

## Heavenly Mathematics. The Forgotten Art of Spherical Trigonometry

GLEN VAN BRUMMELEN

Princeton University Press, Princeton, 2013, 192 pp.

*Matemática celeste. El olvidado arte de la trigonometría esférica*, recupera una forma intuitiva y artesanal de hacer ciencia que parecía olvidada desde los griegos. Sin embargo ahora Glen Brummelen nos pone de manifiesto como este modo de hacer ciencia no sólo estuvo fuertemente presente en la astronomía celeste griega y medieval, sino también en el Islam. Especialmente en la astronomía árabe de al-Biruni, en el califato omeya de Bagdad en el siglo IX, al abordar la posible medición de la distancia ente Bagdad y la Meca, de la altura de una montaña, o al llevar a cabo una revisión del posible radio de la tierra. Hasta el punto de hacerse también presente en la trigonometría matemática india, a la hora de medir, por ejemplo la curvatura de una superficie, incluida la declinación de los arcos de la elíptica. O incluso en la época renacentista, por ejemplo en los cálculos de Cristobal Colón para determinar la medida de la circunvalación de la tierra. Sin embargo ahora se resalta el enorme influjo que este tipo de cálculo casi artesanal tuvo en la resolución de problemas trigonométricos relativos al ángulo recto, que se facilitó enormemente mediante tres aportaciones: la elaboración de las reglas de Napier relativas a las tablas de logaritmos y a la identidad entre triángulos esféricos, así como mediante el «pentagrama mirificum» del astrónomo ilustrado del XVIII Benjamin Martin. En cualquier caso ahora se hace notar como la aplicación de este tipo de geometría a los ángulos oblicuos se remonta a la ley del coseno de Euclides, con ingeniosas derivaciones posteriores en el cálculo de las órbitas celestes de los planetas y de la llamada astronomía observacional, como ocurrió con el cálculo de la trayectoria geodésica mínima entre dos puntos de la tierra. La trigonometría esférica recurrió a las analogías de Delambre y de Napier, que tanto influjo ejercieron en el nacimiento de la geometría esférica de Gaus, Lovatchensky y Rieman, al replantear el problema de las paralelas desde el punto de vista de la trigonometría estelar, dándole una solución un tanto sorprendente. Posteriormente también se aplicó este tipo de geometría esférica al cálculo de las áreas, ángulos y poliedros, como ocurrió en el cálculo del área de la luna, en la resolución del problema de los puentes de Königsberg, o también en la resolución de la llamada fórmula del poliedro de Euler, o en la justificación de los siete poliedros regulares de Kepler o de la legalidad matemática interna al propio sistema solar. Por su parte el recurso a la esfera armillar y después al astrolabio, permitiría lograr una proyección estereográfica comparativa de las diversas curvaturas geodésicas en la superficie terráquea, desde la elíptica hasta los trópicos de Cáncer y Capicornio, el ecuador o la línea del horizonte. O permitió lograr una resolución de la medición de los triángulos rectángulos proyectados a su vez sobre el gran círculo del ecuador,

siguiendo por su parte los diagramas de Martin, ya se aplique a la esfera celeste o a la desintegración cristalográfica mediante el método Cesar, ya sea por sí sólo o con ayuda de las analogía de Delambre. Finalmente, se justifica los diversos sistemas de navegación marítima, y especialmente aérea y cosmonáutica, mediante observación estelar, como si se tratase de un precedente de la actual orientación mediante un sistema de GPS. En efecto, en todos estos casos se recurre a un cálculo manual de medidas geodésicas mediante un triángulo astronómico, como de hecho ocurre con el método de San Hilario, para poder seguir teniendo en cuenta los restos dejados de sumar al operar con las correspondientes medidas de los senos.

Para concluir una reflexión crítica. Sin duda se trata de un texto divulgativo sin pretensiones sistemáticas. Sin embargo se deja un interrogante abierto, a saber: ¿Hasta que punto los inicios de la filosofía en la Escuela eleática de Parménides coincidieron o no con los primeros descubrimientos de la astronomía celeste, concretamente con la fijación de las medidas relativas entre el sol y la luna, o entre la luna y la tierra, aunque se hiciera con un instrumental mucho más pobre del ahora analizado, como ya hizo notar Popper? (cf. Popper, K. R.; *El mundo de Parménides. Ensayos sobre la ilustración presocrática*, Paidós, Barcelona, 1999) ¿Deben ser los instrumentos de medida los que determinen la calidad de los avances científicos, en este caso en astronomía celeste, o más bien el tipo de hipótesis puestas en juego? ¿Realmente el hallazgo del GPS ha revolucionado las posibilidades de la geometría esférica, o ha sido la geometría esférica la que ha hecho posible la construcción del GPS?

*Carlos Ortiz de Landázuri*

## **Aulas con Memoria**

LEONCIO LÓPEZ-OCÓN, SANTIAGO ARAGÓN Y MARIO PEDRAZUELA (EDS.)  
CEIMES, Doce Calles, Comunidad de Madrid, 2012, 355 pp.  
ISBN: 978-84-9744-131-5

El presente libro se edita dentro del proyecto CEIMES, esto es, Ciencia y Educación en los Institutos Madrileños de Enseñanza Secundaria a través de su patrimonio cultural (1837-1936). Este proyecto es un programa de actividades de I+D entre diferentes grupos de investigación de la Comunidad de Madrid que es financiado por la Dirección general de Universidades e Investigación de la Consejería de Educación de esa Comunidad. Su objetivo es poner en funcionamiento un plan de investigación sobre el patrimonio científico y educativo, antes de la Guerra Civil, de los Institutos más antiguos de la capital de España con el fin de protegerlo y revalorizarlo: San Isidro, Cardenal Cisneros, Isabel la Católica y Cervantes.