

Fuentes para la historia de la astronomía de los siglos XIV y XV. Eclipses y tablas

Celina A. Lértora Mendez

Resumen

Presento a continuación un proyecto de investigación sobre un período particularmente importante para la historia de la ciencia moderna: la crisis del paradigma ptolemaico que precedió a la teoría copernicana. Esta investigación aporta datos para la historia de las ciencias físicas, pero desde otro punto de vista es significativa para la historia de la matemática. En la primera parte del trabajo expondré la investigación sobre fuentes, y en la segunda discutiré sus implicancias matemáticas.

La astronomía precopernicana

En la extensa bibliografía de investigación sobre la llamada 'revolución copernicana', los estudios relativos a los científicos precopernicanos cobran cada vez mayor interés. Incluso las tesis de Kuhn han aportado lo suyo en este sentido¹ aunque hoy estén muy revisadas y matizadas. Es evidente que la crisis de la astronomía antigua está clara —históricamente hablando— en el siglo XV. Crisis que fue precedida por

1 En Kuhn, su obra más conocida y polémica [1971], ha sostenido que si bien el objetivo de la ciencia normal no es provocar nuevos tipos de fenómenos (o 'descubrimos') evidentemente los 'enigmas' plantean problemas que el paradigma no siempre puede resolver. Pero durante todo el tiempo de reinado de un paradigma determinado no se ve la imposibilidad de resolución. Por tanto, es necesario comprender esta previa ineficacia. Kuhn ha observado que en la filosofía de la ciencia institucional (como en la historia psicológica individual) la novedad surge de forma automática, y si bien la percepción de anomalías es importante, su aceptación como tales es ardua. Como prueba de esta constatación aduce precisamente el caso de la astronomía ptolemaica (p. 113). El reconocimiento, por parte de los astrónomos del siglo XVI, de que el paradigma ptolemaico era ineficiente, fue el requisito para su rechazo (p. 116).

la de la cinemática tradicional, cumplida en el siglo anterior.² En estos dos siglos claves conviven pues, las teorías antiguas que están entrando en crisis con los trabajos *ad hoc* que intentan 'salvarlas', en un tiempo todavía carente de hipótesis globales alternativas. Puesto que la base teórica fundamental resta inocada, la labor de los científicos del período parece reducida, en astronomía sobre todo, a una cuidadosa compulsión y mejora observacional, seguida de una revisión amplia de la expresión matemática. Y precisamente el fracaso de estos intentos produce en algunos espíritus el convencimiento de la insuficiencia de la base teórica. Por tanto podríamos decir, sin exagerar, que las obras tardías de aplicación de teorías astronómicas han sido el antecedente inmediato de la aparición de una alternativa.

Para reconstruir acabadamente este proceso es necesario un estudio pormenorizado de esa producción, muy abundante y casi inédita. Pero tal estudio debe estar guiado por un criterio claro de utilización histórico-crítica. El aporte de cada estudio individual de manuscritos debe integrarse en un mapa, por así decir, de la problemática astronómica del período crítico. Un análisis de la producción conservada, producida entre mediados del siglo XIII y finales del XV nos permitirá confeccionar un 'mapa' de las cuestiones pre-renacentistas a partir de la recepción del corpus greco-árabe. Como aporte a esta tarea presento a continuación un esbozo general de la temática astronómica relativa a eclipses y tablas de correlación.

Situación histórica

Es sabido que la fusión de los conocimientos latinos astronómicos altomedievales con la ciencia greco-árabe se inició en el siglo XII con los maestros de Chartres (Cf. Brunel 1976, 90 ss.) Ya en este siglo quedan configuradas las dos grandes direcciones de la astronomía bajomedieval: la teórica (que incluye la polémica entre aristotélicos y ptolemaicos) referida a la estructura del universo, y la observacional, dedicada fundamentalmente al cómputo.³ Los cálculos de eclipses solares y lunares, así como la confección de tablas de correlación, necesarias para utilizar comparativamente las árabes, dio origen a un

2. (Cf. Murdoch y Sylla 1978, 206, 264). Esta cuestión es contemporánea al reencuentro del dilema entre esferas concéntricas (aristotélico-epicólicas) y excéntricas (teoría ptolemaica) estudiado especialmente por Grant [1978].

3. Sobre la desigual proporción e importancia teórica y práctica de ambas direcciones para este tema, véase Lértora 1989, 371 ss.

movimiento de producción de copias con correcciones, comentarios, añadidos y diversas rectificaciones. Similares por su contenido y estructura, estas copias acusan variantes que no son solamente redaccionales. El estudio secuencial de estas variantes conduciría a la situación crítica mencionada.

Este mapeo tomará forma arborescente, porque el material básico (recolectado hasta comienzos del siglo XIII) es relativamente modesto. Son obras fundamentales el *Almagesto* ptolemaico, los *Elementos* de Euclides, el *De aspectibus* de Al-Kindi, el *Liber Astronomiae* de Al-peiragio y el *Plunisphaerium* del mismo Ptolomeo, todos éstos con algunas notas de los árabes o de sus traductores latinos (Cf. Crombie 1974, 48 ss.) El acervo de las obras de cómputo contiene las *Tablas Astronómicas* de Al-Jwarizmi con la acomodación de Maslama (siglo X) para el meridiano de Córdoba y las *Tablas Toledanas* de Azarquiel. Este segundo grupo resulta doblemente útil, porque ayudaba a los cristianos en sus propios cálculos de efemérides, y eso explica la mayor cantidad de copias y de correlaciones (Cf. Haskins 1967, 84).

A partir de este reducido núcleo, ya en el siglo XIII se aprecia el crecimiento arborescente, mucho mayor para el segundo grupo. Veremos someramente las características de la astronomía de los siglos críticos en los principales centros.

La Península Ibérica fue sin duda el centro inicial de la difusión astronómica durante el siglo XII. Por eso toda su astronomía bajo-medieval está impregnada de influencia árabe⁴ sobre todo los *Libros del saber de Astronomía* y las *Tablas Alfonsinas*. El cultivo de la astrología judiciaria fue más fuerte allí que en otras partes de Europa, porque no se mezcló con cuestiones relativas al libre albedrío sino que tomó forma más técnica y calculística. La mayor riqueza productiva corresponde al siglo XIV, con la confección de diversas tablas que copian —mejorándolas o no— las alfonsinas, entre las que destacan el almanaque árabe de Tortosa (1307-1310), la 'Tabla de los cometas en Burgos', las *Tablas de 1320-1321*, adaptando las alfonsinas y las *Tablas* conservadas en los fondos de la Congregación del Oratorio. En esta época también Portugal (Coimbra) es un centro considerable, como lo muestra el *Tratado de Astronomía* de Alfonso Dinis (1334) escrito por encargo del rey de Portugal [Beaujouan 1969, 208]. Este movimiento decae en el siglo XV, al menos hasta el esfuerzo renovador universitario pos-

4. Cf. Beaujouan 1969, 3 ss. En esta época también fue importante, como se verá en el texto, la astrología judiciaria, estudiada especialmente por Szabó 1980, 83-114.

terior a 1460. La astronomía ibérica no recuperará su lugar y no participará de la eclosión crítica y renovadora renacentista. Podría decirse que su último aporte fueron las Tablas de Pedro el Ceremonioso.⁵ Oxford fue sin duda un centro de primera magnitud durante toda la baja Edad Media. Junto con España produjo la primera eclosión de copias concordadas y adaptadas, la tabla de concordancia más antigua se hace para el año de 1115 (Cf. Haskins ob. cit., 117) a lo que siguen las múltiples traducciones de Adelardo de Bath. Como en España, la astrología al servicio real, sobre todo en su forma de astrología operativa, requería el estudio de fenómenos de amplitud mayor (conjunciones, eclipses y aparición de cometas). Como ha mostrado Péláud para toda Europa bajomedieval, las inquietudes astrológicas produjeron estudios compulsióticos relevantes para nuestro tema.⁶ En cuanto al instrumental formalístico, es evidente que los astrónomos ingleses del siglo XIV están vinculados, en mayor o menor medida, a la problemática de los mertonianos y aquí, como en París, la cinemática dará la primera alerta teórica a los astrónomos.

En París y Montpellier las cuestiones teóricas astronómicas en esta época derivan de dos núcleos problemáticos, el astrológico y el cinemático. La repetida condenación de la astrología en esta época tenía que ver con la doctrina de la determinación astral, que negaría el libre albedrío, de ser aplicada al hombre (era, por supuesto, la única astrología que interesaba por igual al vulgo y a los reyes). La controversia habida en Montpellier entre 1426 y 1428 sobre la aplicación de la astrología en medicina, renovó la discusión sobre cuestiones teóricas. Filósofos importantes como Guillermo de Auxerre o Juan Gerson sostuvieron que un perfecto conocimiento de los movimientos celestes (cosa que se reconoce muy difícil de lograr) puede dar conocimientos ciertos sobre el futuro. Pero esa afirmación implica una regularidad discutible en teoría. En efecto, la posición astrológica supone la teoría ptolemaica de los dos movimientos de la octava esfera: el diurno y otro lentísimo en sentido contrario, que recorre un grado cada 100 años (precesión de los equinoccios). Naturalmente este movimiento inverso

5. Editadas por [Mills 1962]. El hecho de que también en este caso hayan sido escritores judíos los principales responsables de la confección (cf. *ibid.* p. 12 ss) muestra hasta qué punto dependía la ciencia ibérica cristiana de la comunidad científica judío-árabe. En el siglo XIV esa cooperación era estrecha, a fines del XV, con la reconquista y la expulsión de 1492, se cortó definitivamente.

6. Péláud [1984, 11-12] señala que en esta época la astrología es una disciplina, como la gramática o la teología, pero no constituye una profesión en el sentido moderno del término, sino que es un apoyo. Los astrólogos "puros" (profesionales) son raras pues constituirían una especie de abuso.

contradecía la física aristotélica. Pero esto no era lo principal, sino lo siguiente: esa precesión de un grado por siglo determina que al cabo de 36000 años se completará el círculo de 360 grados (el llamado 'Gran Año' por los astrólogos) y parece que a su término los astros estarán en la misma posición que al principio. ¿Implica esto algo semejante para el mundo humano? Agustín negaba la posibilidad de retornos cíclicos, porque ello contradeciría la promesa de Dios. Pero este es un argumento teológico, aceptado por ejemplo por Duns Scotto, pero no necesariamente por los astrólogos, como Pedro de Abano [Paschetto 1984, 407-415].

La discusión de este tema ensambla con la cinemática parisina. Tanto Ibn Ezra (judío) como Oresme (cristiano) argumentan que las pretensiones de la astrología se desvanecerían si se demostrara que dos astros no están nunca en igual posición conjunta en relación a la última esfera [Pléaud 1984, 213-214]. En este siglo XIV Oresme desarrolla en París su teoría de la inconmensurabilidad de los movimientos de los cuerpos celestes, basándose en el principio de que si dos móviles se mueven con igual velocidad, recorriendo espacios entre sí inconmensurables (como el lado y la diagonal de un cuadrado) podrían moverse eternamente sin llegar nunca a una posición igual a la del inicio. En este momento la cinemática francesa está ocupándose de los movimientos acelerados y en elucidar el concepto de ímpetu, entendido por Buridan como incremento que produce, cumulativamente, la aceleración. Por su parte, Oresme propone su cinemática demostrando que un móvil uniformemente acelerado recorre la misma distancia que otro que se mueve en el mismo tiempo y el mismo intervalo con velocidad uniforme igual al instante medio de la aceleración [Grant 1977, 57 ss]. Con estos elementos teóricos llega a la corrección del esquema de excéntricas y epiciclos: la moción del centro del epiciclo recorrida por un planeta se ve como uniforme no con respecto al centro del deferente, sino al ecuante [Grant 1977, 73 ss].

Es indudable que estas dificultades para establecer la regularidad y repetición de los movimientos de los cuerpos celestes no sólo causaron la quiebra de la pretensión científica de la astrología, sino también de todo el sistema ptolemaico, aunque ello llevara más tiempo y fuera, en definitiva, científica e ideológicamente más conflictivo.

La producción calculística

Dentro de este marco someramente descrito, la producción calculística en detalle nos proporciona información sobre las sucesivas correcciones

observacionales y computísticas que iban siendo necesarias, y así indirectamente nos dan la línea de profundización de la crisis. Nuestro análisis, aunque no es exhaustivo, se basa en una significativa documentación epocal. Se tienen en cuenta 76 obras, en su mayoría aun inéditas, producidas entre mediados del siglo XIII y fines del XV en diversos centros, y son todos cánones mecánicos⁷ y tablas.

La secuencia histórica que puede fijarse es la siguiente. Las primeras versiones, correspondientes a los documentos más antiguos (fines del siglo XII y comienzos del XIII) son muy dependientes de los originales árabes, y probablemente sean sólo traducciones con pequeños toques. Es el caso del *De revolutione annorum* de Aljurnazar (Ap. 17), el *Itinerarium* de Giraldo de Cambria (Ap. 5), las Tablas de Toledo (citadas por Björnbo, 1912), el *De utraque eclipsi* de Profatius (Ap. 14) que presenta la correlación de los años árabes en sus tablas, las varias copias de la *Epistola* de Messalalá (Ap. 62), una copia de mediados del XIII del *De eclipsibus* de Azarquiel (Ap. 16), etcétera.

La asunción local latina está documentada, para el siglo XIII, por varios cánones, entre los que sobresale el de Grosseteste (Ap. 191 y 38) y referencias suyas (Ap. 43) que constituyen los documentos más tempranos de este período de adaptación oxoniense. La existencia de copias posteriores testimonia que algunos de estos cánones gozaron de más prestigio que otros. Quizá se debiera a su mayor corrección, o a otros motivos que por el momento no es posible dilucidar, dada la carencia de estudios pormenorizados de comparación. En este caso se cuentan los *Canones Lucide utraque eclipsi solis et lune* con copias en el siglo XIV (Ap. 11) y los *Canones eclipsium solis et lune* de 1276 que tienen copias del siglo XV (Ap. 13). Parece haber sido de bastante importancia el canon *De eclipsi solis et lune* citado por Björnbo (Ap. 19) y el *Calendarium eclipsium lunarium 1282-1300* (Ap. 7).

En el siglo XIV, además de las referencias y copias (algunas atribuciones tal vez espóreas) a figuras descolantes del XIII, como Grosseteste (Ap. 4, por ej.) tenemos cánones y tablas más diversificadas y pormenorizadas. Aunque algunas se refieren a ambos eclipses (Ap. 14, 32-37), aparecen ya los cálculos específicos, sobre todo para la luna (Ap. 3, 484, 53) y también para el sol (Ap. 56).

7 Las tablas astronómicas solían acompañarse de cánones que explicaban su uso. Estos cánones eran de dos tipos: uno más científico que contenía la teoría astronómica y una recensión más breve, donde se explicaban solamente los cálculos. En esta época predominan los cánones del segundo tipo, ya que la teoría era conocida y no era decisiva en lo esencial.

Aun hay en el siglo XIV tablas de correlación con los años, meses y días árabes (Ap. 73), pero los cánones latinos son adaptaciones con autor preciso, como los *Canones tabularum de eclipsibus* de Bianchini, aunque reconozcan como base el *Almagesto* (Ap. 44); la importancia de estos cánones se testimonia en las numerosas copias, pero lamentablemente no ha sido estudiado en profundidad y la edición de *Scripta Mathematica* (1950) es parcial. Los cánones más testimoniados, además del mencionado, son el *De eclipsibus* de Hugo de Castello, el de Pedro de St. Omer y sobre todo los *Canones super tabulas eclipsium* de Juan de Sajonia, con copias en el siglo XV y mencionado en los Catálogos repetidamente (Ap. 40 y 41).

Esta dirección se acentúa en el siglo XV, que cuenta con testigos más numerosos. Quedan algunos restos de tablas de correlatividad en diversos cánones (por ejemplo Ap. 72) que son sin duda copias poco retocadas. Entre los cánones de ambos eclipses, existen varias copias anónimas (por ejemplo Ap. 1, 2, 8, 12, 25, 36, 39, 50, 52, 76) de atribución dudosa. Entre las obras de autoría reconocida, debemos mencionar *Practica eclipsium* de Juan de Gmunden, y el Canon y las Tablas de Tomas de Wyndele (Ap. 69 y 23 respectivamente). De fines del siglo, ca. 1485, es el *De modo calculandi eclipsis* de Luis Kaerleon. El avance instrumental, iniciado en el siglo XIII^a queda documentado en los *Canones pro eclipsibus solis et lune per instrumentum*, de Juan Schindel, mencionado por Saxl (1927) aunque con un solo testigo establecido (Ap. 34). Cánones para los eclipses lunares tratados separadamente hay también varios. Algunos, como el mencionado por Björmbö (1912) tratan específicamente las fases, según su coloración (Ap. 21) o bien incluyen el tema como punto inicial del Canon (Ap. 20). Parece tratarse en estos casos de un mismo canon básico con algunas diferencias pero con sus partes conadas o ensambladas de diverso modo (así, quizá los ms. de Ap. 64, 66, 68). En algunos casos se explicita el intento de proporcionar un exacto diseño geométrico (estructura geométrica) del fenómeno, más que calcular sus tiempos. Es el caso del canon *De geometrica expositione figure eclipsis lune* (Ap. 31). No es que anteriormente el modelo geométrico no fuese tenido en cuenta, pero por lo general no se dibujaba en detalle ni se explicaba en el texto del canon de acuerdo a las reglas propias de la Geometría. Para fines del siglo XV los testigos contienen los cánones y las tablas

8. A partir del 1200 las observaciones se mejoran por el perfeccionamiento de cuadrantes y astrolabios. A mediados del siglo XIII Ibn Tibbon inventó un nuevo instrumento, llamado "nuevo cuadrante" (Cf. Pedersen 1978, 322).

debidas al mismo autor, por ejemplo los *Canonnes eclipsium mag. Danconis* seguidas de su práctica respectiva, del año 1487 (Ap. 75).

Hay también varios testigos de cánones para eclipses solares. Del citado Luis de Kaerleon tenemos una *Demonstratio geometrica eclipsis solis*, mencionada en el catálogo Kibre (1952) con un solo testigo (Ap. 27). Cómputos específicos del eclipse solar aparecen en varios manuscritos (Ap. 34, 35, 42, 70). En estos casos se analiza la posibilidad de eclipse y se calculan los tiempos en meses y años. Todos estos son copias tardías, y es difícil saber cuánto han corregido los cálculos más antiguos contenidos en los tratados utroque. En todo caso, queda claro que en estos cánones se deja de lado, definitivamente, cualquier presunción o intento de elaborar una teoría común para ambos fenómenos, como no sea el supuesto necesario de la interposición. La mecánica celeste se fragmenta en busca de resultados más precisos, tarea que resultará más ardua de lo esperado.

A fines del siglo XV el estereotipo de los cánones y las tablas ya no daba más de sí y no se podía esperar mucho de mediciones ulteriores más exactas, incluyendo el nuevo instrumental. La expectativa habida entre fines del XIV y comienzos del XV, que registra la mayor cantidad de testigos conservados, se había agotado. En este rubro ya no habrá sino repeticiones.⁹ En ese tiempo final, la invención reciente de la imprenta favoreció más a los tratados teóricos, que llevaban el peso de la celebridad de sus autores, que a los cómputos restringidos permanentemente revisados. La difusión impresa y académica de las grandes teorías antiguas pesó más, al fin, en su mantenimiento y defensa frente al nuevo paradigma, que el cúmulo de estos cómputos laboriosamente efectuados durante tres siglos basándose en ellas y suponiéndolas verdaderas y confirmadas.

La cuestión matemática

Aunque el estatuto científico independiente de la matemática tiene una larga y complicada historia en la que no vamos a entrar,¹⁰ está claro

9. Los datos aquí consignados constan en la obra más actualizada al respecto: *A Catalogue of incipits of medieval scientific writings in latin*, confeccionado por Lynn Thorndike y Pearl Kibre, incluyendo la información contenida en catálogos anteriores (The Medieval Academy of America, Cambridge, Mass. 1963).

10. La historia de la matemática constituye un caso especial en la historia de las ciencias, porque debe hacerse cargo a la vez de la historia de sus investigaciones, de sus debates y de la constitución, reconocimiento y aceptación de sus objetos, véase [Loewen, 1991]: "Los objetos y las teorías en que se encuadran se encuentran en permanente transformación tanto en lo que se refiere al campo semántico del objeto como a las interrelaciones entre las distintas teorías. Y si la matemática en cuanto al método tanto continuativo como regulativo tiene en la Geometría griega su origen, realmente tanto

que desde nuestro punto de vista actual la aplicación de la teoría de las revoluciones científicas en su ámbito se muestra al menos como problemática.¹¹ Sin embargo, el hecho de que durante largos siglos, todos los medievales, el cultivo de esta disciplina estuviese ligado estrechamente a las ciencias físicas hace que la historia de ellas sea relevante para la matemática al menos en dos aspectos:

1. La matemática fue la disciplina instrumental esencial para la astronomía desde sus orígenes. En el siglo XIII aparecen las teorías de la subordinación de las ciencias, en el contexto de la unificación estratificada del saber, y la astronomía es considerada una ciencia mixta o intermedia entre la matemática y la física.¹² Otro tanto ocurrió con la óptica.¹³ En ambos casos la ciencia que aparece como subalterna

los objetos como las teorías de que se ocupa han ido apareciendo en los tres últimos siglos".

11. Esto es relativo con el hecho de que los investigadores y profesores de la disciplina tienen diversas ideas acerca de las matemáticas e incluso de cómo debe ser transmitida y enseñada. La diversidad de criterios sobre sus posibles fundamentos sin duda ha permeado una ductilidad mayor a la hora del reconocimiento de valores de compatibilidad o coexistencia.
12. Esta idea fue tempranamente desarrollada por Roberto Grosseteste, quien entre 1210-1235 comenzó la *Física* y los *Philosophiae Analyticae* proponiendo una metodología específica para el tratamiento de los fenómenos naturales. Crombie [1979 I, 2 ss.] ha señalado que un paso fundamental en la construcción de la metodología de las ciencias físicas es la transformación del método geométrico en método descriptivo natural, proceso cumplido entre Grosseteste y Ockham. Para estos primeros oxonienses, el 'orden de la ciencia' es una unidad de composición, quedando por dilucidar qué tipo de relaciones guardan sus partes (por ejemplo J. F. Thiele describe así la jerarquía científica según Grosseteste). Lo que Roberto señala y en lo que insistirán sus continuadores, especialmente Roger Bacon, es la relación entre el *ordo sermone* y el *ordo essendi*, destacando que aquél depende de éste y por eso la matemática, aunque instrumental, resulta epistemológicamente superior (véase Palma 1976, 443 ss.). También Roger Bacon intenta aproximar e integrar el procedimiento de los 'naturalistas' o físicos (como Aristóteles o Averroes) con el proceder de los matemáticos (Proclamo, Alhazeni). Carlos R. de Nascerimento ha señalado que usando este punto de vista, la edición bilingüe de las partes 2 y 5 del *De multiplicatione Specierum* baconiano se adecua bastante a los tratados científicos modernos ("A metodologia do *De multiplicatione Specierum* de Rogério Bacon", p.13 ss.). La elaboración y aplicación de una metodología efectiva basada en el principio de la subordinación de las ciencias fue una tarea casi exclusivamente reservada a la orientación iniciada en Oxford. La gran figura científica continental del siglo XIII, Alberto Magno, aunque comparable en muchos aspectos con Bacon, como ha mostrado Riniella [1944 65 ss.] en este punto guarda silencio. En cuanto a Sacro Trópic, su teoría de los grados de abstracción constituye una fundamentación epistemológica de la subordinación de las ciencias, pero sin salir de la visión global (de interés metafísico) en que la había situado Boecio (véase, por ejemplo, Maure 1986).
13. La óptica fue considerada una ciencia 'intermedia' entre matemática y física desde los importantes tratados árabes de *Perspectiva*. La obra de Alhazeni conocida entre los latinos a principios del siglo XIII determinó influencias importantes en la concepción óptica de Grosseteste, Bacon y Peckham. Fue precisamente Bacon quien elaboró explícitamente, siguiendo algunas ideas de Grosseteste, una teoría de las operaciones naturales basada en la óptica (cf. De Nascerimento 1981, 24-29).

en la práctica funciona como instrumento de la otra, determinando relaciones epistemológicas que nos interesan especialmente en este caso.

2. Profesionalmente hablando, las tareas de cómputo fueron quizá la actividad cuantitativamente más importante de los 'matemáticos' entre los siglos XIII y XV. Recordemos que precisamente quienes hacían tareas matemáticas eran llamados indistintamente matemáticos, astrónomos o astrólogos y a ellos se les reconocía dominio en ese campo especial del saber.¹⁴ Estos matemáticos prácticos, orientados a los cálculos astronómicos, no han sido científicamente creativos, hasta donde sabemos. Pero es válido preguntar qué relación puede establecerse entre invención y aplicación matemática, o en otros términos, qué aportó la calculística a la historia matemática.

La matemática como instrumento

Desde los tiempos griegos de la constitución del primer enfoque epistemológico, la lógica fue considerada instrumento (*organon*) de las ciencias; tal como la sistematizó Aristóteles constituyó un conjunto cerrado y relativamente estable de axiomas, leyes y reglas de aplicación necesarias en todos los casos de demostración científica. La matemática fue instrumento de la astronomía en un sentido un poco diferente, pero

14 En cambio, los partidarios de la matematización concreta del proceder investigativo (término que cabría a los "epistemólogos" o "filósofos de las matemáticas" (como los llamaríamos hoy) que sin conocer el método de la disciplina se permiten determinar su estatuto científico. Las famosas invectivas de Bacon tienen como destinatarios precisos a Alberto y Tomás. Este último, con su teoría de los 'grados de abstracción', propuso una interpretación del conocimiento matemático como 'abstracción formal' que sirvió los discursos metodológicos y epistemológicos de esta disciplina durante varios siglos. La originalidad de este enfoque ha sido repetidamente señalada (por ejemplo por Wimscoe 1955, 488-510; Simons 1959, 37-67; Burzell 1966, 13-34; Garonella 1974, 251-288) y aun hoy quienes sostienen su posible vigencia actual (Laso 1952). Sin embargo, desde el punto de vista del avance de la ciencia matemática, hay que decir que estas elaboraciones gnoseológicas medievales fueron por lo menos oscuras. Es cierto, como lo indica Laso [1952, 114 ss.] que los matemáticos aristotélicos, Alberto o Tomás, siguiendo un hábito lingüístico rastreable en el Estagirita, usaron fórmulas matemáticas para resolver cuestiones físicas, pero hay que observar dos cosas: 1. Más que usar instrumental matemático, expresaron fórmulas físicas en forma relacional pero cualitativa y no cuantitativa. Por ejemplo *Se regular se habet tunc ad tempus, sicut tempus ad motum, ut et tunc ad mobile*, a pesar del esfuerzo del citado autor, de ningún modo puede considerarse 'matematización de la física' en el sentido de los oxonienses o los mercurianos, y ni siquiera un uso instrumental de la matemática al estilo de los calculistas celestes; 2. Lo hacen sólo cuando hay base textual aristotélica, lo cual conviene a esos pretendidos intentos matematizantes en un simple ejercicio lingüístico o redaccional diferente.

cuando en el siglo XIII se la propone como elemento integrante de las teorías físicas¹⁵ su papel pasa a asemejarse al de la lógica.

La observación de que no hubo propiamente 'revoluciones matemáticas' que suplantaran teorías, sino nuevas creaciones o ampliación de su campo, valdría en el mismo sentido para la lógica. Quizá se pueda hablar tanto de ampliación como de 'cambios de estilo'.¹⁶ Pero en cualquiera de los dos casos no se trata ciertamente de un proceso similar a la suplantación del modelo ptolemaico por el heliocéntrico, se acepte o no la hipótesis de Kuhn. Es decir, aun cuando se pueda discutir si hubo o no algo entitativamente configurado como 'revolución científica' (y si lo hay, es cierto que este caso es tipológicamente el más aproximado), hay que admitir una radical modificación en los patrones de trabajo científico entre una y otra explicación del 'sistema del mundo'. No ocurre nada parecido en matemática ni en lógica. Ello permite sospechar que las ciencias formales tengan caracteres epistémicos específicos que restringirían la aplicación de las tesis kuhnianas (u otras análogas) sólo a las ciencias descriptivas.

Pero desde el punto de vista histórico la cuestión debe plantearse de modo diverso, porque lógica y matemática no tenían el mismo estatuto epistemológico para los medievales. La matemática tenía ciertamente un uso instrumental, pero era ella misma ciencia de lo real, es decir, la consideraban descriptiva, sólo que con una descriptividad diferente, diámatos restringida o 'abstracta' (en el sentido de 'separada' de las demás condiciones de existencia real). Podemos pensar que la asunción de la matemática como instrumento en cuanto a sus posibilidades calculísticas fue una opción independiente de la discusión

15 La propuesta de 'matematizar los resultados' de la investigación empírica es uno de los elementos novedosos del Lincolniense, como lo ha señalado repetidamente Crombie (por ejemplo [1931, 164-175] y [1961, 98-120]), en lo que fue seguido por Bacon (cf. Lindberg 1982, 3-25). Pero para no caer en anacronismos, debemos señalar que Grosseteste se refiere sólo a la cuantificación de los resultados, es decir, a una determinación cuantitativa exacta del fenómeno observado, planteando la mejora metodológica en ese aspecto más bien como una cuestión de 'medida'. Sin embargo, no puede negarse que es un paso importante, que de hecho permitió una superación de la visión puramente cualitativa de otros comentaristas aristotélicos.

16. Admito la ambigüedad de este concepto, pero considero que es intuitivamente válido, en el sentido usado por los historiadores de la matemática por analogía con la literatura. Una caracterización a la vez concisa y convincente es [Chevalley 1985, 1]:

El estilo matemático, al igual que el estilo literario, no deja pasar una época sin sufrir fluctuaciones importantes. Sin duda cada autor posee su estilo propio, pero puede reconocerse en cada época una tendencia general bien definida. Ese estilo sufre, de una época a otra, bajo la influencia de las personalidades matemáticas, revolucionarias que transforman la escritura y el pensamiento para los periodos siguientes.

sobre su propia vía de investigación. Sin embargo, el hecho de esa instrumentalización, así como el trabajo científico concreto, podrían haber influido en la conceptualización de su estatuto epistemológico. Considero que esta influencia es rastreable en los dos puntos siguientes:

A. Podría establecerse una hipótesis que relacionará la instrumentalidad y la permanencia epistémica, o sea, la inmunidad a las 'revoluciones'. Aceptemos o no la definición kuhniana, los historiadores de la ciencia detectan en el material histórico cambios radicales de teorías descriptivo-explicativas. Ello significa que en algún momento crítico los científicos decidieron revisar la 'verdad' de la teoría descriptivista con que operaban. Esta decisión de 'revisar' los presupuestos se operó siempre sobre las teorías materiales (de contenido) y nunca sobre las instrumentales o formales. En otros términos, cuando los cálculos astronómicos no cerraban, se pensó en un error de la teoría astronómica, se optó por cambiar la teoría descriptiva y no los principios del cálculo matemático. Lo mismo pasaba con la lógica. Hoy esta consideración es trivial, pero vale preguntar por qué fue así en el medioevo, y por qué la matemática —que no era una ciencia instrumental *per se* como la lógica— se benefició de esa inmunidad. Pero al mismo tiempo podría sospecharse (como una hipótesis por confirmar con mayores datos empíricos históricos) que esa instrumentalidad que ayudó a su permanencia, también restó creatividad y movimiento a la disciplina.

B. En otra dirección, también puede pensarse que la elección de una disciplina como instrumento de otra le confiere un rol epistémico conformador de marcos teóricos. Este carácter, que la matemática comenzó a tener en relación a la física, a partir del siglo XIII (y mucho más claramente en los siguientes) no fue un resultado del desarrollo —que hoy llamaríamos 'interno'— de su material disciplinar. En otros términos, para decirlo con Lakatos, este rol no fue propuesta ni conclusión de un programa de investigación propiamente matemático. Pero por otra parte, también resulta importante señalar que los ámbitos de los saberes no estaban entonces tan definidos como ahora, y la dificultad de qué es matemático y qué no lo es en un plexo sistemático no deja de ser una reconstrucción histórica nuestra, solidaria con nuestro punto de vista sobre la naturaleza del conocimiento matemático y de las entidades matemáticas y por tanto con índices bastante elevados de arbitrariedad como intento 'descriptivo' de la mentalidad de los siglos medievales. En síntesis, estimo que esta problemática que plantea y ponga a discusión, muestra que el carácter histórico de la constitución

y desarrollo de las ciencias matemáticas no puede ser dejado de lado ni siquiera para historiar un momento puntual y aun secundario de la disciplina, como el que presento.

Calculística y matemática

Ya dije que a mi juicio —y como hipótesis plausible sujeta a mejor confirmación— la instrumentalización que en los siglos tardomedievales se produjo en favor de la astronomía determinó una visión puramente calculística de la matemática, obstaculizando una mayor creatividad teórica. Me parece que podríamos profundizar esta hipótesis en dos direcciones

A. La separación entre la práctica calculística y los fundamentos teóricos dejó en otras manos la elaboración de teorías relevantes sobre el conocimiento matemático y el estatus epistémico de esta disciplina. Las teorías de la subordinación de las ciencias, elaboradas por filósofos como Tomás de Aquino o por físicos (como Grosseteste o Roger Bacon) propusieron ciertos que probablemente disuadieron del tratamiento matemático de algunos temas significativos, como el infinito.

B. Si echamos una mirada más abarcativa, saliendo del medievo, parecería que el desbloqueo de la creatividad producido dos siglos más tarde (con Descartes y continuadores) exigía un cambio de mentalidad más que de 'paradigma' en sentido kuhniano. Pero también apreciamos que en este cambio la separación disciplinar vuelve a desdibujarse y se forman otras redes y nuevas sinapsis. La historia de la matemática se presenta así como el proceso de movilidad de redes o entramados de saberes científicos matemáticos, cuyos componentes son tanto teorías descriptivas de la realidad como reglas de producción de nuevos saberes o modos diversos de operar con los habidos. No sólo no se trata de una secuencia estrictamente cronológica, sino que tampoco es unidireccional. Lo que hoy esbozamos como reconstrucción lineal de la matemática no es sino una de las líneas de fuerza o resolución de ese entramado a la vez reconstruido por las historias de otras disciplinas. Por esta vía se produce un ensanchamiento normal y enriquecedor de la historia de las ciencias matemáticas.

Apéndice.
Catálogo de manuscritos citados

1. *Ad inveniendum eclipsis sic procedendum est ... Canon exemplaris.* Basel F. II, 15, a 1437, ff. 73v-93v: CLM 2667, F. 86 (Cat. Inc. 49)
2. *Ad inveniendum tempus coniunctionis solis et lune per kalendarium procedens.* CLM 275, 613, f. 29r. Tablas f. 31 r (Cat. Inc. 50)
3. *Ad investigandum eclipsis lune primo oportet scire. Canon de eclipsi lune.* CU 1572 (Gg VI. 3) siglo XIV. ff. 107v-111v (Cat. Inc. 51)
4. *Ad sciendum mutationem lune per dominum Robertum Groshead nota.* CU (Dd 12, 44) siglo XIV (breve nota de 10 líneas) (Cat. Inc. 61)
5. *Anno igitur ab incarnatione domini 1188 ... Giraldus Cambrensis, Itinerarium Cambriae.* RD VI, XVII (Cat. Inc. 104)
6. *Anno incarnationis domini nonagesimo sexagesimo quinto ... Guilelmus Cabillonensis. De fulmine quo percussum est S. Petri Cabillonensis monasterium.* PL 134, 1017-20 (Cat. Inc. 104)
7. *Anno 630 et 10 mensibus A.D. 1282 13 a die Ianuarii. Calendarium eclipsium lunarium 1282-1300.* BM s/ 3281, siglo XIII-XIV, ff. 15, 23.
8. *Circa calculationem eclipsis ista sunt primitus recognoscenda.* B Ms. 1697 siglo XV, ff. 31r-32r (Cat. Inc. 204)
9. *Cum annos arabum et mensis et per consequens ... De eclipsis solis et lune.* FN es I II, 10, fin s XIII, ff. 209r-214r, Björnsbo 1912, 199 (Cat. Inc. 283)
10. *Cum eclipsim lune et eius quantitatem Petrus de St Omer. De Eclipsis.* FN II, iii, 24, siglo XIV, ff. 206 4b-208 4b, Isis 909, 1959, 373, n. 32; anon. Delisle, III, 89 s
11. *Cum in aliquo mense anni an posset fieri eclipsis ... Canones Lucule utraque eclipsi solis et lune.* BM h 13, s. XXI, ff. 23va-27va;

BM r. 12. C. IX. pr. s. XIV ff. 172v-(179). Pisa Conv. S. Cath. 169, s. XIV, ff. 126r-136v (Cat. Inc. 304)

12. *Cum in quolibet mense cuiuslibet anni an possit fieri eclipsus.* CLM 234, s. XV, ff. 79va-82ra (Cat. Inc. 307)

13. *Cum in quolibet mense cuiuslibet anni conjunctionem vel ...* CU: III. 3, s. XIII, ff. 137-140, "Canones eclipsium solis et lune" terminados y fechados 8 dic, 1276. EQ. 379, s. XIII, ff. 111v-114v, frag. (Zi 12030): VI 5371, s. XV, f. 13v, "Canones cum capitulo de coloribus lunae in eclipsibus" (Zi 12491-92) (Cat. Inc. 307)

14. *Cum sit luna recto modo sub sole ... Figure eclipsis solis et lune.* CU 1109 (O II. s) s. XIV, p. 391 a-b (Cat. Inc. 343)

15. *Cum sol fuerit in arietis. Opus in conjunctione solis et lune.* Wo 3076 (16.5 Aug. 4tp) ff. 165v-167v (Cat. Inc. 343)

16. *Cum solis et lune conjunctionis horam ...* Arzachel, *De eclipsibus.* BM c App. VI, XIIIc, ff. 70ra-77vb. Millás Vallicrosa, 1943-1950 no indexa este Ms. (Cat. Inc. 343)

17. *Cum tempus revolutiones breve ...* Athumasar, *Sententia de revolutione annorum,* Ea Q. 365, s. XII, ff. 18v-27v (T. IU, 650) (Cat. Inc. 347)

18. *Cum volueris operari per tabulam revolutionum annorum ...* Ea Q. 379, f. 102v (Cat. Inc. 355)

19. *Cum volueris scire colores eclipsis asptice latitudinem ...* [es el de Grosseeste] *Canones de lunae eclipsi,* CU 1935, Kk li s. XIII, f. 139r. (Cat. Inc. 355)

20. *Cum volueris scire colores varios ipsius eclipsis ...* *Canones de lunae eclipsi.* BL cm 499, s. XV, ff. 1187v-(188) (Cat. Inc. 355)

21. *Cum volueris scire colorem eclipsis ...* FL S Marco 163, c 1400, ff. 184-19v; Bjórmbó, 1912, 103 (Cat. inc. 355)

22. *Cum volueris scire quo de die vel qua hora et hore minuto ...* *Expositio tabule astron.* CUg 456 (394) III, p. 137 (A+k) (Cat. Inc. 357)

23. *Cum volueris scire quot gradus ...* CU 1719 (f. I, 27) a. 1424. f. 160v, "Canon super tabulam precedentem calculatam a fratre Thoma de Wyndele"; tablas en 149r-160v, 161r-170iv (Cat. Inc. 357)

24. *Cum volueris scire varios colores eclipsis aspice longitudinem lune ...* BN 7295 A, f. 181va. Sc. "Cum volueris scire colores ..." (Cat. Inc. 357)

25. *De significatione eclipsium.* Jena EI P. 70, s. XV, ff. 27-31 (Zi 12493) (Cat. Inc. 390)

26. *Deliquium solis contigisse fertur ab incarnatione domini DCCC.VIII,* VAr 309, f. 7r (Cat. Inc. 399)

27. *Demonstratio geometrica eclipsis solis ...* Luis de Kaerleon, CU, 1017 (Ec. III. 61) s. XV, f. 15r-v; Kitzé, 1952, 105, nem 6 (Cat. Inc. 400)

28. *Dicit commentatur in Almagesti libro 3 in principio ... De eclipsibus* BN 7378, ff. 37r-37r. Un texto con pequeñas diferencias y el mismo incipit sigue en ff. 38r-39v (Cat. Inc. 417)

29. *Diversitatis solis sumitur in directo De oppositione solis et lune invenienda.* VAO 1825, f. 156 va (Cat. Inc. 441)

30. *Diversitatis aspectus ad eclipsis solis si cupis invenire.* Mi M. 28 sup. g. 12v (Cat. Inc. 441)

31. *Eclipsim aliter lune si tibi placuit geometria figura huiusmodi ... De geometrica expositione figure eclipsis lune.* VI 5371, s. XV, f. 194a-va (Cat. Inc. 482)

32. *Eclipsis luminarium in angulis ascendentium ...* BNra 693, c. 1300, f. 154 (Cat. Inc. 482)

33. *Eclipsis lune quantitatem.* Cracow 575, s. XV, ff. 411-13, 417-34 (Zi 12496) (Cat. Inc. 482)

34. *Eclipsis possibilitatem in sole.* Prag. 1832, s. XV, ff. 139v-144v (Zi 12497) (Cat. Inc. 482)

35. *Eclipsim solarem supputare*, VAp 446, s. XV, ff. 84v-85r (Cat. Inc. 482)

36. *Eclipsis solis aut lune omni eo anno futura est ... De eclipsibus lunarium*. CLM 4194, s. XV, f. 34r (Cat. Inc. 482)

37. *Eclipsis solis est quotiens luna ...* V Ar 72, s. XII-XIII, f. 99v, BMe 848, s. XIII, ff. 11v (Cat. Inc. 482)

38. *Eclipsis solis non erit nisi in paucis conuentionibus ... Opus eclipsis solis*, CU 1935 (Kk II) s. XIII, ff. 138r-139v [de Grosseteste] (Cat. Inc. 482)

39. *Eclipsis solis vel eclipsium lune volens figurare*. CLM 10661, s. XV, f. 170r-v (Cat. Inc. 482)

40. *Eclipsis (eclipsim) solis quantitatis et durationem per tabulas inuenire ...* (Juan de Sajonia). *Canones super tabulas eclisum* CLM 18912, ff. 18r-22v, 19550, ff. 236r-239v (Schulz), anon. Ea. Q. s. XIV, ff. 111v-112r; CLM 8950, s. XV, f. 370v; CLM 26666, s. XV, f. 207ra-, BMh 531, f. 394; VAp 1412, s. XV, ff. 25r-29v; VAp s. XV, ff. 255ra-259vb; Prag 1832, ff. 30r-33v (Schulz); *Iris* 43 (1952) 101, n. 12 (Cat. Inc. 483)

41. *Eclipsis solis quantitatem per tabulam*. Juan de Sajonia, Prag 2293 a. 1387, f. 129-132 (Zi 2165) (Cat. Inc. 483)

42. *Elicitus ad annum et mensem. Eclipsim solare supputare*. VAp 446, s. XV, ff. 84v-85r (Cat. Inc. 496)

43. *Incipit Spera tractatus magistri Roberti Lincolnensis episcopus*, CU Ff 6, 13, ff. 11r-43r. Semejante a ed. Baur, con diagramas no editados. Recomiienza en f. 26v y repite el primer diagrama. En f. 34v "Sequitur ut dicamus de causa eclipsis solis et lune" y algunas referencias hasta 37r, siguiendo en f. 39.

44. *In libro Florum Almagesti per (me) Joannem Blanchinum ...* Bianchini. *Canones tabularum de eclipsibus*, BN 7270, ff. 167ra-181ra; 7271, ff. 169ra-180ra; 10267 ff. 89-114v (Pouille); VA 2228, ff. 1-16r; Bol. 1601, ff. 17v-30r, BLcm 517, ff. 99va-111ra, ed. sel. de *Scripta Math.* 16, 1950: 175-176, v. *ibid.* p. 7, n. 14, y 19, 1953, p. 14, n.

58 (Cat. Inc. 689 y 1121: "Primum sciendum est quod sol de se non eclipsatur ...")

45. *In regionibus quibus accedit diversitas ... De eclipsibus*. BN 7281, s. XV, ff.43r-43r (Cat. Inc. 716)

46. *Inventa coniunctione luminarium ... Doctrina ad inveniendum eclipsim solis et lune*, VAp 1414, ff. 140v-141r, Delisle III, 89b (Cat. Inc. 775)

47. *Inventio dierum in annis Christi collectis*. Tablas de Toledo Björnbo, 1912, 116, 123 (Cat. Inc. 775)

48. *Ista tabula docet de eclipse lune quo . Tabula eclipsium* CUI 1109 (O. II 3) s. XV, f. 42v (Aik) (Cat. Inc. 782)

49. *Luna nihil habet in se luciditatis sed corporum rotundum est ... De eclipsi solis et lune*. CLM 43394, f 46r (Cat. Inc. 836)

50. *Nota de his que accidunt ex parte eclipsis ...* VI 5166, s. XV, f. 142r (Cat. Inc. 928)

51. *Nota quod quando vis coniunctionem vel presentationem ... Canones de cognitione eclipsis solis et lune*. VEfa 344 (Val XI, 104) 218 vb-223va (Cat. Inc. 939)

52. *Notandum pro inquerenda eclipse ...* Cracow 549, s. XV, ff. 61-65 (Zi 12499) (Cat. Inc. 949)

53. *Notandum quod unum est opus ... De calculatione eclipsium*, Bld s. XIV, ff. 78v-(82v), CUG 141 (191), s. XIV, ff. 257-2263, CU Gc. VI. 3, s. XIV, ff 260va-365vb (Cat. Inc. 953)

54. *Partes instrumenti circulosque et lineas ... Johannes Schindel Canones pro eclipsibus solis et lune per instrumentum*. VI 5415, s. XV, ff. 133r-141r, Spdl, 1927, 151 (Cat. Inc. 1027)

55. *Post hanc predictorum observationem qualibet futura ... De eclipsibus*. BN 73292, ff. 60r-63r, Carmody 20, 1091 (Cat. Inc. 1063)

56. *Prius enim ponitur aureus numerus deserviens illis annis ... Nota tabula eclipsium solis et lune.* CLM 8950, s. XV, f. 27v (Cat. Inc. 1102)

57. *Primo equa diametrum solis et lune ... Opus figure describendo eclipsis solaris.* CU Gg VI, c, s. XIV, ff. va-365v (Cat. Inc. 1102)

58. *Primo queritur quid sit eclipsis. Eclipsis solis est cum inter nos.* CU I R. XV, 18, V. 88. XIV-XV, pp. 191-24 (Cat. Inc. 1110)

59. *Protrahit lunam rectam ... De figuracione eclipsis.* BN 7404, f. 24r-v (Pouille)

60. *Qui planetas voluerit equare seu eclipsis.* BLM 644, ff. 216vb-218vb (Cat. Inc. 1210)

61. *Quia multi ad sciendum practicam eclipsium solis et lune ... Johannes de Gmunden. Practica eclipsium.* Seiensletter Cod. LXII.Q. s. XV (Cat. Inc. 1224)

62. *Quia prima causa fecit terram perpetuam ... Messahala. De rebus et eclipsibus lune et solis.* Argentré I. II (1725), 327a, Carmody 32. Quizá es otra traducción de la Epístola (Cat. Inc. 1228)

- *In nomine domini salutem incipit ... Epistola Messahalach in eclipsibus lune.* CU 1705 (li. I. 13), s. XIV, ff. 128r-129r. V. "Quia dominum Altissimum" (Cat. Inc. 696)

- *Incipit epistola Messahalach in rebus (rationibus) eclipsis lune ... (Quia dominum Altissimum).* CUcl 15, c 1280, f 48v (Alk); Ea F. 395, n. 1373, ff. 126v-127, trad. Juan Hispano, Mi A 183 inf. s. XIV, ff. 68va-71va; CU 17105 (li. I. 13) s. XIV, ff. 128r-129r (Cat. Inc. 729)

- *Signa ignea lune. Ariex, Leo et Sagittarius, Mesalea (Messahala?). Epistola de rebus eclipsis solis et lune,* VA 2487 s. XIV, ff. 226va-227rb (Cat. Inc. 1502)

63. *Quicumque voluerit quantitatem et durationem ... Luis Kaeleon. De modo calculandi eclipsis.* BMr 12, G.I.c, 1485, ff. 7v (8v); Kibre, 1952, 103

64. *Sciendum eset quod quando eclipsis lune est in signo frigido ... Lunae eclipsis.* BMSl 635, s. XV, ff. 95-96r (Cat. Inc. 1395)

65. *Sciendum quod luna non patitur eclipsim nisi* . BMB 2506, s. X, ff. 70vb-71ra (Cat. Inc. 1398)

66. *Sequitur significatio eclipsis universalis lune ...* CUE 70, s. XV, ff. 1v-3v (Cat. Inc. 1437)

67. *Si in quacunque preventione volueris scire si erit eclipsis ...* Ea Q. 355, s. XIII, f. 130v (Cat. Inc. 1451)

68. *Si vis invenire eclipsim lune que sit in medio anno domini ...* BLas 361, s. XV, ff. 126-127 (Cat. Inc. 1471)

69. *Tempus eclipsis lune invenire. Quere primum tempus verissime oppositionis.* Canon de Tablas para Erfurt. Mlk 51, ff. 184-188 (Cat. Inc. 1560)

70. *Tempus eclipsis solis et eius quantilatem.* Prag 1832, s. XV, ff. 30r-33v (Zi 12513) (Cat. Inc. 1560)

71. *Tractatum nostrum de eclipsis tribus capitulis distincti ...* Hugo de Castello. *De eclipsibus* FNCs J.V 4, s. XIV, ff. 40r-42r, Rjömbo (1912) 126; AFP, 25. 1955: 4171-19 (Cat. Inc. 1578)

72. *Ut annos arabum et mensis presequentes etatem ... De eclipsibus* Mon 323, s. XIII-XIV, f. 157r. V] 6371, s. XV, ff. 10r-13r (Zi 12516) (Cat. Inc. 1613)

73. *Ut annos mensis et dies arabum ... De mediis et veris conjunctionibus et eclipsibus ...* Ea Q 369, s. XIV, ff. 191-203 (Cat. Inc. 1613)

74. *Ut autem annos Arabum per hanc sequentem tabulam ... Prefatus Judaeus. De utraque eclipsi.* BLd 114, s. XIII-XIV, ff. 17r-37r. T. III, 694-95 (Cat. Inc. 1614)

75. *Sequitur eclipsis lune practica secundum canones precedentes* . CLM 51, a. 1487, ff. 26vb-29va. Para este Canon v. "Ut ea que de mediis ... Canones eclipsium mag. Danconis". CLM 51, a. 1487, ff. 18va-26vb (Cat. Inc. 1435 y 1617)

76. *Verum tempus et locus et quantitas tam solaris quam lunaris .. De eclipsibus solis et lunae*. VI 5258, s. XV, ff. 100-108r (Cat. Inc. 1691)

Referencias

- ALVAREZ Lora, José. 1992. *La filosofía de la Matemática en Santo Tomás*. México: Jus.
- BEAUNOUAN, Guy. 1969. *L'astronomie dans la Péninsule Ibérique à la fin du Moyen Age*. Coimbra: Agrupamento de Estudos de Cartografia Antiga.
- BJÖRNBO, A. A. 1912. "Die Mathematischen 5. Marchendachrichten in Florenz" *Bibliotheca Mathematica* (3 ediciones) 12: 97-132.
- BRUNET, Pierre. 1976. *La science nell' antichità e nel medioevo*, en v.o. *Storia della Scienza e/o di Nuova Dimensia*, Roma-Bari, Laterza, T. I.
- HIRRELL, David. 1966. "Classification, mathematics and metaphysics: A Commentary on St. Thomas Aquinas's Exposition of Boethius's *On the Trinity*". *The Modern Schoolman* 44: 11-34.
- CARMODY, F. J. 1956. *Arabic, Astronomical and Astrological Sciences in Latin Translations*.
- CHEVALÉRY, Claude. 1985. "Variaciones del estilo matemático". *Mathesis* 3: 1-19.
- CROWTHER, A. C. 1961. "Grosseteste's Position in the History of Science". *Robert Grosseteste Scholar and Bishop*. Oxford, Clarendon Press. P. 98-120.
- _____. 1971. "Grosseteste and Scientific Method". *The Month* 191: 164-173.
- _____. 1974. *Historia de la ciencia: de San Agustín a Galileo*, *La Ciencia en la Edad Media, ss V al XIII*. Vol. 1. Madrid: Alianza.
- _____. 1971. *Roberto Grosseteste and the origins of experimental science, 1100-1700*. Oxford: Clarendon Press.
- DELSLE, Leopold. 1866. (1881). *Le cabinet des MSS*, 3 v. Paris.
- GRANT, Edward. 1978. "Cosmology", en: David C. Lindberg (editor). *Science in the Middle Ages*. Chicago: Univ. of Chicago Press. Pp. 265-302.
- HASKINS, Charles H. 1967. *Studies in the History of Medieval Science*. New York: F. Ungar Pub.
- KIRBY, Pearl. 1952. "Lexis of Caerleon". *Isis*. 1952: 100-108.
- KUHN, Thomas. 1971. *La estructura de las revoluciones científicas*. México: FCE.
- LÉRTORA, Mendoza Celina. 1989. "El *Art inventivum* eclipsium solis et lunae copiado por Roberto Grosseteste". *Mathesis* 5: 371-394.
- LINDBERG, D. C. 1982. "On the applicability of Mathematics to Nature: Roger Bacon and his predecessors". *Brit. J. Histo. Scienc.* 15: 3-23.
- LORENZO, Javier de. 1991. "Historia de la matemática". *Mathesis* 7: 133-157.
- MAURER, Armand (Ed.) 1986. *S. Thomas Aquinas. The division and Methodos of the Sciences. Questions V and VI of his Commentary on the Trinitate of Boethius*. Translated with Introduction and Notes. Leiden: Brill, 4th ed.
- MILLAS Vallicrosa. 1943-1950. *J Estudios sobre Averroes*. Madrid-Granada.
- _____. 1962. *Las Tablas Astronómicas del Rey don Pedro el Ceremonioso*. Ed. crítica de los textos hebreo, catalán y latino, con estudio y notas. Madrid-Barcelona: CSIC.
- MURDOCH, John E. y EDITOR D. Sylla. 1978. "The science of motion", en: David C. Lindberg, (editor). *Science in the Middle Ages*. Univ. of Chicago Press. P. 206-264.
- NASCIMENTO, Carlos Artur Ribeiro de. 1986. "A metodologia de *De multiplicatione Specierum* de Rogerio Bacon". *An. ANPCNP (Campinas)* 1 (1): 13-18.
- _____. 1981. "Une théorie des opérations naturelles fondée sur l'optique: le *De multiplicacione specierum* de Roger Bacon". *Manuscrito*. 5(1): 33-53.
- PALMA, Robert J. 1976. "Grosseteste's ordering of sciences", *New Scholasticism* 50 (4): 447-463.

- PASCHETTO, Eugenio. 1984. "Dina Scito e Pietro D'Astasi dal problema astrologico del Grande Anno". *Himmus et Mysteria* (Acta V Cong. Scientiarum Internat. Salernitanas 1981), Roma, C. Bérubé Ed. P. 407-413.
- PEIDERSEN, Olof. 1978. "Astroonomy", en: Lundberg 1978, 303-337.
- PIÉAUD, Maxime. 1984. *Les astrologues à la fin du Moyen Age*. Paris: Jean-Claude Lattes.
- RINIVELLA, F. 1944. "Il metodo scientifico in Alberto Magno e R. Bacon". *Angelicum* 21 (1944) 65-83.
- ROIG Girónella, Juan. 1974. "Fenomenología de las formas y filosofía de las matemáticas a través del Comentario de Tomás de Aquino a la Metafísica". *Pensamiento* 30: 251-288.
- SAXE, Fritz. 1927. *Verzeichniss astrologischer und mythenlogischer handschriftlicher Quellen des lateinischen Mittelalters*, II, *Die Handschriften der Nationalbibliothek in Wien*.
- SCHULZ, Ernst. *Collection of Incipits (Ms. in possession of Dr. Barbara Bischoff, Munich)*.
- SIMONS, Edward. 1959. "The thomistic doctrine of the degrees of formal abstraction". *The Thomist* 22: 37-67.
- THORNDIKE, Lynn-Pearl Kibre. 1963. *A Catalogue of incipits of medieval scientific writings in Latin*. Cambridge, Massachusetts: The Medieval Academy of America.
- TUDELA, Juan Felipe. 1982. "La jerarquía de las ciencias según Roberto Grosseteste". *Boletín del Instituto Riva Agüero* 12: 375-390.
- WINANCE, E. 1955. "Note sur l'abstraction mathématique selon S. Thomas". *Revue Philosophique de Louvain* 53: 488-510.

Celina A. Lértora Mendoza, es doctora en filosofía por la Universidad Católica de Argentina (Buenos Aires) y Complutense (Madrid). Ha ejercido la docencia universitaria en las Universidades Católica de Argentina, Nacional de Buenos Aires y Nacional de Mar del Plata. Es autora de libros y artículos sobre filosofía medieval, colonial y argentina. Ha trabajado en diversas instituciones de investigación: Universidad Complutense, Nacional de Córdoba, Centre Alexandre Koyre del CNRS (Paris)

