

1. Presentación

El presente trabajo consiste en una edición crítica de la obra titulada *Natā'iȳ al-afkār fī Sharḥ Rawḍat al-azhār* que podría traducirse como “Resultados de los pensamientos en el comentario de la *Rawḍat al-azhār* (Jardín de flores)”. El título, muy literario, no se corresponde, desde luego, con el contenido del texto, ya que se trata de una obra de carácter técnico centrada en los problemas astronómicos que plantea el culto islámico, en el que una serie de ritos y obligaciones tienen unos condicionantes claramente relacionados con la astronomía. El calendario que se utiliza, a efectos litúrgicos, es lunar, con años de 354 11/30 días y meses que son, alternativamente, de 29 y 30 días. Los comienzos de cada mes se determinan por la visión de la luna nueva, que puede observarse uno o dos días después de la conjunción luna-sol. La oración se realiza cinco veces al día, en momentos determinados, lo que implica la necesidad de conocer la hora, algo que, en la Edad Media, no era tan sencillo como ahora. Los musulmanes, en el momento de la oración, deben dirigirse hacia La Meca y determinar esta dirección, desde un lugar cualquiera, es un problema de astronomía esférica relativamente complejo si no se dispone de un técnico capaz de realizar el cálculo.

Los encargados de resolver este tipo de problemas fueron, en un principio, los almuédanos aunque, desde el siglo XIV, surge, tanto en el Oriente como en el Occidente Islámico, la nueva profesión de *muwaqqit*, término árabe que significa algo así como “medidor o controlador del tiempo”. Los *muwaqqits* eran astrónomos, con mejor o peor formación, al servicio de las mezquitas importantes que se hacían cargo de todos los problemas relacionados con el *mīqāt* (astronomía relacionada con el culto), a los que he aludido más arriba.

El *mīqāt* es una rama de la astronomía que, dado su origen, resulta característicamente islámica, ya que la astronomía griega no se planteó, evidentemente, este tipo de problemas. Su estudio por parte de los historiadores de la astronomía medieval es un hecho relativamente reciente ya que ha tenido lugar desde c. 1975 gracias a la obra de un gran erudito inglés, David A. King, quien ha acuñado la expresión *Astronomy in the service of Islam*, que es el título de uno de sus libros (Aldershot, 1993). La obra de toda la vida de David King ha sido objeto de una síntesis reciente en el volumen *In Synchrony with the Heavens. I. The Call of the Muezzin* (Leiden- Boston, 2004), en el que encontramos referencias a algunos de los materiales del *Natā'iȳ al-afkār*. Dado que las fuentes estudiadas por este autor han sido, mayoritariamente, orientales, esta tesis constituye un primer intento de análisis de una fuente magribí.

2. Los autores

Uno de estos *muwaqqits* fue Abū Zayd ‘Abd al-Raḥmān b. Muḥammad al-Ŷādīrī, nacido en Mequinez ca. 777/1375 y muerto en Fez en 818/1416, quien ocupó el puesto de *muwaqqit* en la gran mezquita Qarawiyyīn de Fez y escribió, al menos, tres obras sobre *mīqāt*, cuyos títulos son:

- *Tanbīh al-anām ‘alā ma yaḥduṭu fī ayyām al-‘ām*: se trata de una obra calculada para la latitud de Fez. No ha sido editada ni estudiada.
- *Rawḍat al-azhār fī ‘ilm waqt al-layl wa l-nahār*: poema mnemotécnico compuesto por 334 versos en metro *rayāz* (el metro más habitual, dada su sencillez, para los poemas de carácter didáctico). Se trata de la obra editada en esta tesis, junto con el comentario de al-Ḥabbāk, al que aludiré más adelante. Conservada en multitud de manuscritos, se trata, sin duda, de la obra más popular de su autor, quien la escribió en el año 794 H/ 1391-92 de J.C., cuando su autor tenía sólo unos dieciocho años.

- *Iqtīṭāf al-anwār min Rawḍat al-azhār*: se trata de un comentario en prosa de los procedimientos expuestos en la *Rawḍat al-azhār*. Ha sido editada por Muḥammad al-‘Arabī al-Jaṭṭābī en un volumen publicado en Muḥammadiyya, 1986. El texto ha sido objeto de un estudio detallado por Emilia Calvo publicado en *Suhayl* 4 (2004), 159-206.

Uno de los comentaristas de la *Rawḍat al-azhār* fue Abū ‘Abd Allāh Muḥammad b. ‘Abd Allāh al-Ḥabbāk, el autor de *Natā’iyā al-afkār fī Sharḥ Rawḍat al-azhār* que, como hemos visto, es el tema fundamental de esta tesis. Se trata de un polígrafo oriundo de Tremecén, que ejerció como alfaquí, experto en matemática aplicada a las particiones sucesorias (*farā’id*), matemático y astrónomo. Las fuentes habituales le atribuyen, como fecha de muerte, 867/1462, lo que no corresponde a la evidencia que se encuentra en *Natā’iyā al-afkār*. En el capítulo 5 de esta obra (cf. *infra* p. 47) podemos observar que menciona el año 920/1514-1515 como *annus presens*. En este mismo capítulo (cf. pp. 49-55) calcula una tabla de la longitud del sol para el año 1514 de JC. De manera un tanto extraña encontramos, en el capítulo 24 (cf. pp. 265-266) una tabla que calcula el grado de la eclíptica que cruza el meridiano juntamente con cada una de las 28 mansiones lunares, calculada para dos años: 794/1391-92 (fecha de redacción de la *Rawḍa* de al-Ŷādirī) y 970/1562-63, lo que debiera corresponder a la época de al-Ḥabbāk. Conviene señalar que este último año sólo aparece en uno de los dos manuscritos (el de Londres) que conservan esta obra, mientras que falta en el manuscrito de El Cairo. Si la referencia a este año no es un error del copista del manuscrito de Londres, habría que concluir que esta tabla es una interpolación posterior debida al propio autor o a algún copista y, en el supuesto de que se trate de una interpolación de al-Ḥabbāk, que la fecha de su muerte no puede ser el año 867/1462 (posiblemente se trate de la fecha de muerte de su padre) sino posterior a 970/1562-63.

3. Metodología utilizada en la edición y el comentario de *Natā’iyā al-afkār fī Rawḍat al-azhār*.

Natā’iyā al-afkār se conserva en dos manuscritos:

- Ms. Londres, British Library 411/2, fols. 21r-55v, escrito con una letra magribí clara. En el explicit aparece el nombre del copista (Aḥmad b. Muḥammad al-Ḥasan b. Muḥriz) y la fecha de la copia 1082/1670). Es bastante mejor que el manuscrito de El Cairo, ya que tiene escasas lagunas y reproduce 23 tablas que, en general, parecen correctamente copiadas con la única excepción de la tabla 8 que contiene numerosos errores.
- Ms. Cairo, Maktaba Waṭaniyya 4311K, fols. 2r-48v. Copiado en el año 1183/1769 con letra oriental. En el explicit aparece también el nombre del copista, pero no he sido capaz de descifrarlo. En este manuscrito se omiten las tablas, con la única excepción de la tabla 22.

A pesar de que el manuscrito de Londres es, sin duda, el mejor de los dos, he utilizado ambos manuscritos en mi edición, intentando reconstruir el texto original del autor. He normalizado la ortografía del *hamza* y corregido ciertos errores sintácticos, como los habituales en la sintaxis de los numerales, aunque salvando en nota el texto original de los manuscritos.

En mi edición he introducido una división en introducción y treinta capítulos, siguiendo la estructura utilizada por al-Ŷādirī en el *Iqtīṭāf al-anwār*. Por otra parte, dentro de cada capítulo, he subdividido el texto en apartados numerados entre corchetes. Estos apartados contienen, en muchos casos, el texto de la *urŷūza* de al-Ŷādirī, seguido por el comentario de al-Ḥabbāk y, con la misma numeración pero

seguida por las siglas R.S. (= Rachid Saidi), mi propio comentario aclaratorio que, con frecuencia, añade demostraciones matemáticas de los procedimientos exactos enunciados por al-Ġādirī o por al-Ḥabbāk, así como intentos de explicación de los procedimientos aproximados. He editado asimismo las tablas acompañadas de un recálculo de las mismas que me ha permitido, en algunas ocasiones, sugerir correcciones a los valores numéricos de las mismas.

4. Estudios previos sobre la obra.

Natā'iȳ al-afkār contiene materiales extraordinariamente interesantes relacionados con el problema de la precesión de los equinoccios, los distintos valores observados de la oblicuidad de la eclíptica y estimaciones de la altura negativa del sol en el momento del final del crepúsculo (*šafaq*) y comienzo del alba (*faḡr*). Estos últimos tienen importancia por tratarse de dos momentos en los que se realizan dos oraciones canónicas rituales: la de la puesta del sol (*magrib*) y la del alba (*faḡr*). Por otra parte, las referencias del texto a la precesión y oblicuidad de la eclíptica constituyen un indicio más de la crisis que se produjo en la astronomía magribí desde principios del siglo XV en relación con los modelos diseñados por Azarquiel (Toledo, s. XI) para justificar la precesión utilizando la teoría de la trepidación de los equinoccios y su idea de que la oblicuidad de la eclíptica oscilaba de manera cíclica y había alcanzado su valor máximo poco antes de Ptolomeo, para quien $\varepsilon = 23;51,20^\circ$, y el mínimo en época de Azarquiel ($\varepsilon = 23;33^\circ$). Según esta teoría el valor de ε debía aumentar a partir de principios del s. XII. Estos materiales han sido utilizados en distintos trabajos publicados por Mercè Comes¹ y por Julio Samsó².

Las teorías de Azarquiel fueron seguidas, en al-Andalus, por su discípulo Ibn al-Kammād (fl. 510/1116-17) y por Ibn al-Hā'im al-Īsbīlī (fl. 600/1204). Los astrónomos magribíes siguieron también la misma escuela de pensamiento a partir de la obra de Ibn Ishāq al-Tūnisī (fl. Túnez y Marrakech c. 588/1193-618/1222), seguido por el anónimo compilador del manuscrito de Hyderabad (c. 678/1280-81), Ibn al-Bannā' al-Marrākušī (652/1256-721/1321) e Ibn al-Raqqām al-Mursī (Túnez, Bujía y Granada/, m. 610/ 1215). Todos estos autores aparecen mencionados en el *Natā'iȳ*, acompañados de notas críticas por parte de al-Ḥabbāk quien constata que el valor de la precesión estimado para su época superaba con mucho el máximo derivado de las tablas de trepidación de Azarquiel y también que la oblicuidad de la eclíptica se obstinaba en seguir disminuyendo, en lugar de incrementarse de acuerdo con el modelo cíclico del astrónomo toledano. Esta crítica, que encontramos tanto en el *Natā'iȳ* como en otras obras elaboradas a partir de comienzos del siglo XV, llevó a los astrónomos magribíes a abandonar definitivamente la escuela andalusí y a introducir nuevas tablas astronómicas (*zīyes*) elaboradas en Oriente. Entre estas últimas el *Tāȳ al-azyāȳ* de Ibn Abī l-Šukr al-Magribī (m. 681/1283) es la obra que aparece citada con frecuencia en el *Natā'iȳ*, donde al-Ḥabbāk la utiliza profusamente.

5. Contenido de *Natā'iȳ al-afkār*.

¹ Comes, "Some new Maghribī sources dealing with trepidation", *Science and Technology in the Islamic World*, Turnhout, 2002, 121-141. Reimpreso en Comes, *Coordenadas del cielo y de la tierra*, Barcelona, 2013.

² J. Samsó, "An outline of the history of Maghribī zijes from the end of the thirteenth century", *Journal for the History of Astronomy* 29 (1998), 93-102; "Astronomical observations in the Maghrib in the fourteenth and fifteen centuries" *Science in Context* 14 (2001), 165-178. Ambos trabajos han sido reimpresos en Samsó, *Astronomy and Astrology in al-Andalus and the Maghrib*, Aldershot, 2007.

Doy, a continuación, un somero resumen del contenido de la obra siguiendo el esquema de los capítulos utilizados en la edición:

- Los capítulos 1-4 se ocupan de cronología. Calendario lunar musulmán, feria con la que coincide el primer día del año (1 de Muḥarram) y los restantes meses del año. Meses de 30 y 29 días. Años intercalares de 356 días. Calendario solar, eras utilizadas (menciona la era de Alejandro y la del nacimiento de Cristo), feria que corresponde al 1 de Enero y al comienzo de los meses restantes. Cálculo del *izdilāf*, que tiene lugar en los años lunares en los que ningún día corresponde al 1 de Enero.
- Capítulo 5: correspondencia entre los meses del año solar y los signos zodiacales. Regla para calcular, aproximadamente, la longitud del sol para cada día del año solar. Menciona una precesión de $13;40^{\circ}$ para su época (920/1514-15), calculada utilizando la constante de Ibn Abī l-Šukr. Referencia a unas tablas del sol del tipo almanaque, calculadas para un ciclo de cuatro años. Tabla que calcula la longitud del sol para el año 1514. Procedimiento utilizado en unas tablas astronómicas (*zīy*) para calcular la longitud del sol. Corrección a aplicar si el cálculo se hace para un lugar distinto de Tremecén. Tabla de coordenadas geográficas en las que utiliza el meridiano de agua como origen de longitudes. Tabla del movimiento medio del sol derivada del *Tāy al-azyāy* de Ibn Abī l-Šukr (salvo la tabla de horas). Tabla de la ecuación del sol que también deriva del *Tāy* con un máximo de 2° . Procedimiento aproximado para determinar en qué mansión lunar se encuentra el sol. En todo el capítulo, continuas referencias a Tremecén.
- Capítulo 6: declinación del sol, Utiliza $\varepsilon = 23;30^{\circ}$, como el *Tāy*. Distintas estimaciones históricas del valor de ε y alusión al modelo cíclico de Azarquiel. Procedimiento aproximado para calcular la declinación de cada grado de la eclíptica sin necesidad de utilizar tablas. Tabla de la declinación solar derivada del *Tāy*.
- Capítulo 7: ascensiones rectas. Procedimiento aproximado para calcular “los tiempos de orto” (*rising times*) de los signos zodiacales, o sea la diferencia entre la ascensión recta del principio y fin de cada signo. Dado que la ascensión recta depende del valor de ε , trae a colación la crítica de Ibn al-Hā’im a la teoría de Ibn al-Kammād según el cual son compatibles los períodos de revolución utilizados en los modelos que justifican la oblicuidad de la eclíptica y la trepidación de los equinoccios. Procedimiento aproximado de al-Ŷādirī para calcular la ascensión recta de cada grado por interpolación lineal. Dos procedimientos exactos de al-Habbāk para obtener los mismos resultados. Tabla de ascensiones rectas.
- Capítulo 8: ascensiones oblicuas. Procedimiento aproximado para obtener la ascensión oblicua a partir de la ascensión recta, aplicable a la latitud de Tremecén. Procedimiento exacto también para Tremecén. Tabla de ascensiones oblicuas para Tremecén, con una latitud de $34;30^{\circ}$ (en lugar de 35° que utiliza en el capítulo 10).
- Capítulo 9: Cálculo de la latitud del lugar en función de la altura meridiana del sol o de una estrella y de su declinación. Considera el caso de los lugares situados al sur del ecuador. Cálculo de la latitud a partir de la altura máxima y mínima de una estrella circumpolar.

- Capítulo 10: altura meridiana del sol en función de su declinación y de la latitud del lugar. Tabla de la altura meridiana del sol para cada grado de longitud y para la latitud de Tremecén (35° en lugar de $34;30^\circ$ como en el capítulo 8) y $\varepsilon = 23;35^\circ$ (en lugar de $23;30^\circ$ como en el capítulo 6).
- Capítulo 11: funciones trigonométricas (seno, coseno, seno verso, cuerda). Procedimiento aproximado para calcular el seno y el coseno sin tablas. Tabla de senos y cosenos.
- Capítulo 12: obtención de la altura en función de la sombra (cotangente o tangente). Procedimientos aproximados que no requieren el uso de tablas de sombras. Procedimiento exacto, de al-Ādirī, para obtener el seno de la altura en función de su cotangente. Utiliza una tabla de senos pero no una tabla de cotangentes.
- Capítulo 13: dos procedimientos correctos, expuestos por al-Ādirī, para obtener la altura del sol, por observación, si el cielo está cubierto de nubes.
- Capítulo 14: obtención de la sombra en función de la altura. Expone un procedimiento aproximado (uso inverso del expuesto en el capítulo 12) y otro exacto en el que utiliza una tabla de senos. Tabla de tangentes para un gnomon = 1 (denomina esta función *ijtilāf ufuqī*). Dos tablas de cotangentes para un gnomon = 12 dígitos e = 6;40 pies.
- Capítulo 15: transformación de valores de tangentes y cotangentes medidos por distintos valores del gnomon.
- Capítulo 16: amplitud ortiva y occidua en función de la declinación del sol y recíprocamente. Da un ejemplo de cálculo en el que utiliza $\varepsilon = 23;51,20^\circ$ (el valor de Ptolomeo, en lugar de $23;30^\circ$ y $23;35^\circ$).
- Capítulo 17: cálculo del acimut en función de la altura. El procedimiento, muy elaborado, se encuentra ya en al-Ādirī y aparece en varias fuentes orientales, así como en el *al-Zīy al-Mustawfī* de Ibn al-Raqqām que es, probablemente, la fuente de este pasaje. Da un ejemplo calculado para la latitud de Tremecén (35°).
- Capítulo 18: arco diurno y nocturno del sol o de una estrella. El cálculo exige obtener la llamada “ecuación del arco semidiurno” (*ta’dīl niṣf qaws al-nahār*) que es el producto de la tangente de la latitud del lugar por la tangente de la declinación del sol o de la estrella. Obviamente, un *muwaqqit* debía conocer la tangente de la latitud del lugar en el que residía, pero para obtener la tangente de la declinación debía disponer de una tabla de tangentes. Según parece, este no era el caso ya que al-Ādirī expone un procedimiento aproximado que no requiere el uso de una tabla. Un segundo procedimiento, debido a al-Ādirī, y calculado para la latitud de Fez, resulta más que dudoso y al-Ḥabbāk expone un tercer método, para la latitud de Tremecén, que es menos desastroso. A lo anterior se añaden otros dos procedimientos, exactos, que utilizan la ascensión oblicua y la ascensión recta del grado de la eclíptica, o la ascensión oblicua del grado y la del grado

diametralmente opuesto. Un último método, aproximado, calcula el arco diurno en función de la latitud de Tremecén, la declinación y la oblicuidad de la eclíptica.

- Capítulo 19: cálculo del número de horas iguales que corresponden al arco diurno o nocturno por un procedimiento correcto. Tabla del arco semidiurno para cada grado de longitud del sol para una latitud de 35°. Cálculo del número de grados que corresponden a una hora temporal del día o de la noche. Tabla de los grados que corresponden a una hora temporal en función de la longitud del sol para una latitud de 35°.
- Capítulo 20: transformación de horas temporales en horas iguales y viceversa.
- Capítulo 21: cálculo del número de horas temporales que han transcurrido del día o de la noche en función de la sombra y de la altura del sol. En este apartado, al-Ŷādirī expone dos reglas aproximadas que tienen un claro origen indio. Al-Ḥabbāk añade otro procedimiento, también aproximado pero más elaborado, basado en la altura meridiana del sol, su altura instantánea, la latitud del lugar y la declinación del sol.
- Capítulo 22: determinación del momento de la oración del *zuhr* (mediodía) y del *ʿaṣr* (tarde). Se exponen reglas aproximadas que no requieren disponer de una tabla de tangentes. Tablas de la altura del sol en el momento del *zuhr* y del *ʿaṣr* calculadas para una latitud de 35°. Dos tablas que dan el ángulo horario del sol a la hora del *zuhr* y del *ʿaṣr* para una latitud de 35°. Procedimiento para calcular la altura meridiana del sol en función de la altura del *zuhr* y del *ʿaṣr*. Cálculo del final del *ʿaṣr*.
- Capítulo 23: aurora y crepúsculo. Dos procedimientos aproximados para calcular el número de horas temporales que transcurren entre la puesta del sol y el final del crepúsculo, así como entre la puesta del sol y el principio del alba. Los métodos derivan de las dos reglas, de origen indio, expuestas en el capítulo 21. Otro procedimiento aproximado, debido a al-Ŷādirī, y sólo válido para la latitud de Fez. Dos procedimientos aproximados debidos a otros dos autores.
- Capítulo 24: dos tablas que dan el grado de la eclíptica que cruza el meridiano simultáneamente con las 28 mansiones lunares, calculadas para 794H/1391-92 (al-Ŷādirī) y 970H/1562-63 (al-Ḥabbāk). Procedimiento exacto para calcular la declinación de una estrella en función de su longitud y latitud: se encuentra en múltiples fuentes orientales y en el *al-Zīy al-Mustawfī* de Ibn al-Raqqām.
- Capítulo 25: mediación y declinación de las estrellas fijas. Aquí al-Ḥabbāk vuelve a tratar del tema de la precesión de los equinoccios y de la teoría de la trepidación. Tabla de 56 estrellas derivada de Ibn al-Raqqām en la que da, para cada una, su longitud, latitud, mediación y declinación. Procedimiento exacto para calcular la mediación de una estrella derivado de Ibn al-Raqqām.
- Capítulo 26: grado de la eclíptica que cruza el meridiano en el momento de la puesta del sol, extinción del crepúsculo y comienzo del alba.

- Capítulo 27: horas transcurridas de la noche y determinación de los momentos de las oraciones nocturnas, no obligatorias, que se realizan en las noches del mes de Ramaḍān (*tartīb awqāt al-suḥūr*). Para calcular el paso del tiempo utiliza la ascensión recta del grado del medio cielo. En uno de los procedimientos expuestos utiliza la primera regla de origen indio del capítulo 21.
- Capítulo 28: altura de las estrellas a lo largo de la noche. Vuelve a utilizar la primera regla de origen indio expuesta en el capítulo 21: con ella obtiene la cotangente de la altura de cada estrella.
- Capítulo 29: Ascendente y descendente.
- Capítulo 30: cálculo del acimut de la alquibla. El complejo procedimiento exacto descrito por al-Ŷādirī corresponde al llamado “método de los *zīyēs*”, descrito en Oriente a fines del siglo X e introducido en Occidente por Ibn Mu‘āḍ al-Ŷayyānī (m. 486/1093). La fuente es, probablemente, el *al-Zīy al-Mustawfī* de Ibn al-Raqqām.

6. Conclusiones

El presente trabajo constituye el primer intento de analizar sistemáticamente dos tratados magribíes de *mīqāt*: la *urŷūza* de al-Ŷādirī y el comentario de la misma debida a al-Ḥabbāk. Con ellos entramos en contacto con las prácticas utilizadas por los *muwaqqits* de los siglos comprendidos entre el XIV y el XVI tanto en Marruecos (Fez) como en lo que hoy es Argelia (Tremecén). Resulta interesante constatar la frecuencia con la que se exponen reglas aproximadas, más o menos ajustadas a la realidad, que permiten obtener resultados mediante un cálculo sencillo que, en muchos casos, prescinde por completo del uso de tablas. Estas reglas son las que predominan en la *urŷūza* de al-Ŷādirī, habitualmente calculadas para la latitud de Fez cuando en el cálculo interviene la latitud como variable, pero también se encuentran en el comentario de al-Ḥabbāk, quien utiliza la latitud de Tremecén. Podemos comprobar también como tanto al-Ŷādirī como al-Ḥabbāk asumen que el *muwaqqit* dispone habitualmente de una tabla de senos, pero no de una tabla de tangentes o cotangentes: es habitual que las reglas den todo tipo de rodeos para evitar la necesidad del uso de estas dos funciones, por más que recurran fácilmente a los senos. Tal vez la causa de esta restricción se debe a que senos y cosenos están calculados, habitualmente, para un radio de 60 partes, mientras que las tangentes y cotangentes se calculan para un gnomon de 12 dígitos, de 6;40 pies o, incluso, de 7 pies, lo que implica que su uso, junto con senos y cosenos, requiere unas operaciones que transformen estas funciones, de modo que todas utilicen el mismo orden de unidades.

De todas maneras, al-Ŷādirī no siempre se limita a enunciar estas reglas aproximadas sino que se introduce también en procedimientos de cálculo mucho más complejos, como puede comprobarse en el capítulo 17 (cálculo del acimut en función de la altura) y, sobre todo, en el capítulo 30 en donde expone el largo y laborioso cálculo del acimut de la alquibla, utilizando el “método de los *zīyēs*”.

Pese a lo anterior, al-Ḥabbāk, que es un astrónomo competente, tiende a añadir a los procedimientos aproximados, otros exactos, con el fin de incitar al *muwaqqit* a mejorar sus técnicas y añade a estas reglas una serie de 24 tablas que, en general, no están calculadas con una precisión notable, tal como puede comprobarse al examinar

las diferencias entre los valores tabulares y el recálculo de los mismos. La precisión matemática no es, evidentemente, una de las necesidades básicas del *muwaqqit* quien, en general, se conforma con valores aproximados. Si consideramos las tablas para calcular la longitud del sol (tabla de movimientos medios y de la ecuación solar) del capítulo 5, podemos comprobar que la fuente de las mismas es el *Tāy al-azyāy* de Ibn Abī l-Šukr, en donde las mencionadas tablas están aproximadas hasta los segundos, mientras que, en la versión de al-Ḥabbāk, los valores se aproximan sólo hasta los minutos, truncando o redondeando las cifras del *Tāy*. Es obvio que al-Ḥabbāk no ha calculado todas sus tablas sino que, frecuentemente, las ha copiado de otras fuentes y utiliza parámetros que no siempre son compatibles entre sí, como lo prueba su uso de 34;30° o 35° para la latitud de Tremecén, o una oblicuidad de la eclíptica que oscila entre 23;30° y 23;35° y, en una ocasión, llega a utilizar el valor ptolemaico de 23;51;20°.

Puede comprobarse asimismo que el propósito tanto de la *Rawḍa* como del *Natā'iy* es proporcionar al *muwaqqit* toda la información necesaria para ejercer su oficio. Parte de esta información tiene carácter general, como podemos comprobar en los capítulos 1-4 en los que describe los principales calendarios al uso, cálculo de la posición del sol (cap. 5) y de su declinación (cap. 6), ascensiones rectas y oblicuas (capítulos 7 y 8), funciones trigonométricas (cap. 11) etc. Otras nociones, en cambio, ya se refieren a cuestiones de aplicación directa, como la determinación de la hora y, en particular, de las horas de las oraciones del *zuhr* y del *'aṣr*, así como la del *magrib* y del *faṣr*. También es de aplicación directa el capítulo 30, sobre la determinación del acimut de la alquibla, por más que en este último caso resulta dudoso que un *muwaqqit* no excesivamente competente pudiera aplicarlo dada su complejidad. Llama la atención la omisión de un tema: el de los métodos ya desarrollados para poder predecir la visibilidad de la luna nueva al principio de cada mes, lo que constituye la base para la ordenación del calendario y resulta esencial para determinar el día en que se inicia y se termina la obligación del ayuno del mes de Ramaḍān.

A lo anterior conviene añadir el interés que tiene nuestro texto como testimonio del cambio de orientación que se ha producido en la astronomía magribí desde principios del siglo XV, al abandonar la escuela andalusí para pasar a utilizar tablas astronómicas de tradición oriental que coinciden mucho mejor con la realidad observada. Este fue el origen de la curiosidad que despertó el *Natā'iy* en algunos eruditos y el que me motivó a estudiar este texto. Los resultados han mostrado, no obstante, que la obra es también interesante por multitud de otros motivos.