



# La noción de “horizonte” como reflejo de las disputas astronómicas en torno a la posición de la Tierra (1440-1624)

Leonardo LEVINAS  
Aníbal SZAPIRO



## RESUMEN

Analizamos las transformaciones de la noción de “horizonte” en la modernidad a través de sus usos en obras científicas del período 1440-1624; en particular, en el marco de la discusión que tuvo lugar a propósito de la disputa entre geocentristas y heliocentristas con relación al argumento ptolemaico que establecía que el comportamiento del horizonte probaba la posición central de la Tierra. Señalamos cómo el concepto de “horizonte” es representativo de otros conceptos fundamentales que caracterizan a los sistemas cosmológicos en pugna, de los respectivos sentidos de realidad y del correspondiente carácter de la observación. Mostramos cómo el estudio de los cambios conceptuales históricamente operados en la noción de “horizonte” implica una nueva aproximación a la denominada *revolución científica*.

PALABRAS-CLAVE • Horizonte. Posición de la Tierra. Tamaño de la Tierra. Teoría. Observación. Cambio conceptual.

*La historia de la astronomía es una historia de horizontes en retroceso.*  
E. Hubble (1958, p. 21)

## INTRODUCCIÓN

Muchos estudios epistemológicos basados en la historia de la ciencia han advertido que distintas teorías que pretenden estudiar un mismo fenómeno incurren en el uso de un mismo término, pero con atribuciones diversas de significado y/o con alteraciones en su sentido. Los procesos de cambio en los conceptos a lo largo del tiempo constituyen lo que se ha dado en llamar *cambio conceptual*.<sup>1</sup> En general se considera que

<sup>1</sup> La noción de “cambio conceptual” (CC) fue originalmente empleada en el ámbito de la educación - en particular en la enseñanza de la física - y actualmente se la utiliza para referir tanto al campo multidisciplinar orientado al estudio de las dinámicas asumidas por los conceptos (sea en los procesos de aprendizaje o en el desarrollo histórico

una alteración en un concepto particular implica la alteración de la relación de dicho concepto con otros, modificando, consecuentemente, el sentido de éstos; ello se debe a que, como se sabe, el *sentido* de un concepto no se encuentra dado de manera aislada en cuanto a su *referente* sino que supone un vínculo interactivo con el entramado de conceptos que constituyen una teoría.<sup>2</sup>

Si bien los estudios sobre desarrollos y transformaciones de conceptos han sido muy abundantes en los últimos tiempos, el concepto de “horizonte” no ha recibido la atención merecida dada su riqueza y las conclusiones que pueden extraerse de su análisis. El estudio en particular del concepto de “horizonte” permite, dada la representatividad que tiene del sentido de realidad y la codependencia de otros conceptos de las teorías en las que se encuentra inscripto, comprender aspectos fundamentales de la producción científica de cada momento histórico. Porque, si bien estuvo siempre asociado a los límites de la observación, su sentido fue mutando; en particular, a partir del abandono en la modernidad del sentido dado al concepto en la tradición griega y, a lo largo del siglo xx, con las modificaciones y redefiniciones fundamentales incorporadas en la cosmología contemporánea.

Por lo anterior, consideramos deseable comenzar a saldar la carencia de estudios concretos sobre el cambio del concepto de “horizonte”. En este trabajo comenzamos a abocarnos a dicha tarea mediante el estudio de las transformaciones del concepto durante la modernidad, momento en el que dos perspectivas en disputa asumían de manera diversa las características de la observación y la interpretación de los resultados de la experiencia, todo vinculado a problemas centrales como el de las dimensiones del universo o su finitud o infinitud.

En la medida en que en las obras del período que abordamos (1440-1624) el concepto raramente se encuentra definido explícitamente, el análisis se centra en los *usos*

de la ciencia), como a sus objetos de estudio (cf. Vosniadou, 2008). El interés fundamental reside en establecer los mecanismos a través de los cuales los sujetos están en condiciones de modificar ciertos conceptos fundamentales, adoptar nuevas hipótesis e incorporar nuevas teorías, logrando abandonar concepciones muchas veces sustentadas en ideas previas muy consolidadas. La noción de CC suele considerarse deudora, no exclusiva pero sí preponderantemente, de la obra de Kuhn. El giro que, según sus principales exponentes, supusieron las tesis desarrolladas en *La estructura de las revoluciones científicas* (Kuhn, 1971 [1962]) constituyó, junto con la crítica de Feyerabend al principio de invarianza del significado (Feyerabend, 1981 [1962]), la condición de posibilidad para la aceptación de que los conceptos científicos se encuentran condicionados por su contexto y para la comprensión del carácter de sus mutaciones. La historia del conocimiento, la filosofía de la ciencia, la psicología cognitiva y la psicología del aprendizaje se han constituido, de manera mancomunada, en herramientas fundamentales para encarar los estudios en CC. La presente investigación se inscribe en la línea de los trabajos que buscan comprender la naturaleza del CC en los procesos de investigación científica del pasado y del presente en la medida en que entiende que los cambios a nivel de los conceptos son representativos de los cambios en las teorías.

<sup>2</sup> En este trabajo, utilizaremos instrumentalmente la distinción de Frege entre *referencia* (*bedeutung*), el objeto designado por una expresión, y *sentido* (*sin*), la manera en que lo designa (cf. Frege, 1892).

en el marco de las argumentaciones cosmológicas, usos generalmente orientados a la determinación de aspectos fundamentales de los sistemas en pugna en el período, tales como la posición y el tamaño relativo de la Tierra, y la consecuente plausibilidad de que se mueva. En tal sentido, prestamos especial atención a la interpretación de las experiencias, en continuidad con el artículo de Levinas y Carretero (2010) donde se discute por qué diferentes interpretaciones de los resultados de dos experimentos que han sido históricamente considerados cruciales – vinculados a la forma y al movimiento de la Tierra – pueden conducir a conclusiones contradictorias entre sí.<sup>3</sup>

Por cuanto toda la discusión se encontró en el período estudiado constreñida a la discusión de los supuestos existentes en las argumentaciones aristotélico-ptolemaicas, comenzaremos en un primer apartado señalando el sentido y los usos presentes allí (apartado I). Luego, señalamos algunas transformaciones padecidas por el concepto en distintas referencias presentes en las obras de autores centrales como Nicolás Copérnico (apartado II) y Giordano Bruno (apartado III), con algunas menciones a autores anteriores como Nicolás de Cusa, cuya obra *De docta ignorantia* de 1440 delimita el inicio del período estudiado. En el cuarto apartado, utilizamos una fuente del siglo xvii (la correspondencia sostenida entre Ingoli y Galileo) para mostrar cómo los usos del concepto son indicativos de una coexistencia de distintos sentidos de realidad ya entrado el siglo xvii y donde aparece la *solución* galileana a un problema de larga tradición sobre el horizonte.

## 1 USOS Y SENTIDO ANTIGUOS DEL CONCEPTO DE “HORIZONTE”

En las fuentes aristotélico-ptolemaicas, el comportamiento del horizonte es utilizado como *dato* para la elucidación de tres problemas fundamentales relativos a la Tierra: su forma, su tamaño relativo y su ubicación en el mundo.

Una primera manifestación de dicho uso puede apreciarse en el libro segundo de *De caelo*, donde Aristóteles analiza el problema de la esfericidad de la Tierra y de su tamaño relativo. De acuerdo con el argumento, dada la forma en la que se modifica el círculo del horizonte al desplazarse el observador hacia la Osa o hacia el sur, la Tierra necesariamente es esférica y relativamente pequeña (cf. Aristóteles, 1996, p. 101). El dato es que el horizonte, para un observador situado sobre la superficie de la Tierra – lo que actualmente se denomina *horizonte topocéntrico* –, delimita un círculo dife-

<sup>3</sup> El estudio de los experimentos realizado en dicho artículo muestra cómo en las distintas interpretaciones la observación ha estado condicionada por la teoría disponible en cada caso, y cómo determinados presupuestos e hipótesis auxiliares pueden permanecer implícitas. Esto ha permitido una mejor caracterización del carácter de los cambios conceptuales necesarios para la aceptación o el rechazo de una nueva teoría.

rente según su latitud, de lo que Aristóteles infiere la esfericidad de la Tierra, inferencia que es posible sólo mediante una extrapolación de una propiedad comprobada para el *ekumene*; esto es, suponiendo que la Tierra desconocida se comporta de igual modo que la conocida. Por otra parte, afirma que dada la brusquedad de los cambios en el recorte ofrecido por el horizonte a medida que varía la latitud, el tamaño de la Tierra con relación al de la esfera es despreciable.

Ptolomeo, por su parte, refuerza la idea de la esfericidad con un análisis de los cambios en la observación de acuerdo con la longitud en la que está situado el observador. En el capítulo 4 del libro 1 del *Almagesto* recoge la observación aristotélica sobre la latitud y agrega que la salida del Sol, de la Luna y de “las otras estrellas” se da con diferencias horarias según el observador se encuentre ubicado más hacia el Oriente o hacia el Occidente, lo que también ocurre con los eclipses, que no son registrados en el mismo horario en las diferentes partes de la Tierra. En este sentido, el razonamiento es análogo al de Aristóteles, aunque incorpora un nuevo fundamento: la proporcionalidad existente entre el cambio horario y la distancia recorrida sobre la Tierra que – mediante la extrapolación de las características de las tierras conocidas (*ekumene*) a la totalidad de la Tierra – descartaría no sólo la idea de una Tierra plana o cóncava sino también la de una con forma de pirámide, de cubo, o cualquier otra figura poligonal (cf. Ptolomeo, 1952, p. 9).

Conjuntamente con el uso del horizonte para la determinación de la forma de la Tierra, Ptolomeo lo emplea para dirimir su posición y su tamaño con relación a los cielos. En el capítulo 5 del Libro I establece que la Tierra está en el medio de los cielos mediante un argumento que tiende a descartar cualquiera de las otras opciones, a saber:

- (a) que se encuentre fuera del eje de rotación de la octava esfera y equidistante de los polos;
- (b) que se encuentre sobre el eje y más cerca de uno u otro polo;
- (c) que se encuentre fuera del eje y más cerca de uno u otro polo.

El análisis, en cada caso, consiste en evaluar cuáles serían las consecuencias en las apariencias para el caso de una esfera recta (esto es, cuando el observador está situado sobre la línea del ecuador) y para el caso de una esfera oblicua o inclinada (esto es, con un observador situado en cualquier latitud excepto los polos y el ecuador). Sobre el caso (a), señala en primer lugar:

que si la Tierra fuera concebida como ubicada fuera del eje, o bien encima o bien debajo con respecto a ciertas partes de la Tierra, dichas partes en la esfera recta nunca experimentarían ningún equinoccio puesto que la parte sobre la Tierra y la

parte bajo la Tierra siempre serían cortadas de manera desigual por el horizonte. Nuevamente, si la esfera estuviera inclinada con respecto a esas partes, o bien no tendrían equinoccio o bien el equinoccio no tendría lugar a mitad de camino entre los solsticios de verano y de invierno. Los intervalos serían necesariamente desiguales porque el ecuador – que es el mayor de los círculos paralelos descritos entre [o respecto de] los polos – no sería cortado a la mitad por el horizonte; pero sí lo cortaría a la mitad uno de los círculos paralelos a él, o bien al sur o bien al norte. Pero, en cualquier caso, es acordado absolutamente por todos que dichas distancias son iguales en todas partes, porque el crecimiento desde el equinoccio al solsticio de verano es igual al decrecimiento hasta el solsticio de invierno (Ptolomeo, 1952, 1, 5, p. 4<sup>1</sup>-2).

Lo anterior puede graficarse como sigue:

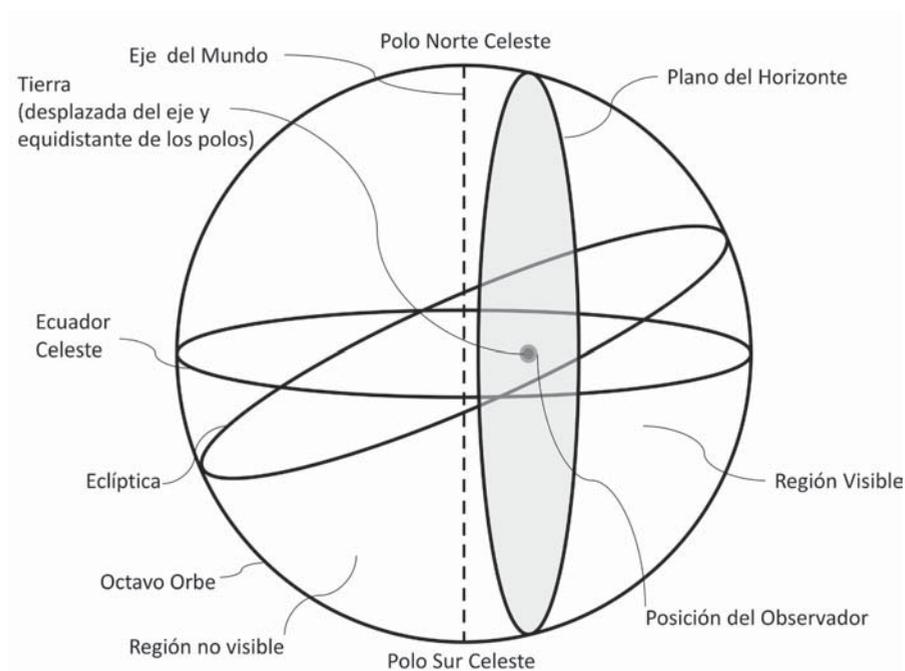
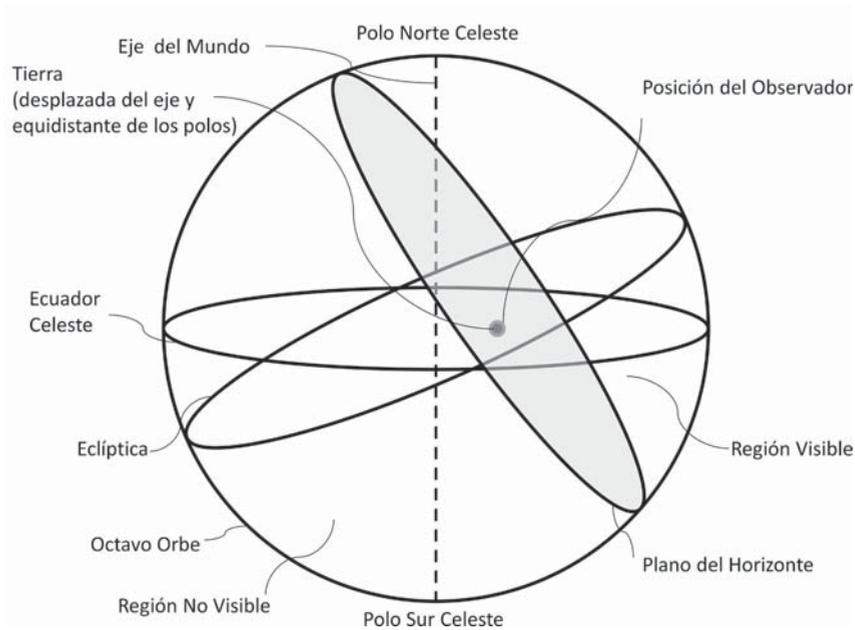


Figura 1. Esfera recta con la Tierra equidistante de los polos.

El observador se encuentra sobre la línea de la Tierra en que las estrellas al moverse forman ángulo recto con el horizonte (esto es, sobre el ecuador terrestre); la Tierra se encuentra desplazada hacia el zenit de ese observador y, por lo tanto, equidistante de los polos. El horizonte cortaría a la esfera en dos partes desiguales por lo que el observador no experimentaría equinoccios (determinados por la intersección de la eclíptica con el ecuador celeste). Esto es contrario a la observación, que nos señala que los observadores en esa posición sobre la Tierra experimentan los equinoccios.



**Figura 2.** Esfera inclinada con la Tierra equidistante de los polos.

El observador se encuentra en una posición en la que las estrellas al moverse forman un ángulo oblicuo con el horizonte (esto es, se encuentra en un punto cualquiera fuera del ecuador donde forman ángulo recto y de los polos terrestres donde el movimiento es paralelo al horizonte); la Tierra se encuentra desplazada del mismo modo que en la figura 1, permaneciendo equidistante de los polos celestes. El observador o bien no experimentaría equinoccios, o bien las distancias entre cada uno de ellos y ambos solsticios no serían equivalentes. Esto es contrario a la observación, que nos indica que en todas partes de la Tierra se experimentan los equinoccios y que las distancias hasta ambos solsticios son iguales.

Sobre el caso (b) Ptolomeo afirma que

el plano del horizonte en cada latitud cortaría siempre en partes desiguales las secciones de los cielos superiores e inferiores a la Tierra (...). Y el horizonte podría cortar en dos partes iguales sólo en la esfera recta. En el caso de la esfera inclinada con el polo cercano siempre visible, el horizonte haría siempre la parte sobre la Tierra inferior y la parte bajo la Tierra superior, con el resultado de que también el círculo máximo que atraviesa el centro de los signos del zodíaco (eclíptica) sería cortado de manera desigual por el plano del horizonte. Pero esto nunca fue visto porque seis de las doce partes son siempre y en todas partes visibles sobre la Tierra (1952, 1, 5, p. 42).

Lo anterior puede graficarse como sigue:

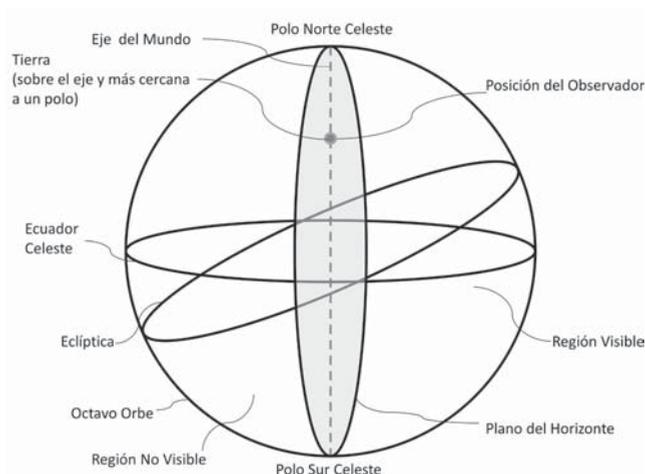


Figura 3. Esfera recta con la Tierra más cerca de un polo.

Al igual que en la figura 1, el observador se encuentra sobre la línea de la Tierra en que las estrellas al moverse forman ángulo recto con el horizonte (esto es, sobre el ecuador terrestre); la Tierra se encuentra desplazada hacia uno de los polos celestes. El observador podría experimentar los equinoccios dada la despreciabilidad del tamaño de la Tierra con relación al octavo orbe, lo que se traduce también en que el espacio sobre el horizonte y debajo el horizonte sean prácticamente iguales.

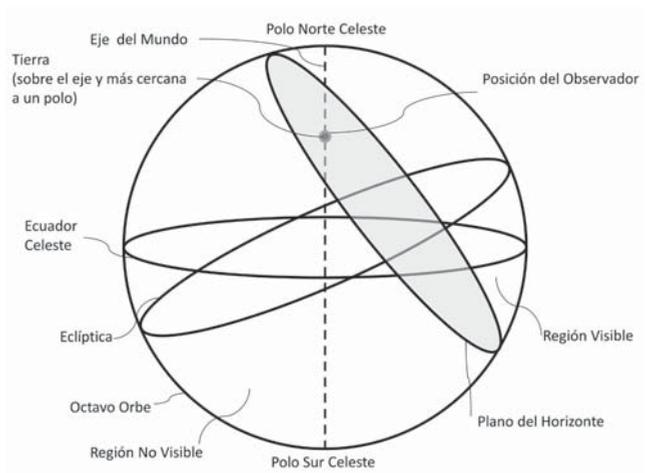


Figura 4. Esfera inclinada con la Tierra más cerca de un polo.

Al igual que en la figura 2, el observador se encuentra sobre en una posición en la que las estrellas al moverse forman un ángulo oblicuo con el horizonte (esto es, se encuentra en un punto cualquiera fuera del ecuador y distinto de los polos terrestres); la Tierra se encuentra desplazada del mismo modo que en la figura 3. El horizonte cortaría en dos partes desiguales no sólo a la esfera de las estrellas sino también a la eclíptica, lo que es contrario a la observación.

El argumento apela, entonces, a dos datos de la experiencia. El de la distancia entre los equinoccios y solsticios y a la bisección de la esfera por parte de las estrellas fijas. Ambos argumentos resultan sumamente ricos para la consideración del sentido de horizonte presente en la obra.

Sobre lo primero, resulta conveniente considerar que para que ello constituya una prueba de algo, Ptolomeo debe, al correr a la Tierra del centro, dejar trazados el ecuador celeste y la eclíptica del modo en que lo están en su concepción de la Tierra en el centro, situación en la que su cruce daría lugar a los equinoccios; en este sentido, el horizonte variaría junto con la Tierra, pero no lo harían ni la eclíptica ni el ecuador, que serían independientes de la posición de la Tierra. Pero, simultáneamente, existe un ecuador terrestre, que al ser atravesado por el Sol determinaría el equinoccio; ahora bien, puesto que en determinadas posiciones de la Tierra el Sol nunca atravesaría esa latitud, en consecuencia no tendrían lugar los equinoccios.

Vemos cómo, puesto que en el modelo ptolemaico lo que posee un eje de rotación es el cielo y no la Tierra, sería el ecuador celeste lo que define al ecuador terrestre y no al revés (como comenzará a ser pensado en la modernidad, lo que de por sí exigió cierto cambio conceptual en la noción de ecuador). Si bien eso podría resultar irrelevante en la medida en que se entiende que uno y otro se encuentran alineados, en el contexto del argumento se vuelve sumamente importante. En efecto, por lo anterior, el equinoccio es entendido como el corte entre el ecuador celeste y la eclíptica y no entre el ecuador terrestre y la eclíptica, a la vez que la eclíptica no es modificada al cambiar la posición de la Tierra. Será esta determinación en la observación la que le dará sentido al argumento y, si bien el argumento es lógicamente impecable, las premisas son falsas consideradas desde la perspectiva moderna que no encontrará sentido en hablar de ecuador y de eclíptica como independientes de la Tierra.

Sin embargo, de mayor peso en la discusión moderna es el segundo aspecto del argumento, el de la bisección de la esfera por parte del horizonte. La clave allí es que de encontrarse la Tierra fuera del centro — a excepción de la esfera recta en el caso (b) — el horizonte cortarían a la esfera en dos partes desiguales, lo cual resultaba contrario a la observación que *siempre* mostraba que la mitad del cielo se encontraba sobre el horizonte cuando la otra mitad se encontraba por debajo. Para poder establecer que efectivamente el horizonte corta al medio a la esfera, es preciso suponer un tamaño de la Tierra despreciable con relación al del octavo orbe, sobre lo que Ptolomeo se expide en el capítulo 6 del Libro 1. Allí, en primer lugar, remite al argumento de que, al desplazarse sobre la Tierra, un observador no puede observar variación en la distancia angular entre las estrellas. Y, como segundo argumento, invoca el mismo dato utilizado para argumentar la posición de la Tierra, a saber, la bisección por parte del horizonte de la esfera de las estrellas fijas. Nótese que la falta de registro de paralaje estelar — debido a

un movimiento del observador sobre la superficie de la Tierra – y la despreciabilidad de la diferencia entre un horizonte topocéntrico y uno geocéntrico, funcionan como defensa de la idea de que la Tierra se encuentra en el medio de los cielos y quieta, para lo que eso ya debió ser supuesto. El otro supuesto, entonces, es que el corrimiento de la Tierra respecto del centro no podría ser despreciable del modo en que lo era la distancia del observador al centro de la Tierra; esto es, a la par que Ptolomeo admite que el observador se encuentra corrido del centro del mundo tanto como la superficie de la Tierra se encuentra distanciada de su centro, descarta que el centro de la Tierra pueda estar corrido del centro del mundo en un orden de magnitud igualmente despreciable. Como veremos, esto será de capital importancia en el argumento copernicano.

De la lectura de las fuentes aristotélico-ptolemaicas, puede inferirse que el horizonte fue entendido entre los griegos en un doble sentido. Por una parte, como el límite más allá del cual un observador no puede seguir viendo la Tierra y en la que ésta “entra en contacto” con el cielo. En este primer sentido, se evidencia una ruptura con las concepciones anteriores<sup>4</sup> dado que, si bien continúa siendo una noción meramente espacial, se abandona la idea de que el horizonte es un único límite (efectivamente) existente, y no el resultado de una percepción para un observador dado en un momento determinado. Pero esa relativización del horizonte al observador ocurre sólo parcialmente dado que, en un segundo sentido, se lo concibe como un círculo que puede proyectarse sobre la esfera de las estrellas fijas. Aquí, si bien el horizonte también cambiará de acuerdo con la posición del observador sobre la Tierra, refiere a un límite realmente existente constituido por la octava esfera, lo que será abandonado en el contexto moderno a la par de la disolución de dicha esfera.

4 Si bien “horizonte” es un término de origen griego, resultando imposible el análisis de su sentido en contextos anteriores donde el término no era utilizado, sí se puede trazar una apreciación sobre el sentido de realidad existente en nociones anteriores que pueden ser estrechamente relacionadas con las de “horizonte”. En tal sentido, una de las primeras apariciones por escrito de una noción relativa al horizonte puede ser encontrada en el poema babilonio *Enuma elish*. Este poema, cuyo nombre significa “allá en lo alto”, data aproximadamente del año 1200 a.C. y relata el origen del Universo. Allí, el horizonte (personificado en Anshar y Kishar) tiene un lugar muy relevante en el relato: al horizonte sólo preexisten el caos originario (en el que existía sólo agua) y los dioses principales que lo engendraron; a su vez, Anshar y Kishar (parte femenina-celeste y parte masculina-terrestre del horizonte, respectivamente) fueron quienes engendraron al cielo, que luego engendró a la Tierra. De acuerdo con algunas interpretaciones del poema (cf. Jacobsen, 1957), la Tierra y el cielo serían como dos círculos encastrados en ese anillo que es el horizonte, resultando luego el cielo inflado y permaneciendo la Tierra con una forma plana circular. En esta noción de “horizonte”, el límite real de la Tierra funciona como fundamento de un límite aparente, aspecto compartido por muchas de las primeras aproximaciones a la noción de “horizonte” en la antigüedad, incluidas las de los jónicos como Anaximandro, para quien la tapa habitada del cilindro que era la Tierra efectivamente poseía un límite más allá del cual existía un abismo, que funcionaba como fundamento del horizonte. Lo interesante del poema, desde el punto de vista de nuestra indagación, es que el horizonte tiene una entidad propia y se encuentra cosificado/personificado en el relato. Además, constituye el origen mismo de la Tierra y del cielo y no producto de su contacto. En esta curiosa formulación, hay una anterioridad temporal (y ontológica) del horizonte respecto del límite; no es el límite el que define al horizonte sino el horizonte el que define al límite. Así, esta aproximación constituye un ejemplo netamente distinto del griego aquí considerado.

## 2 COPÉRNICO: USOS NUEVOS, SENTIDO ANTIGUO

En el contexto moderno, los mismos datos utilizados por Ptolomeo fueron invocados para reforzar la defensa de supuestos contrarios. Como veremos, en algunos casos, ello ocurrió sin que mediara una modificación del sentido del concepto, aunque sí su uso. Es el caso de Copérnico. Si bien su concepción de horizonte es posterior a otras más revolucionarias (como la de De Cusa, que consideraremos más adelante), conviene tratarla antes por cuanto su continuidad con Ptolomeo conduce a una drástica discontinuidad en cuanto a su implementación. En el capítulo 6 del libro 1 de su *De revolutionibus*, Copérnico afirma:

El hecho de que esta gran masa – que es la Tierra – no pueda compararse en modo alguno con la inmensidad del cielo puede deducirse de que los círculos divisorios (ésta es la traducción de la palabra griega “horizontes”) cortan toda la esfera celestial en dos mitades, lo cual no podría suceder si las dimensiones de la Tierra en comparación con el cielo o si su distancia desde el centro del mundo fueran considerables (...). De esta manera, el círculo del horizonte siempre corta en dos partes a la eclíptica, que es el círculo máximo de la esfera. Pero como en la esfera, si un círculo corta en dos a otro círculo máximo, el mismo círculo secante será también máximo, se sigue que el horizonte es uno de los círculos máximos y que su centro es el mismo que el de la eclíptica, según puede verse (Copérnico, 1965 [1543], 1, 6, p. 22).

En un primer término, este pasaje de Copérnico es una reproducción casi exacta del argumento ptolemaico referido al tamaño relativo de la Tierra, con la inclusión de una definición de *horizonte* como “círculo divisorio” y con una modificación que, como veremos, resultará sustancial en el argumento. Luego, se apunta a mostrar que, puesto que el horizonte corta al medio la eclíptica – que es un círculo máximo –, el horizonte mismo es un círculo máximo y comparte con la eclíptica su centro. Aquí aparece una especificación implícita respecto de la primera definición de horizonte como “círculo divisorio” que puede ser impropia o accidental, pero que en definitiva constituye un elemento determinante de los horizontes para observadores terrestres, a saber, que el horizonte no es un círculo divisorio cualquiera sino un círculo máximo. Ahora bien, como, por otra parte, la certeza de que la Tierra tiene una dimensión que imposibilitaría que el horizonte sea un círculo máximo en sentido estricto (lo que demandaría que la línea que pasa por el centro de la Tierra – horizonte geocéntrico – y la que pasa por su superficie – horizonte topocéntrico – sean la misma), Copérnico se ve obligado a incorporar en su argumentación la diferencia entre apariencia y realidad:

a causa de la gran distancia de sus límites, parecen ser una misma línea, cuando el espacio común que encierran deja de ser sensiblemente comparable con la longitud de ellas, tal como se demuestra en óptica (Copérnico, 1965 [1543], p. 64).

Este argumento, que no es muy distinto del de Ptolomeo, asume en la obra de Copérnico un papel completamente diferente en la medida en que constituye el primer paso en la concepción de la posibilidad de que la misma despreciable distancia se diese para el distanciamiento de la Tierra del centro como quedaba expresado al afirmar que la bisección de la esfera no podría suceder si el tamaño de la Tierra fuese grande *o si su distancia desde el centro del mundo fueran considerables*. Esto es, si el radio de la órbita de la Tierra fuese lo suficientemente grande (o la esfera de las estrellas lo suficientemente pequeña), el horizonte no bisecaría; el horizonte biseca, *ergo* la órbita de la Tierra es ínfima (hipótesis que se apoyaba, o se concedía, por otra parte, en la falta de medición de paralaje estelar). Esto muestra que el descentramiento de la Tierra fue, en términos de distancias relativas, muy poco significativo; la Tierra pasó de estar en el centro a estar en un sitio que se encontraba muy próximo a él (cf. Kuhn, 1985 [1957], p. 217).

Lo anterior, desde el punto de vista de nuestra indagación, muestra cómo aquí la teoría implícita, a diferencia del modelo ptolemaico, es la de una Tierra descentrada y en movimiento. El argumento de Ptolomeo era completamente ineficaz (considerándolo aisladamente) frente al embate copernicano dados los supuestos de este último; y lo mismo ocurría a la inversa. Esto parece sugerir que se trata de un argumento superfluo y en absoluto crucial (nos detendremos sobre esto en las conclusiones); pero la insistencia en el marco de la modernidad de señalar este argumento como significativo demanda su consideración. Por otra parte, es justamente en el marco de este debate donde mejor se pueden apreciar las sucesivas mutaciones en el concepto de “horizonte” que excedieron por mucho este tímido cambio conceptual copernicano que supone una transformación en el *uso* del concepto (que conduce o acompaña a una transformación radical de la estructura del cosmos) pero no un cambio en su *sentido*. El horizonte de Copérnico es, desde el punto de vista de su definición implícita, exactamente el mismo que el de Ptolomeo, lo que abona las tantas veces señalada continuidad que convertiría a Copérnico en un ptolemaico.

### 3 HACIA UN NUEVO SENTIDO DEL CONCEPTO: DE CUSA, DIGGES Y BRUNO

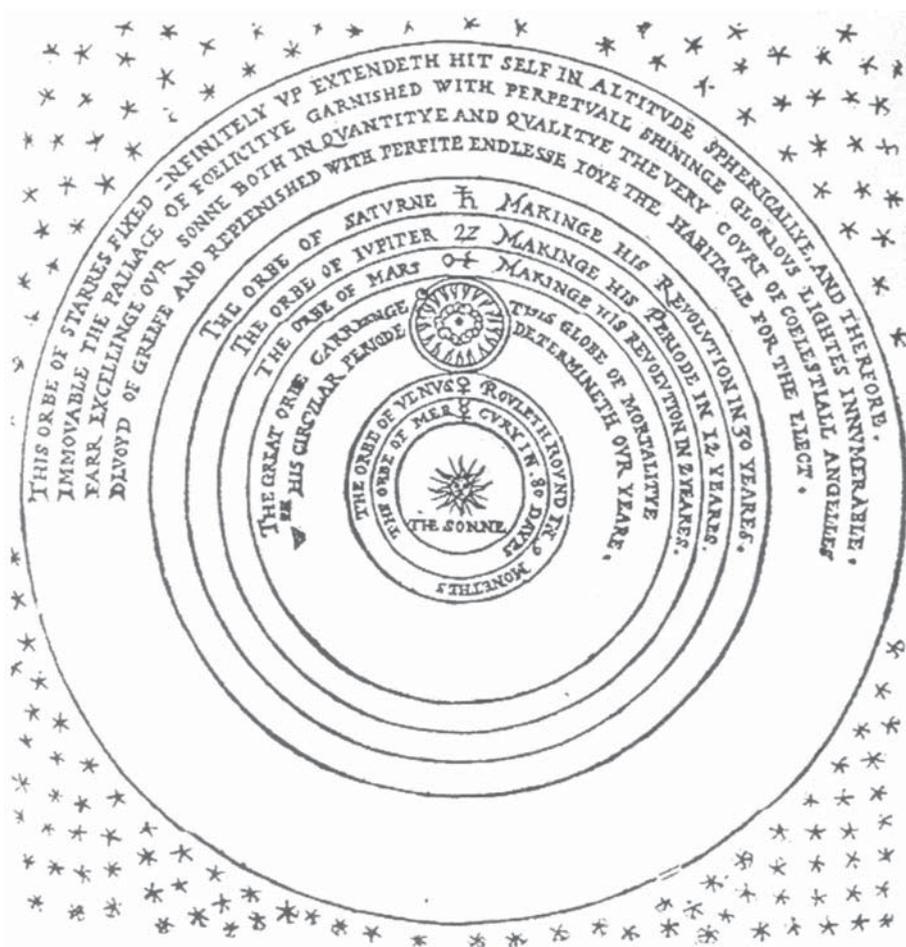
La obra de Giordano Bruno, a diferencia de la de Copérnico, constituye la manifestación de un cambio fundamental en el sentido del concepto de “horizonte”. Antes, nos detendremos en dos autores que anticiparon algunos aspectos vinculados a la radical

novedad introducida por Bruno, que son Nicolás de Cusa y Thomas Digges. Como se sabe, al Cusano le resultaba inadmisibles pensar a una Tierra en el centro del universo, puesto que entendía que éste debía ser infinito, por lo que no podía tener centro o, más precisamente, por lo que cualquier punto podía serlo. En tal sentido, en el capítulo 11 del Libro 2 de su *De docta ignorantia* realiza una referencia explícita a la experiencia de la bisección al señalar que el hecho de que el horizonte biseque a la esfera de las estrellas fijas no prueba que la Tierra se encuentre en su centro. En un argumento algo oscuro parece invocar el hecho de que al ser la distancia a los polos celestes equivalente a la del horizonte (distancias, por cierto, infinitas), siempre parecerá al observador que el horizonte biseca, no siendo esto indicio de su ubicación en el centro.

La Tierra no es el centro ni de la octava esfera ni de otra, ni tampoco la aparición sobre el horizonte de los seis signos prueba que la Tierra esté en el centro de la octava esfera. Pues aun si estuviera distante del cielo y cerca del eje que pasa por los polos, de modo que una parte estuviera levantada hacia un polo, y en la otra parte deprimida hacia el otro polo, entonces a los hombres, que están distantes de los polos tanto como se extiende el horizonte, les aparecería tan solo la mitad de la esfera, como es manifiesto (de Cusa, 2003 [1440], 2, p. 11).

El argumento del cusano no es un argumento astronómico y, por tanto, resultaría difícil desentrañarlo como tal; pero, al parecer, lo que muestra es la compatibilidad de la bisección con ciertas distancias relativas y, en particular, con la situación ya señalada por Ptolomeo en su argumento, que es el caso de una esfera recta con una Tierra situada fuera del eje y equidistante de los polos. En cualquier caso, la razón de que el hecho del horizonte biseque a la esfera no pruebe nada está vinculada, en la obra del cusano, con el sinsentido que supone pensar en la posibilidad de lo máximo como diferente de lo mínimo, lo que a su vez impediría pensar en un centro como diferenciado de la circunferencia máxima (o, lo que es equivalente, en un punto quieto con movimiento mínimo y en otro punto con movimiento máximo); todo lo anterior, conduciría a pensar como imposible la existencia de polos fijos y de un ecuador, lo que haría que no tenga sentido la discusión sobre la centralidad de la Tierra. En tal sentido, la apelación al horizonte no es en este caso utilizada como prueba, sino que se muestra cómo una determinada concepción del universo, producto de una determinada concepción metafísica, es compatible, bajo determinadas condiciones, con la observación; en tal contexto, no deja de ser llamativo que una de las dimensiones a las que se deba atender es al comportamiento del horizonte. Se muestra una plena conciencia de ciertas consecuencias sobre la concepción del cosmos infinito que son en cierto sentido superadoras del enfoque del otro antecedente de Bruno que merece mención, Thomas

Digges. Éste, si bien no hace un uso explícito del término “horizonte” que permita extraer mayores conclusiones (sólo una mención en todo su trabajo *A perfit description* y utilizado como equivalente de plano perpendicular al observador), algunos elementos de su presentación del sistema copernicano hacen que pueda resultar interesante su incorporación como paso necesario hacia el abandono del sentido ptolemaico de horizonte. El más significativo sería el que quedó plasmado en el dibujo que acompañó a la edición de 1576, donde las estrellas se elevaban infinitamente con la sugerente leyenda “este orbe de estrellas fijas se extiende infinitamente en altitud esférica” (Digges, 1983 [1576], p. 47), con lo que, sin disolver la esfera de las estrellas fijas, la ampliaba infinitamente.



**Figura 5.** Ilustración que acompañó la edición de 1576 de *A perfit description of the caelestiall orbes according to the most aunciente doctrine of the Pythagoreans, lately revived by Copernicus and by geometricall demonstrations approved de Thomas Digges*.

Ambas ideas, la del universo infinito cusano y la de extensión infinita del octavo orbe de Digges, resultan sumamente importantes cuando se las lee en clave bruniana. En el contexto de una batalla contra los sentidos que nos conducirían a ver en la apreciación del horizonte un fundamento de la finitud y la concavidad de la esfera estelar, Bruno afirma:

Así, nosotros, que estamos en la Tierra, decimos que la Tierra está en el medio, y todos los filósofos modernos y antiguos, de cualquier secta que sean, afirmarán que aquella está en el medio, sin menoscabar sus principios, como nosotros decimos con respecto al horizonte mayor de esta región etérea que nos circunda, limitada por aquel círculo equidistante en relación con el cual nosotros estamos como en el centro. De igual modo aquellos que están en la Luna consideran que tienen alrededor de sí esta Tierra, el Sol y otras muchas estrellas, que están en torno al medio y al fin de los semidiámetros propios del propio horizonte. Así, la Tierra no es más centro que cualquier otro cuerpo mundano y no tiene ciertos polos determinados, como tampoco sirve de cierto y determinado polo a cualquier otro punto del éter y del espacio del mundo (Bruno, 1981 [1548], p. 49).

Bruno advierte que los horizontes propios de los demás astros generarán impresiones análogas a las del horizonte de la Tierra para los habitantes de ésta. Pero ello no es algo exclusivamente aparente, sino que estriba en el hecho de que no existen ni centros ni polos absolutos, de lo que tampoco se seguiría la idea del ecuador absoluto presente en el sistema ptolemaico. Con ese acto, Bruno anticipa tácitamente la isotropía absoluta del universo newtoniano mediante la afirmación de sus presumibles consecuencias, a saber, desde cualquier punto del universo se podrán establecer observaciones análogas respecto de sus propios polos y horizontes, lo que sólo es posible a condición de la inexistencia de puntos límite; un verdadero paso hacia la conformación de un universo euclídeo y el consecuente abandono del cosmos aristotélico.

Pero, más allá de la dimensión ontológica del universo bruniano y de las discusiones que ello podría acarrear, es manifiesto que Bruno constituye una bisagra en el pensamiento relativo al horizonte; su horizonte es un límite celeste más allá de cual un determinado observador no puede ver, pero cuya forma y existencia es imaginaria. Deja de existir un límite material que funcione como referente del concepto, tal como el que tenían las concepciones hasta ahora mencionadas. Y la condición para ello es nada menos que la disolución de la esfera de las estrellas fijas y su necesaria recomposición en términos exclusivamente imaginarios que conducirían a que “por más que hubiera varios horizontes alrededor de un mundo, no serían en realidad de un mundo, sino que éste estaría en relación con este medio como cada uno con el suyo” (Bruno, 1981 [1548], p. 97).

En cualquier caso, la formulación bruniana no enfrenta explícitamente los argumentos astronómicos de la tradición en torno a las observaciones que debieran advertirse por encontrarse la Tierra en un lugar diferente al designado por Ptolomeo; tampoco enfrenta las objeciones que le hicieron a Copérnico astrónomos como Tycho Brahe. Para dar cuenta de ello deberemos referirnos a Galileo, quien sí decidió afrontar el problema en dichos términos.

#### 4 LA DISPUTA ENTRE INGOLI Y GALILEI Y LA COEXISTENCIA DE DISTINTOS SENTIDOS DE REALIDAD

A mediados de la década del 20 del siglo XVII, Galileo se dispuso a responder un conjunto de objeciones que un jurista de Ravena, Francesco Ingoli, le había realizado al sistema copernicano, mediante una carta que éste le enviara casi una década antes tras una discusión oral.<sup>5</sup> En su respuesta, Galileo explicita cabalmente la transformación conceptual que ya podía ser advertida en la obra de Giordano Bruno, pero con aplicaciones más concretas a la interpretación de las observaciones. El argumento de Galileo es sencillo y apunta a mostrar que tanto quienes esgrimían el comportamiento de los astros sobre el horizonte para mostrar a la descentración de la Tierra, como quienes lo utilizaban en sentido opuesto, incurrían en el error de continuar pensando al horizonte como si la Tierra se encontrara en reposo. En el documento de Ingoli, las objeciones se encontraban agrupadas en argumentos teológicos, físicos y astronómicos. Entre los argumentos astronómicos se encontraban referidos el de Ptolomeo sobre la bisección del horizonte y el de Tycho contra la respuesta copernicana al argumento ptolemaico; en sus propias palabras:

Que verdaderamente la mitad del cielo no sería observada si la Tierra no ocupara el centro, consta de la definición de semicírculo; de hecho, solamente el diámetro, que siempre pasa por el centro del círculo, divide el propio círculo en dos semicírculos iguales. Tampoco satisface totalmente la objeción por la cual se dice que el diámetro del círculo deferente de la Tierra en comparación con la distancia máxima del octavo orbe se hace para nosotros tan pequeño, que en el propio octavo orbe subtiende solamente 20'. En efecto para que la Tierra se corra una

<sup>5</sup> Sobre la historia, las características y los alcances de este debate, cf. Mariconda, 2005. En el mismo volumen pueden consultarse las correspondientes traducciones al portugués del intercambio epistolar, que fueron de suma utilidad para la traducción de los fragmentos aquí referidos de las cartas originales – en latín de Ingoli y en italiano de Galileo (cf. Galilei, 2005 [1624]; Ingoli 2005[1616]).

distancia imperceptible con respecto al orbe estelar, es necesario que esté distante de él 14 mil de sus semidiámetros, conforme el precepto de Tycho (...) y que su círculo deferente (...) diste de la octava esfera  $50/14$  de sus semidiámetros, lo que significa 16506000 semidiámetros terrestres: esa distancia tan inmensa no sólo muestra que el universo es asimétrico, sino que también prueba o (...) que las estrellas fijas no pueden operar en estas regiones inferiores debido a su distancia excesiva (...); o que las estrellas fijas son de tal tamaño que superan o igualan en grandeza al propio círculo deferente de la Tierra (Ingoli, 1933 [1616], p. 405-6).

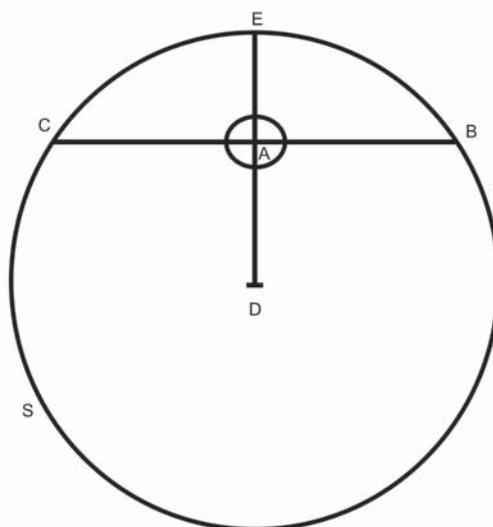
Como vemos, el argumento copernicano sería inadmisibile por sus consecuencias, entre ellas, asimetría y o tamaño excesivamente grande de las estrellas. A lo primero, Galileo le cuestiona el criterio de “simetría” y le objeta que cómo puede saber de asimetría sin saber siquiera si el universo es o no infinito. Sobre lo segundo, corrige el dato, y le recuerda que él ya mostró que ninguna estrella fija subtiende ni 2 ni 3 minutos sino como mucho 5 segundos.

En cuanto al argumento que nos interesa, Galileo responde señalando la ausencia siquiera de una semblanza de verdad en lo señalado por Ingoli y expone la “verdadera y facilísima respuesta”. Señala que si la Tierra se mueve, el horizonte lo hace con ella; y que, por tanto, que si dos puntos celestes sobre el horizonte son advertidos como opuestos por un observador, necesariamente deberán aparecer opuestos al cabo de medio giro de la Tierra, no constituyendo prueba alguna el que lo sean para la determinación de la posición de la Tierra en el centro de la esfera de las estrellas fijas (sobre cuya existencia, tamaño y forma, por otra parte, confiesa que poco se puede afirmar). Galileo advierte con ello cómo los pensadores anteriores (aun Copérnico) no habían podido abandonar la idea de un horizonte en cierta medida independiente del observador y, por tanto, no habían podido entender que su comportamiento es necesariamente solidario con el movimiento de éste. He aquí su ejemplo.

Y para un entendimiento más claro, sea la esfera de las estrellas, cuyo centro es D, y la Tierra A alejada cuanto se quiera de ese centro, y sea el horizonte siguiendo la línea recta CB.

Ahora, si nosotros, estando quietos la Tierra y el horizonte, supusiéramos que la esfera de las estrellas se mueve en torno a su centro D, y una estrella naciera en C, mientras la otra se pone en B, es claro que cuando la C esté en B, la B no habrá retornado a C (siendo el arco sobre la Tierra CEB menor del que permanece debajo de la Tierra); en cambio estará en S (supuesto el arco BS igual al arco CEB): tardará entonces la estrella B en nacer, después de la puesta de la C, cuanto es el

tiempo del arco SC. Pero supongamos ahora que la esfera de las estrellas está fija, y la Tierra móvil sobre si misma, la cual portará consigo el horizonte CB; y no hay duda alguna de que cuando el término B del horizonte estará en C, el otro C estará en B; y donde la primera de las dos estrellas B y C una estaba en el término oriental y la otra en el occidental, hecha tal conversión de la Tierra retornarán en el mismo momento de tiempo invariablemente en los mismos términos; tal que, como ves, esos nacimientos y ocultamientos invariables nada prueban



acerca del sitio de la Tierra. Como tampoco de aquello que acrecienta, esto es, que al notarse sobre el círculo vertical siempre 90 grados del cenit al horizonte, se puede inferir que nosotros vemos la mitad del cielo; porque representando en la misma figura la línea BC un horizonte cualquiera, si del centro A se levantara sobre BC una perpendicular que terminara en el punto vertical, ésta contendrá de aquí y de allá dos ángulos rectos, cada uno de los cuales de 90 grados: pues aquello que son los dos arcos BE, EC ni se ve, si se sabe ni se puede saber, ni le sirve a nadie saberlo. Igualmente falso es que lo que agregas a continuación cuando dices que si la Tierra no estuviera en el centro, no se podría ver la mitad del cielo; en efecto, puesto que si el cielo fuese esférico y la Tierra estuviera lejana del centro, podrían ver la mitad del cielo todos aquellos habitantes de la Tierra cuyos horizontes pasasen por el centro del cielo (Galilei, 1933 [1624], p. 526-8).

El argumento es muy sencillo y busca evidenciar que dos puntos opuestos en el horizonte no son opuestos sino en virtud de la posición del observador; y que, por tanto, el hecho de que al cabo de doce horas las mismas estrellas se encuentren opuestas estando en oriente la que antes estaba en occidente y viceversa no es prueba de nada. Es interesante notar que Galileo da un paso cualitativamente distinto al de Copérnico en el abandono de la biunivocidad entre apariencia y realidad; asume a la esfera de las estrellas como una apariencia para cada observador dado (idea que vimos presente en la obra de Bruno), y al horizonte como un círculo máximo de esa esfera imaginaria con centro en el observador. En el mismo sentido, otro de los obstáculos presentes en las argumentaciones de Ptolomeo (el referido a los solsticios y equinoccios) es aquí eli-

minado, por cuanto se establece que no hay ecuador independiente de la Tierra, así como tampoco hay eclíptica que no sea referida a su movimiento, por lo que necesariamente el ecuador y la eclíptica se cortarían como lo hacen, independientemente de la posición de la Tierra en el universo. La totalidad del fenómeno visible se relativiza al observador, siendo el sustrato de la apariencia una realidad muy distinta de la concebida por Ingoli, y siendo el mismo concepto de apariencia radicalmente distinto.

## CONCLUSIONES

En la cosmología aristotélico-ptolemaica el horizonte era entendido como un *círculo* que resultaba de la proyección de la visual de un observador terrestre sobre la esfera de las estrellas fijas (esfera de cuya materialidad no se dudaba), y donde el hecho de que esa visual bisecara la esfera (esto es, que fuera un *círculo máximo*) era utilizado como argumento para la determinación de la centralidad de la Tierra. En dicho contexto, “horizonte” era un concepto que refería a una *apariciencia* que remitía a un límite material real, existiendo tantos horizontes como puntos sobre la Tierra. Concluida la denominada *revolución científica*, el horizonte pasó a estar relativizado a un observador cualquiera (terrestre o no terrestre), habiendo tantos horizontes posibles como puntos en el universo y transformándose con ello en un concepto referido exclusivamente a una *apariciencia* que no probaba nada sobre la posición de la Tierra.

Señalado de este modo, el caso del *horizonte* abonaría las tesis originales de Kuhn (1971 [1962]), de acuerdo con las cuales existe inconmensurabilidad entre teorías consolidadas (como lo son la cosmología aristotélica y la newtoniana) que se manifestaría en una discontinuidad en muchos de los conceptos fundamentales que se utilizan para describir el mundo. Ahora bien, el estudio detenido de ciertas instancias del cambio conceptual del período permiten señalar cómo la discontinuidad entre conceptos es resultado de *cambios conceptuales parciales*, que no suponen ni intraducibilidad ni incommunicabilidad plenas entre ellos en la medida en que conservan elementos preexistentes del concepto. En este sentido, los cambios parciales pueden remitir tanto a las diversas definiciones alteradas parcialmente que un concepto puede adoptar, como a los diferentes *status* que éste adquiere en un mismo sistema de pensamiento, incluso en un mismo pensador.

Lo anterior puede ser apreciado en el estudio de las modificaciones en la interpretación de la experiencia de la bisección por parte del horizonte de la esfera de las estrellas fijas; esta experiencia pasó de ser considerada incompatible con el descentramiento de la Tierra en el caso de Ptolomeo, a ser considerada compatible con un descentramiento relativamente despreciable en el caso de Copérnico a, finalmente,

ser considerada absolutamente compatible con cualquier posible posición de la Tierra en el universo. A la par de esto, cambió la función de la propia experiencia; mientras que en la antigüedad era presentada como argumento que determinaba la posición de la Tierra, en la modernidad comenzó a establecerse una función distinta, a de que no funcionara como obstáculo para ubicaciones descentradas de la Tierra.<sup>6</sup>

Resulta interesante observar, entonces, que el cambio conceptual que tuvo lugar en ese período fue más dependiente de la transformación de un cierto sentido de realidad (que condujo a la alteración de otros conceptos clave en los argumentos, como el concepto de ecuador, polo o eclíptica), que de la experiencia propiamente dicha. Tal como sucedió con otros argumentos más referidos en la literatura sobre el período (como el experimento de la torre o la ausencia de medición de paralaje estelar), los datos utilizados para dirimir esta cuestión fueron siempre los mismos; no obstante ello, sus usos fueron variando, y esto nos conduce a considerar la pertinencia de juzgar a la experiencia de la bisección como crucial. Porque si bien es cierto que el dato fue considerado siempre el mismo – lo que impediría denominarla “experiencia crucial” de acuerdo con su definición clásica, para la cual dos hipótesis deben predecir consecuencias observacionales contrarias (cf., por ejemplo, Hempel, 1973) –, lo cierto es que la bisección de la esfera por el horizonte fue invocada como argumento decisivo en todo este período. Y ello conduciría a pensarla ya no como crucial en el sentido original, pero sí como crucial de acuerdo con las concepciones críticas que entienden la crucialidad de una experiencia o experimento no como algo que depende esencialmente de una estructura lógica, sino de su función en el reemplazo de una teoría por otra (cf., por ejemplo, Lakatos, 1974).

Lo anterior se vincula íntimamente con otros dos problemas metodológicos presentes en el tratamiento del *cambio conceptual* en la historia de la ciencia sobre los que intenta arrojar luz este estudio particular. El primero de ellos vinculado con que en las discusiones sobre el cambio conceptual no suelen indagarse los diversos *usos* que tienen los conceptos en las obras de los autores. Consideramos que el caso del concepto de “horizonte” muestra que existe una tensión entre los usos y los sentidos explícita-

6 Resulta interesante la comparación de esta experiencia y las invocadas en apoyo de la hipótesis de la esfericidad de la Tierra. Copérnico emplea los mismos argumentos que Ptolomeo para señalar la pertinencia de considerar a la Tierra como esférica (Copérnico, 1965 [1543], 1, cap. 2). Ambos autores apelan al comportamiento de los objetos sobre la línea del horizonte (por ejemplo la desaparición del casco de un barco antes que su mástil cuando éste se aleja), y acuerdan en que los datos observacionales deben ser considerados pruebas concluyentes de la esfericidad terrestre. Sin embargo, dicho acuerdo no persiste, por ejemplo, en la determinación de las dimensiones relativas de la Tierra respecto del octavo orbe, lo que arroja luz sobre cuán dependientes de las teorías son las interpretaciones de las experiencias observacionales. Esto desnuda un cambio conceptual parcial en el concepto “Tierra” en lo que hace a su *posición y estado de movimiento* en el universo (lo que implica un profundo cambio conceptual en el concepto “planeta”) y prácticamente ningún cambio en lo que hace a su *forma*.

mente atribuidos a los conceptos, y que la exploración de dicha tensión puede conducir a la identificación de aspectos envueltos en el cambio conceptual sobre los que no se suele dar cuenta, tal como es el de la ambigüedad conceptual.

Y esto nos conduce a la identificación del segundo problema. En el marco de las indagaciones sobre la continuidad o discontinuidad conceptual entre teorías que trajeron a gran parte de las investigaciones sobre los conceptos del período, las caracterizaciones que suelen trazarse del *cambio conceptual* apelan a una representación que supone ajustes conceptuales progresivos y transitoriamente estables.<sup>7</sup> Esta imagen no parece converger con la que ofrecen las fuentes estudiadas para el caso del concepto de “horizonte”. Si bien parece razonable señalar un cambio que, tomados los momentos inicial y final, manifiestan un fuerte grado de discontinuidad, de ninguna manera la transformación existente entre la concepción previa a la revolución – plasmada en la formulación ptolemaica – y la concepción posterior – plasmada ya en la obra de Galileo – puede ser entendida como lineal ni los distintos sentidos asumidos por el concepto, como estables. Eso lo advertimos, por una parte, en la insistencia en mantener el sentido tradicional del concepto y, por otra, en que, aun en las formulaciones novedosas, la co-dependencia del concepto de “horizonte” respecto de otros conceptos y su interacción en ciertas argumentaciones dan cuenta de una interesante tensión conceptual que impide concebir a los conceptos como estables, aun cuando en apariencia lo sean. Esto es, el cambio de un determinado concepto puede deberse a la modificación de otros conceptos, dado que su relación con éstos es, de hecho, constitutiva de su sentido en el marco de la teoría en la que está inscripto.

La dinámica de este complejo entramado es representativa de las transformaciones en el *sentido de realidad* propias de los contextos en los que tiene lugar el cambio conceptual. Estas transformaciones demandan para su comprensión la consideración conjunta con otros elementos de distintos órdenes de la historia del período, en la medida en que ningún cambio conceptual implica únicamente la transformación de un concepto de manera aislada sino que supone un cambio del entramado de conceptos.❸

AGRADECIMIENTOS. El presente trabajo fue posible gracias al financiamiento del Proyecto UBACyT N° 0556, del PIP-CONICET N° 11220090100812 y de la beca de Posgrado Tipo I (2009-12) otorgada por el CONICET a Aníbal Szapiro.

<sup>7</sup> Un ejemplo de señalamiento enfático de las transformaciones conceptuales en el marco de la revolución científica puede ser encontrado en Thagard (1992), mientras que un señalamiento de las continuidades conceptuales en el marco del mismo proceso puede ser advertido en el trabajo de Chen y Barker (2000). Ambos optan por representar a los conceptos mediante el uso de *frames*, lo que parece traslucir que para ellos, en un momento dado y para un autor determinado, los conceptos asumen un sentido único y estable que puede ser representado por este tipo de diagramas.

*Leonardo* LEVINAS

Universidad de Buenos Aires,  
Consejo Nacional de Investigaciones  
Científicas y Técnicas, Argentina.  
*leo@levinas.com.ar*

*Aníbal* SZAPIRO

Universidad de Buenos Aires,  
Consejo Nacional de Investigaciones  
Científicas y Técnicas, Argentina.  
*anibal\_sz@yahoo.com.ar*

## The notion of “horizon” as a reflection of the astronomical disputes on the position of the Earth (1440-1624)

### ABSTRACT

We analyze the transformations of the notion of horizon in modernity through the different uses that it had in scientific works, written between 1440 and 1624, in which there was discussion of the Ptolemaic argument for the view that the behavior of the horizon proves the centrality of the Earth. We show how the concept of horizon represents other fundamental concepts, which characterize the cosmological systems in dispute and their respective senses of reality and observation. We maintain that the study of the conceptual changes that took place historically in the notion of horizon imply taking a new approach to the so-called Scientific Revolution.

KEYWORDS • Horizon. Position and size of the Earth. Theory. Observation. Conceptual change.

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARISTÓTELES. *Acerca del cielo*. Madrid: Gredos, 1996.
- BRUNO, G. *Sobre el infinito universo y los mundos*. Buenos Aires: Aguilar, 1981 [1548].
- CHEN, X. & BARKER, P. Continuity through revolutions: a frame-based account of conceptual change during scientific revolutions. *Philosophy of Science*, 67, p. 208-23, 2000.
- COPÉRNICO, N. *Las revoluciones de las esferas celestes*. Buenos Aires: Eudeba, 1965 [1543].
- DE CUSA, N. *Acerca de la docta ignorancia*. Buenos Aires: Biblos, 2003 [1440].
- DIGGES, T. *Una perfecta descripción de las esferas celestes según la antiquísima doctrina de los pitagóricos, recientemente revivida por Copérnico, y acreditada por medio de demostraciones geométricas en opúsculos sobre el movimiento de la Tierra*. Madrid: Alianza, 1983 [1576].
- FAVARO, A. (Ed.). *Edizione nazionale delle opere di Galileo Galilei*. Firenze: Barbèra Editore, 1933. 20v.
- FEYERABEND, P. K. *Límites de la ciencia*. Barcelona: Paidós, 1981 [1962].
- FREGE, G. Sinn und Bedeutung. *Zeitschrift für Philosophie und philosophische Kritik*, 100, p. 25-50, 1892.

- GALILEI, G. Lettera a Francesco Ingoli. In: FAVARO, A. (Ed.). *Edizione nazionale delle opere di Galileo Galilei*. Firenze: Barbèra Editore, 1933 [1624]. v. 6, p. 509-61.
- \_\_\_\_\_. Carta de Galileu Galilei a Francesco Ingoli. Tradução P. R. Mariconda. *Scientiae Studia*, 3, 3, p. 477-516, 2005 [1624].
- HEMPEL, C. *Filosofia de la ciencia natural*. Madrid: Alianza, 1973.
- HUBBLE, E. *The realm of the nebulae*. New York: Dover, 1958.
- HUTCHINS, R. M. (Ed.). *Ptolemy, Copernicus, Kepler*. Chicago: Encyclopaedia Britannica Inc., 1952. (Great Books, 16).
- INGOLI, F. De situ et quiete Terrae contra copernici sistema disputatio. In: FAVARO, A. (Ed.). *Edizione nazionale delle opere di Galileo Galilei*. Firenze: Barbèra Editore, 1933 [1616]. v. 5, p. 397-412.
- \_\_\_\_\_. Discussão a respeito da posição e do repouso da Terra contra o sistema de Copérnico. Tradução A. M. Ribeiro e L. Mariconda. *Scientiae Studia*, 3, 3, p. 467-76, 2005 [1616].
- JACOBSEN, T. Enuma elish, the babylonian genesis. In: MUNITZ, M. K. (Ed.). *Theories of the universe*. Illinois: Free Press, 1957. p. 8-20.
- KUHN, T. S. *La estructura de las revoluciones científicas*. México: Fondo de Cultura Económica, 1971 [1962].
- \_\_\_\_\_. *La revolución copernicana*. Madrid: Orbis, 1985 [1957].
- LAKATOS, I. *Historia de la ciencia y sus reconstrucciones racionales*. Madrid: Tecnos, 1974.
- LEVINAS, M. L. & CARRETERO, M. Conceptual change, crucial experiments and auxiliary hypothesis: a theoretical contribution. *Integrative Psychological and Behavioral Science*, 44, 4, p. 288-98, 2010.
- MARICONDA, P. R. O alcance cosmológico e mecânico da carta de G. Galilei a F. Ingoli. *Scientia Studia*, 3, 3, p. 443-65, 2005.
- MUNITZ, M. K. (Ed.). *Theories of the universe*. Illinois: Free Press, 1957.
- PTOLOMEO, C. The almagest. In: HUTCHINS, R. M. (Ed.). *Ptolemy, Copernicus, Kepler*. Chicago: Encyclopaedia Britannica Inc., 1952. p. 1-478. (Great Books, 16).
- THAGARD, P. *Conceptual revolutions*. Princeton: Princeton University Press, 1992.
- VOSNIADOU, S. *International handbook of research on conceptual change*. New York: Routledge, 2008.

