

IV

La esfera medieval y nuestro himno nacional

Podía haber seguido por Cinco de Mayo pero caminó por Filomeno Mata, por el costado del Palacio de Minería para irse por Tacuba al centro, al centro del centro, pues de ir al centro se trataba, aunque el centro se escondiera en las entrañas de la tierra y se multiplicara en un plural inconcebible, consignado ni más ni menos que en el himno nacional: *y retiemble en sus centros la tierra*. Como si la tierra tuviera varios centros, como si el centro no fuera, por definición, un solo punto equidistante de todos los demás puntos que configuran la circunferencia y que otorgan al centro precisamente su condición de centro. No era una figura retórica, como la que pluraliza la esencia de la patria o el destino de la nación para hacerlos más sonoros, más enfáticos: los *destinos* de la nación, las *esencias* de la patria. No. Lo de los *centros* era otra cosa. En su versión original [...] parece que el himno no dice *centros* sino *antros*. González Bocanegra escribió, con caligrafía demasiado laxa, una *a* digamos muy abierta, la cual fue interpretada como si se tratara de dos letras, *ce*, y como tales pasaron a la oficialidad y se hicieron del dominio público: *y retiemble en sus centros la tierra* en vez de *y*

retiemble en sus antros la tierra. No en sus bajos fondos, en sus lugares de mala muerte, como te hubiera gustado, sino en sus entrañas, porque entonces la palabra *antros*, explicas, no tenía el significado de tugurio que tiene ahora, sino sólo el de entraña: caverna, cueva, gruta. Y *retiemble en sus antros la tierra*, que *retiemble en sus cavernas*, en sus grutas, en sus cuevas.

Gonzalo Celorio

Y retiemble en sus centros la tierra

Al explorar la historia de las matemáticas y de la astronomía, uno se encuentra con Juan (o John) de Holywood, mejor recordado por su nombre latinizado de Sacrobosco. Este monje británico influyó de manera fundamental en la divulgación de los conocimientos astronómicos de la época. Se sabe que Sacrobosco "en 1230 era maestro en París. Por la fama que gozaron y la influencia que ejercieron más que por su valor intrínseco cabe recordar su *De sphaera mundi* [...] que sirvió de texto en toda Europa hasta después de Copérnico [...]";⁸³ este libro es un tratado elemental de astronomía esférica "muy popular hasta mediados del siglo XVII y tuvo un gran número de traducciones y ediciones".⁸⁴

No es ocioso recordar que "*De Sphaera*, de Sacrobosco, fue una obra utilizada como manual hasta finales del siglo XVII, y publicada todavía en 1656; sólo del XV conocemos veinticuatro ediciones";⁸⁵ es más, hay noticias de que aún a principios del siglo XIX, *De Sphaera* se utilizaba en la enseñanza universitaria.

Se sabe, por ejemplo, que a mediados del siglo XVI la primera cédula fundacional de la Universidad de México, por decreto de Felipe II, le otorgaba "los privilegios y

⁸³ J. Rey Pastor y José Babini 1985, *Historia de la matemática* (vol. I) Barcelona: Gedisa, pág. 179

⁸⁴ Abetti [1949] 1966, *op. cit.*, pág. 71

⁸⁵ Kappler [1980] 1986, *op. cit.*, pág. 23

franquezas y libertades y exenciones que tiene y goza el Estudio y la Universidad de Salamanca".⁸⁶ En 1595, el papa Clemente II confirmó la fundación, por lo que desde entonces y hasta su clausura en 1833 fue la Real y Pontificia Universidad de México. En ella, como en todas las universidades, junto al conocimiento de Aristóteles, Alberto Magno y Santo Tomás —quienes también sostenían la esfericidad del mundo—, se estudiaba el tratado astronómico de Sacrobosco.

En efecto, además de la traducción al castellano preparada y comentada por Luys de Miranda, publicada en 1629, y de diversas adiciones al trabajo de Sacrobosco, en la Biblioteca Nacional se conserva un ejemplar de *De Sphaera* en edición de principios del siglo XVI.

El texto es muy accesible, pues contiene puntuales explicaciones acerca de la definición euclidiana de esfera, muestra "la máquina del mundo" en donde se aprecia la tierra cercada por las nueve esferas celestes,⁸⁷ y describe su movimiento; explica que la Tierra también es una esfera, y lo demuestra por los eclipses de luna y la salida y puesta de las estrellas; menciona la simetría de los polos y la esfericidad de la superficie del mar.

Las representaciones del universo o "máquinas del mundo" eran comunes en la Edad Media. Además de la de Sacrobosco (Figura 36), se incluye aquí la del *Códice Aratus* (Figura 37) datada en 1006,⁸⁸ atribuida a Saint-Bertin y resguardada en la biblioteca Municipal de Leiden; así como una miniatura del *Códice Latino de Santa Hildegarda*, (Figura 38) conservado en la Biblioteca Estatal de Lucca, Italia. Esta imagen miniada

⁸⁶ Citado en Raúl Carrancá 1969, *La Universidad mexicana*. México: FCE, págs. 10-11

⁸⁷ Ilustración en Pereyra 1930, *op. cit.*

del siglo XII muestra "Las estaciones del año" y los trabajos agrícolas que se realizan en cada una de ellas. Como puede apreciarse, la artista dividió la esfera terrestre en cuatro partes, colocó imágenes de pie en todas partes de la esfera y una mano divina que proporciona movimiento a los cielos.⁸⁹

Es importante señalar que entre los ejemplos incluidos por Sacrobosco para demostrar la redondez de la tierra, se encuentra la prueba utilizada por Tolomeo: un vigía, situado en la gavia de una embarcación, percibe la tierra que no pueden ver los marineros parados en el puente de la misma nave (Figura 39).

En este mismo tratado, Sacrobosco expresa su postura en la discusión acerca de la posibilidad de existencia de antípodas, así como del orden que toman la tierra, el agua, el aire y el fuego en la región de los elementos: "gracias a su pesantez, la tierra toma la figura de una esfera concéntrica al Mundo [al universo], en virtud de su tendencia natural a redondearse, la superficie del agua es una superficie excéntrica al Mundo [al universo]. Por ello una parte de la tierra permanece descubierta".⁹⁰

Entonces, el mundo esférico que habitamos tiene, por lo menos, dos centros (Figura 40): uno, de la masa de tierra y otro, que corresponde a la masa de agua, es esta última esfera la que imposibilita la existencia de tierras antípodas, como puede observarse en el dibujo incluido en el texto del comentarista Cristph Clavius, impreso en Lyon en 1593, intitulado *In Sphaeram Ioannis de Sacrobosco*

⁸⁸ Ilustración en André Malraux y André Parrot (dirs.) 1973, *El universo de las formas: el siglo del año mil*. Madrid: Aguilar, pág. 198, fig. 192

⁸⁹ Ilustración en Milicua (dir.) 1992, *Op.cit.* (IV), pág. 168, fig. 205

⁹⁰ Citado por Pierre Duhem 1958, *Le système du monde: histoire des doctrines cosmologiques de Platon a Copernic* (vol. IX). Paris: Herman et Cie., pág. 126

commentarius,⁹¹ y del que la Biblioteca Nacional guarda una edición de 1607 que perteneció al Colegio de Santa Ana de Carmelitas Descalzos de la Ciudad de México.

El historiador Pierre Duhem señala que *De Sphaera* es un texto escrito en 1244, que servía para iniciar a los novicios en las verdades fundamentales de la cosmografía y de la astronomía. El texto "fue reproducido sin descanso por los copistas, y se difundió profusamente en todas las escuelas; hay abundancia de manuscritos en las bibliotecas; este fue el primer tratado de astronomía reproducido por la naciente imprenta, que multiplicó las ediciones".⁹²

El libro de Sacrobosco se imprimió mecánicamente por primera vez en 1472, pues la gran cantidad de copias manuscritas hizo innecesaria su publicación antes de esa fecha, pero a partir de entonces tuvo aún mayor difusión y se le pudieron adicionar sencillos esquemas didácticos.

En 1537 apareció en Venecia, bajo el título *Sphaera volgare*, la traducción italiana del texto de Sacrobosco con una xilografía que muestra al autor entre sus globos e instrumentos (Figura 41). "En la Edad Media y en el Renacimiento los más grandes tratados de astronomía recurren a comentar *De Sphaera*; uno puede hallar tales comentarios hasta finales del siglo XVI. En pleno siglo XVII, *De Sphaera* de John de Holywood sirvió como manual de astronomía en algunas escuelas de Alemania y de los Países Bajos".⁹³ Y no es ocioso mencionar que, en México, también la Real Universidad de Guadalajara, entre 1792 y 1826, tuvo a *De Sphaera* como base para la enseñanza de la astronomía. Como se ve, son sorprendentes los alcances del tratado de Sacrobosco, pues

⁹¹ Cita e ilustración en Randles [1980] 1990, *Op. cit.*, pág. 79

⁹² Duhem 1954, *ibid.*, vol. III, pág. 239

⁹³ Duhem 1954, *op. cit.*, vol. III, pág. 239

seis siglos después de haberse escrito se utilizaba aún como libro de texto.

Pero, es posible que aún así alguien quisiera poner en duda la influencia de este libro. Por ello, no está de más recordar que: "En una de las condiciones que establecía la universidad para conseguir el título de licenciado en París en 1366, se indicaba la obligación de asistir a una serie de clases magistrales sobre *De sphaera* [...]. En Viena, en 1389, *De sphaera* constituía uno de los requisitos para ser bachiller en artes, como lo era en Oxford en 1409 y en Erfurt, Alemania, en 1422. Al menos dos universidades más, importantes en aquella época, Praga y Bolonia, incluían *De Sphaera* entre las lecturas exigidas en sus programas".⁹⁴

A fines del siglo XIX, la *Bibliografía general de la astronomía*, impresa en Bruselas,⁹⁵ enumera ciento cuarenta ediciones del texto latino *De Sphaera* de Sacrobosco, y presenta una lista de las traducciones al francés, al alemán, al italiano, al español y al inglés y al hebreo.

Por otro lado, debe señalarse aquí (y no en una poco leída nota a pie de página) que la concepción medieval del mundo implicaba –como se mostrará enseguida– el centro de una esfera de tierra, el centro de una esfera de agua y el centro de la unión de ambas, es decir: tres centros del globo. Por lo anterior –y a pesar de los emotivos argumentos que da Juan Manuel Barrientos, personaje de la novela de Gonzalo Celorio, apunta en el sentido de que se trata de un error de transcripción–,⁹⁶ es posible decir que la vigencia de tal concepción del mundo en la primera mitad del siglo XIX,

⁹⁴ Robert Osserman [1995] 1997, *La poesía del universo: una exploración por la matemática del cosmos*. Barcelona: Crítica, pág. 34

⁹⁵ Houzeau et Lancaster (eds.) 1887, *Bibliographie générale de l'Astronomie*, tomo I. Bruxelles, págs. 506-510; citado en Duhem 1954, op. cit., vol. III, pág. 239n

⁹⁶ Gonzalo Celorio 1999, *Y retiemble en sus centros la tierra*. México: Tusquets, págs. 61-62

permite despejar el enigma de la frase "y retiemble en sus centros la tierra" que Francisco González Bocanegra incluyera en el Himno Nacional Mexicano (o de su permanencia en éste sin que nadie lo tomara como un disparate).

Al igual que Sacrobosco, en el puente entre los siglos XII y XIII, Roberto Grosseteste valoró los métodos matemáticos en el estudio de los fenómenos naturales y realizó trabajos de ciencia experimental (astronomía, meteorología, cosmogonía, óptica y física) que eran comunes entre los naturalistas de su tiempo;⁹⁷ además de escribir comentarios a diversos textos de Aristóteles y preparar la traducción del *De Caelo* —en donde se ocupó del estudio de la máquina del mundo o del movimiento de los astros—, este monje franciscano fue el primer estudioso medieval que analizó los problemas de la inducción y de la verificación.⁹⁸

También en el siglo XIII, tanto Tomás de Aquino en su *Summa Theologica* como Roger Bacon en su *Speculum Astronomiae* aseveraban, con base en Aristóteles y sus comentaristas árabes, que la tierra era esférica.

Por ejemplo, Santo Tomás, al preguntarse "si los objetos causan la distinción de los hábitos", señala que: "la diversidad de ciencias exige diversidad de hábitos. Pero una misma verdad puede ser objeto de diversas ciencias, como el naturalista y el astrólogo [astrónomo] demuestran que la tierra es redonda. Luego la distinción de los objetos no engendra la diversidad específica de hábitos [...]. [Por lo cual] el naturalista y el astrólogo [astrónomo] demuestran que la tierra es redonda por medios distintos: el astrólogo usa del medio matemático, como las figuras de las eclipses,

⁹⁷ Forest, *et al.* 1974, *op. cit.*, pág. 263

⁹⁸ John Losee 1976, *Introducción histórica a la filosofía de la ciencia*. Madrid: Alianza Editorial, pág. 39

etc.; el naturalista lo demuestra por medios naturales, como la ley de la gravedad, etc. [...]”.⁹⁹

En este párrafo es particularmente notorio que, en la época en que Tomás de Aquino escribió sus disertaciones, la noción de la Tierra como astro esférico era conocimiento común entre los clérigos.

Y, por su parte, Rogerio (o Roger) Bacon —quien sostenía, ya en el siglo XIII, que sólo los métodos experimentales daban certidumbre a la ciencia¹⁰⁰ lo cual permite entrever que hemos heredado también otras ideas consideradas como verdades demostradas acerca del oscurantismo medieval—, entre muchas otras cosas, se aplicó “a describir minuciosamente las comarcas del mundo conocido entonces, hizo un cálculo de su tamaño y sostuvo la teoría de la esfericidad”.¹⁰¹

Tanto Bacon como Alberto Magno (o el Grande), “el primero en su *Opus Majus* (1264) y el segundo en su *De natura locorum* (ca. 1250), afirmaban que la zona tórrida no era infranqueable y que el hemisferio austral no solamente era habitable sino que estaba habitado”.¹⁰²

Debe destacarse que entre los puntos de discusión escolástica se encontraba el del sitio que ocupaban los elementos —a los que Aristóteles otorgara innegable condición esférica— a partir de la bíblica congregación de las aguas: si la esfera de agua ocupaba un volumen mayor que la del elemento terrestre, ¿cómo es que existe tierra firme?, ¿y dónde estaba el centro del mundo, aquél que coincidía con el centro del universo?

⁹⁹ Tomás de Aquino [1266-1273] 1954, *Summa Teologica*: 1-2 q.54 a.2

¹⁰⁰ Losee 1976, op cit., pág 41-42

¹⁰¹ Dampier 1950, op. cit., pág. 158

¹⁰² Rogerio Bacon [1264] 1900, *Opus Majus*, vol. I, págs. 305-311; Alberto Magno 1891, *De Natura Locorum*, en *Opera Omnia* (vol. 9), París, pág. 543; citado por Randles [1980] 1990: 20)

Un planteamiento representativo de la escuela física parisiense de principios del siglo XIV es el de Jean Buridan. Al comentar los textos aristotélicos *De Caelo et Mundo*, este autor sostenía que "el lugar natural del elemento terrestre es, en parte, la superficie interna del agua y, en parte, la superficie interna del aire".¹⁰³

Jean Buridan —a quien se le recuerda más por la paradoja del asno indeciso—, consideró que la esfera de tierra sobresalía de la masa de agua, permitiendo la existencia de tierra firme; su argumento para explicar este fenómeno es el siguiente: "la tierra, en la parte que no está cubierta por las aguas, está alterada por el aire y el calor del sol, y allí se mezcla una gran cantidad de aire, y es por lo que esta tierra se vuelve menos densa y más ligera, y tiene un gran número de poros llenos de aire o de cuerpos sutiles. Pero la parte de la tierra cubierta por el agua no está alterada por el aire y el sol, y es por lo que permanece más densa y más pesada. Y por eso, si se dividiera la tierra por su centro de magnitud, una parte sería mucho más pesada que la otra. Por el contrario, la parte en que la tierra se encuentra al descubierto sería la más ligera. Así parece que una cosa es el centro de magnitud, y otra, su centro de gravedad, pues éste se encuentra donde hay igual peso de un lado como de otro, y no en medio de su magnitud, como se dijo. Además, porque la tierra, debido a su peso, tiende hacia la mitad del mundo, y es el centro de gravedad de la tierra y no el centro de su magnitud, que es el centro del mundo. Además la tierra se eleva por un lado sobre el agua, y por otro está completamente bajo el agua".¹⁰⁴

¹⁰³ Duhem 1958, *Op. cit.*, vol. IX, pág. 190

¹⁰⁴ Jean Buridan [s. XIV] 1942, *Questions super libris quattuor de Caelo et Mundo*, pág. 159, citado por Randles [1980] 1990, *Op. cit.*, pág. 70-71

En la representación gráfica de las ideas de Buridan, que difunde Gregor Reisch en el siglo XVI (Figura 42), la diferencia de densidades determina que "el centro de gravedad no coincida con su centro de magnitud, pero el centro de gravedad del agregado de la tierra y el agua coincide con el centro del mundo [es decir, del universo]" el cual es también el centro de magnitud de la esfera del agua.¹⁰⁵ Como puede verse, en la física medieval lo que aún no se superaba era la discusión acerca de la existencia de antípodas y, en caso de haberlas, de que estuvieran pobladas.

La misma concepción se encuentra en el grabado que muestra "las esferas del agua y de la tierra, antes y después de la *congregatio aquae*, el tercer día de la Creación" (Figura 43), en las *Adiciones* hechas por Pablo de Burgos, hacia finales del siglo XIV, a las *Postillae Nicolai de Lyra super totam bibliam cum additionibus*, obra que se imprimió en 1481 en Nuremberg.¹⁰⁶

Por su parte hacia 1377, en su tratado *Del espacio* y en el *Libro del cielo y del mundo*, Nicolás Oresme imaginó que si partiendo de un mismo lugar para darle la vuelta al mundo, Platón se dirigía al Poniente mientras que Sócrates iba por el Oriente: "Platón viviría un día menos que quien no se hubiera movido del punto de partida, y Sócrates un día más".¹⁰⁷ Como siempre, la imaginación le llevaba la delantera a la realidad, pues Oresme ya preveía la necesidad de fijar una línea de demarcación en alguna parte, con el fin de establecer correctamente las fechas. De Nicolás Oresme se cuenta con una ilustración del siglo XIII (Figura 44), que lo muestra escribiendo frente a una esfera armillar en la cual

¹⁰⁵ Cita e ilustración en Randles [1980] 1990, op. cit., pág. 67

¹⁰⁶ Cita e ilustración en Randles, *ibid.*, pág. 47

¹⁰⁷ Citado por Jacques Heers [1981] 1992, *Op. cit.*, pág. 114

se puede apreciar la esfera terrestre como centro del universo.

Por otra parte, en el grabado de 1596 debido a Theodoro de Bry —y en cuyo pie Tzvetan Todorov indica que es Cristóbal Colón¹⁰⁸ aunque en realidad se trate de Francisco Pizarro—,¹⁰⁹ es posible constatar cómo el artista concilió la teoría medieval de la diversidad de centros del mundo con el descubrimiento del nuevo continente (Figuras 45 y 46). Y no debe olvidarse que, además del mecanismo de la máquina del mundo, los hombres de ciencia medievales estudiaron, entre muchas otras cosas, las mareas, los movimientos telúricos, la conformación de la tierra, el movimiento de los astros, la precesión de los equinoccios, los eclipses, los cambios climáticos y los fenómenos meteorológicos.

En cuanto al problema de si la esfera de la tierra permanece fija y el cielo gira, o si es la tierra la que gira de Poniente a Levante dando lugar al movimiento aparente de los astros, sólo se señalará aquí que en 1444 Nicolás de Cusa sostenía la validez del sistema de Aristarco de Samos —mismo que defendió Nicolás de Oresme y que, un siglo después, adoptó Nicolás Copérnico—; y que este problema también fue abordado durante la segunda mitad del siglo XVI por Oresme, Buridán y Pedro de Aliaco.¹¹⁰ De este último autor se muestra (Figura 47) su esquema de la esfera del mundo con la indicación de las zonas climáticas.¹¹¹

Todo lo anterior permite afirmar que el gran mérito de Copérnico no fue postular la esfericidad de la tierra, ni que la tierra girara sobre su eje, sino relacionar este último

¹⁰⁸ Ilustración en Todorov [1982] 1987, *Op. cit.* fig. 1

¹⁰⁹ Como se ve, los personajes del grabado de Bry, que ilustra la portada de Randles [1980] 1990, *Op. cit.*, son: Colón, Vespucio, Drake y Pizarro

¹¹⁰ Duhem 1959, *Op. cit.*, vol. X, págs. 313-319

¹¹¹ Ilustración en Destombes 1964, *Op. cit.*, fig. XVII

hecho con los movimientos de la esfera suprema, retomando el sistema heliocéntrico que propusiera Aristarco de Samos en el siglo II a.C. En lo que se refiere a la discusión sobre de los centros de la Tierra, luego del descubrimiento de América, Nicolás Copérnico la dio por terminada al afirmar "que es claro que la tierra y el agua se presionan en un único centro de gravedad, que no hay otro centro de magnitud para la tierra, que ésta, por ser más pesada, hace que sus huecos estén llenos de agua, y por consiguiente, hay poco agua en comparación a lo que hay de tierra, a pesar de que parezca haber más agua en su superficie".¹¹²

¹¹² Copérnico, citado por Randles [1980] 1990, *Op. cit.*, págs. 105-106