

Sobre la naturaleza de las hipótesis astronómicas

(notas para una investigación)

Diego Pelegrin

Universidad de Buenos Aires, Universidad Nacional de La Plata, Argentina
diegopelegrin@hotmail.com

El 20 de Abril de 1541 el teólogo luterano Andreas Osiander envía dos cartas¹. Una dirigida a Copérnico y otra a George Joachim Rheticus. Recordemos que dos años antes, en 139, Rheticus, por entonces discípulo de Copérnico, había publicado la *Narratio Prima*, un breve tratado en donde exponía las opiniones astronómicas fundamentales de su maestro; recordemos, también, que dos años después, en 1543, sería publicada la obra astronómica principal de Copérnico, el *De Revolutionibus orbium coelestium*; recordemos, finalmente, que fue Osiander quien redactó e introdujo subrepticamente el famoso y anónimo prólogo al *De Revolutionibus*, en el cual se sostienen posiciones filosóficas escépticas completamente ajenas a las del propio Copérnico. Pero volvamos a la correspondencia de Osiander. En la carta enviada a Rheticus, sugiere que "los peripatéticos y teólogos serán fácilmente aplacados si escuchan que puede haber diversas hipótesis acerca del mismo movimiento aparente y que [las hipótesis de Copérnico] no son presentadas como siendo ciertas en sí mismas sino más bien como medios para calcular y componer el movimiento aparente de los astros" (Osiander, citado por Kepler en: Jardine, 1988: 153). En la misiva dirigida a Copérnico, asegura que él siempre ha sido de la opinión de que "las hipótesis no son artículos de fe sino más bien bases para el cálculo" y que por tanto "poco importa si son falsas mientras den cuenta de manera exacta del fenómeno de los movimientos" de los astros; "si seguimos las hipótesis de Ptolomeo", se pregunta a continuación, "¿quién podría asegurarnos que el movimiento del sol es debido a un epiciclo más que a una excéntrica" (Osiander, citado por Kepler en: Jardine, 1988: 152).

Unos sesenta años después, Kepler reaccionará enérgicamente frente a las sugerencias y posiciones filosóficas expresadas en ambas cartas: Osiander está confundido, "comete una clara equivocación con respecto a la palabra "hipótesis" (Kepler en: Jardine, 1988: 153). Cuando algún astrónomo, aclara Kepler, "dice que la trayectoria de la luna describe una forma oval, ésta es una hipótesis astronómica. Pero cuando muestra por medio de que círculos un dibujo de este tipo de óvalo puede ser construido, está utilizando hipótesis geométricas" (Kepler en: Jardine, 1988: 153; el resaltado es nuestro). Y para no dejar dudas sobre la importancia fundamental de esta distinción entre lo que considera dos tipos de hipótesis "de naturaleza muy diferente" (Kepler en: Jardine, 1988: 154), agrega: "Nadie que no reconozca ni comprenda esta

¹ Sólo tenemos conocimiento de estas cartas de Osiander a través de las citas que de ellas hace Kepler en la *Apologia pro Tychone contra Ursurn*.

diversidad en las hipótesis debe ser tomado en serio" (Kepler en: Jardine, 1988: 153).

He aquí una innovadora y sorprendente distinción relativa al *status* de las hipótesis. ¿Por qué la afirmación de que la órbita lunar es oval merecería ser considerada astronómica y, por el contrario, la afirmación, observacionalmente equivalente, de que la órbita lunar es un sistema de epiciclo sobre deferente no? ¿Acaso aquélla no es *tan geométrica* como ésta? ¿Qué es lo que le confiere el *plus* astronómico? ¿Y qué sucede con las hipótesis relativas al movimiento aparente del sol? ¿Alguna de ellas, sea la hipótesis de la excéntrica, sea la hipótesis del epiciclo, merece ser considerada astronómica? ¿Y con las hipótesis de los planetas?

El problema a tratar es, pues, la distinción entre hipótesis geométricas e hipótesis astronómicas propuesta por Kepler. ¿Cuál es el significado preciso de dicha distinción? ¿Cuál es el contexto histórico de su enunciación? ¿Cuál es su vínculo, si lo tiene, con la irrupción del copernicanismo? ¿Qué importancia presenta para la práctica astronómica? ¿Qué lugar ocupa en el marco de la filosofía de Kepler? ¿Cuáles son sus consecuencias epistemológicas? Estos son sólo algunos de los dilemas que plantea la distinción de Kepler. A lo largo de este trabajo intentaremos dilucidar el significado de la distinción. Nuestra indagación se centrará en el capítulo primero de la *Apología pro Tychone contra Ursum*² (en adelante *Apología*), en el capítulo primero del *Mysterium Cosmographicum* y en el libro primero de *Epitomes Astronomiae Copernicanae*.

II

Antes de abordar la distinción, permítansenos dar un corto rodeo y comenzar por aquello que, a falta de un nombre mejor, podríamos denominar una *indistinción kepleriana*. En el primer capítulo del *Mysterium Cosmographicum*, en el marco de su, para utilizar un término hoy en boga, militante defensa del copernicanismo, Kepler se enfrenta a la siguiente cuestión: *Puesto que i) tanto las hipótesis de Ptolomeo como las de Copérnico dan adecuada cuenta de los fenómenos celestes y que ii) las hipótesis ptolemaicas y las copernicanas no pueden ser ambas verdaderas, resulta que iii) o bien éstas o bien aquéllas son falsas y iv) las verdaderas apariencias se siguen de hipótesis falsas*. Se trata, claro está, de una de las tantas formas que adopta el dilema de la equivalencia observacional de hipótesis que son físicamente contradictorias entre sí. No se trata, por cierto, de un problema menor. Si fuera cierto que *lo verdadero puede seguirse sistemáticamente de lo falso*, los escépticos tendrían un argumento incontestable contra toda posibilidad de afirmar racionalmente la verdad o incluso la verosimilitud de cualquier hipótesis astronómica y, consecuentemente, las hipótesis no deberían ser consideradas más que como meros artificios destinados a "salvar las apariencias".

Kepler propone la siguiente solución:

De las hipótesis que dan cuenta de las causas permanentes de las apariencias y que están conformes con la observación, Copérnico niega nada, antes bien las asume y explica todas. Pues, aunque parece que cambió muchas cosas en las hipótesis usuales, de hecho esto es así. Pues puede ocurrir que la misma conclusión acontezca con dos supuestos de distinta especie debido a que ambos están contenidos bajo un mismo género y el asunto de que se trata es consecuencia directa del género. Así Ptolomeo no demostró el nacimiento y ocaso de los astros mediante un término medio equivalente tal como: 'la Tierra está en el centro inmóvil', ni Copérnico demuestra esto mismo mediante la premisa intermedia porque la tierra gira a cierta distancia del centro'. Pues a ambos basta decir (como lo hicieron uno y otro) que esto ocurría así porque entre el cielo y la tierra media alguna diferencia movimientos... Por tanto Ptolomeo, si demostró algunos fenómenos, no lo hizo mediante algún término medio falso y accidental. Únicamente contravino la ley de *kat'auto* [verdad esencial] en tanto que creyó que se producía en virtud de la especie lo que ocurre en virtud del género. (Kepler, 1994: 76-77)

Como ha sostenido Nicholas Jardine (1979), en este complejo pasaje, Kepler afirma que las hipótesis de Ptolomeo y las de Copérnico son "observacionalmente equivalentes" porque son "cinéticamente equivalentes"; pertenecen ambas hipótesis como una hipótesis sobre "movimiento relativo" (Jardine, 1979: 158)³.

Unos años más tarde, en la *Apología*, Kepler vuelve sobre el mismo problema. "¿Acaso aquello que es verdadero se sigue del mismo modo de aquello que es verdadero y de aquello que es falso?", se pregunta; "Lejos de eso!", responde (Kepler en: Jardine, 1988: 142). Y agrega que muchas de las ocurrencias celestes no suceden ni por el movimiento del cielo ni tampoco por de movimientos entre la tierra, sino más bien porque ocurre un grado de separación de movimientos entre la tierra y el cielo (Kepler en: Jardine, 1988: 142; cf. Jardine, 1979: 163). Por lo tanto, las apariencias son demostradas

por dos hipótesis, en la medida en que estas [hipótesis] caen bajo un mismo género, y no en la medida en que difieren... ambas son una para el propósito de la demostración, para el propósito de la demostración no son ciertamente proposiciones contradictorias. Y aunque una contradicción física sea inherente a ellas, ésta es completamente irrelevante para la demostración. (Kepler en: Jardine, 1988: 142; el resaltado es nuestro)

Tal es la solución al problema que propone Kepler: la de postular que aún cuando en conjunto sean contradictorias, las hipótesis de Ptolomeo y las de Copérnico son comunes "ambas son una" - en tanto y en cuanto hacen referencia al mismo "movimiento relativo".

Destaquemos un aspecto fundamental de la solución kepleriana. Kepler parece sugerir que aún cuando las hipótesis de Ptolomeo sean en conjunto falsas (*La tierra no está en el centro inmóvil*), contienen un elemento de verdad

² A lo largo del trabajo utilizaremos la edición y traducción al inglés de la *Apología* de Nicholas Jardine (1988).

³ Para un análisis del uso la terminología aristotélica que hace Kepler para referir al movimiento relativo véase Jardine (1979) y para un estudio del concepto de movimiento relativo en la segunda mitad del siglo XVI véase Palter (1975).

(la referencia a una separación de movimientos entre cielo y tierra). Es, por lo tanto, en virtud de este contenido verdadero compartido con las hipótesis copernicanas (ambas hacen referencia al mismo movimiento relativo) y no en virtud de lo que en ellas hay de erróneo que las hipótesis ptolemaicas permiten explicar o, si se prefiere, salvar determinados fenómenos celestes. Notemos que este contenido verdadero de las hipótesis refiere más a las relaciones entre cuerpos celestes que a los cuerpos en sí mismos.

Ahora bien, aunque elegante e innovadora, la solución de Kepler no resuelve completamente el dilema de la equivalencia observacional. En efecto, ¿qué sucede cuando se trata de analizar la cuestión de la equivalencia observacional, no ya de las hipótesis de Ptolomeo y Copérnico, sino de las hipótesis de la *conocéntrica con epiciclo* y de la *excéntrica* utilizadas para representar el hecho de que un planeta demora más tiempo en recorrer una mitad del círculo de la eclíptica que la otra? (cf. Jardine, 1988: 142-143). Una vez más, se trata de hipótesis que aunque dan perfecta cuenta del fenómeno en cuestión, son físicamente contradictorias y no pueden ser ambas verdaderas. Va de suyo que en esta ocasión no es posible recurrir a la solución del movimiento relativo: la hipótesis del epiciclo y la de la excéntrica suponen un mismo sistema de referencia centrado en la tierra y la misma disposición de los astros, con lo cual todo recurso a la postulación de una "separación de movimientos" está bloqueado. Por lo tanto, en este otro caso, ¿se sigue lo verdadero a la vez de lo verdadero y de lo falso? "¡Lejos de eso!", vuelve a responder Kepler y agrega:

Ofrezco la misma solución que [en el caso anterior]. Que lo que hace demorar al planeta en un semicírculo [de la eclíptica] más tiempo que en el otro es enunciado [por ambas hipótesis], tanto por la que postula una excéntrica como por la que postula una concéntrica con epiciclo. En efecto, una y otra introducen esta proposición general: que la parte más larga del círculo planetario se encuentra sobre esa mitad del círculo [de la eclíptica]. Como este término medio adecuado y propio de la demostración está presente en su generalidad en ambas hipótesis, aquello que cada hipótesis dice específicamente, haya o no contradicción, permanece irrelevante para los fines de la demostración. Sin duda, nosotros no atribuimos ojos y la facultad humana de razonar a los planetas de modo que puedan marcar tal o cual punto con la ayuda de un compás (...). De aquí que, ni una ni otra suposición merezca el título de "hipótesis astronómica", sino más bien lo que ambas tienen en común, a saber: que se asume y postula que hay una porción mensurada y determinada del círculo que atraviesa el planeta que está sobre una mitad del círculo [de la eclíptica]. Esta es, finalmente digo, una hipótesis correcta que permite demostrar la duración de la permanencia del planeta en ese semi-círculo. (Kepler en: Jardine, 1988: 143)

La solución a este nuevo problema es sumamente críptica. Kepler sostiene que las hipótesis de la excéntrica y la de la concéntrica con epiciclo permiten demostrar cierto aspecto de la órbita del planeta (la duración desigual de su permanencia en una u otra mitad del círculo de la eclíptica) sólo en la medida en que ambas introducen una tercera hipótesis común a ambas (que hay una parte más larga de la órbita del planeta en una determinada mitad de la eclíptica). Esa parece ser la solución que propone Kepler: que aún cuando

ambas hipótesis tengan sus particularidades, y aún cuando globalmente puedan ser contradictorias entre sí, en lo que respecta a las especificidades de la demostración, ambas hipótesis son una en la medida en que introducen una misma tercera hipótesis correcta.

Pero, cabe que nos preguntemos: ¿qué son exactamente las hipótesis de la excéntrica y la de la concéntrica con epiciclo? Es en respuesta a esta pregunta que Kepler introduce su gran innovación, permitasenos denominarla así, epistemológica. En el pasaje recién citado, sugiere, no sin gran ironía, que no son los planetas sino los astrónomos los que dibujaban epiciclos y excéntricas sobre los cielos, de lo cual concluye que ninguna de esas dos hipótesis merece ser considerada "astronómica". Por lo tanto, podemos conjeturar, siguiendo a Jardine, que en la perspectiva de Kepler los modelos planetarios que utilizan la *conocéntrica con epiciclo* y los que hacen uso de la *excéntrica* no son más que formas geométricas diferentes de expresar una misma hipótesis astronómica subyacente, una hipótesis relativa a determinado aspecto de la órbita efectiva del planeta: no son más que diferentes representaciones de una misma hipótesis astronómica (cf. Jardine 1979: 164-165; 1988: 219). Un extracto que ya hemos citado (ver apartado anterior) de la *Apología* parece confirmar esta interpretación:

si un astrónomo afirma que el trayecto de la luna describe una forma oval es una hipótesis astronómica. Pero cuando muestra por medio de qué círculos una forma oval de ese tipo puede ser construida, emplea hipótesis geométricas. (Kepler en: Jardine, 1988: 153)

Hecha la distinción, el paso siguiente de Kepler es asociar cada tipo de hipótesis a diferentes aspectos de la práctica astronómica:

Poner por escrito las trayectorias aparentes de los planetas es la tarea especial de la parte práctica y mecánica de la astronomía; descubrir sus trayectorias genuinas es la tarea de la astronomía contemplativa; mientras que decir por medio de qué círculos y líneas imágenes correctas de esas trayectorias pueden ser representadas en papel concierne al tribunal inferior de los astrónomos. (Kepler en: Jardine, 1988: 156)

En conjunto -afirma Kepler-, hay tres cosas en astronomía: hipótesis geométricas; hipótesis astronómicas; y los movimientos aparentes de los astros en sí mismos. En consecuencia, hay dos tareas distintas para el astrónomo: la una, que pertenece realmente a la astronomía, es la de establecer hipótesis astronómicas de modo que los movimientos aparentes se sigan de ellas; la otra, que pertenece a la geometría, es la de establecer hipótesis geométricas de cualquier tipo de modo que de ellas aquellas hipótesis astronómicas, esto es, el movimiento verdadero de los planetas sin ser adulterado por la distorsión del sentido de la visión, a la vez se sigan y puedan ser resueltas. (Kepler en: Jardine, 1988: 153)

He aquí el modo y el contexto conceptual en el que Kepler introduce la distinción entre hipótesis geométricas e hipótesis astronómicas. Algunos años

Este es, pues, el modo en que Kepler formula, en dos escritos y en dos momentos diferentes, la innovadora distinción entre hipótesis geométricas e hipótesis astronómicas. Sin duda se trata de un aspecto fundamental de la filosofía (de la ciencia) de Kepler, al que el propio Kepler le otorgaba una importancia crucial (*nadie que no la reconozca ni comprenda debe ser tomado en serio*). Sin duda, también, son muchos los problemas que le plantea al análisis histórico-epistemológico.

III

Permitásenos, para terminar, extraer una consecuencia epistemológica fundamental de la distinción de Kepler. De lo dicho a lo largo del trabajo, resulta evidente que Kepler distingue con claridad aquello que podríamos denominar dos planos de *realidad*. Por un lado, el mundo tal como se hace presente a los sentidos (*las apariencias celestes*) y, por el otro, el mundo tal cual es (*la naturaleza misma de las cosas*), "los planes de la naturaleza". El primero, netamente sensorial, está constituido por la totalidad de las observaciones presentes y pasadas; el segundo, vedado a -y por tanto desplazado de- los sentidos, sólo es accesible a las "operaciones de la mente" a través de esa "ciega y difícil indagación de las causas". También es claro que Kepler sostiene una suerte de oposición entre *el mundo real* y *el mundo sensible*: aquél forma parte de las "cosas más elevadas que no pueden ser alcanzadas por ninguna agudeza de los sentidos", los sentidos, por su parte, "adulteran" los verdaderos movimientos de los planetas y, por tanto, los astrónomos deben distinguirllos de aquellos movimientos "derivados de las ilusiones de la visión [phantasia visionis]" (Kepler en: Jardine, 1988: 155). Por supuesto, esta distinción e incluso la oposición entre *mundo aparente* y *mundo real* estaba ya presente en cualquier discusión en torno al *status* de la astronomía en la segunda mitad del siglo XVI y no presenta ninguna originalidad⁵.

Lo que, por el contrario, es en verdad novedoso es que Kepler no sólo distingue dos planos de *realidad*, sino que asocia a cada uno de ellos un tipo particular de discurso. En efecto, Kepler asocia las hipótesis geométricas al análisis de las observaciones o apariencias y las hipótesis astronómicas al mundo tal cual es. Más específicamente, para Kepler el objeto de las hipótesis geométricas son los movimientos aparentes, mientras que su objetivo es, no sólo el de salvar las apariencias, sino también el de producir una "única forma" siempre "semejante a sí misma" de los movimientos aparentes de los astros. Por otra parte, el objeto de las hipótesis astronómicas es "el movimiento verdadero de los planetas sin ser adulterado por la distorsión del sentido de la visión", mientras que su objetivo es el de alcanzar el verdadero "plan de la naturaleza", del cual se explicarán todos los fenómenos celestes.

Ahora bien, en la medida en que puede afirmarse que ningún objeto es en sentido estricto un objeto si no es objeto de un discurso particular que lo nombra, podemos decir que ese objeto desplazado de lo sensible -¿aquello que hoy llamaríamos objeto teórico?- no emerge sino como consecuencia de la

más tarde, en el marco de los *Epitomes Astronomiae Copernicanae*, vuelve a formularla en términos apenas diferentes. Veamos el modo en que lo hace.

En el libro primero de los *Epitomes*, Kepler insiste en diferenciar (y jerarquizar) las tareas de la astronomía. De las cinco partes en las que divide el quehacer astronómico, nos interesa destacar únicamente dos. La primera está referida a las observaciones y Kepler la denomina -curiosamente- *histórica*. Se trata del registro de todas las observaciones que den cuenta del aspecto del mundo, de lo que cambia en el mundo (ya sea diariamente, anualmente o en períodos aún mayores). Asimismo, incluye todas las observaciones fiables realizadas en el pasado por los especialistas. Las observaciones, agrega Kepler, deben compararse entre sí y ordenarse, de modo que "las semejantes se unan a las semejantes" (Kepler, 2004: 202).

La segunda, *la óptica*, hace referencia a las hipótesis. En esta parte, el esfuerzo se orienta "a penetrar en las causas" de las apariencias, del "sumamente diverso aspecto exterior [del mundo]" (2004: 202). Vale la pena citar en extenso las palabras de Kepler:

Quando alguien se sirve del poder de su inteligencia, enseguida salva la gran diversidad de las apariencias y produce una única forma, siempre semejante a sí misma, de los movimientos (o figura de los cuerpos); en cuanto a sus demostraciones, [produce] toda clase de métodos que se acomoden a las leyes y teoremas de la geometría y la óptica, pues tales métodos se encuentran subordinados a la geometría. Por tanto, al reflexionar de este modo acerca de la forma de los movimientos, se alcanza la naturaleza misma de las cosas: lo diferente se aproxima a lo diferente. Así, pues, cuando en esta difícil y ciega indagación de las causas se llega a los planes de la naturaleza, es necesario alejarse en algunos puntos de las opiniones propias, incluso si éstas salvan las apariencias celestes. El uso obliga a que llamemos hipótesis a aquella opinión de los especialistas más célebres con que se explican las causas de las apariencias celestes, porque el astrónomo suele decir que lo que él afirma del mundo con esta o aquella posición o suposición... se sigue con la necesidad de las demostraciones geométricas. (2004: 203)

Finalmente, aclara que existen "tres formas de hipótesis: la de Ptolomeo, la de Copérnico y la de Tycho Brahe" (2004: 203). Nótese que, pese a que la distinción se mantiene, en esta oportunidad Kepler no denomina "hipótesis" a los diversos dispositivos geométricos utilizados para "salvar las apariencias". Nótese, también, que en este pasaje se explicita la finalidad de los dispositivos geométricos: no sólo salvar las apariencias sino también producir una "única forma" siempre "semejante a sí misma" de los movimientos de los astros. Nótese, por último, que para acceder a "los planes de la naturaleza" -a la naturaleza misma de las cosas- es necesario "alejarse de las opiniones propias, incluso si éstas salvan las apariencias"⁴.

⁴ Por otra parte, resulta interesante destacar dos oposiciones. En primer lugar, la oposición entre el proceso de organización de las observaciones, en donde "las semejantes se unen a las semejantes", y el proceso de formulación de las hipótesis astronómicas, en donde "lo diferente se aproxima a lo diferente". En segundo lugar, la oposición entre la facilidad para salvar las apariencias, "enseguida se salvan" asegura Kepler, y la dificultad para acceder a las hipótesis astronómicas, "esta difícil y ciega indagación".

⁵ Para el análisis de los debates en torno al *status* de la astronomía a lo largo del siglo XVI véase Duhem (2003), Barker (2005), Barker and Goldstein (1988), Methuen (1996) y Westman (1975).

distinción entre hipótesis geométricas e hipótesis astronómicas propuesta por Kepler. He aquí su importancia trascendental.

Bibliografía

- BARKER, P. (2005), "The Lutheran Contribution to the Astronomical Revolution: Science and Religion in the Sixteenth Century". En BROOKE, J./ IHSANOGLU, E. (eds.), *Religious Values and the Rise of Science in Europe*, IRCICA, Istanbul.
- BARKER, P./ GOLDSTEIN, B. (1988), "Realism and Instrumentalism in Sixteenth Century Astronomy: A Reappraisal". En *Perspectives on Science*, 6, 3.
- DUHEM, P. (2003), *Sauver les apparences*, Paris, VRIN.
- JARDINE, N. (1979), "The forging of modern realism: Clavius and Kepler against the sceptics". En *Studies in the History and Philosophy of Science*, 10. (1988), *The birth of history and philosophy of science*, Cambridge, Cambridge University Press.
- KEPLER, J. (1994), *El secreto del universo [Mysterium cosmographicum]*, Barcelona, Altaya. [1596]
- (2004), *Sobre los principios de la astronomía [Epitomes Astronomiae Copernicanae. Liber primus]*. En *Revista de Filosofía*, Universidad de Costa Rica, XLII (106-107), 199-207, Mayo-Diciembre.
- METHUEN, Ch. (1996), "Maestlin's Teaching of Copernicus. The Evidence of His University Textbook and Disputations". En *Isis*, 87, 2 (Jun.), 230-247.
- PALTER, R. (1975), "Some episodes in the history of Copernicanism". En BEER A./ STRAND, K. Aa., *Copernicus: Yesterday and Today (Vistas in Astronomy, Vol. 17)*, 47-59, Oxford.
- WESTMAN, R. (1975), "The Melancthon Circle, Rhetoric, and the Wittenberg Interpretation of the Copernican Theory". En *Isis*, 66, 2. (Jun.), 164-193.