup>c</sup>Azzūz", "Horoscopes"; Samsó & Berrani, "World astrology", "al-Istijī".

resumo algunos de los conceptos fundamentales de la astrología matemática. Igualmente, con el fin de evitar aclaraciones innecesarias para el lector especializado, en la sección 4 me limito al análisis del contenido del tratado. La sección 5 contiene algunas conclusiones que no deben en modo alguno ser tomadas como definitivas, dado que, debido al carácter arcano de la astrología, siempre cabe esperar que nuevas fuentes encierren informaciones que contradigan cualquier opinión adquirida por vía de especulación. Los apéndices contienen, además de la traducción y la edición del texto árabe del *Maṭraḥ*, la traducción de un pasaje del *Qānūn* de al-Bīrūnī (973-1048) que permite contrastar la obra de Ibn Muʿāḍ con un ejemplo sin duda representativo de la tradición astrológica oriental inmediatamente anterior. Finalmente, las últimas secciones contienen las referencias bibliográficas utilizadas en la confección de este estudio, un listado de figuras y un índice analítico.

En el curso de la investigación cuyos resultados tiene el lector en sus manos han intervenido decisivamente una serie de personas. Julio Samsó me ha proporcionado constante soporte durante todo el tiempo que he dedicado a la elaboración de este trabajo y ha revisado pacientemente varios borradores del estudio, aportando orientaciones útiles y precisas, a la vez que ha puesto generosamente a mi disposición una parte de los trabajos que está realizando en la actualidad y que tiene pendientes de publicación. Jan P. Hogendijk puso a mi disposición el resultado de sus investigaciones sobre las prácticas astrológicas de que se ocupa Ibn Muʿāḍ y sobre el propio contenido del *Maṭraḥ*, mucho tiempo antes de que una parte de ello fuera publicada en su forma definitiva. Edward S. Kennedy dedicó una parte de su precioso tiempo a hacerme entender sus opiniones respecto al asunto de la proyección de rayos, leyó un pasaje particularmente oscuro del manuscrito del *Maṭraḥ* (ff. 78v - 80r) y me hizo llegar por escrito su interpretación del contenido. Leonor Martínez y, tras su jubilación, Mònica Rius aceptaron de buen grado la responsabilidad de asumir la dirección y tutoría de una parte de este trabajo que, en una versión previa, se presentó en forma de tesis doctoral. Honorino Mielgo me proporcionó, además de muy útiles conocimientos sobre programación de ordenadores, infinidad de herramientas de cálculo y los programas necesarios para producir las figuras que ilustran este trabajo. Joan Vernet puso a mi disposición una copia microfilmada, realizada hace varios

---

años, del ms. Or 152 de la Biblioteca Medicea Laurenziana que contiene el *Maṭraḥ*, con la que pude salvar varias lagunas de que adolece el texto en su estado actual, dado que algunos pasajes parecen haberse deteriorado tras esta copia, a pesar de que el manuscrito fue objeto de una restauración posterior. Montse Díaz-Fajardo, además de proporcionarme generosamente la versión todavía inédita de una parte de su trabajo, me permitió un fructífero intercambio de opiniones sobre cuestiones afines a las que aborda Ibn Mu<sup>ḥ</sup>ād en el *Maṭraḥ*. José Martínez Gázquez y, muy especialmente, Emilia Calvo han contribuido de modo significativo a enriquecer el texto con múltiples sugerencias y han evitado una considerable cantidad de erratas. A todos ellos quiero manifestar mi sincera y profunda gratitud. El trabajo se ha finalizado en el marco del programa de investigación "La evolución de la ciencia en la sociedad de al-Andalus desde la Alta Edad Media al pre-Renacimiento", cofinanciado por el Ministerio de Ciencia en Innovación (FFI 2008-00234 FILO) y el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER).

## 2. INTRODUCCIÓN

### 2.1. EL MANUSCRITO

La única copia conocida del texto fundamental que va a guiarnos por el conocimiento de la matemática aplicada a la astrología medieval, el *Maṭraḥ* de Ibn Mu<sup>c</sup>ād está contenida en los fols. 71r - 80r del manuscrito Or. 152 de la Biblioteca Medicea Laurenziana de Florencia, siendo el tercero de un grupo de tratados científicos y situado a continuación de una copia del tratado de trigonometría del propio Ibn Mu<sup>c</sup>ād: el *Kitāb maʿhūlāt qisī al-kura* (*Libro de las incógnitas de los arcos de la esfera*)<sup>1</sup>. Tenemos la fortuna de conocer la fecha y el lugar en que esta copia fue realizada. De acuerdo con lo que reza el último pasaje del texto conservado, el *Maṭraḥ* se acabó de copiar en Toledo, durante la segunda decena de marzo del año 1303 de la era Hispánica = 1265 de J.C.

El manuscrito mencionado, en su conjunto, se compone de dos secciones bien diferenciadas, la primera, hasta el folio 105 está escrita con caligrafía

---

<sup>1</sup> Véase, más adelante, § 2.2.2.1.

andalusí, la segunda es oriental y, en opinión de Vernet<sup>2</sup>, trata de astrología mundial. La parte andalusí se ha revelado, desde su descubrimiento a mediados de los años 70, como una de las fuentes célebres por excelencia del mundo árabe occidental y fundamental para la historia de la ciencia y de la técnica. Después de que King llamara por primera vez la atención sobre la importancia del manuscrito<sup>3</sup>, los estudios sobre las diversas obras que contiene se han ido sucediendo casi sin interrupción<sup>4</sup>, aunque algunos textos se resisten a la investigación y están todavía pendientes de un análisis completo. Sin embargo, se ha podido establecer que todos los textos que contiene esta primera parte del manuscrito fueron copiados en Toledo, en la corte de Alfonso X, que el manuscrito estuvo en manos del principal colaborador científico del rey sabio, el judío Rabbí Ishāq b. Sīd (Rabiçag), y que tal vez éste fuera el propio copista del texto.

## 2.2. IBN MU<sup>c</sup>AD Y SU OBRA<sup>5</sup>

En la actualidad disponemos de una lista relativamente extensa de estudios que, en mayor o menor medida, han ido estableciendo con seguridad una serie de datos bio-bibliográficos relativos al autor del *Maṭraḥ*, a la vez que, paulatinamente, han conseguido situar a este personaje en un lugar distinguido en el inventario de científicos medievales, hispánicos y universales.

---

<sup>2</sup> Cf. Vernet, "Un texto árabe", 407.

<sup>3</sup> King, "Medieval Mechanical Devices", 286: nota 8 (288-289). Véase también Hill, "A Treatise on Machines", 34-44; Sabra, "A Note", 276-283; Villuendas, "A Further Note", 395-396.

<sup>4</sup> Sobre el contenido del manuscrito en su conjunto y los estudios de que ha sido objeto pueden consultarse, por ejemplo, Samsó, *Ciencias*, 252-253; Casulleras, "El último capítulo", 613-615, y las referencias que allí se mencionan.

<sup>5</sup> La mayor parte de la información contenida en este apartado ha sido recogida recientemente en Calvo & Casulleras, "Ibn Mu<sup>c</sup>ād". Véanse también E. Calvo, "Ibn Mu<sup>c</sup>ād"; Martos & Escribano, "Matemático giennense".

2.2.1. Datos biográficos acerca de Ibn Mu<sup>°</sup>āḍ de Jaén

Quienes se han interesado por la biografía de nuestro autor han coincidido en constatar la evidencia de que la información disponible acerca de la vida de Ibn Mu<sup>°</sup>āḍ es ciertamente escasa. Su nombre completo es <sup>°</sup>Abū <sup>°</sup>Abd Allāh Muḥammad b. Ibrāhīm b. Muḥammad b. Mu<sup>°</sup>āḍ al-Ša<sup>°</sup>bānī al-Ŷayyānī, también documentado con la *kunya* de Abū Bakr y conocido como Abumadh, Abhomadii, Abumaad, Aben-Mohat, Abenmohat o Abenmoat en los manuscritos latinos y romances en que se le menciona. Hasta que Richter-Bernburg demostró que se trataba de una confusión<sup>6</sup>, los estudios biográficos modernos habían venido identificando generalmente a nuestro autor, muerto en 1093, con otro personaje distinto, Abū <sup>°</sup>Abd Allāh Muḥammad b. Yūsuf b. Mu<sup>°</sup>āḍ al-Ŷuhanī, nacido en Córdoba en 989, del que se conoce que realizó una estancia en el Cairo desde el 1012 al 1017 y que practicó la filología, la partición de herencias y la aritmética<sup>7</sup>.

Entre la escasez de datos biográficos concernientes al Ibn Mu<sup>°</sup>āḍ autor del *Maṭraḥ*, sabemos que perteneció a una familia de alfaquíes y cadíes conocida por la mencionada *nisba* de al-Ša<sup>°</sup>bānī y residente en Córdoba y Jaén desde la época de <sup>°</sup>Abd al-Raḥmān II (821-852)<sup>8</sup>. Su segunda *nisba*, la de al-Ŷayyānī — documentada únicamente en el manuscrito conservado de su *Maqāla fī šarḥ al-nisba* — relaciona al personaje con Jaén (Ŷayyān) y el título de cadí aparece invariablemente junto a su nombre en todos los manuscritos árabes conservados de sus obras. Además, el manuscrito de la traducción hebrea del

---

<sup>6</sup> Cf. Richter-Bernburg, "Šā'id", 381 y n. 48. Véase también Samsó, "Trigonometría", 60, n. 1 (66).

<sup>7</sup> Cf., por ejemplo, Dold-Samplonius & Hermelink, "Al-Jayyānī", 82 y Villuendas, xxii-xxiv. Debarnot, "Trigonometry", 519 y Rosenfeld & Ihsanoglu, *M.A.S.I.C.*, 140 (núm. 340, véase también Rosenfeld, "Supplement", 95) representan todavía ecos de esta identificación errónea.

<sup>8</sup> Cf. Terés, "Linajes", 359-360; Ibn Ḥayyān, *Muqtabis*, 204-206; Cuellas, *Marqaba*, 211 (trad.) y 82 (texto).

*Sobre el eclipse de Sol* le atribuye también el título de visir de Sevilla, lo que probablemente permite datar la presencia de Ibn Mu<sup>c</sup>ād en esta ciudad en 1079, año en que se produjo el eclipse al que se dedica este tratado (véase § 2.2.2.2). Ibn Baškuwāl (1101-1183)<sup>9</sup> confirma que perteneció a la "gente de Jaén", elogia su posición, sus conocimientos e inteligencia, nos informa de que, efectivamente, ejerció la judicatura en esta ciudad y precisa que su muerte acaeció a finales del año 485=1093<sup>10</sup>, tras dejar el oficio de juez, sin aclarar cuáles fueron los motivos que le impulsaron a esta renuncia. Al-Ḍabbī (m. 1203)<sup>11</sup>, en una breve nota, lo menciona como cadí de Jaén, le confiere la categoría de "filósofo de su tiempo" y da como fecha para su muerte, simplemente, el año 485=1092-1093. Ibn Rušd (1126-1198) le menciona en dos de sus obras: en su *Epítome del Almagesto* atribuye la regla de las cuatro cantidades a Ibn Mu<sup>c</sup>ād y a Ŷābir b Aflaḥ (s. XII) y refiere que el sobrino de Ibn Mu<sup>c</sup>ād observó un tránsito de Venus y Mercurio sobre el Sol en la época en que vivía nuestro autor<sup>12</sup>, mientras que en su *Tafsīr*<sup>13</sup> de la Metafísica dice de Ibn Mu<sup>c</sup>ād que es un matemático de alto nivel y uno de los que consideran el ángulo como una cuarta magnitud, junto al cuerpo, la superficie y la línea.

### 2.2.2. *Obra de Ibn Mu<sup>c</sup>ād de Jaén*

---

<sup>9</sup> Ibn Baškuwāl, *Šila*, 816 (n° 1234).

<sup>10</sup> El año 1093 del calendario juliano empieza el día 30 de *dū-l-qa<sup>c</sup>da*, penúltimo mes del calendario musulmán (para la conversión de fechas puede usarse el programa *CALH*, de B. van Dalen).

<sup>11</sup> Al-Ḍabbī, *Bugya*, 41 (n° 48).

<sup>12</sup> Lay, "L'*Abrégé*", p. 32 y n. 29; Goldstein, "Some Medieval Reports", 53.

<sup>13</sup> Ibn Rušd, *Tafsīr*, 665; Dold Samplonius & Hermelink, "Al-Jayyānī", 83; Sabra, "The Authorship", 85.

A falta de datos biográficos más detallados, el examen de la obra de Ibn Mu<sup>c</sup>ād parece ser el único medio para acceder a una mejor información acerca de la educación científica de este autor. Hasta el momento se conocen seis obras de Ibn Mu<sup>c</sup>ād, que pueden clasificarse en tres apartados según que la materia de que tratan pertenezca al campo de las matemáticas, la astronomía o la astrología. Para evitar confusiones, conviene mencionar aquí la existencia de un astrolabio que aparece como ilustración en un manuscrito latino del siglo XI, en el que aparece el nombre de un desconocido Jalaf b. al-Mu<sup>c</sup>ād<sup>14</sup> que a veces se relaciona erróneamente con Ibn Mu<sup>c</sup>ād<sup>15</sup>, y el hecho de que un tratado de máquinas de Ibn Jalaf al-Murādī<sup>16</sup> fue identificado inicialmente como obra de Ibn Mu<sup>c</sup>ād<sup>17</sup>.

#### 2.2.2.1. Matemáticas

*Kitāb maʿhūlāt qisr al-kura* (Libro de las incógnitas de los arcos de la esfera)

El libro es citado por el propio autor en sus *Tablas de Jaén* y en el *Maṭrah*, texto que a su vez es mencionado también en las *Tablas de Jaén*, con lo que puede establecerse con seguridad el orden en que fueron escritas estas tres obras. El original árabe de este libro se conserva, como hemos visto (§ 2.1), en el manuscrito Or. 152 de la Biblioteca Medicea Laurenziana de Florencia. Existe una segunda copia en el manuscrito 960 (antes 955) de la Biblioteca de El Escorial de Madrid. A partir de ambos manuscritos,

---

<sup>14</sup> Cf. Kunitzsch, "10th-Century Astrolabe"; Samsó, "Catalunya", 121-122; King, *Mass Calculation*, 251: nota 11, 382-383, 928 y 951 (# 4024).

<sup>15</sup> Cf. Rosenfeld & Ihsanoglu, *M.A.S.I.C.*, 140.

<sup>16</sup> Sobre este texto, véase, por ejemplo, Casulleras, "Ibn Jalaf al-Murādī" y las referencias que allí se detallan.

<sup>17</sup> Cf. Sabra, "A Note". En Rosenfeld & Ihsanoglu, *M.A.S.I.C.*, 140, se sigue la identificación errónea.

Villuendas realizó el estudio, edición y traducción española de esta obra<sup>18</sup>.

Considerado como el primer tratado de trigonometría en el Occidente medieval, la obra trata esta disciplina de forma totalmente independiente de la astronomía. Tanto Samsó<sup>19</sup> como Debarnot<sup>20</sup> han examinado las fuentes que pudieran demostrar su dependencia de algún tratado anterior, sin éxito en el sentido de conseguir precisar una obra concreta, pero llegando sin embargo a dos conclusiones seguras. Por un lado, se puede afirmar que Ibn Mu<sup>c</sup>ād debió conocer, al menos parcialmente, los avances más recientes de sus correligionarios del Este en materia de trigonometría esférica. Por otro lado, está claro que nuestro autor trató la cuestión de un modo inusualmente original y que tuvo desarrollos independientes de cualquier tradición conocida.

El conjunto de herramientas trigonométricas que se introducen en esta obra representa un avance tan enorme que bien puede considerarse que su aportación difícilmente podía ser asimilada en las coordenadas espacio-temporales en que se sitúa. Tanto es así que el propio Ibn Mu<sup>c</sup>ād prescinde casi absolutamente de utilizar en obras posteriores los teoremas que desarrolla en este tratado y la influencia que pudo ejercer el texto en su propio entorno debió ser escasa. Sin embargo, la obra mereció la atención de los científicos de la corte de Alfonso X el Sabio, dado que, como hemos visto, una de las dos copias que de ella se conservan se realizó probablemente en el *scriptorium* de este monarca. Hemos visto también cómo Ibn Rušd elogia a Ibn Mu<sup>c</sup>ād por su condición de matemático y, por último, se ha sugerido también la posibilidad de una influencia directa de Ibn Mu<sup>c</sup>ād en la primera obra en que se introduce la nueva trigonometría en un contexto plenamente europeo: el *De triangulis* de Regiomontano<sup>21</sup>.

---

<sup>18</sup> Villuendas, *Trigonometría europea*.

<sup>19</sup> Samsó, "Trigonometría", 60-68, *Ciencias*, 139-144, "al-Bīrūnī", 585-586.

<sup>20</sup> Debarnot, "Trigonometry", 519-521, "Triangle polaire", 132, n. 30.

<sup>21</sup> Hairetdinova, "On Spherical Trigonometry", 136-146; Samsó, *Ciencias*, 144.

## 3.3.3.9. Uso del primer vertical

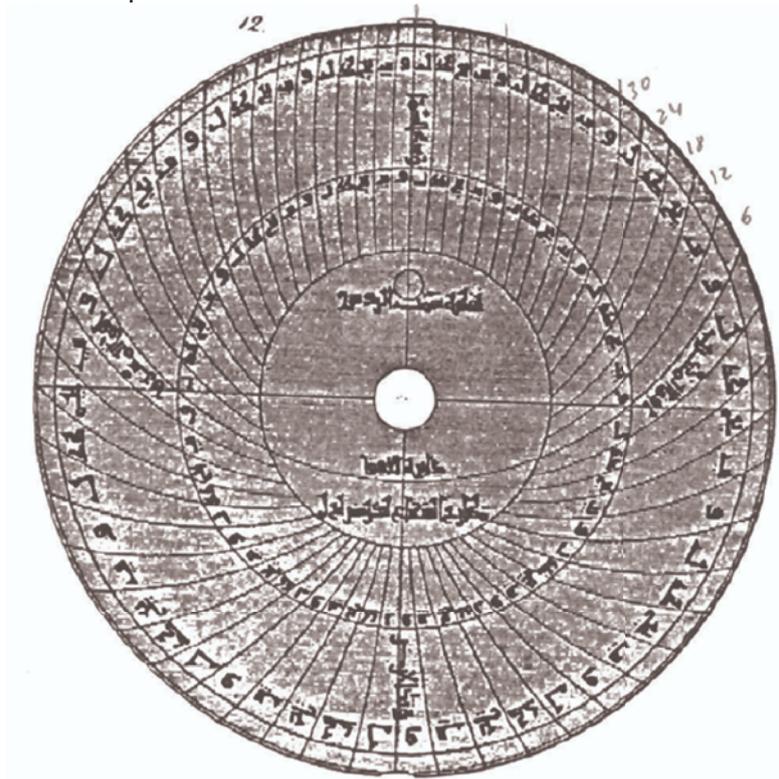
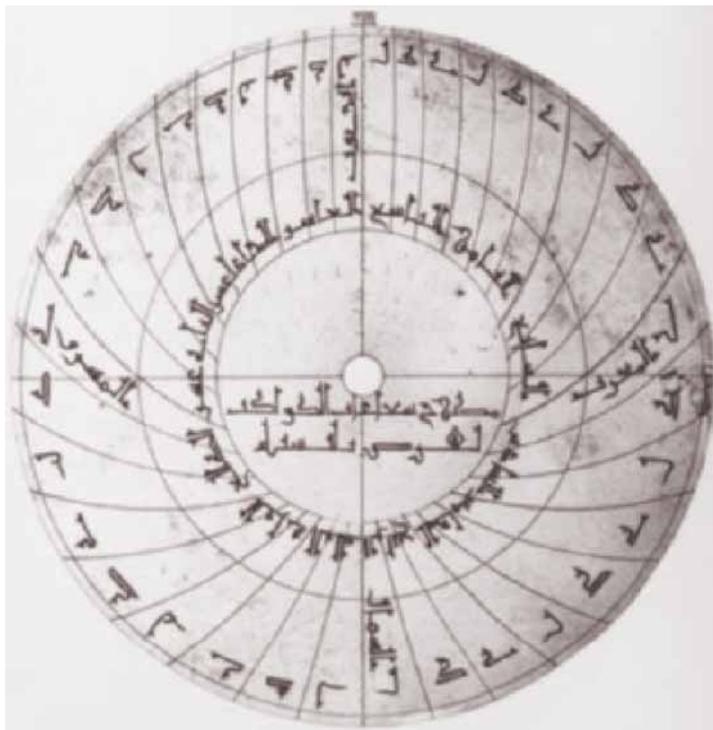


Figura 19.

Lámina de astrolabio construida en Toledo en 1029-1030  
para la proyección de rayos en la latitud  $\phi = 38;30^\circ$ .  
Publicada en Woepcke, "Astrolabium", 36 (figura 12)

Hogendijk deduce la existencia de un método para definir los aspectos en el cual los arcos significativos deben medirse sobre el primer vertical a partir del análisis de dos láminas, pertenecientes a un astrolabio construido en Toledo en 1029-1030, que contienen inscripciones que se refieren a la proyección de rayos en las latitudes de  $38;30^\circ$  (figura 19) y  $42^\circ$  y la proyección de círculos de posición dispuestos de acuerdo con divisiones para

cada seis grados del primer vertical partiendo de su intersección con el horizonte<sup>108</sup>.



*Figura 20.  
Lámina de 1081-1082, obra de al-Šabbān,  
para la proyección de rayos en Valencia.  
Publicada en King, Mass Calculation, 937*

<sup>108</sup> Cf. Hogendijk, "Applied Mathematics", 99 y nota 3; Woepcke, "Astrolabium", 36 (figura 12). La lámina publicada se refiere explícitamente a la proyección de rayos (en la latitud de 38;30°) pero no a la división de casas. Sin embargo, la numeración de los círculos de posición (6°, 12°, 18°, 24°, 30°) se repite dentro del espacio que corresponde a cada una de las casas, por lo que puede suponerse que también se contemplaba el uso de la lámina para esta función.

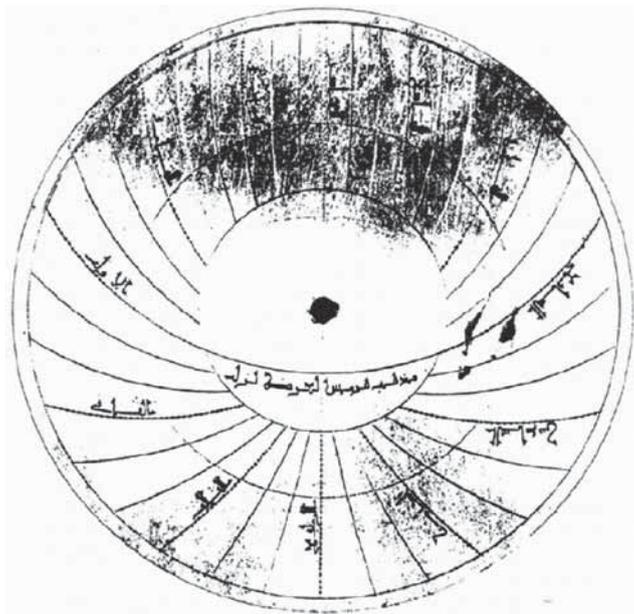


Figura 21.

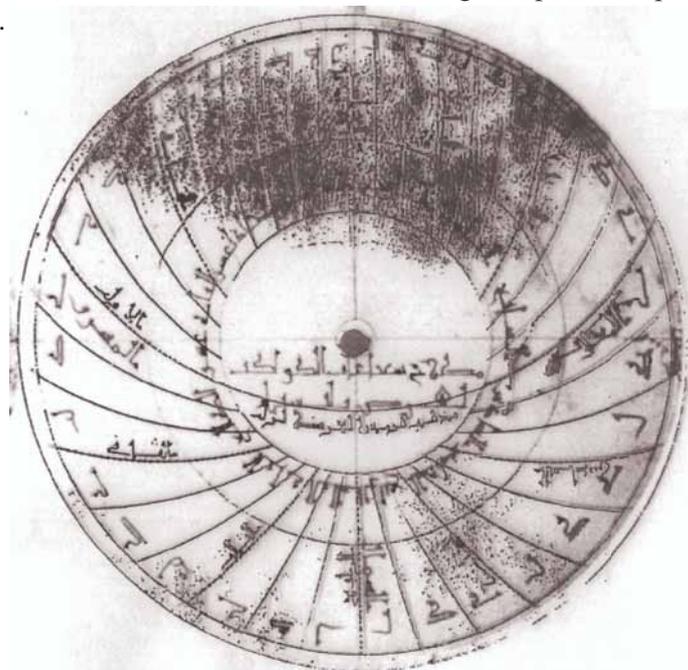
Lámina de Aḥmad b. Ḥusayn b. Bāṣo, construida en 1304-1305 según "el método de Hermes para la latitud  $\phi = 37;30^\circ$ ".

Publicada en North, *Horoscopes*, 65

Algo más tarde, las mismas funciones se hallan en un astrolabio de Muḥammad al-Ṣabbān construido en 1081-1082, dos de cuyas láminas se refieren a la proyección de rayos para las latitudes de Valencia (figura 20) y Zaragoza<sup>109</sup> y contienen, además de una numeración explícita de casas

<sup>109</sup> Cf. King, *Mass Calculation*, 937 (lámina inferior derecha de la ilustración), 940. La lámina para Zaragoza no aparece en la fotografía. Para comprobar que en este tipo de láminas los círculos de posición trazados corresponden a divisiones del primer vertical puede verificarse que los arcos de ecuador comprendidos entre el punto Este (Oeste) y los límites de las casas XII (VIII) y XI (IX) se aproximan suficientemente a  $\tan^{-1}(\tan 30^\circ / \cos \phi)$  y  $\tan^{-1}(\tan 60^\circ / \cos \phi)$ , cf. Hogendijk, "Applied Mathematics", nota 3 (en pág. 113).

astrológicas, la proyección de círculos de posición que corresponden a divisiones para cada diez grados del primer vertical a partir del horizonte. Posteriormente, otra lámina<sup>110</sup> perteneciente a un astrolabio de Aḥmad b. Husayn b. Bāso (figura 21), fechado en 1304-1305 contiene la misma disposición y frecuencia de círculos de posición que las láminas de al-Ṣabbān, además de la inscripción "método de Hermes para la latitud 37;30'" (probablemente Granada). Si hacemos copias transparentes de estas dos últimas láminas con el mismo radio y las superponemos (véase la figura 22), comprobamos que su trazado es prácticamente idéntico, con leves divergencias debidas a la diferencia de latitud entre los lugares para las que han sido diseñadas.



*Figura 22.*

*Transparencias superpuestas de las dos láminas anteriores*

<sup>110</sup> Publicada en North, *Horoscopes*, 65.