

Notas sobre el saber astronómico y geográfico en la época del descubrimiento de América

I. El saber astronómico. — II. El saber geográfico

I

1. La decadencia del paganismo y la progresiva cristianización del imperio greco-romano, acarrió el florecimiento de la patrística y la declinación de la filosofía que brillaba en las escuelas de Alejandría, Atenas y Constantinopla. El imperio de oriente prolongó su existencia en lucha constante con la civilización asiática, y el de occidente sucumbió ante el empuje de los bárbaros.

Los musulmanes recogieron la cultura griega y la nueva civilización occidental aprovechó las enseñanzas de la antigüedad, en gran parte, por influjo de los árabes. Así surgió la escolástica, entre los latinos, adquiriendo un extraordinario auge la filosofía del estagirita. Obscureciere la doctrina neo-platónica en que se habían inspirado los padres de la iglesia, a la vez que los árabes sometían al más severo examen los principios del Peripato. Los hebreos, que servían de vínculo a dos civilizaciones, se debatían entre sus dogmas y los principios filosóficos, acrecentando de tal modo la riqueza espiritual y científica de los nuevos tiempos.

El rápido cuadro que aquí damos de las vicisitudes de las culturas puede consultarse en WULF, *Storia della filosofia medioevale*, Firenze, 1913, y NEUMARK, *Geschichte der jüdischen Philosophie des Mittelalters, nach Problemen dargestellt*, Berlin, 1907-1910.

2. Las teorías cosmológicas estaban estrechamente unidas a la filosofía. La astronomía era considerada como parte de los sistemas generales, así fuesen las hipótesis geocéntricas—sea que explicaran las apariencias con las esferas homocéntricas y el movimiento circular uniforme (Eudoxio, Calippo, Aristóteles), o por las excéntricas y los epiciclos (Hipparco, Ptolomeo)—o las hipótesis heliocéntricas de Heraclio de Pontide, Aristarco de Samos y Seleuco.

La astronomía ptolomaica era conocida entre los latinos, mas no en sus grandes trabajos sino en sus escritos menores, y fué a fines del siglo XII (a. 1175) que Gerardo de Cremona tradujo la *Gran Sintaxis*, obra que los árabes denominaron, y luego fué universalmente designada, el *Almagesto*. Desde entonces la influencia del gran astrónomo griego fué cada vez mayor en el mundo latino y, a pesar de ser rudamente combatido por los averroistas, gozó de un predicamento único en las enseñanzas de las universidades medioevales. La opinión científica se mantuvo dividida, sin embargo, entre la cosmología de Ptolomeo (cuyas raíces eran pitagórico-platónicas), y la de Al-Bitrogí (fundado en las doctrinas aristotélicas), aun cuando la primera se introdujo en los usos de la vida diaria por el empleo y determinación de las tablas siderales, en tanto que la segunda no se utilizó para llegar a las soluciones que la necesidad y la superstición exigían por igual de los astrónomos.

Consúltense las obras ricas en erudición y doctrina: DUEM, *La théorie physique. Son objet, sa structure*, 2ª edición, París, 1914. — IBÍDEM, *Essai sur la notion de théorie physique de Platon à Galilée*, París, 1908. — IBÍDEM, *Le système du monde. Histoire des doctrines cosmologiques de Platon à Copernic*, París, 1913-1917.

* La enseñanza medieval se analiza en WULF, *loc. cit.*, tomo II, páginas 20-35; tomo I, páginas 176-201.

3. La razón matemática y geométrica de la máquina del universo, de acuerdo con las teorías cosmológicas, se explicó con la figura de la esfera, dilucidándose mediante las propiedades de dicho

sólido todos los problemas de la cosmografía. La fábrica del mundo se componía de la región elemental (tierra, agua, aire, fuego), y la región celestial (quinta esencia), resplandeciente y libre de toda variación; y por sobre la esfera material se imaginaba, con igual disposición geométrica, a la esfera superceleste.

El autor más en boga durante la edad media por su exposición sobre la esfera fué el inglés Juan, natural de Holywood (hoy Halifax), conocido como *Joannis de Sacrobosco* o *Sacro-busto* (¿ 1244 o 1256?), autor elemental que escribió un manual de aritmética: *Algorismus*; otro de astronomía: *Sphericum opusculum*, y, además, el *Computus ecclesiasticus*; *De astrolabio* y *Breviarum juris*. Las ediciones del texto latino de Sacrobosco (la primera fué de 1472) alcanzaron a ser, según Houzeau y Lancaster (*Bibl. gen. de l'astronomie*, Bruxelles, 1887, t. I, páginas 506-510, n.º 1639-1662), ciento cuarenta y cuatro, sin contar las traducciones en francés, alemán, italiano, español, inglés y hebreo. Cf. DUCHEM, *Le système du monde*, etc., tomo III, páginas 238-240. La difusión de Sacrobosco durante los siglos XIII, XIV y XV, antes de la invención de la imprenta, fué tan copiosa como después que las prensas lo divulgaron profusamente. Antonio de León Pinelo (*Epítome de la biblioteca*, etc., ed. facsímil, 1918), dedica el título primero de la *Biblioteca náutica* a los *Inventores y escritores de la esfera*, señalando algunas ediciones de las de Sacrobosco y dando una lista de sus comentadores.

Sphaera Joannis de Sacrobosco emendata, etc., Antwerpiae, 1566. — *Sphaera Joannis de Sacrobosco emendata*, etc., Parisiis, 1577. — ROEMMORA, *Sphaera del universo*, Madrid, 1599, donde, en las páginas 230-271, traduce al castellano el tratado de Sacrobosco. — Pedro de Ailly, obispo de Cambrai desde 1396, y más tarde cardenal, es autor de unas *Questiones in sphaerum mundi Joannis de Sacrobosco*. P. TSCHACKERT, *Peter von Ailly*, Gotha 1877.

4. La construcción de una esfera armilar, tal como se imaginaba a la máquina del mundo, pero sirviendo para determinar las longitudes y latitudes celestes, la ascensión recta y la declinación de los astros, se dice que fué obra de Hiparco, inventor con esto del astrolabio esférico. La proyección de la esfera sobre un plano, por Ptolomeo, según algunos, o por Hiparco, según otros, introdujo en la ciencia el uso del astrolabio planisférico, que fué conocido por los árabes y luego utilizado por los latinos.

El astrolabio o «joya matemática» podía emplearse en la astronomía, en la geodesia, en la astrología y en la náutica. En los *Libros del saber de astronomía* (ed. Rico y Sinobas) un largo título es dedicado a la explicación de su construcción y empleo y D'Albertis (*Raccolta*, etc., IV, I, pág. 162-170), da un sumario de las propiedades y características de los astrolabios, ya sean esféricos, planisféricos, septentrionales y católicos. La introducción del astrolabio en la navegación, según algunos, fué obra de los árabes (SÉDILLOT, *Traité sur les instruments*, París, 1835; *Mémoire sur les instruments*, etc., pág. 195, París, 1841 [cit. Ravenstein], da noticia de la descripción que de él hace Abulwefa, astrónomo del siglo IX); otros creen que de Raimundo Lullio (1295) (NAVARRETE, *Disertación histórica sobre la parte que tuvieron los españoles en las guerras de ultramar*, etc., pág. 100, Madrid, 1816; opinión que acepta HUMBOLDT *Examen critique*, etc., 2ª ed. t. I, 277; IBÍDEM, *Cosmos*, 4ª ed., París, 1866-1867, t. II, pág. 312-358); otros que de Andaló di Negro (DESIMONI, *Bulletino di bibliografia e di storia delle scienze matematiche e fisiche*, Roma, 1874; cit. D'Albertis, *loc. cit.*, pág. 164); y otros que de Ragiomontano, por mano de Behaim (1483), (RAVENSTEIN, *Martin Behaim*, etc., London, 1908, niega la participación de Behaim; BENSAUDE, *L'astronomie nautique*, etc., Berna, 1912, sigue a Ravenstein). Discutiremos más adelante este punto, pues por ahora nos basta saber que antes del año 999, Gerbert (que fué Silvestre II) escribió un tratado sobre la materia, *Liber de astrolabio o Liber de utilitatibus astrolabii*, y que después de éste se redactaron muchos otros, siendo el más conocido el de Hermann Contractus, *De compositione astrolabii*, etc. (Duhem, *loc. cit.*, t. IV).

GEMMAE FRISII, *C. mathematici de Astrolabo catholico Liber*, cuala péndice a las ediciones de la obra por él anotada, *Cosmographia sive descriptio universi Orbis*, PETRI APIANI et GEMMAE FRISII *mathematicorum*, etc. (1529, etc.)

D'Albertis (*L'arte náutica dei tempi di Colombo*, *Racc.*, IV, vol. I, pag. 162-170), explica detalladamente la fabricación y empleo del astrolabio, esférico, planisférico, septentrional y católico, así como la introducción en la náutica del astrolabio simplificado, que algunos creen fué obra de Behaim, lo que otros niegan. (Cf. BENSAUDE, *L'astronomie nautique*, etc., Berna, 1912, pág. 77-81; pág. 30-40).

Ya en el siglo XIII, Raimundo Lullio explicaba la fábrica y uso del astrolabio náutico (?). (Bibliografía moderna: BAGUETTE, *Die bedeutung des astrolabium*, etc., Bonn., 1909; SCHIO, *Di due astrolabii in caratteri eufici*, etc., Venecia, 1880; SARRUS, *Description d'un astrolabe construit a Maroc en l'an 1208*, Straburgo, 1852; MORLEY, *Description of a planispheric astrolabe constructed by Sha Sultan Husain Safain*, London, 1856; WOEPKE, *Über ein in der Kgl. Bibl.*

zu Dresden *befundliches arabisches astrolabius*, Berlín, 1858; DORN, *Drei in der Kais. öffent. Bibl. zu St. Petersburgo befindliche astronomische Instrument mit arabischen Inschriften*, St. Petersburg, 1863; KRZIZ, *Beschreibung, wissenschaftliche Zergliederung und Zebrauchsweise des persische-arabischen Astrolabium* (A. M. P. XIV, Günther); VALLÉE, *Notice des documents exposés à la section des cartes*, etc. Paris, 1912; BREUSING, *Die nautischen instrumente*, etc., Bremen, 1890; SÉDILLOT, *Mémoire sur les instruments astronomiques des arabes*, Paris, 1841; ANTHIAUME-SOTTAS, *L'astrolabe quadrant du Musée des antiquités de Rouen*, Paris, 1910; NAU, *Le traité de l'astrolabe plan de Severe Sabokt écrit au VII^{ème} siècle d'après les sources grecques*, Paris, 1899; GELCICH, *Die instrumente und Wissens. Hülfsmittel der Nautik*, Hamburgo, 1892; FLEURIAIS, *Historique des instruments d'astronomie nautique*, Paris, 1893; S. A. IONIDES, *Description of an astrolabe (construit en 1587 par Georg Hartmann de Nuremberg)*, *Geographical Journal*, t. XXIV, pág. 411-417 [avec une bibliographie]; JULES SOTTAS, *Description d'un astrolabe européen, daté de l'année 1543 et portant le zodiaque lunaire*. (*Bulletin de la Société astronomique de France*, pág. 175-185, mars. Paris, 1907.).

5. Lewi ben Gerson (*Leo Judaeus, Leo Hebreus, Leo de Bannolis*), natural de Provence (n. 1288?, ó 1344), rabino que se dedicó a la filosofía, escribió un tratado: *Milchamot Adonai* (texto hebreo, 1^a ed., Riviera di Trento, 1560; 2^a ed., Leipzig, 1866), cuyo quinto libro se consagra a la astronomía (este tratado ha sido omitido en las dos ediciones hebreas), traducido luego al latín por Pedro de Alejandria (1342) y dedicado al Papa Clemente VI (*De instrumento secretorum revelatore*). En él describía Lewi ben Gerson un instrumento astronómico denominado *ballestilla* (arballète, arballestrille, bâton de Jacob, cross-staff, virga visoria, radius astronomicus, etc.), cuyas características fué el primero en utilizar.

Duhem (*op. cit.*, t. IV, pág. 38-41; t. V, pág. 201-229), pone en duda la originalidad del invento (t. V, pág. 203), aunque reconoce la importancia del personaje; STEINSCHNEIDER, *Mathematik bei den Juden*, § 43, Frankfort, 1890; МУСК, *Mélanges de philosophie juive et arabe*, Paris; JOEL, *Lewi ben Gerson (Gersonides), als Religions philosoph. Ein Beitrag zur Geschichte der Philosophie und der Philosophischen Exegese des Mittelalters*, Breslau, 1862 (*Beiträge zur Geschichte der philosophie*, Breslau, 1876); CURTZE, *Urkunden zur Geschichte der*

Trigonometrie in christlichen Mittelalter (Bibl. Math., 3ª serie, t. I, pág. 372-380, 1890); RENAN, *Les écrivains juifs français du XIV^e siècle* (*Histoire littéraire de la France*, t. XXXI, pág. 643, 1893); CARLBACH, *Lewi ben Gerson als Mathematiker. Ein Beitrag zur geschichte der Mathematik beiden Juden*, Berlin, 1910; NEUMARK, *Geschichte der jüdischen philosophie*, etc., Berlín, 1907-1910.

Se atribuyó la ballestilla a Regiomontano pero J. Petz demostró que éste conocía el trabajo de Lewi ben Gerson (*Mitteil. des ver. f. Gesch. Nürnberg*, t. VII, pág. 123, cit. Ravenstein). Ravenstein (*loc. cit.*, pág. 16-17), describe el aparato y recuerda la transformación del mismo por Davis (*The seaman's secret*, London, 1607), como «JACKSTAFF» (Hackluyt Society ed., *The voyages and works of J. Davis*, London, 1880). Bensaude (*loc. cit.*), sigue a Ravenstein. WINSOR, *Narrative and critical*, etc. volumen II, página 98.

II

1. La ubicación del *oikumenos*, la proporción de la zona habitable con relación a las aguas, la posibilidad de la navegación de un extremo a otro del océano, y la existencia de otras tierras habitables, fueron cuestiones que durante la antigüedad y la edad media debatieron geógrafos y filósofos, con mayor o menor acopio de datos, estableciendo una tradición que si se obscureció por un instante, había de hallar, empero, su esclarecimiento en las edades modernas.

Humboldt (*Examen critique*, etc., section première, *Des causes qui ont préparé et amené la découverte du nouveau monde*) reunió el mayor número de datos concernientes a estas cuestiones; datos que aprovecharon los que después estudiaron los mismos problemas. Kretschmer (*Die entdeckung Amerika's*, etc., Berlín, 1892) sistematiza los problemas, pero la base erudita es un desenvolvimiento de las búsquedas de Humboldt. Vignaud (*La lettre et la carte de Toscanelli*, etc., París, 1901) utiliza a Humboldt sin citarlo, y como él muchos otros.

Citanse como monografías exhaustivas para cierta época: MARINELLI, *La geografia ed i Padri della Chiesa* (Boll. Soc. Geog. Ital., Roma, 1872; existe traducción alemana de 1884). BOFITTO, *Cosmografia primitiva e patristica* (Memorie

della Pontificia Accademia romana dei nuovi lineei, vol. XIX-XX); GÜNTHER, *Die kosmographischen Anschauungen des Mittelalters* (Deut. Rund. für Geog. Statist., t. IV); KRETSCHMER, *Die physische Erdkunde in christlichen Mittelalter*, Wien, Olmütz, 1889.

2. Eudoxio de Cnido (408-353), fué el primero en establecer las bases de las longitudes y latitudes geográficas. Según él, Rodas era el punto donde se cruzaban « el meridiano principal sobre el que se establecían las latitudes estadales y el principal paralelo, o el *diafragma*, sobre el que se contaban las longitudes estadales, o los estadios de distancias longitudinales ».

LELEWEL, *loc. cit.*, prol. VII; SCHIAPARELLI, *Le sfere omocentriche di Eudosso, di Calippo e di Aristotele*, Milán, 1874; TANNERY, *Note sur le système astronomique d'Eudoxe* (*Mémoires de la Société des Sciences physiques et naturelles de Bordeaux*, 2^e série, t. I, 1876); IBÍDEM, *Seconde note sur le système astronomique d'Eudoxe* (*ibidem*, 2^e série, t. V, 1883); IBÍDEM, *Recherches sur l'histoire de l'astronomie ancienne*, App. II: traducción de la vida de Eudoxio, de Diógenes Laercio (*Mém. Soc. Sc. Ph. Nat.*, 4^e série, t. I, Bordeaux, 1893); KÜNSSBERG, *Der Astronom, Mathematiker und Geograph Eudoxus von Cnidus*, Dinkelsbühl, 1888.

3. La determinación de la latitud y de la longitud se fundó en otros métodos que el de las distancias estadales. Eratosthenes de Cirene (275-194) había construido una carta de proyección cilíndrica que fué estudiada por Hiparco (165-125 a. C.). Quiso introducir, éste, reformas en la determinación de las latitudes y longitudes, lo que, en parte, consiguió para las primeras, adoptando una base astronómica que no le dió resultado para las segundas, iniciando, empero, la proyección esteroográfica.

BERGER, *Geschichte der wissenschaftlichen Erdkunde der Griechen*, Leipzig, 1887-1899; DUCHEM, *Le système du monde*, tomo I, pág. 452, París, 1913; BERGER, *Die geographischen Fragmente des Hipparch*, Leipzig, 1869; BERGER, *Die geographischen Fragmente des Eratosthenes*, Leipzig, 1880; LELEWEL, *loc. cit.*, prol. X.

4. Las hipótesis de Possidonio de Apamea (50 a. C.) fueron

completadas por Marino de Tiro (100 d. C.) y las trazas estadales desaparecieron ante la apariencia de las observaciones astronómicas que fijaban con rigor matemático de grados a las coordenadas geográficas. Al adoptar el sistema de Marino de Tiro, Ptolomeo (II sig. d. C.) introdujo la proyección cónica equidistante, en vez de la cilíndrica equidistante, y aun otra en que los paralelos se daban en el plano del meridiano como arcos de círculos, y los meridianos como arcos de elipses. El primer meridiano se fijó al occidente de las islas Afortunadas, desapareciendo así el punto central de Eudoxio, y las cartas sobre estas bases fueron delineadas por Agathodaïmon

MALCHIN, *De auctoribus quibusdam, qui Possidonii libros metereologicos attribueront*, Ristock, 1893; MARTINI, *Quaestiones Possidonianae*, Leipzig, 1895; SCHÜLEIN, *Studien zu Posidonius Rhodius*, Freising, 1886; IBÍDEM, *Untersuchungen über der Possidonius Schrift πειρὸν γεγενεσθαι*, Freising, 1900-1901; LELEWEL, *loc. cit.*, próleg. XIV.

EHRENBURG, *Über die Karteneinteilung der Maritus von Tyrus (Beiträge zur Geophysik, III)*.

5. La *Geographike Syntaxis* de Ptolomeo, fué traducida al latín a comienzos del siglo xv. Jacobo Angelus, siguiendo la huella de Chrysoloras, dedicó la versión (1405-1409) latina al Papa Alejandro V, con el título de *Cosmographia*, y las copias de este códice se difundieron rápidamente por los países de Europa, hasta que más tarde fueron reemplazadas por las de la traducción de Donis (1471). Jacobus Angelus latinizó la nomenclatura griega de los mapas de Ptolomeo, y los dibujó conforme a la proyección indicada en la obra de que formaban parte. La influencia de las teorías de la *Cosmografía* se hizo sentir, de inmediato, en las ciencias contemporáneas. La construcción de los mapas náuticos, a que nos referimos, se subordinó, en parte, a los datos equivocados del geógrafo griego, erigido en suprema autoridad de la materia.

LELEWEL, *loc. cit.*, tomo II, pág. 123-124; NORDENSKIÖLD, *Faensimile atlas etc., passim*. Lelewel indica como un atraso en el desarrollo de la cartografía la influencia de Ptolomeo sobre las cartas marinas, que se manifiesta ya en

1417, en un mapa genovés: *Haec est vera cosmographarum cum marino accordata descriptio: quotidie frivolis narrationibus injectis* (*loc. cit.*, t. II, pág. 83). La introducción de las coordenadas astronómicas, como fundamento de las coordenadas geográficas, comienza a ser una realidad en el siglo xv, y veremos después cómo se exterioriza. Nordenskiöld, a su vez, (*loc. cit.*, pag. 44-52) señala la influencia de los portulanos en los mapas que se agregaron a la geografía de Ptolomeo.

MOTHVEIDE, *Die Mappierungskunst des Ptolomaeus* (*Monat. Korres. zu Beförd. d. Erd- und Himmelskunde, von v. Zach*, t. XI-XII); WILBERG, *Die Konstruktion der Netzes der Kartern von Erathostenes und Ptolomeus*, Essen, 1835; LELEWEL, *loc. cit.*, prol. XVIII.

Para un desarrollo más completo, LELEWEL, *loc. cit.*, tomo II, páginas 71-78.

Bibliografía de Ptolomeo. RAIDELIUS, *Commentatio critico-literari de Claudii Ptolomaei Geographia ejusque codicibus tam manuscriptis quam typis expressis*, Norimbergae, 1737; LELEWEL, *loc. cit.*, tomo II, pág. 207-209; HARRISE, *Bea. Amer. Vetust.*, New York, 1866; *Additions*, París, 1872; WINSOR, *A bibliography*, etc. (Lib. Harvard publications. Bibliographical contributions, n° 18), Cambridge, Mss., 1884.

DIEGO LUIS MOLINARI.

NOTA. — En los años de 1920 y 1921 nos proponíamos reunir los elementos necesarios para estudiar a fondo las cuestiones astronómicas y geográficas vinculadas al descubrimiento de América. Las notas que publicamos indican el estado en que se hallaba la investigación cuando apareció *A arte de navegar dos portugueses*, por el prof. Luciano Pereyra da Silva, cual capítulo segundo del tomo I de la *Historia da colonização portuguesa do Brasil*, Porto 1921. La autoridad del prof. Pereira da Silva, junto a la elegancia y profundidad de sus trabajos [*Astronom dos Lusíadas* (1915); *A esthêla Vênus nos Lusíadas*] quitaron gran parte de su valor a las disquisiciones que deseábamos redactar. Si las publicamos hoy, en su forma más esquemática, débese a la insistencia de la dirección de esta REVISTA, y a la necesidad de tener a mano una guía bibliográfica sumaria para las lecciones de historia de la época de los grandes descubrimientos.