

Guillermo Coronado

Tycho Brahe: astronomía y cosmología

El presente tema, la astronomía y cosmología en Tycho Brahe, se desarrolla en seis niveles o planos conceptuales, a saber, referentes temporales, intereses principales, éxitos, aporte astronómico, legado conceptual y concepción de mundo.

1. Referentes temporales

En nuestro caso, no se hace referencia a una fecha y a un lugar de nacimiento, como en el caso de las intervenciones de mis colegas respecto de Nicolás de Cusa y Girolamo Cardano, sino a la de muerte de Tycho Brahe. Esta fecha es la del 24 de octubre de 1601, y el lugar es la ciudad de Praga. En ese día, hace cuatrocientos años, fallece el matemático imperial del Sacro Imperio Romano, bajo la dirección en aquel entonces de Rodolfo II de Bohemia. Tycho Brahe, danés, nace en Knudstorp, Escania (ahora perteneciente a Suecia, pero en ese tiempo parte del poderoso reino de Dinamarca), el 14 de diciembre del 1546. Por lo tanto, su vida se extiende por 55 años.

Para caracterizar vitalmente a Tycho Brahe hay que decir que fue un señor feudal danés contemporáneo con el cierre del siglo XVI. Su comportamiento feudal queda manifiesto en su duelo de 1567, mientras estaba ligado a la Universidad de Rostock, y que le costó parte de su nariz. Por ello utilizó un implante metálico que lo hizo famoso durante su existencia.

A pesar de esa relación con la universidad citada, como también con otras, a saber, la de Copenhague, Wittenberg, Leipzig y Basilea



no obtuvo grado universitario alguno. Generalmente ni se matriculaba en esas instituciones probablemente por su situación de aristócrata que estaba supuesto a cumplir otros fines en la vida, por ejemplo, el servicio militar o el de la corte.

No pertenece a sociedades científicas, simplemente porque el tiempo de las mismas no había llegado. Círculos de amigos, como en el caso del Landgrave de Hesse-Cassel y su astrónomo Rothmann, cumplen la función de mantener la intersubjetividad del conocimiento científico.

En concordancia con la redistribución de fuerzas político-religiosas, Tycho Brahe profesa la religión luterana.

2. Intereses principales

Por supuesto que el interés fundamental de Tycho Brahe es la astronomía, tanto desde la perspectiva observacional como teórica, aunque la primera ocupa principalmente su atención y la segunda se quedó en el nivel de una gran intuición.

Las cuestiones de equipo de observación astronómica, tanto respecto de los instrumentos: construcción, materiales, precisión y uso le fueron muy importantes, como también, y en ello fue el pionero por excelencia, el diseño y la construcción del observatorio astronómico mismo. Ello se verá en la sección siguiente.

Su interés por la cartografía en sentido amplio, es decir, aquella de los cielos, lo llevó a preparar excelentes mapas de las estrellas que superaron en calidad a los tradicionales; en cartografía terrestre hizo varias propuestas para llevar a cabo el levantado de mapas del reino de Dinamarca. En este último caso, a pesar del esfuerzo realizado los resultados fueron mínimos, y solamente se tiene noticias de un mapa de la isla de Huene, sede de su observatorio astronómico.

Como es de esperar para un investigador de los cielos de ese entonces, Tycho Brahe dedicó su atención a cuestiones astrológicas, tanto desde la perspectiva judicial, pronóstico, como la médica. Finalmente se desilusionó bastante del asunto, probablemente por toma de conciencia de la ambigüedad de las predicciones y los prejuicios implicados. En relación a dicho punto, es útil considerar la parcialidad de las predicciones astrológicas que se desprenden de la presencia del cometa de 1577, y que registra en su *Tratado alemán sobre el cometa de 1577*.¹

Como intereses secundarios puede citarse la meteorología y la iatroquímica o alquimia paracelsiana. Tycho Brahe mantuvo registro del clima durante extensos períodos con la finalidad de descubrir conexiones con el movimiento de los planetas. Igualmente, trabajó en la preparación de recetas médicas de variada índole, que no so-

lamente fueron aporte a la medicina sino que encajan en el espíritu paracelsiano de una alquimia al servicio de la medicina, o desde una perspectiva inversa, de una química médica. Y ello es el significado de la iatroquímica.

3. Éxitos de Tycho Brahe desde una perspectiva actual

Tres son los éxitos a destacar en esta sección, a saber, el perfeccionamiento de la astronomía observacional, la nova de 1572 y el cometa de 1577.

En primer lugar, el perfeccionamiento de la astronomía observacional en el contexto de su *Uraniburgo o Castillo de los Cielos*.² Ello conlleva factores metodológicos, técnicos, arquitectónicos. Como hemos planteado en otro lugar, dicho perfeccionamiento de la astronomía observacional supone que:

“las observaciones deben ser exactas al grado máximo, exhaustivas y constantes. Además, que el equipo para observar debe ser de la mejor calidad y precisión posibles. Finalmente el observatorio mismo debe responder a las exigencias de la observación astronómica y no ser simplemente una entidad arquitectónica contingentemente empleada para dicho fin. Por todo lo anterior, la culminación de la contribución tychónica a la renovación metódica se plasma en su observatorio astronómico, arquitectónicamente diseñado para la observación, y que él bautiza con el nombre de Castillo de los Cielos. La exactitud de las observaciones es el medio para obtener los datos más precisos. La constancia en la observación —se observa siempre que el tiempo lo permita, no en ocasiones determinadas por circunstancias especiales—, hace posible la completitud y exhaustividad de los datos. Los equipos de alta calidad (por su diseño, construcción, materiales, tamaño, y precisión) resultan indispensables para la obtención de datos de *calidad*. Finalmente, el observatorio astronómico en su realidad arquitectónica supone el máximo aprovechamiento de los medios de observación y del trabajo del astrónomo. En efecto, en el interior del *Castillo de los Cielos*, un cuarto-cuadrante permite observar cuerpos celestes, al mismo tiempo que protege al observador, sus relojes mecánicos y sus asistentes-escribanos de las inclemencias del tiempo. Por otra parte, en las azoteas, cubiertos con toldos para su protec-

ción, los instrumentos astronómicos están instalados y disponibles para que varios individuos se dediquen a la observación simultánea. Lo mismo pasa en los jardines adyacentes, donde fosos excavados permiten que el observador cambie su posición respecto de enormes cuadrantes metálicos. Y no debe olvidarse que el observatorio es autosuficiente puesto que consta de talleres, molinos de papel, imprenta".³

En segundo lugar, la observación, detallado estudio, interpretación y publicación del fenómeno celeste del año de 1572. Fenómeno que se conoce como la supernova de Tycho Brahe, y que describe de la siguiente forma:

"Una vez, por la noche cuando como de costumbre observaba la cúpula celeste, que me es tan conocida, vi cerca del cenit en Casiopea, con gran asombro de mi parte, una estrella brillante de magnitud extraordinaria. Admirado por el descubrimiento no sabía si creer a mis propios ojos.

... La nueva estrella no tenía cola, no la rodeaba ninguna nebulosidad y, se parecía en todo a las estrellas de primera magnitud... Por su brillo se podía comparar solamente con Venus, cuando esta se encuentra más próxima a la Tierra.

Las personas dotadas de buena vista, podían distinguirla incluso al mediodía, si el cielo estaba claro. En las noches de cielo nublado, cuando las demás estrellas se ocultaban, la nova permanecía visible incluso a través de las nubes bastante espesas.

... A partir de diciembre de 1572 su brillo comenzó a disminuir... La transición de la quinta hasta la sexta magnitud ocurrió en el intervalo de tiempo comprendido entre diciembre de 1573 a febrero de 1574. Al mes siguiente la nova desapareció, habiendo brillado diecisiete meses y no dejando ninguna huella visible a simple vista".⁴

Como resultado del estudio realizado por Brahe se tienen las siguientes inferencias. Fenómeno celeste y no sublunar o meteorológico –en sentido aristotélico estricto– dada la ausencia de paralaje estelar. Estrella nueva, en consecuencia, que debe ser colocada en las cercanías de las estrellas fijas. Instancia de cambio en los cielos supuestamente inmutables según la concepción tradicional escolástico-aristotélica. "Nova stella" que por nacer y morir, pero estar a la altura de las estrellas fijas, se supone constituida por una materia, no por el tradicional éter, asociable con la Vía Láctea.

Finalmente, en tercero, el cometa de 1577, así como el estudio de otros posteriores, que en virtud de los paralajes medidos, implican que también los cometas son objetos celestes y no sublunares, que se mueven, al menos ello es claro en el caso del 77, entre el Sol y Venus. Y que en consecuencia, como objetos reales moviéndose en regiones celestes plantean, no solamente nueva instancia cuestionadora de la inmutabilidad de los cielos –los cometas nacen y mueren–, sino que también ponen en entredicho las esferas cristalinas pero tridimensionales de la cosmología aristotélica. "Pues de esta forma no existirá ninguna penetración real e incongruente de los orbes (debido a que éstos no se encuentran verdaderamente en el cielo, sino que se postulan únicamente para enseñar y comprender estas cuestiones)".⁵ Este cuestionamiento de las esferas cristalinas, que arrastran en su movimiento a los planetas, tendrá importantes implicaciones para la concepción misma de la astronomía clásica. Finalmente, al proyectarse la trayectoria del cometa más allá de su existencia fenoménica particular, Brahe encuentra que esta trayectoria no sería necesariamente un círculo sino más bien oval.

Estas conclusiones de Brahe serán de importancia crucial en el cuestionamiento de la visión tradicional del cosmos, y por ello servirán de fundamento a su sustitución por nuevos esquemas interpretativos de la naturaleza del universo. Aunque dichos nuevos planteamientos no siempre habrían sido del agrado del astrónomo danés.

4. "Su" aporte astronómico

Asumiendo el concepto clásico de astronomía, a saber, la explicación del movimiento aparente de los planetas por medio de un cierto arreglo geométrico, se tiene que Brahe enfrenta dicho problema en un contexto estrictamente clásico, prioridad del movimiento circular y uniforme, por una parte, y geocentrista, la tierra como centro de tales movimientos de los cuerpos celestes, por la otra. Con lo segundo se aparta de la novedosa propuesta de Copérnico por razones que se

exponen más adelante; con lo primero se muestra partidario de la idea central de la astronomía que el mismo Copérnico compartía. En efecto, no es sino Kepler quien transformará a la astronomía clásica al sustituir la circularidad y uniformidad de los movimientos planetarios.

La motivación fundamental de Tycho para generar una nueva propuesta la expresa así:

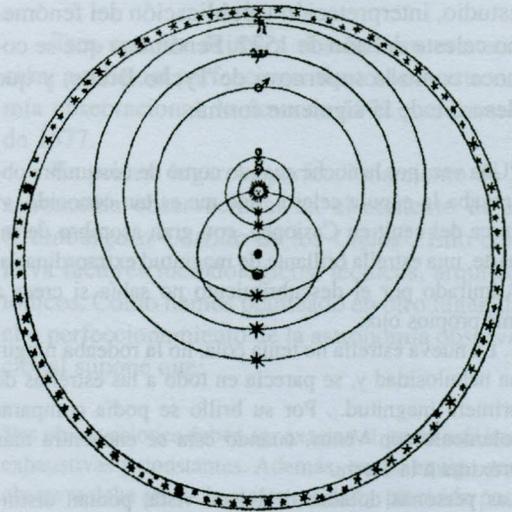
“Como es de mi opinión que estas dos hipótesis no admiten siquiera absurdos leves, empecé a ponderar dentro de mí con mayor profundidad si por cualquier razonamiento era posible descubrir una hipótesis que ajustara tanto con las matemáticas y la física en todos sentidos, que evitara la censura teológica y que, al mismo tiempo, fuera acorde con las apariencias celestes”. (83)

En consecuencia, Tycho Brahe presenta sus ideas, contraponiéndolas a Ptolomeo y Copérnico:

“Soy de la opinión, más allá de cualquier duda y de acuerdo con los juicios aceptados de los astrónomos antiguos y de los filósofos de la naturaleza, que la tierra, la cual habitamos, ocupa el centro del universo, tal como se atestigua en las Sagradas Escrituras, y que carece de movimiento anual, como Copérnico hubiera querido. Sin embargo, para ser franco, no estoy de acuerdo con que el centro del movimiento de todos los orbes del secundum mobile esté cerca de la tierra, como era del parecer de Tolomeo y de los antiguos. Es de mi juicio que las revoluciones celestes están dispuestas de tal forma que no sólo las luminarias del mundo —útiles para distinguir el tiempo—, sino también la remota octava esfera, que contiene dentro de ella a las demás, contemplan a la tierra como el centro de sus revoluciones. Aseguro aquí que los otros círculos guían a los cinco planetas alrededor del sol, siendo éste su conductor y su rey, y que al trazar sus cursos siempre lo ven como el centro de sus revoluciones; por lo que los centros de sus orbes, los cuales se describen alrededor de él, también giran anualmente gracias a su movimiento. He encontrado que esto no sólo sucede con Venus y Mercurio, que se explica debido a su poca elongación respecto al sol, sino también es cierto para los tres planetas superiores...” (84-85)

Ahora bien, de manera geométrica, la propuesta tychónica es la siguiente:

**NOVA MVNDANI SYSTEMATIS HYPOTYPOSIS AB
AUTHORE NUPER ADINVENTA, QUA TUM VETUS ILLA
PTOLEMAICA REDUNDANTIA & INCONCINNITAS,
TUM ETIAM RECENS COPERNIANA IN MOTU
TERRÆ PHYSICA ABSURDITAS, EXCLU-
DUNTUR, OMNIAQUE APPAREN-
TIIS CELESTIBUS APTISSIME
CORRESPONDENT.**



Las ventajas de la propuesta tychónica son de dos tipos. En primer lugar, se tiene la superación de los problemas del modelo astronómico de Ptolomeo: excesivo número de epiciclos, con lo que se atenta en contra de la simplicidad de la teoría —desde una perspectiva más moderna se podría decir que se violenta la economía de pensamiento— pero más significativamente, se elimina la necesidad de los ecuantes, artificios geométricos que violentan la referencia a un centro de circularidad y uniformidad.

En palabras del mismo Brahe, los problemas del enfoque ptolemaico son:

“Según mi consideración, el viejo arreglo tolemaico de los orbes celestes es insuficientemente elegante”. ... “... la suposición de tal cantidad de epiciclos con los que se explica la presencia de los planetas respecto al

sol, de las retrogradaciones y estaciones de los mismos y de cierta parte de las desviaciones aparentes en su movimiento, me resulta superflua". "También he considerado que estas hipótesis pecan contra los primeros principios del arte astronómico, mientras que permiten, erróneamente, movimientos circulares uniformes no alrededor del centro del orbe, como debería ser, sino alrededor de otro punto, que es un centro ex-céntrico que, por esta razón, se ha llamado comúnmente ecuante". (81)

En segundo lugar, y en relación con el modelo de Nicolás Copérnico, se superan las dificultades relativas a la inmensidad del cosmos necesaria para justificar la ausencia del paralaje estelar; se evitan los problemas físico-dinámicos resultantes de la doble movilidad de la tierra; problemas en torno a la experiencia, o al sentido común, dado que la movilidad de la tierra no es objeto de percepción alguna; finalmente, se evitan las cuestiones teológico-religiosas que se derivan de la posible interpretación de algunos textos bíblicos.

Algunos de estos problemas, Brahe los planteaba en estos términos:

"Sin embargo, el cuerpo de la tierra, grande, perezoso e incapaz de moverse no debe ser perturbado por movimiento alguno (y menos por tres de ellos) más de lo que las "Luces Etéreas" pueden ser agitadas. Así, estas ideas son opuestas a los principios físicos y también a la autoridad de la Sagrada Escritura, que confirma en distintas ocasiones la estabilidad de la tierra..." "...no hablaré ahora del vasto espacio entre el orbe de Saturno y la octava esfera que, por medio de estos razonamientos, carece por entero de estrellas...". (82-83)

5. "Su legado conceptual": el problema de la órbita planetaria

Aunque Brahe no tuvo clara conciencia de ello, su gran aporte a la astronomía moderna radica en la formulación de un nuevo problema, a saber, el problema físico del movimiento planetario. Es decir, la obligación de ofrecer una explicación físico-dinámica en lugar de la tradicional estrategia de una simple modelación geométrica, pero que no implica realidad física, en la más estricta de las tradiciones del salvar las apariencias.

O bien, en el caso de la explicación aristotélica, esta renovación conceptual se deriva de la no existencia de las esferas celestes físicas y tridimensionales —los verdaderos motores de los movimientos planetarios—, consecuencia, a su vez, del estudio de los cometas, como se apuntó más arriba.

En terminología más directa lo que genera Tycho Brahe es la necesidad de superar las explicaciones cinemáticas, esto es puramente geométricas, y exigir una explicación físico-dinámica en términos modernos, o causal en la terminología de ese entonces.

Por supuesto, este problema no tiene planteamientos específicos de parte del astrónomo danés. Pero se debe recordar que como problema está muy presente en las formulaciones explicativas de Johannes Kepler y sus fuerzas magnéticas (1609), René Descartes y sus vórtices alrededor del sol (hacia 1630) y, finalmente, en Isaac Newton y su mecánica celeste —inercia y gravitación— en 1687.

6. Su concepción del mundo

Desde la perspectiva cosmológica, uno de los dos referentes doctrinales destacados en el título de nuestra exposición, se tiene que la concepción de mundo de Tycho Brahe puede caracterizarse mediante las siguientes notas.

- a. Geocentrismo. La Tierra como centro de la esfera de las estrellas fijas o firmamento. La Tierra como centro de las trayectorias de las dos luminarias del cielo, a saber, la Luna y el Sol. Una Tierra sin movimiento en virtud de la naturaleza de su cuerpo, un "cuerpo grande, perezoso e incapaz de moverse." (82)
- b. Finitismo esférico. En concordancia con las doctrinas cosmológicas vigentes desde el esplendor del pensamiento griego, el mundo o cosmos se concibe como una esfera cuyo límite es el cielo estrellado y el centro es ocupado por la Tierra.
- c. Un cosmos con dos centros, puesto que además de la Tierra —centro cosmológico— el Sol es centro de los movimientos planetarios de las cinco estrellas errantes. Ello es importante

desde la perspectiva de la función de la astronomía, a saber, la explicación de los movimientos aparentes de los planetas. En consecuencia se incorporan a la propuesta tychónica las ventajas del copernicanismo: economía de epiciclos, explicación de las retrogradaciones y eliminación del ecuante. Retómese la cuestión y el diagrama de la sección cuatro.

- d. Una concepción de cosmos concordante con la experiencia sensorial. En efecto, la quietud e inmovilidad de la tierra está asentada en la experiencia cotidiana. Se ve y se siente que el suelo está perfectamente estable y quieto. Las excepciones remiten a los temblores, no a los movimientos copernicanos.
- e. Un cosmos cuyos rasgos propios no entran en contradicción con el texto sagrado, como se desprende del texto citado más arriba.
- f. Además se sustituye la constitución heterogénea del cosmos a partir de cuatro elementos y un éter, por uno conformado por una tríada –influencia paracelsiana– de aire, agua, y tierra (el fuego es aire encendido por el movimiento).

Sin embargo, también hay una tendencia hacia una materia que una lo celeste y lo terrestre,

como queda de manifiesto en la hipótesis que la nova stella está hecha de la materia típica de la vía láctea y por ello se entiende su mutabilidad.

Notas

1. Ver Christiansons, J.R. "Tycho Brahe's German Treatise on the Comet of 1577: A Study in Science and Politics". En *Isis*, 70, # 251, 1979. Las predicciones de Tycho (ver páginas 137 a 139), señalan que las mayores calamidades caerán sobre los territorios bajo control español, que resultará gran desunión entre los alemanes, y más específicamente, sobre los judíos y los eclesiásticos católicos.
2. Observatorio levantado en la Isla de Huene, en el Mar Báltico, gracias al apoyo del Rey Federico II. El monarca danés escuchó el consejo del Landgrave Guillermo y favoreció a Tycho para evitar su viaje a otros lares más propicios para el quehacer astronómico. Un interesante caso por evitar la "fuga de cerebros" desde la periferia hacia las metrópolis culturales.
3. Coronado, Guillermo. "La Revolución Científica y la renovación del método: Brahe". En Zamora, Álvaro y Coronado, Guillermo (Compiladores). *Perspectivas en ciencia, tecnología, ética*. Cartago, C. R.: Editorial Tecnológica de Costa Rica. En prensa.
4. Citado en Ziguel, F. *Los tesoros del firmamento*. Moscú: Editorial Mir. 1973.
5. Brahe. *De mundi aetherei recentioribus phaenomenis*. Capítulo VIII, pp 83. A partir de este momento se cita únicamente por la página correspondiente.

Guillermo Coronado

Catedrático de la Universidad de Costa Rica

Investigador INIF

Email: filosofia@racsa.co.cr