

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

LA COSMOLOGÍA GRIEGA DE HOMERO A PTOLOMEO

UN CASO EN LA FORMACIÓN DEL MÉTODO
CIENTÍFICO-TECNOLÓGICO EN OCCIDENTE

Carlos Eduardo González Hernández



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

AGRADECIMIENTOS

A mamá, por todo el apoyo.

A papá, por el recuerdo y la inspiración.

A mamá Ana, por todo el amor, el cuidado y los desvelos.

A Pepe y Paco, por las historias compartidas.

A Monica, por la ternura, la solidaridad, el camino en común...

A Carlitos, por la alegría y la vitalidad.

A madrina y el compadre, por estar siempre ahí.

A Ani y Pepe, por el ejemplo.

A todos los amigos, por toda la compañía.

A mi tutor, David Gaytán, por su amigable y exigente asesoría.

A mis sinodales, Dra. Patricia Gómez Rey, Dr. José Carlos Castañeda Reyes, Dra. María Alicia Pazos, Mtra. Guadalupe Urbán Martínez, por sus invaluable observaciones.

Al Sistema Universidad Abierta de la Facultad de Filosofía y Letras de la UNAM, por la formación recibida.

A todas las personas que de alguna manera contribuyen a llevar a feliz término esta licenciatura en historia.

Contenido

Sinopsis.....	4
Abreviaturas.....	6
Introducción.....	7
Capítulo 1. Historia, filosofía, y sociología de la ciencia.....	11
Capítulo 2. Observaciones tecnificadas, comparabilidad y cambio en la ciencia	25
Inconmensurabilidad como intraducibilidad	25
Intraducibilidad en sentido kuhniano	26
Problemas conceptuales en la definición kuhniana de inconmensurabilidad.....	29
Traducción para objetivos particulares	32
Comparabilidad basada en datos empíricos comunes	34
Pertinencia, plausibilidad y verosimilitud	40
Prácticas ideológicas, analíticas y científicas	42
Capítulo 3. La cosmología prefilosófica griega: su expresión en Homero y Hesíodo	47
Capítulo 4. La cosmología racional griega: los casos de Tales y Anaximandro	86
Capítulo 5. La cosmología astronómica griega en el Almagesto de Claudio Ptolomeo	107
Conclusiones.....	137
Epílogo epistemológico: Racionalidad y progreso en la ciencia.....	140
Bibliografía.....	145
Fuentes primarias.....	145
Fuentes secundarias	147
Fuentes de consulta.....	164

Sinopsis

En este trabajo hago un repaso original de la historia de la cosmología griega como un ejemplo de la constitución del método científico-tecnológico en occidente. La tesis principal es que es posible describir un curso de desarrollo de la cosmología griega en el que la tecnificación de la observación astronómica termina por centrar el debate alrededor de la descripción del movimiento aparente de los astros y configura una base fuerte para la comparación entre modelos alternativos.

Para esto, es necesario elaborar un marco teórico apropiado que proporcione una caracterización de los procesos de tecnificación de la observación y dé cuenta de su papel en la historia de la ciencia en general. Comienzo proponiendo una definición más fuerte de inconmensurabilidad que la propuesta por Thomas Kuhn¹, basada en la posibilidad de comparar teorías por medio de sistemas de observaciones homogéneos, analizo sus implicaciones y su relación con una taxonomía de las prácticas epistémicas que demarca entre prácticas ideológicas, analíticas y científicas. Finalmente, explico cómo esta inconmensurabilidad es eliminada por la tecnificación de la observación y menciono algunas posibilidades para el progreso científico derivadas de lo anterior.

¹ “Commensurability, Comparability, Communicability” en P. Asquith y T. Nickles (eds.), *PSA 198: Proceedings of the 1982 Biennial Meeting of the Philosophy of Science Association*, East Lansing, Philosophy of Science Association: 669-688.

Con base en dicho marco teórico, describo algunas ideas cosmológicas desde Homero hasta Ptolomeo e identifico tres etapas en esta historia: la primera, que corresponde en buena medida a lo que algunos autores llaman pensamiento mitopoyético², comprende las ideas previas a las discusiones iniciadas por Tales y Anaximandro; la segunda, parecida a lo que a menudo se ha llamado pensamiento racional³, abarca las discusiones desde Tales hasta Platón, y la tercera, llamada a veces pensamiento científico⁴, incluye las propuestas que intentan describir el movimiento aparente de los astros, desde Metón hasta Ptolomeo.

² Vid. vgr. Jean-Pierre Vernant, *Los orígenes del pensamiento griego*: 9-22.

³ *Ibidem*. Pero que prefiero llamar analítico.

⁴ *Ibid.* Que llamaré científico-tecnológico, por las razones que se exponen en el trabajo.

Abreviaturas

<i>Bib.</i>	<i>Biblioteca y epítome</i> de Apolodoro
<i>Erga</i>	<i>Los trabajos y los días</i> de Hesíodo
<i>Fís.</i>	La <i>Física</i> de Aristóteles
<i>Il.</i>	La <i>Ilíada</i> de Homero
<i>In Meteor.</i>	Los comentarios de Alejandro de Afrodisia a <i>De Meteorología</i> de Aristóteles
<i>In Phys.</i>	Los comentarios de Simplicio a la <i>Física</i> de Aristóteles
<i>Mathem.</i>	La <i>Mathematikes Syntaxeos</i> de Claudio Ptolomeo
<i>Met.</i>	La <i>Metafísica</i> de Aristóteles
<i>Meteor.</i>	<i>De Meteorología</i> de Aristóteles
<i>Od.</i>	La <i>Odisea</i> de Homero
<i>Ref.</i>	La <i>Refutación de todas las herejías</i> de Hipólito
<i>Strom.</i>	Los <i>Stromateis</i> pseudo-plutarqueos
<i>Teog.</i>	La <i>Teogonía</i> de Hesíodo
<i>V. H.</i>	<i>Varia Historia</i> de Eliano

Introducción

La historiografía de la ciencia de occidente ha conocido numerosas aportaciones fundamentales para su desarrollo. Sin embargo, la cuestión de cuáles han sido los detalles epistemológicos del desarrollo histórico de su práctica ha seguido siendo motivo de un agrio debate, casi exclusivamente filosófico, entre las posturas que abogan por el progreso de la ciencia, y las relativistas y escépticas que, en mayor o menor medida, lo niegan. Esta situación está profundamente vinculada con uno de los problemas más formidables a los que se haya enfrentado la práctica científica: la desilusión con la posibilidad de univocidad del conocimiento científico y el consecuente problema para definir no sólo el estatuto epistemológico de distintas disciplinas, corrientes teóricas y alternativas metodológicas (sobre todo en las ciencias sociales), sino también para aclarar la relación entre las distintas disciplinas llamadas científicas y promover la comunicación entre éstas.

La discusión epistemológica en efecto se ha enriquecido con los trabajos filosóficos interesados en la historia de la ciencia —empezando por los de Karl R. Popper⁵, Kuhn⁶ o Imre Lakatos⁷, por citar sólo algunos—, sobre todo porque son parte de un intento por corroborar empíricamente las implicaciones de las diversas teorías sobre la manera como opera la ciencia, además de hacernos recordar que ésta es una empresa humana y, como tal, su estudio no puede reducirse a los

⁵ Vgr. *The Logic of Scientific Discovery*: 209-247.

⁶ En especial su *The Structure of Scientific Revolutions*, *passim*.

⁷ Vgr. “History of Science and its Rational Reconstructions”, en R. Buck y R. Cohen (comps.), *Boston Studies in the Philosophy of Science*, vol. 8, Reidel, Dordrecht, 1971, pp. 91-135.

supuestos contenidos en cada disciplina por separado. No obstante, creo que, si bien estas discusiones acerca del papel de las sociedades y los factores humanos en general en el desarrollo de la ciencia nacieron a partir de trabajos que daban un papel importante a la historia, las cuestiones relativas a las dificultades de la base teórica de la investigación en historia de la ciencia no han recibido suficiente atención.

Es por esta razón que creo que una propuesta de la transformación histórica de la práctica científica que atendiera con más detalle al proceso de tecnificación de la observación podría contribuir a la comprensión de las peculiaridades metodológicas de las diferentes disciplinas (o de las diversas “culturas científicas”⁸) y ayudaría a transformar los conflictos interculturales entre científicos naturales, sociales, aplicados y humanistas en una crítica interdisciplinaria de la naturaleza e interrelaciones de sus métodos.

Por tanto, es necesaria la crítica de la teoría y metodología empleada por estos historiadores de la ciencia-epistemólogos para poder evaluar la significación de sus resultados para la historia y la filosofía de la ciencia, estrechamente vinculadas en la actualidad. Un objetivo de este trabajo es explorar las implicaciones de adoptar una teoría acerca del papel de la tecnificación de las observaciones en la práctica científica y realizar una primera exploración empírica

⁸ C.P. Snow, *The Two Cultures, with Introduction by Stefan Collini, passim*, y Hugo Aréchiga Urtuzuástegui, *La dispersión cultural en la ciencia, passim*.

de ésta para el caso de la historia de las ideas cosmológicas griegas desde Homero hasta Ptolomeo.

De esta manera, el problema básico que inspira esta tesis tiene raíces epistemológicas que también se manifiesta de manera metodológica: ¿Es posible describir las transiciones entre los llamados pensamientos mitopoyético, racional y científico desde un marco teórico que no dé por sentada la racionalidad o ausencia de racionalidad en el cambio teórico, el progreso o no en la ciencia, sino que los vea como algunas de las posibilidades a elucidar a través de la investigación histórica?

Mi conjetura inicial es que la historia de la cosmología griega se puede dividir en tres etapas, asociadas a lo que he llamado prácticas ideológicas, analíticas y científicas, demarcadas, primero, por el desarrollo de la discusión filosófica y, segundo, por el del sistema de observación tecnificada de la astronomía, lo que tuvo como efecto la transformación de los criterios epistémicos predominantes para la evaluación de las propuestas cosmológicas en cada una de las etapas.

Aunque esta investigación pretende ser en buena medida empírica, una serie de problemas epistemológicos, teóricos y metodológicos hicieron indispensable una discusión teórica de los mismos. Así, al principio tuve que desarrollar un sistema teórico que enmarcara la investigación empírica que quería emprender. Esta parte

teórica sigue una especie de “método”⁹, que consiste en revisar la literatura relevante, criticarla, y ofrecer alternativas que parecen corresponderse mejor con las observaciones de los fenómenos implicados, con las dificultades de explicación y contextualización que dicho proceso conlleva.

Ahora bien, la parte central de la tesis es la contrastación empírica de las hipótesis postuladas. Para ello, realizo el análisis de algunos casos en la historia de las ideas cosmológicas de Homero a Ptolomeo. Los análisis de casos particulares son: Homero y Hesíodo, para las prácticas ideológicas; Tales y Anaximandro, para las prácticas analíticas, y Ptolomeo, para las prácticas científicas, y los hago a partir de las siguientes fuentes primarias: i) *La Ilíada* de Homero, *La Teogonía* y *Los trabajos y los días* de Hesíodo¹⁰; ii) fragmentos de Tales y Anaximandro y de otros autores griegos y latinos que escribieron sobre ellos¹¹; y iii) los tres primeros libros del *Almagesto*¹² de Ptolomeo¹³. Como puede verse, el tratamiento empírico es una “reconstrucción racional” informada por la perspectiva teórica adoptada. En la siguiente sección, hago una crítica historiográfica con el objeto de ubicar esta elección metodológica.

⁹ Lo entrecomillo porque me parece bastante problemática la cuestión del método de la formulación de teorías. Por otra parte, el debate alrededor del anarquismo metodológico puede deberse en gran medida a la concepción de la ciencia como, exclusivamente, relacionada con la construcción de teorías. Lo anterior es un problema que habría que tratar más ampliamente en otro lugar.

¹⁰ Uso las ediciones bilingües de la Bibliotheca Scriptorum Graecorum et Romanorum Mexicana de la Universidad Nacional Autónoma de México a cargo de Rubén Bonifaz Nuño para la *Ilíada* y de Paola Vianello de Córdoba para Hesíodo.

¹¹ Guiado primordialmente por la estupenda selección de Kirk *et al.*, *Los filósofos presocráticos. Historia crítica con selección de textos*: 120-211.

¹² La edición de J. L. Heiberg, *Syntaxis Mathematica*, Lipsia, B.G. Teubner, 1898, (Claudii Ptolemaei: Opera quae exstant omnia, vol. 1), escaneada por JGTL3@Excite.com bajo el cuidado de Joseph G. Leichter y disponible en Internet en <http://www.wilbourhall.org/pdfs/HeibergAlmagestViewing.pdf>.

¹³ Como puede verse, empleo ediciones críticas de los textos originales en la lengua original cuando ha sido posible. No incluyo citas en griego, sino solamente mi versión, por la dificultad técnica de escribir en griego politónico en el ordenador.

Capítulo 1. Historia, filosofía, y sociología de la ciencia

Preferí llamar a este trabajo historia de la cosmología, en vez de historia de la astronomía, porque espero que, al hacer referencia a algo más que lo “puramente” astronómico, se dibuje un perfil más claro del tránsito desde la “mitología” hasta la “astronomía” desde la perspectiva de la *Historia intelectual*¹ o *Historia de las ideas*. Los problemas subyacentes a todo esto son los que me motivan a entrecomillar todas esas palabras y se ven reflejados si se hace un análisis, por somero que sea, de la historiografía moderna de la ciencia y de las relaciones entre historia, filosofía y sociología de la ciencia durante las últimas décadas.

John R. R. Christie, en su artículo “El desarrollo de la historiografía de la ciencia”², hace un recuento puntual de la génesis de la historiografía moderna de la ciencia como disciplina o, en sus propias palabras, busca explorar “de manera preliminar el relato en cuyo desarrollo aparecen por primera vez muchos de los temas, tópicos e interpretaciones básicos que constituyen la materia fundamental de la historia de la ciencia moderna”³.

¹ Una interesante descripción de las dificultades en el estudio de la historia intelectual puede encontrarse en Dominick LaCapra, *Rethinking Intellectual History: Texts, Contexts, Language*: 22-71.

² En Sergio F. Martínez y Godfrey Guillaumin (comp.), *Historia, filosofía y enseñanza de la ciencia*: 43-65.

³ *Ídem*: 43.

De acuerdo con él, la historiografía moderna de la ciencia: “aparece en las obras de investigación y enseñanza científicas” y cita dos ejemplos: Antoine Lavoisier realizó, en 1774, una historia reciente de las investigaciones sobre gases para presentar sus estudios en el tema, de manera parecida a como el médico y químico holandés Herman Boerhaave escribió en 1727 una breve historia de la química como parte de la introducción a su estudio⁴.

Ahora bien, no fue sino hasta la Ilustración y en especial entre los años 1750 y 1760 que “por primera vez se construyó y se lanzó al mundo una visión basada en la historia del significado intelectual, político y social de la ciencia para la humanidad”⁵ y se desarrollaron temas y estructuras fundacionales de la historiografía de la ciencia como la concepción canónica de Revolución Científica del siglo XVII, incluida su periodización, su carácter, su narrativa, su contraste con lo anterior, los hombres de genio, etc.; suposiciones tan influyentes que, en opinión de Christie, todos los historiadores de la ciencia occidentales se han formado en ellas⁶. Cita como un ejemplo paradigmático de esta historiografía “estándar” de la ciencia el *Discurso preliminar de la Enciclopedia* de Diderot (1751), escrito por Jean D’Alembert, como un “relato de emancipación intelectual de la influencia de fuerzas política y espiritualmente represivas”⁷.

⁴ *Ídem*: 44.

⁵ *Ídem*: 46.

⁶ *Ídem*: 46-47.

⁷ *Ibidem*.

Adam Smith es el precursor de un rasgo particularmente importante para los objetivos y carácter de este ensayo: En su *The Principles which Lead and Direct Philosophical Enquiries; Illustrated by the History of Astronomy* (1795) desarrolló una historia de la astronomía desde la antigüedad hasta Newton ligada a una teoría de la investigación, el descubrimiento y el progreso científico. Con esto, vinculó la historia con la filosofía de la ciencia, “eslabón...que ha demostrado ser de perdurable importancia”⁸ para la historiografía de la ciencia, como puede verse, por ejemplo, con la obra de William Whewell en el siglo XIX y de Thomas Kuhn en el XX. En opinión de Christie, este vínculo entre historia y filosofía de la ciencia es también un rasgo ilustrado de la historiografía de la ciencia, ya que ésta “ha acompañado desde sus orígenes a una búsqueda más específicamente filosófica de comprensión de la naturaleza de la ciencia; a su vez, esta característica ha influido en la historiografía, prestándole una motivación y un vocabulario filosóficos”⁹.

Completa Christie su repaso del nacimiento de la historiografía moderna de la ciencia con el análisis de la obra de Joseph Priestley, quien pretendió en *The History and Present State of Electricity* (1767) una historia del “progreso de la mente humana..., más instructiva y deleitosa, preferible a las historias de la política y la guerra” que, sin embargo, contrasta con las historias de D’Alembert y Smith en que no es una historia de las ideas, sino de construcción de aparatos,

⁸ *Ídem*: 48.

⁹ *Ibidem*.

experimentos y descubrimientos prácticos¹⁰. No obstante lo anterior, Christie apunta que la valoración de la ciencia heredada de la Ilustración no es uniformemente positiva: Rousseau, en su “Discurso sobre las ciencias y las artes” (1750), caracterizó a la ciencia como aliada del poder y de su yugo¹¹.

Con el desarrollo de las sociedades científicas disciplinarias desde finales del siglo XVIII, comenzó la historiografía del origen de las disciplinas científicas particulares. En palabras de Christie, éstas eran “intentos de crear historias distintas y unificadas de las disciplinas científicas, con todo y personajes fundadores, innovaciones fundamentales, etc.”¹², con lo que el problema de la demarcación de la ciencia cobró especial relevancia. Christie cita como ejemplos de esta búsqueda la *History of Chemistry* de Thomas Thomson (1830-1831) y los trabajos de Charles Lyell orientados a establecer los fundamentos de la geología. Dichas historias, pues, contribuirían a la definición de la identidad disciplinaria a través de la descripción del cambio y definición de temas de estudio, métodos, técnicas y teorías¹³.

Destaca Christie¹⁴ la obra de William Whewell como una importante síntesis de todo lo anterior en varios sentidos: es una historia del desarrollo de las sucesivas ramificaciones de la ciencia y la consiguiente formación de disciplinas diferenciadas; refuerza también la periodización ilustrada de antigüedad

¹⁰ *Ídem*: 48-49.

¹¹ *Ídem*: 49-50.

¹² *Ídem*: 50-51.

¹³ *Ibidem*.

¹⁴ *Ídem*: 52-53.

precientífica, estancamiento medieval y época científica propiamente a partir de los siglos XVI y XVII y del desarrollo de la astronomía copernicana y la física newtoniana; y constituye un proyecto tanto histórico como filosófico de la ciencia.

Las aportaciones más importantes de Whewell a la historiografía de la ciencia, aparte de la síntesis descrita, serían el método de la “reconstrucción racional” y la perspectiva del cambio gradual a través de la acumulación sucesiva de aportaciones que podían ser posteriormente unificadas en nuevos marcos teóricos¹⁵. Contribuía así, y de una manera erudita, a la revisión de la concepción heroica de los “grandes científicos” y las revoluciones asociadas a ellos.

Después de tratar el auge de la biografía científica a partir del siglo XIX como 1) una forma popular de difusión de la historia de la ciencia y 2) como “un elemento humanizador que a menudo hace falta en las historias de las teorías o las ciencias particulares”¹⁶, pasa Christie a describir la profesionalización, todavía incompleta, de la historia de la ciencia durante el siglo XX. Repasa el papel de París durante las últimas décadas del siglo XIX y primeras del siglo XX, a través del trabajo de científicos, filósofos e historiadores como Marcelin Berthelot, Paul Tannery, Hélène Metzger y Alexandre Koyré. Resalta también el papel del historiador belga George Sarton y su trabajo para la fundación de la revista *Isis* como un foro para la comunicación entre los nacientes grupos y especialistas en el área, además de su “empeño... en proveer fuentes bibliográficas para la historia de la ciencia, [y] su

¹⁵ *Ídem*: 53-55.

¹⁶ *Ídem*: 56.

compromiso de establecer criterios metodológicos básicos y profesionales para su área”¹⁷.

Hace también un recuento de las contribuciones a la historia conceptual e intelectual de Alexandre Koyré, tanto en Francia como en Estados Unidos y de su influencia en investigadores prominentes como Thomas Kuhn, Charles Gillispie y Richard Westfall¹⁸. Menciona también la formación de una corriente materialista, representada inicialmente por trabajos como los de Boris Hessen y, posteriormente y de manera más sofisticada por la obra de Joseph Needham, *Science and Civilization in China* (1954-1984), que aporta también una refrescante perspectiva no eurocéntrica¹⁹.

Culmina su repaso evaluando la manera en que la historiografía de las últimas décadas ha contribuido a la revisión de la imagen del desarrollo científico heredada de la Ilustración. Hace especial énfasis en la forma en que la historia social de la ciencia pone en entredicho “las certidumbres liberales del progreso, la autenticidad y el individualismo”²⁰. Hace también un recuento de cómo la obra de Crombie o Clagget han modificado la valoración de la ciencia medieval y cómo se ha adoptado una perspectiva crítica respecto de las relaciones entre ciencia y religión. Dice, atinadamente, que todo ello se debe, en buena medida, a la expansión de la historia de la ciencia profesional y a su creciente especialización.

¹⁷ *Ídem*: 58.

¹⁸ *Ídem*: 58-59.

¹⁹ *Ídem*: 60.

²⁰ *Ídem*: 61.

Finalmente, Christie estima que la especialización en la historia de la ciencia no ha estrechado su perspectiva, básicamente por dos razones: 1) la docencia de la historia de la ciencia no se ha estandarizado tanto como para configurar cánones poco flexibles y 2) la estructura abierta de la disciplina, en la que confluyen científicos de varias disciplinas, filósofos, sociólogos e historiadores, ha mostrado una gran vitalidad y capacidad de problematizar desde distintas perspectivas los problemas abordados²¹. Estas dos características, que explican el dinamismo teórico, metodológico y temático del área, me llevaron a la necesidad de definir una postura teórica frente al problema del cambio científico, que desarrollo en el capítulo 2 de esta tesis, y a optar por un tratamiento de historia intelectual o de las ideas, como se explica enseguida.

Con la finalidad de poner en contexto el tratamiento que hago de la historia de la cosmología griega, revisaré algunos debates relativos a la historiografía de la ciencia reciente y a la relación entre historia, filosofía y sociología de la ciencia. En este tenor, Edna Suárez profundiza en la heterogeneidad reciente de la historiografía de la ciencia²². Reconoce una gran variedad de temas y perspectivas en la historiografía de los últimos cincuenta años, como resultado del proceso de diversificación y especialización del área. Algunas de dichas perspectivas son: “las llamadas reconstrucciones racionales (Ghiselin 1969), la historia de revoluciones (Kuhn 1957), la historia de las ideas (Butterfield 1957), la historia social (Desmond

²¹ *Ídem*: 62-63.

²² “La historiografía de la ciencia”, en Sergio F. Martínez y Godfrey Guillaumin (comp.), *Historia, filosofía y enseñanza de la ciencia*: 17-42.

1989), las biografías (Holmes 1985, Provine 1986, Desmond y Moore 1993) y las historias de laboratorio (Galison 1987), por mencionar unos cuantos ejemplos.”²³

Suárez hace un recuento del tránsito desde la historia intelectual, resaltando las contribuciones del gradualismo de Koyré a la reevaluación de “la concepción canónica de la Revolución Científica” o de la perspectiva revolucionaria de Kuhn a la problematización del cambio científico, hacia la “historia práctica” en parte, según Suárez, por el “contexto cultural-político provocado por la Guerra Fría” así como por el “rechazo a los sistemas generales que intentaban dar cuenta de la ciencia”²⁴. Las perspectivas historiográficas con esta “actitud antisistema” son principalmente diversas formas de naturalismo, constructivismo e historicismo²⁵.

Suárez enfatiza también el paradójico alejamiento del “naturalismo” de la Escuela de Edimburgo, ejemplificado originalmente por Bloor y Barnes, de la filosofía de la ciencia, a partir de su lectura de los escritos de Kuhn y Toulmin. Dicho “naturalismo” sostiene que la ciencia debe ser estudiada empíricamente y sugiere adoptar una postura imparcial a la hora de historiar sin recurrir a teorías epistémicas, el llamado *postulado de simetría* de Bloor²⁶. Sin embargo, esta idea de “objetividad” historiográfica ha sido criticada, entre otros, por la historiadora Rachel Laudan²⁷, quien considera erróneo e incompleto abandonar “el trabajo intelectual de la comunidad científica” y marca la contradicción entre el desprecio

²³ *Ídem*: 19.

²⁴ *Ídem*: 22-23.

²⁵ *Ibidem*.

²⁶ *Ídem*: 23-24.

²⁷ “La “nueva” historia de la ciencia: implicaciones para la filosofía de la ciencia”, en Sergio F. Martínez y Godfrey Guillaumin (comp.), *Historia, filosofía y enseñanza de la ciencia*: 121-130.

por las teorías de la ciencia y las “ampulosas y peor formuladas” teorías en los escritos de la “nueva” historia²⁸.

Igualmente, el filósofo Larry Laudan²⁹ lamenta que los historiadores continúen “rechazando el desafío de ofrecer una explicación *general* del cambio científico”³⁰ como resultado de la difusión de un desinterés por los elementos cognoscitivos de la ciencia, en la creencia que éstos “deshumanizan” la ciencia³¹; de una resistencia a la teoría, tachando a todo tipo de generalización de “presentismo” o “historia *whig*”³², y el rechazo a la noción de progreso, nuevamente como una perspectiva “presentista”³³. La primera de estas objeciones de la “nueva historia de la ciencia” está asociada con el *constructivismo*, que, de acuerdo con Suárez, Golinski (1998) define como “la perspectiva que ve al conocimiento científico primeramente como un producto humano elaborado mediante recursos culturales y materiales locales, más que como una revelación de un orden dado de la naturaleza”³⁴. Una caracterización más restrictiva del constructivismo incluiría la actitud “crítica” propuesta por Hacking y su énfasis en la contingencia en la “que el proceso de “acomodamiento” o adaptación entre ideas, instrumentos, teorías, prácticas y todos los elementos que entran en la construcción de conocimiento, no se encuentra totalmente determinado”³⁵. De acuerdo con esta concepción, “el

²⁸ *Ídem*: 128-129.

²⁹ “La historia de la ciencia y la filosofía de la ciencia”, en en Sergio F. Martínez y Godfrey Guillaumin (comp.), *Historia, filosofía y enseñanza de la ciencia*: 131-146.

³⁰ *Ídem*: 145.

³¹ *Ídem*: 136-138.

³² *Ídem*: 138-143.

³³ *Ídem*: 143-145.

³⁴ Suárez, *op. cit.*: 25.

³⁵ *Ídem*: 26.

trabajo de laboratorio requiere que se alcance una adaptación *robusta* entre todos esos elementos... [porque] ...no existe una predeterminación acerca de cuál debería ser su carácter” ya que, según Hacking, la práctica científica “no se encuentra determinada ni por el mundo, ni por la tecnología existente, ni por las prácticas sociales de los científicos, ni por los intereses o redes, ni por el genio, ni por nada”³⁶. La segunda y la tercera, tienen que ver con una forma extrema de historicismo que puede ser un obstáculo entre la historia y la filosofía de la ciencia al negar la existencia de categorías generales³⁷.

Laudan descarta eficazmente cada una de estas objeciones a la teoría, la filosofía y las generalizaciones en la historia de la ciencia: argumenta que lo cognitivo no solamente es parte constituyente de los seres humanos, sino es el contenido central de la actividad científica. Da el ejemplo de lo paradójico que resultaría hacer una historia de la música o de la pintura sin hacer referencia nunca a las obras musicales o pictóricas.

Laudan critica también la ingenuidad tipo “inductivismo baconiano estrecho” de la postura que rechaza todo tipo de generalización teórica. Dice, en primer lugar, que varias ramas de la historia (historia económica, demográfica, laboral y buena parte de la social) hacen y buscan comprobar generalizaciones, por lo que no es claro por qué la historia de la ciencia no debiera hacerlas³⁸. Menciona, también, que una

³⁶ Ian Hacking, *The Social Construction of What?*, Cambridge, Mass., Harvard University Press, 1999, p. 73, *apud* Edna Suárez, op. cit.: 26.

³⁷ Suárez, op. cit.: 28-29.

³⁸ *Ídem*: 140.

de las más importantes contribuciones del estudio de la ciencia a la epistemología de la ciencia en general es la imposibilidad de separar la investigación de la teoría, la llamada “carga teórica de la observación”, de manera que un programa que lo intentara sólo podría conducir al fracaso, por lo que “no es lógicamente posible ni conceptualmente deseable desasociar intereses teóricos y generales de la construcción de una narrativa de sucesos específicos”³⁹. Valora la posibilidad de que este rechazo a las generalizaciones se deba a lo inadecuado de la mayoría o de todas las generalizaciones relativas a la actividad y cambio científico. No obstante, concluye acertadamente, que una perspectiva más productiva sería la de orientar el trabajo historiográfico al refinamiento de dichas generalizaciones y contribuir con ello a los proyectos de refinamiento en la comprensión de las ciencias advocated por James Conant, Vannevar Bush, C. P. Snow o Thomas Kuhn. Particularmente reveladoras resultan las preocupaciones de Kuhn sobre las posibilidades de la historia de la ciencia para contribuir a una perspectiva crítica de la práctica científica a través de la atención a problemas generales a través de la superación de la perspectiva de tomar a cada episodio histórico como *sui generis* o de ver a la historia de la ciencia como “un simple depósito de anécdotas o cronologías”⁴⁰.

Respecto del problema del progreso, Laudan afirma que es difícil cuestionar aseveraciones como que “la mecánica celeste de Newton es empíricamente más exitosa que la cosmología cartesiana”, por lo que la negación del progreso

³⁹ *Ídem*: 141.

⁴⁰ Thomas Kuhn, *The Structure...*, *op. cit.*: 1.

científico no podría tomar la forma de un negación de la existencia de progreso *per se*, sino que indicaría simplemente el desinterés de los historiadores por abordarlo. Esto, estima Laudan, sería particularmente desafortunado pues privaría a la discusión teórica y filosófica sobre la naturaleza y dinámica de la ciencia de un importante punto de vista: el histórico⁴¹. Como concuerdo plenamente con estas preocupaciones, este trabajo aborda justamente los aspectos cognoscitivos del desarrollo de la cosmología griega a partir de una teoría general del cambio científico que asume como extremadamente importante la explicación del progreso a través de la comparabilidad de las ideas científicas. Algo que me parece importante resaltar es que la propuesta teórica que hago aquí no es apriorística, precisamente porque reconoce la historicidad de los procesos de cambio científico y porque parte de y enfatiza la importancia de la investigación empírica en historia y sociología de la ciencia en la formulación y evaluación de generalizaciones relativas a la dinámica y cambio científicos. Adicionalmente, la preocupación central de este trabajo responde a la inquietud expresada como conclusión por Suárez⁴², relativa a la necesidad de explicar características epistémicas ampliamente compartidas del quehacer científico como la tendencia a la cuantificación y a la estandarización. Finalmente, parafraseando a William G. Thalmann, más que poner las ideas cosmológicas griegas en su contexto, busco entenderlas como parte de la variedad de prácticas que conforman una cultura⁴³ y elucidar rasgos generales de su dinámica de cambio.

⁴¹ Larry Laudan, *op. cit.*: 145.

⁴² Suárez, *op. cit.*: 38.

⁴³ William G. Thalmann, *The Swineherd and the Bow: Representations of Class in the Odyssey*, 1998: 2.

Otra cuestión que deseo subrayar es la diferencia que quiero hacer al emplear el término cosmología⁴⁴ en vez de astronomía⁴⁵. Al menos por razones etimológicas, la primera puede ser más amplia que la segunda: la discusión del orden del universo contra la descripción de las leyes de los astros. La historia que pretendo hacer es precisamente la del tránsito de la primera (o, incluso, desde la cosmogonía, la narración del nacimiento del universo) a la segunda.

He encontrado tres tipos de historias de este tema: a) las historias científicas, que hacen énfasis en las observaciones y los modelos matemáticos que las describen, es decir, son muy “astronómicas”⁴⁶; b) Las historias de las ideas filosóficas que se centran en la reconstrucción de los debates alrededor de la naturaleza y funcionamiento del mundo, es decir, son más “cosmológicas”⁴⁷, y c) las historias sociales de la ciencia, como la conocida *La ciencia en la historia* de John D. Bernal⁴⁸.

Como ya se mencionó, las relaciones entre la historia, la filosofía y la sociología de la ciencia han tenido una historia accidentada desde mediados del siglo XX,

⁴⁴ El término ‘cosmología’ proviene de las palabras griegas *kósmos*, originalmente ‘orden’ y luego, por extensión, ‘universo’ u ‘orden del mundo’ y *lógos*, en su sentido de explicación: explicación del orden del mundo. Cfr. “Cosmology” en The Oxford Concise Dictionary of World Religions, *apud* <http://www.encyclopedia.com/doc/fullarticle/1O101-Cosmology.html>, 10 de octubre de 2007.

⁴⁵ El término astronomía proviene de las palabras griegas *ástron*, estrella, y *nómos*, ley, ordenamiento: leyes de los astros, de acuerdo con el *The Concise Oxford Dictionary of English Etymology*, *apud* <http://www.encyclopedia.com/doc/1O27-astronomy.html>, 31 de octubre de 2007.

⁴⁶ Por ejemplo, el libro de Michael J. Crowe, *Theories of the World from Antiquity to the Copernican Revolution*, *passim* o el de Hugh Thurston, *Early Astronomy*, *passim* que, en las taxonomías revisadas, contarían como “reconstrucciones racionales”.

⁴⁷ Como los recuentos que Kirk *et al.* hacen de las propuestas cosmológicas de los filósofos presocráticos griegos en su libro *Los filósofos presocráticos... op. cit., passim*, contarían como historias intelectuales, historia de las ideas o “internalistas”.

⁴⁸ Un ejemplo de historia “externalista”.

sobre todo a partir de las críticas a la concepción—llamada ahora *estándar* de la ciencia—de que podía describirse algorítmicamente el proceso de investigación científica con base en la inducción y de que existían dicotomías entre el hecho y la teoría; el contexto de justificación y el contexto de descubrimiento. Varias de estas críticas son célebres: la popperiana de que el proceder de la ciencia podría ser más hipotético-deductivo que inductivo, la de que las teorías científicas sucesivas podrían ser intraducibles, la de que toda observación está cargada teóricamente y, por tanto, no puede ser una base objetiva de la práctica científica, etc. En la siguiente sección intentaré la descripción de un marco teórico para la investigación en historia y sociología de la ciencia que, a mi juicio, responde en mayor o menor medida a varios de los problemas actuales en filosofía de la ciencia al tiempo que aclara las conexiones entre los distintos tipos historiográficos descritos.

Capítulo 2. Observaciones tecnificadas, comparabilidad y cambio en la ciencia

Inconmensurabilidad como intraducibilidad

El marco teórico más aceptado para la historia y sociología de la ciencia suele ser el de Kuhn, incluso por corrientes que derivan conclusiones distintas a las del propio Kuhn, como ya se mencionó en el caso del *Programa Fuerte de Sociología de la Ciencia*. Sin embargo, me parece que, a pesar de sus incuestionables virtudes, este marco tiene numerosas carencias y problemas que dificultan innecesariamente buena parte del trabajo histórico y sociológico. Un ejemplo para ilustrar el punto: la relación tan problemática entre observaciones y teoría que se deriva del modelo kuhniano casi sólo puede ser pasada por alto a la hora de hacer historia o sociología, o intentar una descripción muy incómoda de su posible vínculo en el caso que se está estudiando.

Creo que mucho de esto comienza a partir de los intentos de Kuhn por definir la inconmensurabilidad como la imposibilidad de traducción entre teorías¹, que presentan tres importantes defectos: 1) define traducción de manera insuficiente para sus propósitos, 2) el uso del término 'inconmensurabilidad' para llamar a la forma de intraducibilidad que describe resulta confuso y 3) no considera que la traducción normal depende de los objetivos para los que se realiza.

¹ En especial en "Commensurability, Comparability, Communicability", *op. cit.* y "Rationality and Theory Choice" en *Journal of Philosophy*, vol. 80, 1983: 563-570.

Intraducibilidad en sentido kuhniano

Kuhn postula dos requisitos para la traducción: 1) debe preservarse por lo menos la referencia y el sentido, 2) sólo puede haber traducción entre lenguas preexistentes². En este sentido, el primer impedimento para la traducción es el holismo semántico. Si los sentidos de ciertos términos dependen de cómo se relacionan semánticamente con otras palabras, como en el caso de los términos ‘fuerza’ y ‘masa’ en Newton o los adjetivos franceses *doux/douce*, *mou/molle*, entonces no hay manera de proporcionar un término equivalente que preserve el sentido en otra lengua, teórica o natural. Como bien dice Kuhn, esta interdefinición de numerosos términos de los lenguajes teóricos y naturales hace imposible encontrar términos en otra lengua que preserven la referencia y el sentido de éstos.

Sin embargo, este tipo de traducción término a término se vuelve más problemático si consideramos no sólo el contexto lingüístico de la interdefinición de algunos términos, sino, también, el contexto sociolingüístico del uso de los términos. En efecto, si queremos preservar la referencia y el sentido, no es plausible pensar que habremos de encontrar dos términos que tengan exactamente el mismo significado. Por ejemplo, podríamos pensar que una conjunción como ‘et’ (en francés) e ‘y’ (en español) tienen exactamente el mismo significado. Sin embargo, ‘¿Y?’ se usa, a veces, en el centro de México³, como una oración equivalente a ‘¿Cuál es la relevancia de eso?’ o ‘¿Qué con eso?’, en

² “Commensurability...”, *op. cit.*: 670-673.

³ Desconozco cuán universal sea este uso a través de las variedades del español.

tanto que 'Et?', en francés estándar, carece de significado⁴. Así, el sentido de una palabra puede cambiar enormemente, dependiendo del uso que se le da en distintos contextos sociolingüísticos: dialectos, jergas, caló, idiolectos, interlenguajes, criollismos, etc.

La única alternativa que tenemos para conservar tanto la referencia como el sentido de un término, en sus relaciones con otros términos y a través de todos los posibles contextos lingüísticos y sociolingüísticos, es decretar que tiene *exactamente* la misma referencia y sentido de un cierto término en otra lengua, pero esta posibilidad queda también excluida por el punto 2). En consecuencia, este tipo de traducción de *términos aislados* se demuestra imposible, no sólo entre lenguajes teóricos, sino entre todo tipo de lenguajes naturales.

Con esta definición de traducción, no es de sorprender que el término 'luna' en un texto tolemaico no pueda traducirse por 'luna' en un texto copernicano o newtoniano o el término 'fuerza' en Newton por el término 'fuerza' en Einstein. De hecho, ni siquiera se puede traducir en este sentido el término 'selene' (en griego) por el término 'luna' (en latín) o por 'moon' (en inglés), como tampoco puede traducirse 'force' por 'fuerza' como términos aislados.

Ahora bien, en un escrito posterior, Kuhn aduce que este tipo de intraducibilidad no se refiere a "la actividad de los traductores profesionales", sino a "una actividad

⁴ Evidentemente, 'Et?' podría tener el mismo sentido que '¿Y?' en el interlenguaje de hispanohablantes que usaran el francés como lengua extranjera y transfirieran algunos de los sentidos de '¿Y?' a 'Et?'.

casi mecánica gobernada completamente por un manual que especifica, como función del contexto, qué secuencia en una lengua puede ser, *salva veritate*, sustituida por una secuencia dada en otra [lengua]⁵. No obstante, esta pretensión sólo se ha mostrado operativa para el caso de términos aislados y, probablemente, para oraciones que contengan términos interdefinidos.

En efecto, Kuhn no parece darse cuenta que su propuesta elimina, por principio, las iniciativas de traducción contextualizada. En “Commensurability...”⁶, Kuhn desestima la propuesta de Philip Kitcher de que, en algunos contextos, 'flogisto' puede traducirse como 'substancia que se libera con la combustión de los cuerpos', y en otros como 'principio metalizador' porque parece que sólo considera traducción a la posibilidad de encontrar un solo término o expresión que traduzca a 'flogisto' en cualquier contexto. Es decir, pide el principio de que la traducción conserve toda la referencia y sentido de cada término y sea, por tanto, independiente del contexto. Sin embargo, no proporciona argumentos que respalden esta petición.

A este respecto, una cuestión de fondo es: ¿Un aserto como ‘Ésta es una buena traducción de la *Ilíada*’ carece de significado? Sí, si consideramos a la traducción como una actividad descontextualizada término por término. Por otra parte, todavía es posible pensar en una definición de traducción con base en términos contextualizados o en una teoría de la traducción oración por oración o por

⁵ “Possible worlds in history of science” en *The Road since Structure*, Chicago, University of Chicago Press, 2000: 60.

⁶ *Op. cit.*: 677.

unidades de significado aún mayores o dependientes de los objetivos de la traducción. Así, las propuestas de Kuhn son suficientes para garantizar la intraducibilidad estricta de términos pero insuficientes para garantizar la intraducibilidad de las *teorías*.

Problemas conceptuales en la definición kuhniana de inconmensurabilidad

Como vimos en la sección anterior, la intraducibilidad de términos aislados proviene de lo que podríamos denominar su 'significado total': sus relaciones semánticas en la red de significados para los contextos lingüísticos y sociolingüísticos en los que se emplea el término. Es decir, el 'significado total' de un término no depende solamente de cómo se interdefine con otros términos de la lengua o teoría en que se inscribe, como es el caso de los términos 'fuerza', 'masa' y 'aceleración' en Newton, sino también del uso que se le da, con lo que también queda relacionado con características extralingüísticas, como el grupo social al que pertenece el usuario o la situación en la que se usa. Así, los términos pueden tener una variedad de relaciones semánticas y funciones tan particulares en su lengua, que ningún término en otra lengua es su equivalente exacto. Dicho de otra manera, existen conjuntos de relaciones semánticas en cada lengua irrepetibles en otras lenguas. En consecuencia, desde un punto de vista matemático, podríamos decir que la intraducibilidad de los términos aislados es resultado del *no isomorfismo* de dichos conjuntos de relaciones semánticas. En

efecto, según la Wikipedia⁷, el isomorfismo entre conjuntos se refiere a la posibilidad de un mapeo biyectivo que preserva las estructuras de dichos conjuntos; es decir, los conjuntos isomorfos son en cierto sentido estructuralmente idénticos, lo que implica que se pueden encontrar elementos con las mismas funciones en ambos conjuntos.

Lo anterior me parece suficiente para argumentar que el uso del término 'inconmensurabilidad' en Kuhn lleva a confusiones. Kuhn decidió en un principio llamar inconmensurabilidad a esta forma de intraducibilidad porque parecía haber una analogía entre dos cantidades inconmensurables para las que no se podía encontrar un sistema de medición común y dos teorías para las que no se podía encontrar un lenguaje común al que ambas pudieran ser completamente traducidas⁸. Ésta ya es una analogía poco adecuada, porque la definición usual de conmensurabilidad (y en la que parece que pensaba Kuhn) se refiere a una relación entre cantidades, no entre conjuntos; según la Wikipedia⁹, "en matemáticas, dos números reales diferentes de cero a y b se dice que son conmensurables si y sólo si a/b es un número racional".

Posteriormente, Kuhn fue afinando la descripción de intraducibilidad que le interesaba hasta dar con el problema del holismo semántico producto de la interdefinición de conceptos que describimos más arriba. Con esto, la

⁷ "Isomorphism", en <http://en.wikipedia.org/wiki/Isomorphism>, 18 de junio de 2007.

⁸ "Possible worlds...", *op. cit.*: 63.

⁹ "Commensurability (mathematics)", en [http://en.wikipedia.org/wiki/Commensurability_\(mathematics\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Commensurability_(mathematics)), 18 de junio de 2007.

intraducibilidad de Kuhn es producto de la diferencia entre las estructuras conceptuales de secciones de las lenguas a traducir. Si abordamos esto desde un punto de vista matemático, estamos ante un problema de relaciones entre elementos y estructura de conjuntos, que puede apropiadamente llamarse de *no isomorfismo*, como expliqué anteriormente, y no ante un problema de medición entre cantidades. Entonces, si la analogía inicial que llevó a Kuhn a llamar inconmensurabilidad a esa forma de traducibilidad ya resultaba forzada, su extensión a esta versión refinada de intraducibilidad sólo crea una confusión de términos.

Darse cuenta que éste es un problema de no isomorfismo también arroja luz sobre el problema del constructivismo lingüístico en las lenguas naturales: hasta donde hemos visto, Kuhn mostró que subconjuntos de términos interdefinidos no son cabalmente traducibles de una lengua a otra porque no son isomorfos entre sí. También mostré que esto puede ser mucho más común de como lo presentó Kuhn si pensamos en el uso de los términos y no sólo en su interdefinición. No obstante, todavía falta mucho para demostrar que cualesquiera dos lenguas *completas* son no isomorfas, como parece sugerir Kuhn con su hipótesis de que cada lengua describe un mundo particular imposible de describir por otra lengua¹⁰. De hecho, existen importantes teorías lingüísticas que parecen apuntar al isomorfismo de las lenguas naturales. Noam Chomsky, por ejemplo, ha hecho hincapié en la posibilidad de que todas las diferentes lenguas sean estados de una

¹⁰ "Possible worlds...", *op. cit.*: 58-65.

misma facultad lingüística con posibilidades infinitas¹¹. Así, las lenguas podrían ser isomorfas porque compartirían la estructura de la facultad lingüística. En otro orden de ideas, también podrían ser conmensurables, en sentido matemático, si resultaran ser de la misma extensión. No es mi intención profundizar aquí en estas cuestiones, pero creo que cualquier intento por postular un no isomorfismo entre lenguas naturales del tipo de “mundos posibles” debería responder, por lo menos, a alternativas de isomorfismo lingüístico como el programa chomskiano¹².

Traducción para objetivos particulares

Ahora bien, Kuhn tampoco atiende a que la traducción entre lenguas y teorías normalmente depende de los objetivos por los que se traduce. Propongo unos ejemplos parcialmente hipotéticos para aclarar mi punto:

- i) Un profesor de medicina recomienda una cierta edición española de un libro de texto escrito originalmente en inglés “porque es una buena traducción”. Lo que esto quiere decir seguramente es que la edición española sirve tan bien como la inglesa para los propósitos del curso; aunque, en sentido estricto, no es una traducción exacta término a término. Por otra parte, si adoptamos la postura de Kuhn, parece que tendríamos que decir que la única forma en que los alumnos podrían acceder al contenido del libro de texto es aprendiendo inglés.

¹¹ *The Architecture of Language*: 8-12.

¹² El caso de los lenguajes teóricos es menos problemático, porque su extensión, mucho menor, permite decidir fácilmente sobre su isomorfismo y su conmensurabilidad matemática.

- ii) Muchos físicos dicen que, para todo fin práctico, puede describirse la teoría gravitacional de Newton con la teoría de la relatividad, como un caso límite; que alguien que sabe relatividad no necesita *aprender* la teoría de Newton para *comprenderla*.
- iii) Hay incluso pronunciamientos a favor de traducciones literarias que son “prácticamente equivalentes” al texto original, ya que conservan una parte significativa de la sonoridad, estilo y connotación.

Es decir, parece que, para numerosos fines prácticos, la traducción no necesita conservar el 'significado total' de los términos, con lo que se hace viable y resulta una opción tan eficaz como el aprendizaje del idioma pero mucho más eficiente. Tal vez lo que necesitamos es una teoría más amplia de la traducción que responda a los fines para los que se hace. En realidad, me parece que dicha teoría tendría que explicar la forma en que la traducción se complica a medida que más áreas relevantes de las lenguas implicadas son no isomorfas y a medida que se desea conservar más la ambigüedad o diferentes usos u otras características del lenguaje (como suele suceder en la traducción literaria con la sonoridad o el estilo). Creo que estas sutilezas también deberían contemplarse en las discusiones acerca de la comunicabilidad, comparabilidad, traducción y aprendizaje de lenguas y lenguajes científicos.

Comparabilidad basada en datos empíricos comunes

Como la perspectiva lingüística propuesta por Kuhn para la comparabilidad entre teorías científicas se muestra incompleta y problemática, en lo que resta de esta sección, exploraré algunas posibilidades de comparabilidad basadas en los sistemas de observación científica que eluden la 'incomensurabilidad' kuhniana.

Así, una opción para comparar teorías científicas en la práctica podría ser la posibilidad de emplear bases empíricas comunes. Dichas bases empíricas son lo que llamo 'observaciones tecnificadas'; es decir, observaciones que i) hacen uso de instrumentos calibrados o procedimientos estandarizados y ii) emplean escalas de medida dentro de un marco de referencia definido.

Un punto importante es que este tipo de observaciones producen el tipo de mediciones que Stanley Smith Stevens llamó de intervalo y proporcionales¹³. Esto es importante porque estos dos tipos de mediciones son más fácilmente comparables que las que emplean escalas nominales u ordinales. Sigue un ejemplo hipotético para aclarar lo anterior:

¹³ "On the theory of scales of measurement" en *Science*, vol. 103, 7 de junio de 1946: 677-680. Stevens propuso cuatro tipos de mediciones: nominales, ordinales, de intervalo y proporcionales. La primera consiste en la asignación de etiquetas a objetos para distinguirlos, como cuando clasificamos a las personas por nacionalidad o género; la medición ordinal trata de establecer un rango entre los objetos, como cuando se clasifican los minerales por su dureza; las escalas de intervalo cuentan con un cero e intervalos iguales definidos arbitrariamente, como en el caso de los grados centígrados; finalmente, la medición proporcional cuenta con intervalos iguales y un cero considerado absoluto, como en la medición de la masa en gramos o de la temperatura en grados Kelvin. Cada uno de estos tipos de mediciones conlleva posibilidades diferentes en su tratamiento estadístico y en las operaciones que se les pueden realizar.

Supongamos que tenemos dos hipótesis incompatibles: a) el clima en Atenas es más cálido que en Corinto; b) el clima en Corinto es más cálido que en Atenas. Si contamos con una escala *nominal* como 'caliente' y 'frío', probablemente no se puedan contrastar las hipótesis, porque tal vez describiríamos *ambos* climas como 'caliente' en verano y 'frío' en invierno. Si contamos con una escala ordinal como 'helado', 'frío', 'tibio', 'caliente', 'hirviendo', etc., la contrastación tal vez es posible pero problemática. Ahora bien, si contamos con instrumentos como el termómetro, procedimientos estandarizados y escalas de intervalo o proporcionales como los grados Centígrados o los Kelvin, la contrastación es más sencilla porque las mediciones compartirían este marco, de manera que podríamos hablar de la temperatura media en cada ciudad para periodos arbitrariamente largos.

En consecuencia, propongo el término 'observación tecnificada' como una forma específica de medición porque:

1. Ayuda a caracterizar el tipo de mediciones que emplean escalas de intervalo o proporcionales.
2. Reconoce la importancia de la técnica (instrumentos calibrados o procedimientos estandarizados) para la realización de este tipo de mediciones.
3. Permite caracterizar a los experimentos como una forma de 'observaciones tecnificadas' al tiempo que reconoce la existencia de observaciones tecnificadas que no son experimentos.

Adicionalmente, el término 'observaciones tecnificadas' es una alternativa más amplia a 'experimentos', que han recibido justificada atención, pero que dejan de lado prácticas como la observación astronómica o las encuestas sociológicas. Lo que definiendo es que el uso de instrumentos calibrados o procedimientos estandarizados; de escalas de intervalo o proporcionales en un marco de referencia definido está presente en todas estas prácticas y tienen un papel parecido en todas esas disciplinas, por lo que conviene tratarlas de manera conjunta. Kuhn parece haberse dado cuenta parcialmente de esto¹⁴ y les llamó 'mediciones'. Sin embargo, ya mencioné que existen concepciones legítimas de la medición que van más allá de estas 'mediciones' en que pensaba Kuhn.

Ahora bien, la clave de la comparabilidad de este tipo de mediciones es justamente la estandarización del marco de referencia, las unidades y los procedimientos e instrumentos y esto es el resultado de una historia parcialmente independiente de la de las teorías. En efecto, el desarrollo de un sistema de observación tecnificada es un proceso complejo que ya trató Kuhn, atinada pero someramente¹⁵. La independencia parcial a que me refiero es porque, a veces, como dice Kuhn¹⁶ en el caso del termómetro, la técnica antecede a la teoría o, como en el caso del magnetismo¹⁷, la teoría orientó la búsqueda de instrumentos o porque depende de un descubrimiento fortuito de materiales o técnicas nuevas, como en el caso de los rayos X. Esto quiere decir que los sistemas de observación

¹⁴ "The Function of Measurement in Modern Physical Science" en *Isis*, Chicago, University of Chicago Press, 52 (2), junio 1961: 161-193.

¹⁵ *Ídem*: 185-190.

¹⁶ *Ídem*: 188-189.

¹⁷ *Ibidem*.

no están sincronizados con los sistemas teóricos, sino que son parcialmente independientes porque dependen también de desarrollos técnicos como los materiales, las técnicas y los procesos de producción de herramientas, objetos e instrumentos, lo que a veces produce que sistemas teóricos diferentes compartan sistemas de observación.

Un buen ejemplo de lo anterior en la historia de la ciencia en Occidente es precisamente el desarrollo de las observaciones astronómicas. En efecto, los *corpora* de observaciones astronómicas con los que contaban Eudoxo, Claudio Ptolomeo, Tycho Brahe o Nicolás Copérnico eran tablas de las posiciones de cuerpos astronómicos, recopiladas a lo largo de milenios y realizadas a través del empleo de herramientas de observación como el gnomon y las esferas armilares para identificar sus posiciones mencionando su longitud y latitud con respecto de la eclíptica y el meridiano a través de sus polos y el equinoccio de primavera; o su ascensión recta y su declinación con respecto al ecuador y el meridiano a través de sus polos y los equinoccios, o su acimut¹⁸ y altitud con respecto del horizonte y el meridiano a través del cenit¹⁹ y los polos del ecuador, que se sabían geoméricamente transformables entre sí. En todos estos casos, la elección del sistema de referencia es parcialmente independiente del sistema teórico

¹⁸ Según la definición de la vigésima segunda edición del Diccionario de la lengua española de la Real Academia Española: **1. m. Astr.** Ángulo que con el meridiano forma el círculo vertical que pasa por un punto de la esfera celeste o del globo terráqueo, consultado en http://buscon.rae.es/draeI/SrvltConsulta?TIPO_BUS=3&LEMA=acimut, 10 de marzo de 2008.

¹⁹ *Idem*, **1. m. Astr.** Intersección de la vertical de un lugar con la esfera celeste, por encima de la cabeza del observador, consultado en http://buscon.rae.es/draeI/SrvltConsulta?TIPO_BUS=3&LEMA=cenit, 10 de marzo de 2008.

predilecto. En el ejemplo anterior, las propuestas geocéntricas o heliocéntricas no se correlacionan con sistemas de referencia particulares²⁰.

Ahora bien, las observaciones producto de un sistema de observación tecnificada son neutras para los sistemas teóricos que se vinculan con ellas porque los términos de distintas teorías son traducibles *para el fin* de compararlas con respecto a dichas observaciones. Por ejemplo, los términos 'selene', en griego, y 'luna' en latín son equivalentes para efectos de hablar del *corpus* astronómico disponible para Ptolomeo o Copérnico porque se refieren a un objeto definido de la misma forma en observaciones producto del sistema de observación tecnificada descrito. En efecto, otros términos fundamentales para la definición de *luna* o *selene* en las observaciones empleadas y realizadas por Ptolomeo y Copérnico, como eclipse, fases o mes, están interdefinidas de la misma manera en griego y en latín. Así, diferencias de significado como si la luna es considerada un planeta o un satélite u otros sentidos particulares de 'selene' en el griego helenístico y de 'luna' en el latín renacentista son irrelevantes para el fin de comparar predicciones teóricas relativas al movimiento de la luna con base en las observaciones del *corpus* astronómico occidental y no representan un problema para la traducción de

²⁰ Sir Geoffrey Lloyd nos proporciona otro ejemplo de independencia entre el desarrollo de sistemas de referencia y los sistemas teóricos en astronomía, en su texto “Ciencia y civilización en China”, en http://portal.uned.es/portal/page?_pageid=93.1000611&_dad=portal&_schema=PORTAL, 31 de octubre de 2008: para los griegos, “El objetivo era explicar el movimiento de los planetas, o más concretamente, mostrar (en realidad demostrar) que estos movimientos eran regulares para, en otras palabras, manifestar que el cosmos tenía un orden. No todos los teóricos griegos eran teleológicos, pero en astronomía se seguía fundamentalmente un programa teleológico: demostrar el orden, regularidad y belleza del cosmos”, en tanto los chinos buscaban “saber cuándo ocurrirían los eclipses, y tenemos datos de propuestas de ciclos cada vez más complejos (y más precisos) desde los que se podían hacer predicciones tanto de eclipses lunares como de eclipses solares. La astronomía china estaba orientada a la observación y la predicción...”. Sin embargo, a pesar de las marcadas diferencias teóricas, tanto griegos como chinos emplearon sistemas de coordenadas sobre una esfera para describir la posición de los astros en el cielo.

los términos con este fin ni para la consecuente comparación de las teorías a través de sus predicciones observables. He ahí una forma en la que pueden darse observaciones neutras para grupos, fines y contextos particulares de comparación de teorías, especificando la sugerencia de Kuhn en “The trouble with the historical philosophy of science”²¹.

Aún hay otro sentido en el que las observaciones tecnificadas permiten la comparación entre teorías: es posible que algunas observaciones tecnificadas producidas por medio de sistemas diferentes puedan transformarse a otro sistema y ampliar con eso la comparabilidad entre las teorías asociadas a cada uno de los sistemas transformables.

Nuevamente, las observaciones astronómicas son un buen ejemplo: como los sistemas de registro de la posición de cuerpos celestes europeo, egipcio, maya y chino se basaban en ubicar puntos sobre una esfera o parte de una esfera, son geoméricamente equivalentes y se pueden encontrar funciones matemáticas que transformen los datos de un sistema a otro, con lo que teorías referidas a observaciones realizadas en distintos sistemas podrían hacerse comparables con respecto a las predicciones observables del movimiento y posición de los cuerpos astronómicos.

²¹ En *The Road since Structure*, Chicago, University of Chicago Press, 2000: 105–120.

Pertinencia, plausibilidad y verosimilitud

La definición anterior puede vincularse con la propuesta que hago enseguida de que existen tres tipos principales de criterios epistémicos para evaluar los candidatos a conocimiento. Éstos podrían, a su vez, servir como base para los criterios de demarcación entre distintas prácticas epistémicas. En particular, la hipótesis es que todos los individuos y comunidades ponen atención a tres tipos de criterios cuando tienen que decidir si una proposición, teoría, narración, o lo que sea, habrá de ser creída o tenida por cierta.

1) Pertinencia²². Un individuo o comunidad evaluará si la proposición, teoría, etc. parece pertinente. Por ejemplo, los editores de una revista especializada de física podrían ni siquiera comenzar a leer un artículo titulado “*Los trabajos y los días* de Hesíodo, un ejemplo temprano de defensa de la ortodoxia religiosa”. Es decir, si algo no parece venir al caso en algún contexto particular, es muy probable que lo pasemos por alto completamente. Por supuesto, los criterios de pertinencia comprenden todo tipo de nociones culturales e idiosincrásicas de lo que es verdadero, valioso, interesante, etc.

2) Plausibilidad. Una vez que el individuo o comunidad está atendiendo a algo que considera pertinente, evaluará la forma en que se justifica dicha proposición o lo que sea. Esto es, aplicarán sus nociones de lo que es una argumentación correcta para determinar si el supuesto conocimiento parece probable. Por

²² Como puede verse en el ejemplo, la evaluación epistémica podría también realizarse en el orden en el que se presentan los tipos de criterios.

ejemplo, los editores del ejemplo anterior, con un artículo que parezca pertinente para su revista de física, revisarán la discusión matemática y evaluarán su corrección. Por ejemplo, si encuentran que las conclusiones no se siguen de los argumentos, seguramente rechazarán el artículo. De nuevo, los criterios para evaluar la plausibilidad no son fijos, sino son convencionales en alguna medida dentro de comunidades específicas, como se puede ver en el ejemplo, si se compara con la evaluación que se haría de un escrito como éste, donde no se emplearían los mismos criterios de argumentación.

- 3) Verosimilitud. Finalmente, las comunidades o individuos evaluarán si el candidato a conocimiento está de acuerdo con lo que consideran hechos empíricos relevantes para la cuestión²³.

Es importante enfatizar que distintos individuos y comunidades tienen diferentes criterios de pertinencia, plausibilidad y verosimilitud. En el caso de las comunidades científicas, se podría intentar identificar criterios que tienen o que tuvieron una amplia aceptación para la evaluación de teorías, como hace Paul E. Meehl en sus listas de 11 o 18 criterios²⁴. Una posible ventaja de esta propuesta es que nos podría ayudar a evaluar mejor el estatus epistemológico de cualquiera de dichos criterios. Por ejemplo, el “tipo de entidad postulada” de Meehl es claramente un criterio de pertinencia, de manera que, en un contexto en el que se

²³ Como puede verse, prefiero emplear definiciones más bien generales de estos *tipos* de criterios y reservar los detalles para la descripción de *criterios* particulares.

²⁴ “Cliometric metatheory III. Peircean consensus, verisimilitude and asymptotic method” en *The British Journal for the Philosophy of Science*, Oxford, Oxford University Press, 55 (4), diciembre 2004: 621-622.

prefieren las teorías materialistas, éstas tendrán una ventaja sobre teorías que postulen la existencia de entidades espirituales o de otro tipo. Esto también permite una aproximación más cuidadosa a las cuestiones de objetividad y elección racional en ciencia lo mismo que en otras prácticas epistémicas, ya que todos los criterios podrían ser en alguna medida convencionales o cambiar con el tiempo, y justamente la descripción de dichos cambios es un tema interesante para la investigación en historia y sociología de la ciencia.

Prácticas ideológicas, analíticas y científicas

Las diferencias en énfasis y la realización particular de los criterios de evaluación epistémica podrían emplearse para desarrollar una taxonomía de las prácticas epistémicas, que nos proporcionaría criterios de demarcación entre prácticas ideológicas, analíticas y científicas y, quizá, para los propósitos prácticos en los que dichas demarcaciones pudieran ser útiles. Esto podría ser como sigue:

Prácticas ideológicas: prevalecen los criterios de pertinencia, por lo que se toleran argumentaciones poco claras o incorrectas, lo mismo que la inverosimilitud.

Prácticas analíticas: se tiene especial consideración por los criterios de plausibilidad, por lo que se hace referencia explícita a la corrección de la argumentación de los candidatos a conocimiento y llegan a desarrollarse teorías o lineamientos de la argumentación correcta. El uso que hago aquí del término argumentación pretende dar cabida a una variedad de sistemas de

argumentación, básicamente cualquier cosa que establezca cómo pueden derivarse proposiciones correctas a partir de otras proposiciones.

Prácticas científicas: los criterios de plausibilidad son tan importantes como en las prácticas analíticas y los criterios de verosimilitud reciben una atención especial, por lo que se desarrollan sistemas de medición, marcos de referencia y herramientas o procedimientos estandarizados de observación, todo lo que da lugar a lo que llamo observaciones tecnificadas. Los candidatos a conocimiento son evaluados con referencia a dichas observaciones.

Es vital reconocer que lo anterior no implica que cada uno de los tres tipos de criterios se encuentran presentes sólo en las prácticas en las que son importantes. Por el contrario, en todas las prácticas epistémicas están presentes los tres tipos de criterios, pero son tenidos en cuenta de manera diferente y, por lo mismo, definidos en forma distinta. Por ejemplo, en las prácticas ideológicas, los criterios de plausibilidad son menos explícitos o formalizados que en las prácticas analíticas o científicas, y los criterios de verosimilitud en las prácticas analíticas o ideológicas no están vinculados con observaciones tecnificadas.

Tampoco parecería adecuado decir que comunidades o individuos particulares son ideológicos, analíticos o científicos. Más bien habría que reconocer que cualquier individuo o comunidad puede tener diferentes prácticas epistémicas en momentos y circunstancias distintos. Por ejemplo, cualquier comunidad de científicos podría tener prácticas ideológicas o analíticas. El cómo, cuándo y por

qué es una tarea para los historiadores y sociólogos de la ciencia.

Algunas consecuencias importantes de lo anterior son:

a) Los productos de las prácticas ideológicas no pueden analizarse como tales con lineamientos o teorías de la argumentación, ni son mensurables, lo que quiere decir que cualesquiera dos productos de prácticas ideológicas son *prima facie* incomparables analíticamente e inconmensurables.

b) Los productos de las prácticas analíticas no son directamente mensurables, por lo que tampoco son conmensurables entre sí.

c) Los productos de las prácticas científicas son, en principio, sólo mensurables y conmensurables con referencia a las observaciones tecnificadas vinculadas con ellos.

d) Los productos de prácticas ideológicas no son fácilmente comparables porque tienen una fuerte relación con aspectos idiosincrásicos de la comunidad o individuo que la generó, lo que las hace considerablemente holísticas.

e) Los productos de las prácticas analíticas son comparables únicamente con respecto a su corrección argumentativa dentro de una teoría o lineamientos de argumentación comunes; no respecto de su verosimilitud.

f) Los productos de las prácticas científicas son comparables con respecto a su corrección argumentativa lo mismo que a su verosimilitud, pero esto último sólo en las partes que tienen alguna conexión con observaciones tecnificadas particulares (o, en otras palabras, son conmensurables sólo en esas partes).

g) La comparación de productos de prácticas analíticas puede promover la crítica y la revisión de las teorías o lineamientos de argumentación.

h) La comparación de productos de prácticas científicas puede promover la crítica y revisión de las observaciones tecnificadas y de los sistemas que las producen.

i) Los productos de prácticas ideológicas podrían volverse comparables analítica o verosímilmente si se “tradujeran” a un sistema de argumentación o se vincularan con algunas observaciones tecnificadas. Sin embargo, estos procedimientos podrían alterar el significado original de dichos productos.

j) Los productos de prácticas analíticas pueden volverse conmensurables si se los vincula con observaciones tecnificadas. De nueva cuenta, esto podría alterar su significado primitivo.

k) Dentro de esta propuesta de taxonomía, las clases como religión, filosofía, física, historia, etc. no pueden ser asignadas a alguna de las tres prácticas. Puede haber prácticas analíticas, ideológicas o científicas en la física o en la historia, por poner un ejemplo, dependiendo del tipo de criterios privilegiados en alguna

situación particular. La investigación en historia y sociología de la ciencia o de otras prácticas como la filosofía o la religión podría dibujar un panorama más completo de casos específicos o, incluso, de una taxonomía refinada. El término *ciencia* sería el único de uso común que se haría equivalente a la descripción que se ha hecho de las prácticas científicas, para evitar confusiones semánticas.

Capítulo 3. La cosmología prefilosófica griega: su expresión en Homero y Hesíodo

Como había anunciado más arriba, las secciones centrales de esta tesis se abocan al análisis comparativo de tres grandes tipos de cosmologías: las asociadas a mitos; las racionalistas y las vinculadas con observaciones tecnificadas en astronomía. Ésa es la función de éste y los dos apartados posteriores.

Por la gran cantidad de material relacionado con un proyecto como éste, me limitaré a hacer un análisis, con base en fuentes primarias, sólo de algunos casos. Esto se complementará con referencias y comentarios a fuentes secundarias en las que se tratan casos diferentes. En esta primera sección sólo haré el primer tipo de análisis a la *Teogonía* y *Los trabajos y los días* de Hesíodo a partir de las ediciones a cargo de Paola Vianello¹, para la *Ilíada*, uso la edición a cargo de Rubén Bonifaz Nuño² y sigo a Kirk y colaboradores,³ en lo que se refiere a la *Odisea* de Homero⁴.

Esta primera parte enfrenta, además, problemas particulares como es la definición de creencias que pudieran haber sido importadas de otras culturas, en especial, de la babilonia, egipcia e hitita, y la distinción entre nociones muy antiguas e ideas

¹ *Op. cit., passim.*

² *Op. cit., passim.*

³ *Op. cit.:* 24-117.

⁴ Las citas en esta sección son versiones mías a partir de los textos griegos y latinos en las fuentes mencionadas. La intención de ello fue proporcionar versiones lo más literales posibles, con el objeto de resaltar las características descriptivas y observacionales de los textos.

originales de algún autor en particular. Todo esto quizá se beneficiaría de un intento de reconstrucción cognoscitiva de creencias tipo “mentalidad” o “ideología” y creencias más racionalizadas. No obstante, aquí sólo apuntaré algunas posibles influencias culturales y nociones tradicionales que pudieran formar parte de las cosmologías tratadas, sin profundizar en el asunto. Así, comenzaré cada uno de los tres capítulos dedicados a la historia de la cosmología griega con un breve repaso del contexto socioeconómico y cultural en el que se produjeron las fuentes objeto del análisis. Elementos de contexto más específicos y que podrían explicar algunos rasgos del contenido analizado serán tratados en el desarrollo de cada capítulo.

La civilización griega se desarrolló primordialmente en la zona del mar Egeo, sus costas y tierra adyacente e islas. Esta zona se caracteriza por un paisaje abrupto, con escasez de agua dulce y pocas llanuras adecuadas para el cultivo extensivo⁵. Lo anterior, aunado al clima mediterráneo de la zona, con veranos cálidos, inviernos fríos y pocas precipitaciones⁶, definió la estructura productiva de las civilizaciones de la región: el cultivo de la vid y el olivo, la cría de ganado ovino y porcino y el comercio marítimo para asegurar la provisión de grano y materias primas no producidas en la región.

⁵ Pepa Gasull y Dolors Molas, “Los grandes Estados del área mediterránea (1200 a.C.-finales del siglo V d.C.), en José-Ramón Juliá (dir.), *Atlas de historia universal: tomo I. De los orígenes a las crisis del siglo XVIII*, 2000, p. 52.

⁶ Helio Jaguaribe, *Un estudio crítico de la historia*, 2001, t. 1, p. 168.

Buena parte de las características económicas de la región preceden con mucho a la civilización griega: el cultivo de cereales, la domesticación de animales y la alfarería aparecieron en Creta, Tesalia, Elatea y Beocia hacia el séptimo milenio a.C., probablemente por difusión desde la zona de Anatolia. La fundición del cobre y bronce comenzaron a finales del cuarto milenio y principios del tercero⁷. La constitución étnica y cultural de la región fue especialmente variada durante su periodo de conformación, ya que consistía en “tesalios, chipriotas, isleños de los archipiélagos, cretenses y micénicos” con “una mezcla de las razas alpina, mediterránea, danubia, armenia y dinárica”, que hablaban distintos idiomas y con rasgos culturales particulares⁸.

El principal antecedente cultural de Grecia fue el desarrollo de la llamada “civilización egea” a partir de asentamientos neolíticos en la Grecia continental, Creta, las Cícladas y Chipre bajo la influencia de inmigrantes de Anatolia, Palestina, la costa siria y el Cáucaso. Éstos introdujeron técnicas agrícolas, metalúrgicas y la equitación en momentos sucesivos, además de distintas formas de organización sociopolítica, la lengua griega y la cultura aquea⁹. La “civilización egea” es una abstracción de las características comunes a tres civilizaciones de la región desde finales del tercero a finales del segundo milenio a.C.: las civilizaciones minoica, heládica y micénica. Dichas civilizaciones se caracterizaron por el desarrollo de centros urbanos, estados, comercio naval, manufacturas

⁷ *Ídem*: 169-172.

⁸ *Ídem*: 168.

⁹ *Ídem*: 188.

especializadas y uso de sistemas de escritura. Constituyeron estados monárquicos, burocráticos, con una estratificación social marcada¹⁰.

La decadencia de estas civilizaciones se da por etapas: durante el siglo XV, los aqueos conquistaron a Creta y completaron la dominación micénica del Egeo; del siglo XIII al XI es probable que los “pueblos del mar”, a través de su irrupción en el Levante mediterráneo hayan afectado el comercio micénico, lo que podría haber disparado una crisis interna. También podría ser el caso que estos pueblos hubieran atacado algunas poblaciones micénicas entre finales del siglo XIII y principios del XII, en el periodo comprendido entre las expulsiones de tierras egipcias realizadas por Merneptá (1236-1223 a.C.) y Ramsés III (1198-1166 a.C.)¹¹.

Con el colapso de la civilización micénica alrededor del 1200 a.C., inicia la paulatina conformación de la civilización griega¹². Este colapso trajo como consecuencia un periodo de grandes transformaciones:

“Durante los dos o tres siglos siguientes se puede apreciar un vacío de poder a través del Mediterráneo Oriental. Fortalezas y palacios se derrumbaron sin ser reedificados ni reemplazados y todo parece indicar que se produjo un descenso notable en el nivel de vida, así como grandes movimientos migratorios y una considerable reducción de la población...El comercio y las comunicaciones interregionales disminuyen, y es de destacar la ausencia de los imperios y estados que habían sido tan característicos de la Edad del Bronce”¹³

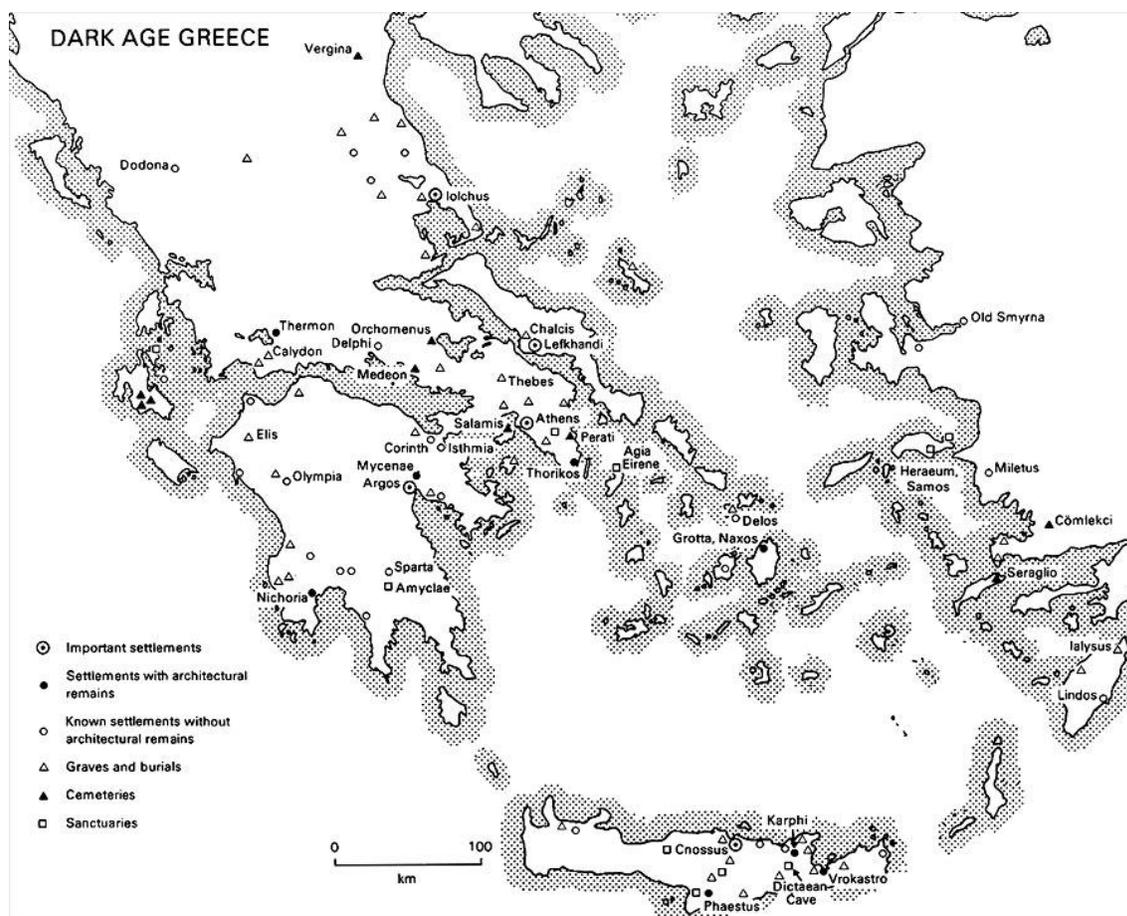
¹⁰ *Ídem*: 172-180.

¹¹ *Ídem*: 195-197 y M. I. Finley, “Los griegos”, en E. Cassin, J. Bottéro y J. Vercoutter (comp.), *Los imperios del antiguo Oriente III. La primera parte del primer milenio*, 1992: 257.

¹² Pomeroy *et al.*, *Ancient Greece: A Political, Social, and Cultural History*, 1999: 41.

¹³ Finley, *op. cit.*: 255.

El estudio de esta época ha resultado más difícil que el de las inmediatas anterior y posterior por varias razones: la drástica reducción de la población, con la consecuente reducción de los vestigios materiales explorables arqueológicamente¹⁴, la pérdida de la escritura en la región, como parte del deterioro general de las condiciones de vida, y la falta de referencias a la zona y sus habitantes en las fuentes sirias, egipcias y mesopotámicas contemporáneas. Éste es el principal sentido en el que se ha dado en llamarla “Época Oscura”¹⁵.



Mapa 1. La Grecia de la “Época Oscura”.¹⁶

¹⁴ Pomeroy *et al.*, *op. cit.*:42.

¹⁵ Finley, *op. cit.*: 257.

¹⁶ Tomado de “Cartografía de Grecia” en http://www.dearqueologia.com/cartografia_grecia/edad_oscura.jpg, 15 de octubre de 2008.

A pesar de lo anterior, pueden discernirse numerosos rasgos de continuidad con la civilización micénica: la cerámica del tipo III C, con variaciones estilísticas locales, frecuentes e identificables. Esto, a diferencia del tipo anterior III B, puede apuntar a un proceso de regionalización social, política y cultural, que refuerza el esquema de diferenciación de la lengua griega que daría como resultado la distribución dialectal de la época histórica¹⁷. Otro rasgo de continuidad, si bien parcial, son algunas creencias y prácticas religiosas. En particular, Zeus, Ares, Poseidón, Hermes, Hera, Artemisa y Atenea parecen haber sido nombrados en tiempos micénicos, aunque no existe certeza respecto de sus atributos y relaciones¹⁸. Además, la práctica religiosa parece corresponderse con los relatos homéricos: con ritos en los palacios y en santuarios al aire libre, con ofrendas, sacrificios y plegarias acompañados a menudo por música y danzas y seguidas por competencias deportivas de pugilato, lucha y carreras de carros¹⁹.

Aunado a lo anterior, existe otro elemento crucial de continuidad y que es también el que más nos interesa para el presente trabajo: la poesía épica. Jaguaribe estima, plausiblemente, que el afán expansionista de los micénicos debió haberse completado con un *ethos* heroico y su correspondiente cultura épica, como se advierte en los vestigios arqueológicos y en los ritos religiosos y funerarios que hemos podido reconstruir²⁰. Ello podría haber dado origen a una literatura épica de transmisión oral que podría haber alcanzado, con modificaciones, los tiempos

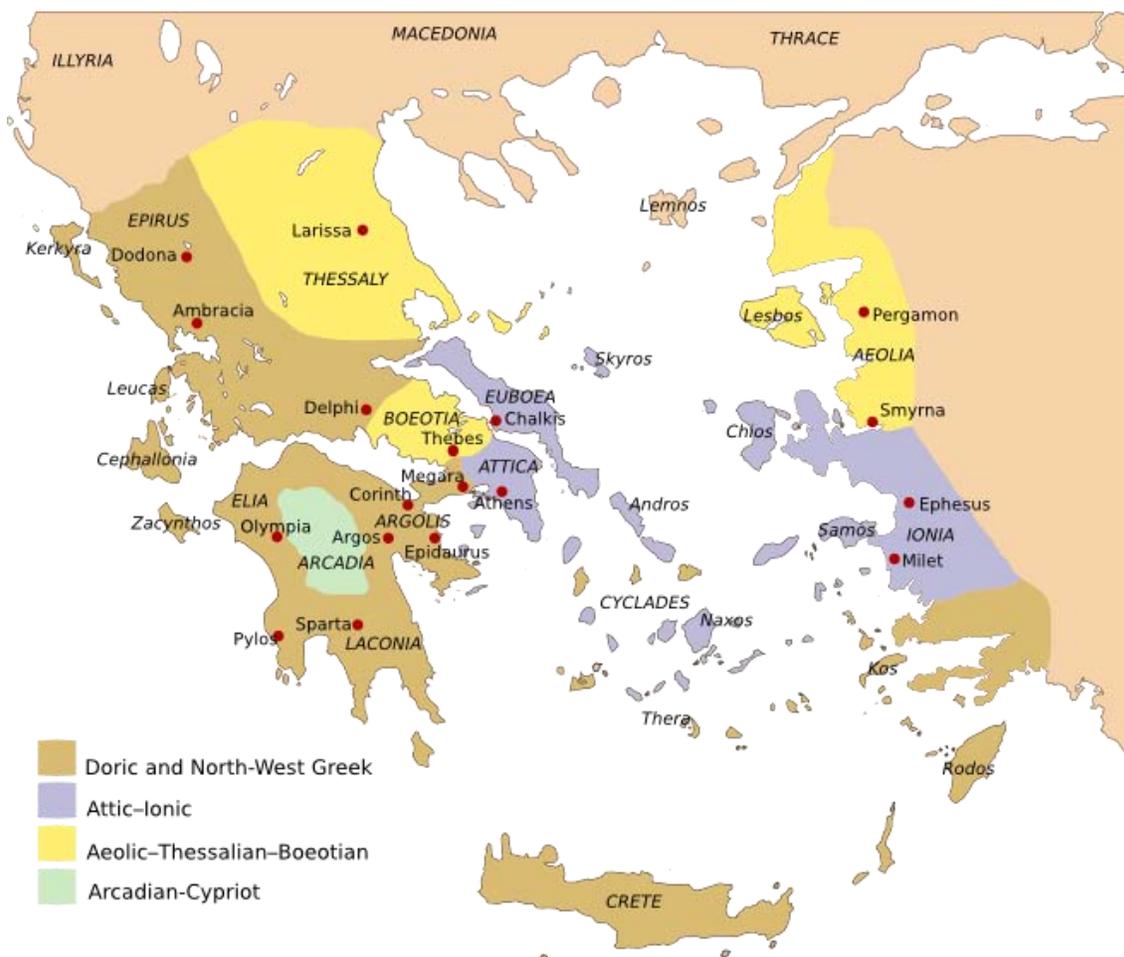
¹⁷ *Ídem*: 258. *Vid infra* mapa 2.

¹⁸ Jaguaribe, op. cit.: 184-185.

¹⁹ *Ibidem* y Pomeroy *et al.*: 63-66.

²⁰ *Ídem*: 195.

homéricos²¹. Posibles evidencias de que ése es el caso son el carácter mixto del lenguaje homérico, que incorpora a su sustrato jónico no sólo formas eolias, sino formas conectadas con los dialectos acadio y chipriota, más cercanos al micénico²². A ello podemos añadir la hipótesis de A. Meillet²³, relativa al origen minoico del hexámetro dactílico y su transmisión a través de Micenas.



Mapa 2. Grandes dialectos griegos a principios del primer milenio a.C.²⁴

²¹ Pomeroy *et al.*, *op. cit.*: 44.

²² Jaguaribe, *op. cit.*: 187.

²³ *Apud* Jaguaribe, *op. cit.*: 187.

²⁴ Tomado de Wikimedia Commons, <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:AncientGreekDialects.png>, 15 de octubre de 2008.

Durante el siglo XI aparecen las principales innovaciones que se incorporarán a la cultura griega, muchas de ellas posiblemente asociadas a la llegada de los pueblos dorios. Aparece la cerámica protogeométrica, claramente predecesora de las series cerámicas griegas. Se desarrollan nuevas armas, herramientas y demás objetos fabricados cada vez más con hierro²⁵, en lugar de bronce y se pueden atestiguar modificaciones en las tumbas y los ritos funerarios, incluyendo la paulatina difusión de la incineración²⁶.

Poco después, a juzgar por la abundante presencia de cerámica protogeométrica y la posibilidad de identificar los tipos y relacionarlos con sus lugares de origen, se dieron amplias migraciones hacia las Cícladas y la costa occidental de Asia Menor que, luego de una larga y complicada historia, terminó por definir la composición dialectal de dicha costa: eolio, jonio y dorio, de norte a sur²⁷. Las razones detrás de las migraciones pueden incluir tanto la pobreza e inestabilidad de la región²⁸ como las características de la costa occidental de Asia Menor, que Finley describe como “formada por una serie de promontorios con defensas naturales, fértiles valles y llanuras a su espalda. En los siglos XI, X y IX no había en aquella región poderes establecidos, ni siquiera pueblos lo suficientemente numerosos como para impedir a los nuevos colonos que se establecieran”²⁹. Aunque no se conoce con certeza la identidad de los nativos de la región, ni sus relaciones con los colonos griegos, es plausible afirmar que los carios ya se encontraban en la zona

²⁵ Pomeroy *et al.*, *op. cit.*: 44.

²⁶ Finley, *op. cit.*: 258 y Gasull y Molas, *op. cit.*: 52.

²⁷ Finley: 259, Jaguaribe: 270, Gasull y Molas: 52-54.

²⁸ Gasull y Molas: 52.

²⁹ Finley, *op. cit.*: 259-260.

y que los lidios y frigios confluyeron posteriormente. También es verosímil que los griegos hayan sojuzgado a los pobladores nativos y los hayan empleado como trabajadores, como hicieron en tiempos posteriores³⁰.

Durante el siglo X se dieron dos procesos definitorios: comenzó el proceso de urbanización conocido como *synoikismos* que, mediante la agrupación de aldeas vecinas dio origen a núcleos urbanos como los de Esparta y Atenas³¹, aunado a la recuperación de las comunicaciones, atestiguada por la difusión de la cerámica geométrica ateniense y sus imitaciones en talleres de alfarería locales³², la reactivación a pequeña escala del comercio con Oriente y una reducción de los movimientos migratorios que derivaron en el mayor periodo de estabilidad conocido en trescientos años³³. Algo que es importante notar es la permanencia de la organización socioeconómica y política durante dicho periodo que, en opinión de Pomeroy y colaboradores, es el sustento del tradicionalismo y de una parte importante de la moral griega³⁴.

El periodo que va de 900 a 750 a.C. el crecimiento poblacional, la tasa de progreso material y la diferenciación social se aceleran. Arqueológicamente, la señal más clara es la aparición y proliferación del nuevo estilo geométrico en alfarería que llega hasta la reaparición de formas más elaboradas y artísticas que

³⁰ *Ibidem.*

³¹ Jaguaribe, *op. cit.*: 270.

³² Gasull y Molas, *op. cit.*: 54.

³³ Pomeroy *et al.*, *op. cit.*: 46.

³⁴ *Ídem*: 50.

califican como artículos de lujo³⁵. Otros indicios de la reactivación del comercio doméstico y foráneo y de la progresiva diferenciación social son la manufactura y distribución de joyería de oro y de piezas de marfil labrado, además de evidencias de la presencia tanto de materias primas como de artículos importados y su distribución diferencial en los enterramientos del periodo. También es de resaltar la paulatina reaparición de edificaciones comunales a partir de 800 a.C.³⁶

Las características que terminaron por definir el mundo de Homero y Hesíodo se dieron durante el siglo VIII: comenzaron los juegos panhelénicos, como indica la fecha tradicional de los primeros Juegos Olímpicos, 776 a.C., quizá como una derivación del carácter extracompetitivo de la sociedad griega de finales de la Edad Oscura³⁷; algunos santuarios y oráculos se constituyeron en referencias panhelénicas³⁸ y se adaptó el alfabeto fenicio a la lengua griega mediante la adición de vocales, que inicialmente se usó para hacer inscripciones en piezas de cerámica y lápidas, o con funciones mnemotécnicas como la de recordar a los vencedores de los Juegos Olímpicos, pero que paulatinamente devino en modificación de la educación y la cultura³⁹. Durante este siglo, continúa la expansión comercial a través de la importación de bienes y metales orientales, por tierra en el caso de las colonias de Asia Menor, y vía marítima con escala en Chipre para la Grecia peninsular⁴⁰.

³⁵ *Ibidem*.

³⁶ *Ídem*: 50-51.

³⁷ *Ídem*: 60-61.

³⁸ Como fue el caso de los santuarios de Zeus y Hera en Olimpia; de los de Apolo y Artemis en Delos; y de los oráculos en los altares de Zeus en Dodona y de Apolo en Delfi. *Ídem*: 79.

³⁹ Jaguaribe: 270, Finley: 267-268, Gasull y Molas: 54.

⁴⁰ Finley, *op. cit.*: 261.

Para terminar con la contextualización de la cosmología prefilosófica griega, enunciaré algunas características del entorno socioeconómico, político y cultural de la Grecia del siglo VIII a.C., aunada a una discusión de los posibles orígenes de las fuentes que nos ocupan: homéricas y hesiódicas. En primer lugar, cabe resaltar que, a pesar de las pocas décadas que parecen separar la composición de los poemas homéricos de las obras de Hesíodo, el dinamismo del siglo dio como resultados dos contextos considerablemente diferentes.

En efecto, de acuerdo con Pomeroy y colaboradores, actualmente, las fechas de composición de los poemas homéricos se estiman entre 750 y 720 a.C., con una diferencia de algunas décadas entre ellos⁴¹. Lo anterior, aunado a las diferencias estilísticas entre los dos poemas ha llevado a la consideración de que su autoría se debe al menos a dos poetas distintos⁴². Una dificultad adicional, relativa a la composición de los poemas homéricos, es su carácter rapsódico y la incertidumbre respecto a la fecha y las circunstancias en que fueron asentados por escrito. En este tenor, hay un amplio consenso en que los poemas homéricos son la culminación de una tradición de poesía épica que era “memorizada y transmitida oralmente por recitadores profesionales llamados “rapsodas””⁴³, mientras que las posturas relativas a su escritura varían desde quienes opinan que pudieron haber

⁴¹ Pomeroy *et al.*, *op. cit.*: 52.

⁴² Finley, *op. cit.*: 263.

⁴³ Pomeroy *et al.*: 53. Véase, también, Finley, *op. cit.*: 263.

sido escritas por el mismo poeta o poetas del siglo VIII que les dieron su forma final, hasta los que estiman que pudo haberse dilatado hasta el siglo VI a.C.⁴⁴

Por otra parte, la época de composición de los poemas homéricos parece ser lo suficientemente cercana al proceso de formación de las *poleis* griegas como para conservar una memoria todavía fresca de la organización anterior⁴⁵ y son, por lo mismo, fuentes importantes de la transformación política y social de la Grecia del siglo VIII. En palabras de Jaguaribe, la sociedad de los poemas homéricos estaba constituida por:

“un grupo de nobles guerreros en torno de un rey⁴⁶; en un peldaño inferior estaba una baja nobleza de asistentes, cuyas tierras eran trabajadas por campesinos siervos y cuyos requerimientos de herramientas estaban a cargo de artesanos, siervos también, que a veces eran esclavos. Los esclavos, relativamente pocos, eran sobre todo prisioneros de guerra y por lo regular servían en las casas de los nobles, donde gran parte de las labores domésticas estaban en manos de las mujeres de la familia”⁴⁷.

En efecto, es plausible pensar que las sociedades griegas del siglo IX eran un tipo de jefaturas alrededor de líderes cuyo ascenso y permanencia se debía a sus proezas en la guerra, riquezas derivadas principalmente de saqueos, lazos

⁴⁴ *Ibidem*. Sin embargo, *cfr.* Pomeroy *et al.*: 73-74.

⁴⁵ Para una interesante discusión de cómo esto puede verse reflejado en la *Odisea*, *vid* Thalmann, *The Swineherd...*, *op. cit.*, *passim*. De acuerdo con Pomeroy *et al.*, hay un creciente consenso de que los poemas homéricos reflejan la organización social griega de finales del siglo IX y principios del VIII a.C., *Ancient Greece...*, *op. cit.*: 42, 54-58; véase, también, Finley, *op. cit.*: 263-266. También es interesante notar la reactivación, en la época de composición de los poemas homéricos, del culto a los héroes del pasado, Pomeroy *et al.*: 79-80.

⁴⁶ Jaguaribe parece seguir aquí la traducción tradicional del *basileus* homérico por ‘rey’. Sin embargo, como acertadamente argumentan Pomeroy y colaboradores, una traducción antropológicamente más adecuada sería la de ‘jefe’, *Ancient Greece...*, *op. cit.*: 47.

⁴⁷ Jaguaribe, *op. cit.*: 309. *Cfr.* Finley, *op. cit.*: 265-266.

matrimoniales y alianzas⁴⁸. Estas jefaturas parecen haberse organizado tenuemente en proto-principados a través del reconocimiento de cierta supremacía de alguno de los jefes locales. Sin embargo, dicho liderazgo parece haber sido bastante débil, lo que derivaba en una situación de inestabilidad política donde las luchas por el poder y las sucesiones violentas podrían haber sido comunes, como puede verse en las historias de Odiseo y Agamenón⁴⁹.

Esta estructura en *oikoi*, “pequeñas haciendas rurales bajo el control de un aristócrata que ejerce de caudillo guerrero y de árbitro de justicia, y cuya influencia no va más allá de la esfera local o comarcal”⁵⁰, se transformó, como resultado del mencionado proceso de *synoikismos* y por el ascenso de los *eupátridas* y el paulatino desplazamiento de los jefes guerreros por arcontes nombrados entre ellos. De tal suerte, en la época de la composición de las obras homéricas, casi en todas partes, los gobiernos aristocráticos habían sustituido a los jefes y el pueblo contaba a veces con algún tipo de órgano representativo, la asamblea o ágora, que, no obstante, “no se trataba de una fuerza política en ningún sentido constitucional”⁵¹.

Los núcleos urbanos favorecieron la formación de las nuevas clases sociales de los *demiourgoi*, artesanos libres, y de los *tetes*, trabajadores manuales libres, además de constituirse en polos de atracción de comerciantes extranjeros de los

⁴⁸ Vid Finley, *op. cit.*: 264-265 y Pomeroy *et al.*: 55-58.

⁴⁹ Finley; Pomeroy *et al.*: *ibidem*.

⁵⁰ Gasull y Molas, *op. cit.*: 54.

⁵¹ Finsley, *op. cit.*, 266 y Pomeroy *et al.*: 58.

que, con el tiempo, los más ricos llegarían a integrarse a la aristocracia local⁵². La nueva noción de unidad entre el *asty*, núcleo urbano fácilmente defendible, y la *jora*, territorio controlado por la *polis*, junto con el desarrollo de la infantería pesada de los *hoplitas*⁵³, puede explicar parte del ascenso aristocrático y el mantenimiento de la tendencia a la fragmentación política⁵⁴.

La dinámica de la urbanización, el ascenso de la aristocracia, la expansión comercial, el crecimiento poblacional, la expansión de la producción agrícola con la subsecuente transformación de la estructura económica y la pobreza de la tierra en la mayor parte de las regiones griegas, aunada a la concentración de las mejores tierras en manos de unos cuantos terratenientes, parecen haber sido los motores principales de la expansión mediterránea y las colonizaciones de los siglos VIII a VI a.C.⁵⁵ Conuerdo con Gasull y Molas en que las tensiones derivadas de estos procesos son discernibles en las preocupaciones expresadas por Hesíodo en su obra *Los trabajos y los días*, compuesta hacia el 700 a.C.⁵⁶ Otra importante diferencia, discernible también en los *Erga*, es la creciente participación de los griegos en el comercio mediterráneo⁵⁷. Dicha participación trajo como resultado adicional la influencia de culturas orientales que desembocó en la adaptación de la escritura alfabética, la influencia estilística en la cerámica y la escultura e, incluso, la difusión de ideas tanto religiosas como científicas en las

⁵² Jaguaribe: 309.

⁵³ Con panoplia constituida por coraza, casco, espada corta de hierro, escudo de bronce y una lanza de metro y medio de longitud. Jaguaribe 271, Gasull y Molas 55.

⁵⁴ Jaguaribe: 271, Finley: 269, Gasull y Molas: 55.

⁵⁵ Pomeroy *et al.*: 71-73.

⁵⁶ Gasull y Molas, *op. cit.*: 55.

⁵⁷ Pomeroy *et al.*, *op. cit.*: 72-73.

poleis griegas⁵⁸. En las secciones siguientes, apuntaré las influencias relacionadas con las ideas cosmológicas y astronómicas.

En otro orden de ideas, los dos poemas de Hesíodo parecen marcar la transición entre un sistema de valores de la virtud, empuje y honra guerrera, que sustentan en gran medida los dioses olímpicos en la *Teogonía*⁵⁹, a las virtudes aristocráticas de la “plenitud viril” de un “hombre de bien”⁶⁰, como se deriva de los consejos ofrecidos en *Los trabajos y los días*. Es así, pues, que las fuentes empleadas en esta sección, fueron compuestas en un contexto de desarrollo todavía incompleto de las *poleis* griegas, con las contradicciones y dificultades que ello representa⁶¹.

Antes de proceder al análisis de las fuentes arcaicas, es pertinente una nota aclaratoria adicional: la elección de la cosmología como tema de estudio en vez de la astronomía fue para permitir el análisis de las tradiciones que ahora nos ocupan. En ninguno de los más antiguos textos griegos hay elementos que permitan la reconstrucción de una astronomía. En cambio, es posible entresacar algunas ideas relativas a la naturaleza y estructura del universo. A menudo el interés es más cosmogónico que cosmológico. No obstante, intentaré apuntar las ideas que habrán de ser posteriormente criticadas por las cosmologías racionalistas y que tendrán relación con las cosmologías astronómicas posteriores.

⁵⁸ *Ídem*: 73-78.

⁵⁹ Paola Vianello de Córdova, “Estudio General” en Hesíodo, *Teogonía*, 1986: XCIV-XCV.

⁶⁰ Jaguaribe: 308.

⁶¹ Paola Vianello de Córdova, “Estudio General”, *op. cit.*: XLIV-XLV.

Uno de los primeros aspectos importantes a resaltar son las posibles creencias relativas a que el cielo es una semiesfera sólida y de que el inframundo y supramundo pueden ser equidistantes⁶². Una antigua referencia a la primera aparece en la constante descripción homérica del cielo como bronceo⁶³, que plausiblemente evoca la imagen de un cuenco. La existencia de otros epítetos metálicos como en *Od.* 15, 329 y 17, 565⁶⁴, quizá sugieran una especie de explicación del brillo del cielo o de los astros. La segunda se basa en pasajes como *Il.* 8, 13-16 y *Teog.* 717-725 y 726-728⁶⁵ que además dan pie para una similitud mayor entre el inframundo y el supramundo, porque también califican al Tártaro de bronceo.

En efecto, en el siguiente pasaje, en el que Zeus describe los castigos a que se hará acreedor el dios que ose desobedecerlo y ayude a alguna de las partes en la contienda, se percibe claramente lo señalado.

“O, habiéndolo asido, lo lanzaré al Tártaro nebuloso,
Muy lejos, donde muy profundamente por debajo del suelo hay un abismo;
Allí hay puertas de hierro y un umbral de bronce,
Tan abajo del Hades cuanto el cielo dista de la tierra”⁶⁶.

⁶² Kirk *et al.*, *Los filósofos...*, *op.cit.*: 27-28.

⁶³ *E.g.* *Il.* 5, 504 “...con una nube de polvo que, de entre éstos, hacia el cielo forjado en bronce batían las pezuñas de los caballos...” y 17, 425 “...y de las armas el estrépito al bronceo cielo llegaba a través del éter inculto...”; *Od.* 3, 2, *apud* Kirk *et al.*: 27.

⁶⁴ *Apud* Kirk *et al.*: 27, en las que se describe al cielo como “férreo” o “acerado”.

⁶⁵ *Vid infra.*

⁶⁶ Homero, *Il.* 8, 13-16.

Los pasajes de Hesíodo, por otra parte, confirman estas creencias. En el primero, se describe cómo los hecatónquiros derrotaron a los titanes y los lanzaron al inframundo:

“...y bajo la tierra de anchas vías
los lanzaron y con cadenas terribles los ataron,
después de vencerlos con sus manos, a pesar de que eran soberbios,
tanto bajo la tierra cuanto el cielo está de la tierra.
[pues tanto hay de la tierra al Tártaro sombrío.]
pues durante nueve noches y días un yunque de bronce
desde el cielo cayendo, en el décimo a la tierra arribaría;
[e igualmente, también de la tierra al Tártaro sombrío.]
y también durante nueve noches y días un yunque de bronce
desde la tierra cayendo, al décimo al Tártaro arribaría”⁶⁷.

En este pasaje, la simetría es contundente y se intenta incluso una descripción de las distancias por medio del tiempo que tardaría en caer un objeto que parecería tener una caída regular y rápida, no impedida por los vientos: el yunque de bronce. El plazo largo al que se hace referencia hace ver que se piensa en una distancia grande entre la tierra, el cielo y el inframundo, aunque no parece probable que esto provenga de algún tipo de reflexión o especulación de base astronómica. Los siguientes versos insisten en cómo la tierra y el mar nacen de la parte superior del Tártaro.

“En su derredor se extiende un cerco de bronce; y a ambos lados la noche
En triple muralla se cierne alrededor de su cuello; y encima de ésta
Las raíces de la tierra y el estéril mar brotan”⁶⁸.

⁶⁷ Hesíodo, *Teog.* 717-725. Los versos entre corchetes, en ésta y demás citas de Hesíodo, son considerados espurios por Vianello, “Estudio general” en Hesíodo, *Teogonía, op. cit.*: XXV.

⁶⁸ *Teog.* 726-728.

Las formas posteriores de esta segunda creencia podrían estar vinculadas con las cosmologías esféricas que discutiremos en otras secciones, ya que éstas constituyen una forma radical de la simetría entre supramundo e inframundo. También es importante mencionar la creencia en dos sustancias supraterrestres, el *aire* y el *éter*, como se infiere de *II. 14, 288*: “el abeto, a través del aire llegaba al éter”.

Respecto de la idea de que la tierra está rodeada por el agua, es muy plausible, como sugieren Kirk y colaboradores⁶⁹, que sea una influencia del pensamiento de culturas orientales como la egipcia o la babilonia y que ésta haya surgido por una extrapolación cosmogónica de los procesos de inundación observados por dichas culturas. De hecho, muchas de las primeras ideas cosmológicas es muy probable que tengan un origen cosmogónico antiguo. Por ejemplo, la idea de que existen aguas celestes en el firmamento, separadas de las aguas terrestres, se encuentra en la narración babilonia de la creación⁷⁰ y es el resultado de la división que hace Marduk del cuerpo de Tiamat, la diosa de las aguas primigenias. Ideas parecidas son también comunes en varias tradiciones culturales. Una de las más conocidas es la del *Génesis I 6-8*:

“Y dijo Dios: que haya un firmamento en medio de las aguas y divida las aguas de las aguas. Y Dios hizo el firmamento y dividió las aguas que estaban bajo el firmamento de las aguas que estaban encima del firmamento. Y fue así. Y Dios llamó al firmamento Cielo.”

⁶⁹ Pp. 28-32.

⁷⁰ J. B. Pritchard, *Ancient Near Eastern Texts relating to the Old Testament*, Princeton, 1969, IV, 67, 137ss., *apud* Kirk *et. al.*, *op. cit.*: 74-75.

También es conocida la versión egipcia en la que Keb, el dios tierra, es separado de Nut, la diosa cielo por Shu, el dios aire⁷¹. En este caso, es importante observar la relación entre Nut y Nu: la primera es la forma femenina de la segunda, el abismo primordial de las aguas. Existen mitos parecidos en culturas como la de los maoríes, en la que Rangí (el cielo) y Papa (la tierra) son separados por su hijo oprimido⁷²; o la versión hurro-hitita del Canto de Ullikummi⁷³, en la que Upelluri, una especie de Atlas, dice:

“Cuando el cielo y la tierra fueron edificados sobre mí, yo no sabía nada de ello, y cuando vinieron y escindieron el cielo y la tierra con un hacha, yo no sabía nada de ello.”

Estas cosmologías antiguas suelen hacer énfasis en versiones duales explicadas también cosmogónicamente, como la contraposición entre noche y día a través de la precedencia cosmogónica de la primera. En este punto, quisiera hacer una digresión para formular unas líneas para la reflexión teórica de todo esto.

En primer lugar, aunque las cosmologías mitológicas discutidas hasta ahora quedarían clasificadas como prácticas ideológicas, según el esquema propuesto en el marco teórico, es importante notar que los criterios de plausibilidad y verosimilitud operan también, aunque muy subordinados al de pertinencia. En efecto, las propuestas discutidas podrían ser, en mayor o menor medida, explicaciones verosímiles de la lluvia, por ejemplo. Puede suponerse que diversos

⁷¹ *The gods of the Egyptians*, 2 vols., Nueva York, Dover, 1969, t. I, p. 293 *apud* Papavero *et al.*, *Historia de la biología comparada. Desde el Génesis hasta el siglo de las Luces*, 5 vols., México, UNAM, 1995, t. I: 18.

⁷² Kirk *et. al.*: 74.

⁷³ *Ancient Near Eastern Texts Relating to the Old Testament* 125, *apud* Kirk *et. al.*, *ibidem*.

pueblos a veces se han preguntado cómo llega al cielo el agua que cae como lluvia, y la respuesta podía considerar el papel de la lluvia en el crecimiento de las plantas e incluir una analogía con el papel fecundador del semen, como en las *Danaidas* de Esquilo⁷⁴:

“Desea, pues, el augusto cielo seducir a la tierra,
Y el deseo de la tierra busca realizar la unión.
Y la lluvia cae del lecho del cielo
Y fecunda a la tierra que alumbra para los mortales
Frutos y cebos y el sustento de Deméter.”

Ahora bien, el criterio de plausibilidad podría estar detrás del desarrollo de los sistemas duales, pre-griegos, luz-oscuridad, noche-día, cielo-tierra, etc. y de los subsiguientes mecanismos de separación entre ellos⁷⁵. Puede verse que detrás de todo esto hay concepciones de gran coherencia⁷⁶, como que los opuestos se complementan y pueden, por lo mismo, haber estado unidos anteriormente. Además, una vez que este tipo de contrastes establece la ideología de que todo en el universo es dual, es fácil ver que sólo parecerán coherentes las descripciones, clasificaciones y explicaciones que recurran a esa supuesta naturaleza de las cosas.

Precisamente la transición entre cosmología mitológica y cosmología filosófica ilustra lo que acabamos de exponer. Hesíodo, en la *Teogonía*, no se preocupa por desarrollar un sistema *completamente* consistente, porque su prioridad es formular una síntesis que relacione a las diversas deidades griegas, sin separarse

⁷⁴ Fr. 44, 1-5, *apud* Kirk *et al.*: 68.

⁷⁵ Para una discusión y referencias relativas a las nociones de dualidad en Hesíodo, *vid* Vianello, “Estudio general”, *op. cit.*:XXVII, XXX,

⁷⁶ Me parece que las nociones de coherencia dependen de nociones más primitivas de orden, aunque todo esto requerirá de investigaciones posteriores.

demasiado de la tradición⁷⁷, sin llegar a ser heterodoxo. Por ejemplo, en *Teog.* 116 y ss., tenemos que Hesíodo describe los primeros momentos del Universo tratando de *sistematizar* una mezcla de elementos procedentes de numerosas religiones, que seguramente llegaron a la religión griega a causa de las amplias actividades de intercambio comercial de las *polis*, con ideas en cierta medida consistentes y basadas en observaciones, como la mencionada de que el Cielo fecunda a la Tierra a través de la lluvia.

“Primero, ciertamente, apareció el resquicio (Caos), y, enseguida, la Tierra de ancho seno, eterno asiento firme de todas las cosas; el Tártaro nebuloso por debajo de la tierra de anchos caminos, lo mismo que Eros, quien es el más bello de los dioses inmortales, que relaja los miembros y de todos los dioses y hombres por igual domeña, en su pecho, la mente y los deseos sensatos. De Caos nacieron las Tinieblas (Erebo) y la negra Noche. La Noche, por su parte, dio a luz al Éter y al Día después de unirse en amoroso abrazo con Erebo. Mientras tanto, la Tierra, antes que nada, creó, igual a sí misma, al estrellado Cielo (Urano), para que la cubriera completamente en derredor y fuera eterno asiento firme de los bienaventurados dioses. También alumbró a las grandes Montañas, moradas graciosas de las divinas Ninfas, que habitan en los escarpados montes. Dio a luz al estéril piélago, de hirviente oleaje, al Ponto, sin el deseado amor. Y después de haber yacido con Urano, parió a Océano, de profundo vórtice, a Ceo (Tal), a Crío (Tajo), a Hiperión (Más allá de uno) y Japeto (Desfigurado); a Tea (Divina) y a Rea (Sin pena); a Temis (Ley natural o divina), a Mnemosina (Memoria), a Febe (Resplandeciente) de áurea corona y a la amable Tetis. Tras ellos nació el más joven, Kronos, de mente tortuosa, el más terrible de los hijos, que odió a su fecundo progenitor”.⁷⁸

Una cuestión verdaderamente sorprendente en éste y otros muchos fragmentos de la *Teogonía* y otros muchos recuentos de la cosmogonía griega (como el de la

⁷⁷ En realidad, esas “deidades griegas” parecen ser más bien una revoltura de divinidades prehelénicas, aqueas, beocio-dorias y orientales. *Vid.* Paola Vianello, “Estudio general” en Hesíodo, *Teogonía*, México, UNAM, 1986: XXXIX-XL.

⁷⁸ *Teog.* 116-138.

Biblioteca y Epítome de Apolodoro⁷⁹) son los nombres de varias de las divinidades⁸⁰. Para ilustrar mejor esto, quisiera citar los versos siguientes.

“También procreó a los Cíclopes, soberbios de corazón,
Brontes (Trueno), Estéropes (Rayo) y Arges (Centella) de ingente ánimo,
que a Zeus dieron el trueno y fabricaron el rayo...”⁸¹

“Otros, todavía, de Gea y Urano nacieron,
tres hijos grandes y fuertes, innombrables,
Coto (Odio), Briareo (Vigoroso) y Giges (Seno, Valle), criaturas soberbias...”⁸²

“...de las gotas de la sangre que manaba nacieron las Erinias (Furias), Alecto (Implacable), Tisifona (La voz de la venganza) y Megeria (Envidia)...”⁸³

Como puede verse en todos los anteriores ejemplos, las diversas versiones cosmogónicas griegas presentan la curiosa indefinición a la que aludíamos, de manera que son sistemas en cierta medida consistentes y verosímiles en los que, no obstante, predomina la tradición, lo culturalmente pertinente. Es decir, toda cosmología tiene bases empíricas⁸⁴, y éstas se revelan aquí en los nombres de las deidades. De hecho, estos nombres son una guía de los sucesos que preocupaban a esta sociedad y de los que habían preocupado a sus antecesoras.

⁷⁹ *The Library, with an English Translation by Sir James George Frazer, passim.*

⁸⁰ En esta y otras partes de la discusión haré un esfuerzo por dar una idea del significado de dichos nombres. Algunos, más difíciles de precisar, como Tetis y Kronos, podrían ser un buen ejemplo de lo convencional de este tipo de sistemas. En efecto, divinidades como éstas podrían no ser griegas, por lo que resulta más difícil insertarlas en el recuento teológico. Sin embargo, la importancia que tenían en la región y la época hacía obligatoria su inserción, sin importar cuán incómoda fuera. Existen numerosos ejemplos de esto, como la posterior adopción del culto de Isis y la dificultad para relacionarla con el panteón griego.

⁸¹ *Teog.*, 139 y ss.

⁸² *Ibíd.*, 147 y ss.

⁸³ Apolod., *Bib.* I, 1, 4.

⁸⁴ Las más elementales son los eventos asociados a las actividades que garantizan nuestra supervivencia, como lo relacionado con la obtención de alimentos y la reproducción, y los sucesos sobrecogedores, ya que éstas son las cuestiones a las que atendemos primordialmente y, por tanto, forman la base de nuestra experiencia (si bien siempre modulada por la cultura, como se ha repetido muchas veces). Precisamente el desarrollo de observaciones menos espontáneas (controladas) será un motor fundamental del desarrollo de las prácticas que llamo científicas.

Por otra parte, algunos de estos eventos están agrupados con base en la lógica de pensamientos míticos particulares. Como la mitología griega es resultado de una gran serie de influencias, las tentativas de los mitógrafos por reducirlas a un sistema consistente no pueden ser más que medianamente fructuosas. Podemos entonces suponer que lo embrollado de estos sistemas mitológicos eclécticos irreductibles motivará en cierta medida el desarrollo de cosmologías racionales (que procurarán alcanzar la consistencia lógica que la mitología no puede).

De cualquier manera, la cosmología que se desprende de Hesíodo ya busca una argumentación más clara que las versiones más ideológicas de otras mitologías⁸⁵. En efecto, aunque es posible que las narraciones de la aparición del Caos, la Tierra y el Cielo y la de la castración de este último por su hijo Kronos reúnan varios mitos no muy compatibles entre sí⁸⁶, la narración no es claramente reduplicante como opinan Kirk y compañía, sino que podría verse como una historia muy coherente si no fuera por el probable significado de caos como resquicio⁸⁷. En efecto, la única parte verdaderamente problemática, ateniéndose a la narración es esa aparición del resquicio entre algo que no queda muy definido. Por lo demás, es perfectamente plausible que la tierra hubiera dado a luz al cielo y este se hubiera vuelto un marido despótico posteriormente. No obstante, concuerdo con la propuesta de Kirk y colaboradores en que podría haber tres mitos agrupados ahí: a) el de una separación no antropomórfica entre el cielo y la

⁸⁵ *Cfr. vgr.* el papiro 10.188 del Museo Británico que consigna dos versiones del origen del cosmos según la mitología egipcia, *apud* Papavero, *et al.*, *op. cit.*: 43.

⁸⁶ Kirk *et. al.*: 65-68 y 77-79.

⁸⁷ *Ídem*: 65.

tierra; b) el de la separación provocada por un hijo asfixiado por la cercanía entre el cielo y la tierra, y c) el de la tierra como madre de todo lo existente, incluyendo el cielo.

Hay otros varios ejemplos del carácter convencional de la cosmología de Hesíodo, a pesar de su búsqueda de una sistematización racional de la mitología a su disposición. Algunas de ellas, como el papel de Eros y el problema de la autofecundación que podría relacionarse con el miembro amputado de Urano y de la Noche como forma local del Caos, las trataré en la sección relativa a las cosmologías órficas. Aquí sólo querría apuntar al posible sustrato indoeuropeo de la mayor parte del material hesiódico, a partir de sus similitudes con versiones hurro-hititas⁸⁸.

En realidad, la convencionalidad de la empresa hesiódica parece deberse a sus intereses religioso-políticos: mostrar las fuentes de la autoridad de Zeus (*Teogonía*) y su gobierno definitivo conforme al Orden y la Justicia (*Los trabajos y los días*)⁸⁹ y que podría estar detrás de formulaciones posteriores como la idea de la ordenación del cosmos en Heráclito (*vid infra*).

Para realizar el análisis prometido de la primera obra de Hesíodo, quisiera ahora 1) hacer una reconstrucción esquemática comentada del argumento del libro y 2) entresacar las ideas cosmológicas recuperables de la *Teogonía*:

⁸⁸ *Ídem*: 77-78.

⁸⁹ *Ídem*: 61-62.

La obra empieza con una evocación a las Musas Helicónides y describe cómo sus cantos celebran a toda la estirpe divina⁹⁰. Prosigue narrando cómo fue favorecido por ellas y encomendado a cantar el género de los dioses⁹¹. Hace alusión a la majestad de Zeus y narra cómo estas musas son sus hijas⁹². Explica que los hombres a quienes ellas favorecen son bienaventurados y les pide el don del canto para narrar la teogonía que se propone⁹³.

Esta parte introductoria tiene varios elementos interesantes: parece cumplir una función de justificación de la razón del canto y de la autoridad del poeta para proponerlo. Aunque ambas remiten a la divinidad, es importante el énfasis que se hace en la dignidad de Zeus como el más grande de los dioses, ya que esto nos remite a la hipótesis de que la obra hesiódica es una apología de Zeus⁹⁴.

Comienza la narración teogónica diciendo que lo primero en aparecer fue el Resquicio⁹⁵ (Caos), seguido de la Tierra, Tártaro y Eros. Dice que el Resquicio procreó a las Tinieblas (Erebo) y a la Noche y de la unión de éstos nacieron el Éter, la parte más alta y pura de la atmósfera y, por lo mismo, luminosa, y el Día. La Tierra, por su parte, engendró al Cielo, las Montañas y el Mar⁹⁶.

⁹⁰ *Teog.* 1-21.

⁹¹ *Ídem* 22-34.

⁹² *Ídem* 35-80.

⁹³ *Ídem* 81-115.

⁹⁴ Vianello, *op. cit.*: XXVI-XXVII.

⁹⁵ En la versión de Vianello, aparece la traducción 'Abismo'. Sin embargo, *cfr.* La página CXIV; la CCII de sus "Notas al texto griego" y las pp. CCCXIII y CCCXIV de sus "Notas al texto español" en Claudio Ptolomeo, *op. cit.*

⁹⁶ *Teog.* 116-132.

Éste es uno de los pasajes en los que, como decía, podría estar presente una extrapolación plausible: la de la dualidad y la complementariedad. Lo oscuro crea lo claro; la tierra al cielo, a las montañas y al mar, y así todo se complementa. La idea de que hay opuestos y de que éstos se complementan ha sido una de las más fértiles para la discusión filosófica.

La Tierra y el Cielo tuvieron por descendencia a los Titanes, los Cíclopes y los Hecatonquiros. La opresión que el Cielo causaba a la Tierra y a sus hijos terminó cuando Kronos lo emasculó. De la sangre del Cielo nacieron las Erinias, que vengan los delitos familiares de sangre; los Gigantes y las Ninfas Melias que, en alguna tradición antigua, eran las progenitoras de los seres humanos⁹⁷. Finalmente, de la espuma de los genitales arrojados al mar, nació Afrodita, que se asoció inmediatamente a Eros y a Hímero (Deseo).

A diferencia de las partes anteriores, ésta combina un núcleo mucho menos plausible y verosímil: el mito de la castración del padre cielo, probablemente de origen indoeuropeo, el del nacimiento de Afrodita, tal vez medio oriental con la explicación más racional del nacimiento de las Erinias⁹⁸. Estas partes son definitorias de la identidad cultural de los pueblos, porque pertenecen a ciclos épicos particulares.

⁹⁷ Vianello: CXVI.

⁹⁸ *Teog.* 132-210.

Las siguientes secciones describen varias genealogías: la Noche engendra a la Muerte, al Sueño, a los Ensueños, a la Desgracia y, después, al Vituperio, a la Miseria, a la Vejez, el Amor Carnal, al Engaño, a la Lucha, etc. La Lucha tuvo como descendencia a la Fatiga, el Olvido, los Dolores, las Riñas, las Palabras Fingidas, el Mal Gobierno, el Juramento, etc. Enseguida, relata la descendencia de Ponto y Tierra, quienes...

“...personifican los más importantes aspectos del mar: Nereo, la superficie serena y tranquila; Taumante, los prodigios y los fenómenos marinos que sorprenden a los hombres; Forcis, el mar espumoso que, en las tempestades, atemoriza a los navegantes; Ceto, el mar generador de monstruos, y Euribía, la inmensa fuerza marina”⁹⁹.

Trata también de la descendencia de éstos, entre ellos los aspectos agradables del mar, personificados en las Nereidas, a más de numerosos monstruos como las Greas, las Gorgonas, Equidna, mitad ninfa de negros ojos y mitad serpiente, y el Dragón que cuida un tesoro en los confines de la Tierra, etc. y los hijos y nietos de éstos, que incluyen a Pegaso, Hidra, Quimera, Esfinge, Cerbero y otros monstruos y personajes importantes de las epopeyas heroicas griegas¹⁰⁰.

En esta sección llaman la atención dos cosas: el profundo panteísmo y el vínculo con la épica mitológica, como en el caso anterior. Respecto de lo primero, es de llamar la atención la manera como la Noche engendra prácticamente todos los males que afligen al ser humano y cómo todos los aspectos positivos y negativos

⁹⁹ Vianello: CXVII.

¹⁰⁰ *Teog.* 211-332.

del mar, incluidos los supuestos monstruos marinos, están personificados y son descendencia de éste. En cuanto a la conexión con la epopeya, ya se mencionó que hay puntos de contacto con el ciclo de Heracles, con el de Perseo, con el de Edipo, etc. Como dije, el fuerte carácter idiosincrásico de estas secciones es un importante testimonio de la apreciación subjetiva de fenómenos naturales, de problemas humanos y de supersticiones y creencias definitorias de la identidad cultural.

Más adelante describe las progenies de varios de los Titanes. Por ejemplo, Océano y Tetis dan origen a los tres mil ríos y las tres mil Oceánidas que, por designio de Zeus, deben proteger el desarrollo de los jóvenes durante la adolescencia; Tea e Hiperión, seguramente por su carácter luminoso, procrean a Helios, Selene y Aurora; Crío y Euribía a Astreo, Palante y Perses. Astreo y Aurora tuvieron por descendencia a Céfiro, Bóreas, Noto, a Eósforo y a los demás astros. Palante y Estigia engendran a Celo, Victoria, Poder y Fuerza, que acompañan siempre a Zeus cuando ejercita su poder. De la descendencia de Febe y Ceo, Leto y Asteria, y de la unión de esta última con Perses, nació Hécate, a quien Hesíodo consagra una larga digresión en la que ensalza su poder en tierra, mar y cielo, producto de numerosos dones recibidos bajo Kronos y bajo Zeus. Se desprende la enseñanza de que es una diosa a quien hay que halagar porque puede llenar de regalos a los hombres que son de su agrado¹⁰¹.

¹⁰¹ *Ídem* 337-452.

La sistematización es muy clara: las divinidades amables normalmente tienen una descendencia amable y favorable a los humanos y las terroríficas tienen hijos aterradores. También se va dibujando una jerarquía de divinidades, quizá con el propósito didascálico de mostrar cuáles son las que merecen más devoción. Esto último quizá apunta a un sentido de la ortodoxia religiosa que seguramente es local en buena medida. Por otra parte, la vinculación de los astros con los vientos regulares (*i.e.* que no son tempestuosos) parece deberse a la conexión que tienen con las estaciones (y el calendario). La denominación Eóforo (portador de la aurora) de Venus es síntoma de que la observación astronómica de la región y la época de Hesíodo no estaba lo bastante desarrollada para caer en cuenta que el astro que a veces era el primero en aparecer y aquél que a veces era el último eran uno y el mismo.

La siguiente parte es la historia de los primeros dioses olímpicos; de la crueldad de Kronos y de cómo Zeus lo derrotó y liberó a los Cíclopes, quienes le entregaron las que serían sus insignias: el trueno, el rayo y el relámpago (que, por otra parte, son los nombres de éstos). Habla finalmente de los hijos de Japeto, Menecio, Atlante, Epimeteo y Prometeo que, de una u otra forma corren con destinos trágicos. Aquí aprovecha Hesíodo para elaborar el mito de Prometeo y de los males que éste atrajo a los hombres. Llama la atención la caracterización de la mujer como un indiscutible e insalvable mal¹⁰².

¹⁰² *Ídem* 453-616.

Sigue la descripción pormenorizada de la Titanomaquia; del enfrentamiento entre olímpicos y Titanes y de la victoria final de los primeros gracias a la capacidad de Zeus y la ayuda de los Hecatónquiros. Se inserta enseguida una sección que algunos han considerado espuria¹⁰³: la descripción del Tártaro y sus habitantes. A más de los detalles lúgubres del lugar, se ubican en él a Atlante, al Día y la Noche, que comparten una morada en la que nunca están ambos, al Sueño y a la Muerte, a la morada de Hades y Perséfone, a la laguna Estigia, y se describe la fuerza de los juramentos realizados en ella, y a las habitaciones de los Titanes y los Hecatónquiros¹⁰⁴.

Una batalla más, la de Zeus contra Tifeo, el monstruoso hijo de la Tierra, se narra en los siguientes versos. La lucha es aterradora, pero Zeus resulta victorioso, y del mutilado Tifeo nacen los vientos contrarios a los hombres: los que hacen naufragar a los barcos y los que acaban con las cosechas. Con esto, la Tierra sugiere a los dioses que nombren a Zeus su jefe supremo, con lo que queda establecida su supremacía¹⁰⁵.

La penúltima parte del poema aborda la descendencia de los dioses olímpicos. Empieza por la descendencia de Zeus con esposas divinas, que concluye con la prole de éste con Hera y con la generación asexuada de Atenea y Hefesto. Después de repasar las genealogías de Poseidón y Anfitrite, Ares y Afrodita, hace un recuento de los hijos que Zeus hubo con mujeres mortales. Habla de otros

¹⁰³ *Vid.* Vianello: CXII.

¹⁰⁴ *Teog.* 617-819.

¹⁰⁵ *Ídem* 820-885.

matrimonios olímpicos y cierra la teogonía¹⁰⁶ “saludando a los dioses que habitan el Olimpo y a las entidades que constituyen el mundo visible en la superficie de la tierra: las islas, los continentes y el mar que está encerrado por éstos”¹⁰⁷.

Los últimos versos de la Teogonía son un conjunto problemático que probablemente ha sufrido muchas interpolaciones, por lo que es probable que el poema concluyera en la sección anterior¹⁰⁸. No obstante, la tradición helenística nos heredó el poema con las dos secciones que resumo a continuación:

Hay un nuevo proemio en el que se invoca a las musas para cantar a las diosas que procrearon héroes de su unión con mortales. Así, se habla de Deméter y su hijo Pluto, de Armonía y la saga tebana, de Caliroe, de Aurora, de Medea y Jasón, de Pásmate y Tetis y los heroicos Foco y Aquiles, de Afrodita y Eneas y de Circe y Calipso y los hijos de éstas con Odiseo. Se concluye la heroogonía y se inicia un nuevo proemio que anuncia el canto de la estirpe de las mujeres¹⁰⁹.

Ahora bien, hay unos pocos elementos cosmológicos que pueden extraerse del poema: Aurora, junto con el Sol (Helios) y la Luna (Selene), es hija de Tea e Hiperión y madre de los astros¹¹⁰. La relación entre todos estos parece deberse a su brillo y a su discurrir por el cielo y su relación con el calendario. También nos

¹⁰⁶ *Ídem* 886-964.

¹⁰⁷ Vianello: CXXIX.

¹⁰⁸ *Ídem*: CXII.

¹⁰⁹ *Teog.* 965-1022.

¹¹⁰ *Ídem* 371-382.

dice que Helios es padre de Circe y del rey Eetes¹¹¹, con lo que vuelven a fundirse las observaciones y los esquemas teóricos anteriores con los ciclos épicos griegos.

La única otra referencia al calendario que puede entresacarse del poema es el verso 58 (y el 59 que quizá es interpolado) en el que, al hablar de la gestación de las Musas, dice que un año se cumplió cuando volvieron las estaciones. Como dije antes, es muy probable que el calendario dependiera en gran medida de la observación astronómica, aunque no pueden obtenerse más datos al respecto en este poema.

Tampoco es muy clara la idea que se tiene de la estructura del cosmos. Ya había mencionado que quizá se lo concebía esférico, en mitades, la superior conteniendo al aire y al cielo y la inferior al inframundo. La tierra y las aguas estarían entonces justo en medio de esas dos mitades. Tanto al océano como a la tierra los llama a veces infinitos¹¹², aunque podría ser sólo una figura poética, porque también habla a menudo de los confines de ambos. Por ejemplo, dice que las “Hespérides cuidan árboles de oro más allá del Océano”¹¹³, donde también se encuentran las Gorgonas¹¹⁴ y Atlante¹¹⁵ y donde Heracles mató a Orto y

¹¹¹ *Ídem* 956-957.

¹¹² *Ídem* 109 y 187, respectivamente.

¹¹³ *Ídem* 215-216.

¹¹⁴ *Ídem* 274-275.

¹¹⁵ *Ídem* 517-519.

Euriti3n¹¹⁶. Tambi3n parece muy peculiar el papel de Atlante sosteniendo al cielo, que no parecer3a ser necesario.

M3s problem3ticas son la relaci3n entre el aire, el 3ter, el caos y el cielo y la descripci3n m3s detallada de los antros de la tierra que ofrece Hes3odo en los versos 726 al 819. En efecto, no es claro si el cielo es un cuenco bronce3neo o una regi3n et3rea, como en el verso 697 en el que dice que la “llama llegaba al 3ter divino”. Adem3s, el resquicio inicial parece ser el que separa a la tierra del cielo, como en el verso 700 en el que nos narra que “un ardor prodigioso llenaba el resquicio”. El problema es que no es claro el v3nculo con el aire y con los vientos que ocupar3an dicho resquicio.

Respecto del inframundo, se hab3a dicho que distaba de la tierra lo mismo que el cielo, pero esta secci3n hace una descripci3n que lo hace ver mucho mayor. En primer lugar, se dice que las fuentes y los l3mites de la tierra, del T3rtaro, del ponto y del cielo se encuentran ah3¹¹⁷. Tambi3n se lo pinta constituido por un gran abismo a cuyo fondo no se llegar3a ni en un a3o¹¹⁸. El lugar est3 animado por terribles vendavales y ah3 se encuentra Atlante y tienen sus recintos la Noche y el D3a, quienes alternan su tr3nsito en la tierra y el reposo infernal¹¹⁹. Tambi3n est3n ah3 los aposentos de Hades y Pers3fone y habita la diosa Estigia y se encuentran

¹¹⁶ *3dem* 290-294.

¹¹⁷ *3dem* 736-738.

¹¹⁸ *3dem* 740-741.

¹¹⁹ *3dem* 742-757.

prisioneros los Titanes¹²⁰. Todas las anteriores contradicciones e inverosimilitudes, como la de Atlante sosteniendo el cielo, me parecen características de las prácticas que llamo ideológicas, que privilegian los criterios de pertinencia sobre los otros dos tipos de criterios.

En *Los trabajos y los días*¹²¹ sí podemos advertir algo del conocimiento propiamente astronómico de la época en la Grecia continental. Nuevamente, haré una breve reseña del libro y trataré después las cuestiones cosmológicas. Comienza diciendo que va a hablar de Zeus y hace una apología¹²². Continúa hablando de que existen dos tipos de lucha: una funesta y otra benéfica y recomienda a su hermano Perses que se afane en esta última¹²³. Desarrolla enseguida el mito de Prometeo y las consecuencias que acarreó a los hombres a través de Pandora¹²⁴.

Presenta luego el mito de la sucesión de razas cósmicas como una explicación del origen de las divinidades menores y los héroes¹²⁵. Otra vez encontramos una amplia personificación de las virtudes morales. Además, presenta la noción de justicia divina en la que la injusticia sólo trae más injusticia. La explicación es que Zeus imparte la justicia de esa manera y, por ello, conmina a Perses a ser justo¹²⁶. Sugiere que la justicia es definitoria del carácter de ser humano e insiste en las

¹²⁰ *Ídem* 767-779.

¹²¹ *Op. cit., passim.*

¹²² *Erga*: 1-10.

¹²³ *Ídem* 11-41.

¹²⁴ *Ídem* 42-105.

¹²⁵ *Ídem* 106-201.

¹²⁶ *Ídem* 202-273.

recompensas que se obtienen al ser justo y en la dificultad de acceder a la virtud en contraste con lo fácil que es optar por lo malo¹²⁷.

Caracteriza, entonces, al hombre virtuoso como alguien reflexivo, que sabe apreciar un buen consejo y es trabajador, a diferencia del hombre inútil, que ni reflexiona, ni oye consejos y es ocioso¹²⁸. Menciona las virtudes y recompensas del trabajo y enuncia unos mandamientos morales: no hurtar, no engañar, ser caritativo y hospitalario, no cometer adulterio, no ultrajar a los padres, no abusar de los desvalidos y observar los ritos religiosos¹²⁹. Complementa lo anterior aduciendo las ventajas de la buena vecindad, la importancia de la reciprocidad, la virtud del ahorro, la trascendencia de la moderación y el temple en todo tipo de relaciones, aunque en especial con las mujeres, y dice que un camino seguro a la riqueza es la acumulación de bienes a través de la sucesión de hijos varones unigénitos¹³⁰.

La siguiente sección es la más interesante en lo que toca a las cuestiones astronómicas, ya que es una descripción de las faenas del campo con base en un calendario astronómico y estacional¹³¹ que describiré más a detalle en lo que sigue. Hace enseguida algunas recomendaciones para la navegación, narra algo de la historia de su padre y de sus viajes y su triunfo poético¹³². Da luego algunas recomendaciones para el matrimonio y sugerencias de civilidad y convivencia para

¹²⁷ *Ídem* 274-292.

¹²⁸ *Ídem* 293-307.

¹²⁹ *Ídem* 308-341.

¹³⁰ *Ídem* 342-382.

¹³¹ *Ídem* 383-617.

¹³² *Ídem* 618-694.

evitar los castigos divinos y la mala fama¹³³. Termina el poema con un catálogo de días fastos y nefastos y de las actividades propicias para cada día¹³⁴.

Ahora bien, los elementos cosmológicos que pueden discernirse del poema los podemos separar en dos categorías: 1) ideas relativas a la naturaleza y estructura del universo y 2) observaciones astronómicas empleadas para la definición del calendario agrícola.

De la primera categoría, se puede citar la idea de que existen seres invisibles, “ceñidos de aire”, que fueron los hombres de la primera raza cósmica y algunas virtudes personificadas como la Justicia¹³⁵. Todo esto respalda la importancia que se da a la participación de las divinidades en los asuntos humanos.

Ahora bien, el calendario agrícola es presentado como la base del trabajo estacional para la obtención de los recursos adecuados para la subsistencia. Así, el suceso astronómico anual más importante parece ser la aparición y desaparición de las Pléyades¹³⁶, que marcarían, respectivamente, el principio de la siega y de la arada¹³⁷. También nos dice que, en esa latitud, estas estrellas permanecen ocultas por cuarenta noches¹³⁸. Menciona igualmente la época en la

¹³³ *Ídem* 695-764.

¹³⁴ *Ídem* 765-828.

¹³⁵ *Ídem* 122-125, 223.

¹³⁶ Aquí se confirma la hipótesis relativa al origen astronómico del calendario. De acuerdo con Giorgio Abetti, en su *Historia de la astronomía*, 1966: 17, este método para la determinación de un calendario práctico a través de la observación del ascenso y puesta heliacos “fue adoptado sobre todo por los egipcios y los arios de la India”.

¹³⁷ *Erga*: 383-384.

¹³⁸ *Ídem* 385.

que Sirio es visible por más tiempo durante la noche como una marca clara del final del verano y el comienzo de las lluvias de otoño¹³⁹. Hay aquí una curiosa mención de tipo astrológico: dice que en esta época el cuerpo del hombre se vuelve más ligero por dicho influjo nocturno de Sirio, que quema la cabeza y las rodillas de los hombres y los mantiene flacos¹⁴⁰. El ascenso vespertino de Arturo, que coincide con la llegada de las golondrinas, anuncia el inicio de la primavera¹⁴¹. Cuando aparece también Orión, es hora de trillar el trigo¹⁴². Cuando Orión y Sirio culminan y Arturo asciende al alba, hay que iniciar la vendimia¹⁴³. El inicio de la arada está señalado no nada más por la desaparición de las Pléyades, sino también la de Orión y las Híades, que también marcan el comienzo de los vendavales y, por tanto, el final de la temporada de navegación¹⁴⁴. Finalmente, nos dice que el verano comienza “cincuenta días después de la vuelta del sol”¹⁴⁵ y que entonces comienza la temporada de navegación.

De este breve recuento del material astronómico de *Los trabajos y los días*, podemos notar algunas cosas importantes para el proyecto que nos ocupa:

La observación astronómica estaba lo bastante desarrollada para marcar un calendario agrícola y naval por medio de la aparición, desaparición y duración de los ciclos visibles de astros muy conspicuos en esa latitud. Es de suponerse que

¹³⁹ *Ídem* 414-419.

¹⁴⁰ *Ídem* 416-419, 587.

¹⁴¹ *Ídem* 564-570.

¹⁴² *Ídem* 597-598.

¹⁴³ *Ídem* 609-614.

¹⁴⁴ *Ídem* 615-623.

¹⁴⁵ *Ídem* 663.

los rudimentos de esta astronomía eran conocidos por buena parte de los agricultores y marinos, por lo que no era un conocimiento muy especializado. Un uso probablemente más especializado de la astronomía se evidencia por la breve referencia al influjo de Sirio, de carácter astrológico. Como la astrología era practicada por culturas anteriores con las que los griegos de esa región habían tenido algún contacto, como los neobabilonios, no es raro encontrarla en este caso.

Así, la astronomía griega de la época parece haber consistido en descripciones muy rudimentarias de las apariciones y desapariciones estacionales de astros fáciles de identificar y como un método más para establecer los calendarios de actividades productivas. La faceta astrológica también parece mucho más incipiente en comparación con, por ejemplo, la astrología neobabilonia de la época, lo que podría deberse a lo elemental de la organización estatal de la Grecia de la época, en contraste con los grandes imperios orientales que podían mantener grupos especializados en la observación astronómica. Éstos producían cuerpos sistematizados de observaciones extremadamente detalladas y pudieron, por lo mismo, desarrollar un marco teórico para la observación de los movimientos de la luna y los planetas¹⁴⁶.

Entonces, los sistemas homérico y hesiódico son ejemplos de productos de prácticas ideológicas porque criterios como la autoridad y la tradición (criterios de pertinencia) tienen un gran peso en la definición del sistema, aún a expensas de

¹⁴⁶ Hugh Thurston, *Early Astronomy*: 64-81.

criterios de corrección argumentativa (de plausibilidad) o de correspondencia con lo que se tiene por hechos (criterios de verosimilitud). La clave de la preeminencia de los criterios de pertinencia seguramente se debe a que las prácticas ideológicas están en la base de la construcción de la identidad social, como sugiriera Durkheim¹⁴⁷. Sin embargo, quiero enfatizar que la caracterización que se hace aquí de las prácticas ideológicas no las ve como un ejemplo de “mentalidad primitiva”¹⁴⁸. Por el contrario, sugiero que cualquier individuo o comunidad de cualquier época o lugar tiene a veces prácticas ideológicas, quizá en especial cuando es importante construir o refrendar algún tipo de identidad social.

¹⁴⁷ *Las formas elementales de la vida religiosa*: 68-85.

¹⁴⁸ Vid. e.g. David C. Lindberg, *Los inicios de la ciencia occidental. La tradición científica europea en el contexto filosófico, religioso e institucional (desde el 600 a. C. hasta 1450)*: 32-33.

Capítulo 4. La cosmología racional griega: los casos de Tales y Anaximandro

El mundo jonio del siglo VI a.C., en el que vivieron Tales y Anaximandro de Mileto, muestra algunas diferencias significativas respecto del contexto de los poetas arcaicos apenas estudiados:

Buena parte de las características de la “Grecia arcaica” tienen su origen en el siglo VIII a.C. Además de los rasgos ya mencionados en la sección anterior, es de notar, de manera especial, el desarrollo de una nueva estructura social que culminará en el clasicismo griego y sus rasgos culturales más sobresalientes: la filosofía, la ciencia, el arte y la literatura griegas.

Un elemento central de dichas transformaciones fue la difusión de la escritura alfabética. Si bien su uso durante el siglo VIII, según los hallazgos del registro arqueológico, parece haberse limitado a funciones mnemotécnicas, de identificación o rituales, durante el siglo VII hay vestigios de un uso más cívico, como la inscripción de leyes en Dreros, Creta, que data del 650 a.C., además de las producciones literarias y filosóficas en papiro, preservadas sobre todo a través de referencias y copias posteriores.¹ Pomeroy y colaboradores opinan que la “simplicidad” del sistema de escritura alfabético, en comparación con los sistemas silábicos de las civilizaciones egeas, fue un factor determinante en la difusión del

¹ Pomeroy *et al.*, *op. cit.*: 74, 83.

alfabetismo en la Grecia arcaica y clásica y en el desarrollo de los logros culturales griegos².

También fue a finales del siglo VIII que comenzó a constituirse la arquitectura ceremonial griega. Primero, a través de templos de ladrillo rodeados de columnatas, o *peristilo*, de madera como en el caso del templo de Hera en la isla de Samos³. El desarrollo de esta arquitectura ritual parece asociado a una serie de rasgos que marcan una nueva forma de organización sociopolítica: la construcción de santuarios en las afueras de los núcleos urbanos posiblemente cumplía las funciones tanto de marcar los límites territoriales del *demos*, como la de fortalecer el sentido comunitario del mismo al reunir a los habitantes del núcleo urbano con los de las áreas rurales colindantes en las procesiones y servicios religiosos⁴.

Durante los siglos VII y VI a.C., el panhelenismo alcanzó la enorme definición que permitió a Grecia lograr la unidad mostrada durante las guerras Médicas. Fue durante esta etapa que los santuarios panhelénicos del siglo VIII se convirtieron en grandes complejos de templos, recintos sagrados y bóvedas de valores y donaciones⁵. Igualmente, los juegos panhelénicos, en especial los celebrados en Olimpia, difundieron su influencia hasta el grado que, desde el siglo VI a.C., recibieron participantes y espectadores de todo el mundo griego⁶.

² *Ibidem*.

³ *Ídem*: 76.

⁴ *Ídem*: 76-78.

⁵ *Ídem*: 79.

⁶ *Ibidem*.

Una característica importante del proceso de constitución de la Grecia arcaica y clásica es la cristalización de la autonomía regional en las *poleis*. La ausencia de una organización estatal fuerte y unificada continuó estimulando la competitividad de la época anterior y puede haber sido un motor importante del debate político, filosófico y científico que estimuló la prolífica historia de las ideas que nos ocupa en ésta y la siguiente sección. El proceso de sinoicismo fue muy variado, lo que explica buena parte de las diferencias inter e intrarregionales de la Grecia de esta época: la mayor parte de las *poleis* arcaicas derivaron de la formalización de la unidad política de pequeños núcleos urbanos con las poco extensas regiones que los rodeaban⁷. El caso de los centros urbanos de mayor importancia y permanencia, como Esparta, Atenas, Tebas o Corinto, fue mucho más dispar. Encontramos desde casos de sinoicismo pacífico y voluntario (Megara y Corinto), hasta ejemplos de unificación a través de la intimidación y la violencia (Esparta), pasando por regiones parcialmente unificadas (Argos y Tebas) o unificadas a través de la construcción de una identidad ritual unificada⁸. Todo ello culminó en la definición del mapa político de Grecia alrededor del 700 a.C.⁹

Aunque la historia de la Grecia arcaica es, primordialmente, la de las ciudades-estado, no es lícito olvidar que no toda Grecia estaba organizada de esa forma. Existían también regiones no unificadas políticamente a las que los griegos denominaban *ethnos* (palabra que puede ser traducida como 'tribus', 'naciones' o

⁷ *Ídem*: 85.

⁸ *Ibidem*.

⁹ *Ídem*: 86.

'pueblos') cuya interacción con las *poleis* resultó significativa en algunos pasajes de la antigüedad griega¹⁰.



Mapa 3. La Grecia arcaica.¹¹

Otra importante característica de la época es la expansión griega. Como ya había adelantado en la sección anterior, ésta parece haberse debido a múltiples causas: por una parte, la escasez de tierras, o *stenojoría*, debida, entre otras cosas, a la pobreza de ésta en la mayor parte de las regiones griegas, a la injusta distribución por el control de la aristocracia y al sistema hereditario de repartición de la propiedad entre todos los hijos varones motivó la organización de traslados de poblaciones a nuevas tierras; y, posteriormente, la necesidad de conseguir

¹⁰ *Ídem*: 86-87.

¹¹ Tomado de "Ancient Greece Maps" en http://www.mead.k12.wa.us/SHILOH/Griffith/MrGsWebPage2/Ancient_Greece/Ancient%20Greece.jpg, 15 de octubre de 2008.

materias primas, en especial hierro, a causa del desarrollo de los ejércitos hoplíticos, llevó a creación de puestos comerciales de intercambio¹².

Esta expansión se dio, en el primer caso, a través de la figura que los griegos llamaron *apoikía* y, en el segundo, por medio de los llamados *empóron*, o “puestos de intercambio”. La palabra *apoikía*, aunque a menudo traducida por “colonia”, en griego tenía connotaciones de “emigración”, por lo que la traduciré mejor por “asentamiento”¹³. Una característica importante que refuerza lo anterior, además del carácter organizado de las emigraciones que se constituyeron en *apoikías*, fue la deliberada autonomía económica y política de estas nuevas *poleis* respecto de su “ciudad madre”, lo que también favoreció una relación amistosa en lugar de las tensiones que suelen presentarse en contextos coloniales, donde las colonias se encuentran supeditadas a las metrópolis¹⁴.

La expansión griega comenzó con los asentamientos euboicos de Calcis y Eretria en Al-Mina, en la desembocadura del río Orontes, actualmente en Siria, y de Pitecusa en el mar Tirreno entre finales del siglo IX y principios del VIII a.C. Durante el resto del siglo VIII y principios del VII, se establecen “numerosos establecimientos agrícolas o *apoikia*... [en]...las costas oriental y sur de Sicilia y las del sur de Italia”¹⁵, la mayoría de éstos euboicos o dorios. También son de destacar, desde mediados del siglo VII hasta principios del siglo VI, las

¹² Gasull y Molas, *op. cit.*: 55 y Finley, *op. cit.*: 270-276.

¹³ Finley, *op. cit.*: 272.

¹⁴ *Ibidem*.

¹⁵ Gasull y Molas, *op. cit.*: 55 y Finley, *op. cit.*: 272-274.

fundaciones milesias y megarenses en el Ponto Euxino (Mar Negro) y la Propóntide (Mar de Mármara), las focenses en el Mediterráneo occidental, como Massalia (Marsella) y Emporion (Ampurias), y los asentamientos griegos orientales en el norte de África, Cirene en la costa de Libia y Náucratis en el delta del Nilo, además de las colonias del norte de Grecia y de la costa occidental de Asia Menor¹⁶.

Un último elemento que es importante revisar como parte del contexto de los primeros filósofos griegos es el de las transformaciones políticas de los siglos VII y VI a.C. Los problemas económicos y sociales descritos, parecen haber sido los principales motores, por una parte, de las llamadas tiranías, impulsadas por la demagogia de líderes que ofrecen soluciones a las demandas de campesinos empobrecidos y “nuevos ricos” o por su capacidad como líderes militares en el marco de enfrentamientos entre *poleis* vecinas por el control de las escasas regiones productivas¹⁷. Por la otra, es la época de los grandes legisladores, míticos o verdaderos, que iniciaron la tradición de las leyes escritas, posiblemente como respuesta a abusos de las clases aristocráticas, como puede desprenderse de las reformas de Solón o de los comentarios posteriores de Aristóteles¹⁸.

Así, la constitución especial de los pueblos griegos, no como ciudades prístinas¹⁹, sino como resultado de la influencia de culturas urbanas anteriores; su no dependencia de la agricultura en un valle de irrigación, sino más bien del comercio

¹⁶ Gasull y Molas: 57-59; Finley, *ibidem*.

¹⁷ Finley: 278-280 y Gasull y Molas: 57-60.

¹⁸ Finley: 276-278 y 290-293.

¹⁹ Childe, *op cit.*: 216-218.

marítimo²⁰, y su conformación bastante independiente de un régimen de castas preestablecido²¹, significó la posibilidad de que gran parte del conocimiento (entre el que se encontraba el astronómico²²), reservado al sacerdocio en las primeras civilizaciones, quedara al alcance de un grupo mayor de personas —los “ciudadanos”— no necesariamente miembros de la burocracia gobernante²³ o, en otras palabras, y como sugiere Sir Geoffrey Lloyd²⁴, en un contexto más individualista y de iniciativa privada en el que los filósofos tenían que “labrarse su propia reputación” para atraer alumnos y poder ganarse la vida. Es interesante pensar que es precisamente este conocimiento más “práctico” y menos dogmático el que más fácilmente puede pasar a ser del dominio público en el contexto griego. Así, se hace posible que algunos de estos ciudadanos, los primeros “filósofos”, lo tengan como uno de sus antecedentes tanto cognoscitivos como epistemológicos más inmediatos.

De esta manera, la práctica de la discusión argumentada de cuestiones políticas y la reflexión acerca del conocimiento matemático, abstraído a partir de actividades prácticas como el cálculo del calendario, la construcción de barcos y obras públicas, la navegación y las transacciones comerciales, pueden haber sido fundamentales para el desarrollo tanto del método como de la justificación en los antiguos pensadores griegos. Es ahora más fácil comprender el viraje hacia un

²⁰ Vid. la 'trampa hidráulica' de Marvin Harris en *Caníbales y reyes*: 105.

²¹ Como era el caso de sociedades como la egipcia o mesopotámica, por ejemplo.

²² Al hablar de conocimiento astronómico aquí, también se implica el astrológico, porque éstos estaban fuertemente vinculados en el pasado.

²³ Conuerdo con Lindberg en que la escritura fue un factor importante en la difusión del conocimiento especializado, pero no creo que la escritura alfabética haya desempeñado un papel tan importante como él pretende (*Los inicios...*, *op. cit.*: 34-36).

²⁴ “Ciencia y sociedad...”, *op. cit.*, *ibídem*.

método de deducción (y mecanismos de inducción) más riguroso, quizá, en parte, una extrapolación intuitiva de la lógica matemática²⁵, y un refuerzo general de la consistencia lógica en los modelos²⁶.

Antes de describir los casos de Tales y Anaximandro, requiero una digresión relativa a las fuentes para esta historia. Como es sabido, las fuentes para la historia del pensamiento de los filósofos presocráticos son los escritos de autores posteriores, comprendidos principalmente entre Platón (siglo IV a. C.) y Simplicio (siglo VI d. C.), más las excepcionales citas encontradas en algunos escritores bizantinos tardíos²⁷. Ahora bien, estas fuentes nos proveen de dos tipos de materiales: citas y comentarios²⁸. En realidad, ninguna de éstas es fácil de usar. En primer lugar, las citas han sido entresacadas de los textos por estar en formas métricas antiguas, (como el hexámetro, la elegía y el yambo)²⁹ o contener vocabulario arcaico, o por alguna alusión del autor posterior. También como las fuentes antedichas se escribieron sin signos de puntuación (incluso sin separación entre palabras), puede estimarse la dificultad para evaluar la exactitud de las citas y lo mucho que cualquier postura al respecto es debatible.

²⁵ Que, por lo menos en esa época, comprendía muy claramente los principios de no contradicción, no relativismo, etc.; i. e. el resultado de una operación aritmética no puede ser algo y su contrario, ni puede tener más de una respuesta correcta. Aunque el problema es bastante complicado, ya que es también posible que ésta se haya desarrollado simplemente a partir de la discusión política en el ágora, sin influencia de la lógica matemática. Más adelante, defenderé la posibilidad de que dicha influencia haya existido, si bien, tal vez no de manera determinante.

²⁶ Un modelo era más justificable a medida que era más consistente o más “estanco” lógicamente.

²⁷ Kirk *et al.*, *op. cit.*: 15.

²⁸ *Ídem*: 15-23.

²⁹ *Cfr.*, *Ídem*: 177-183, 245; Diógenes Laercio, IX 18 *apud* Kirk *et al.*: 240.

En cuanto a los comentarios, como resultaría anacrónico suponer un interés por transmitir con extrema fidelidad las opiniones de aquellos antiguos filósofos³⁰, también han sido objeto de un amplio debate erudito ya centenario. Aun cuando, para los fines de este trabajo, sería suficiente con demostrar la constitución de cosmologías más coherentistas vinculadas con los elementos que subrayé como capitales para dicha transformación, no rehuiré la evaluación crítica de lo que podemos afirmar sobre los sistemas de estos filósofos, siguiendo de cerca el análisis del erudito trabajo de Kirk y colaboradores, aunque las traducciones de los pasajes citados son propias y están a veces complementadas con otras ediciones de los textos en cuestión³¹.

Comencemos, como es costumbre, con Tales. Las distintas fuentes que hacen referencia a Tales nos permiten ubicarlo en Jonia hacia finales del siglo VII y principios del siglo VI a.C.³² Como las principales fuentes para el conocimiento de la vida de Tales son tan disímbolas como Heródoto y la *Vida de los filósofos ilustres* de Diógenes Laercio, escrita ocho siglos después de la muerte de Tales e incorporando tradiciones orales al propio sistema de Diógenes, pasando por breves referencias en Platón, Aristóteles, Apolodoro, Plinio o Aecio, por citar sólo algunos ejemplos, los datos relativos a la vida y obra de Tales son muy inseguros. Así, tenemos reportes variados respecto tanto del origen milesio, con la atribución de Heródoto de ascendencia fenicia, de Tales como versiones distintas relativas a

³⁰ De hecho, en muchas ocasiones, las fuentes hacen prácticamente lo opuesto. Por ejemplo, Platón es casi siempre sarcástico, en tanto Hipólito, en su intento por conectar aquellas antiguas ideas con las formas de “herejía” que se daban en sus tiempos, hubo seguramente de transformarlas.

³¹ Porque creo que las traducciones de los textos griegos, en la versión española que uso, están traducidos del inglés y no del griego, y las traducciones directas permiten hacer énfasis en cuestiones particulares.

³² Kirk *et al.*: 120-121.

su longevidad o a su producción escrita. Los dos aspectos más relevantes de su biografía tradicional, para los objetivos del presente trabajo, son las referencias de Heródoto³³ a la predicción de un eclipse solar (que se cree actualmente podría ser el del 28 de mayo de 585 a.C.) y a la escritura de tratados acerca de los equinoccios y los solsticios³⁴.

Procedamos, entonces, al análisis de la cosmología de Tales. Casi todo lo que sabemos de las ideas cosmológicas de Tales depende de dos cortos pasajes de Aristóteles, que cito para tener a la mano.

“...algunos más consideran que (la Tierra) descansa sobre el agua. Ésta sería la opinión más antigua que nos ha llegado, según dicen, sostenida por Tales el milesio, porque, flotando de esta manera, (la tierra) se mantendría en reposo, como la madera o algo parecido...”³⁵

“...Respecto del número y forma de dicho principio, no todos dicen lo mismo, sino que Tales, el iniciador de este tipo de filosofía, dice que es el agua (porque también manifestó que la Tierra estaba sobre el agua). Suposición que tal vez tomó de la observación de que el alimento de todos [los seres] es húmedo y que de ésta [el agua] surge el calor mismo y por éste viven [los seres] (el principio de todas las cosas es aquello de donde nacen); de esto tomó dicha suposición, y del hecho de que la semilla de todas las cosas tiene una naturaleza húmeda; y el agua es el principio natural de las cosas húmedas”³⁶.

No tengo razones para disentir del convincente análisis de Kirk³⁷ sobre lo que podemos inferir de la cosmología de Tales. Así, parece razonable suponer que adoptara de Oriente la idea de que la Tierra se había originado en el agua³⁸; que

³³ Heródoto, *Historias*: 1.74.2 *apud* Kirk *et al.*: 127.

³⁴ *Vid* Kirk *et al.*: 127-132.

³⁵ *De caelo* B 13, 294 a 28 *apud* Kirk *et al.*: 240.

³⁶ *Met.* A 3, 983 b 6 *apud* Kirk *et al.*: 240-241.

³⁷ *Op. cit.*: 138-151.

³⁸ *Ídem*: 144.

flotaba en ella, y que los terremotos se podrían explicar por lo anterior. Por otra parte, es muy insegura cualquier toma de posición respecto de si Tales habría considerado al agua sustrato primordial de todas las cosas y si habría iniciado el programa (explícito en el caso de su sucesor Anaxímenes) de justificar la posibilidad de dicho sustrato *único* por medio de los procesos de condensación y rarefacción.

Por todo lo anterior, apenas se puede vislumbrar en lo que sabemos del pensamiento de Tales un cierto materialismo que lo separaría de tradiciones como las que comenté en la sección anterior. En efecto, si de hecho empieza, de acuerdo con nuestro modelo, a partir de imágenes y constructos como los que refiere Aristóteles (i. e. la humedad de los alimentos y de las simientes) para postular una importancia primordial del agua, el sistema adquiere mayor *consistencia lógica* al adoptar los mitos orientales de las aguas primigenias y al emplear éstos para explicar los terremotos. Aproximadamente, a partir de este punto, considero que comienza un proceso de selección de este *criterio de plausibilidad*, como decía más arriba, por las características referidas de estas sociedades mercantes. En el presente caso, podría aventurarse que los informes con que contamos de la vida de Tales³⁹, si bien bastante problemáticos, como decía más atrás, lo muestran como un prototipo de las características que postulaba serían capitales para el desarrollo de este criterio de verdad: ciudadano de ciertos recursos, hombre práctico, inmiscuido en actividades comerciales e

³⁹ P. ej. Diógenes Laercio, I 22-23, 26-27; Heródoto, I 74-75, 170; Aecio, I 3 y IV 1; Calímaco, *Yambo* I 52, fr. 191, Pfeiffer; Proclo, *in Euclidem*, pp. 65, 352 Friedl, *apud* Kirk *et al.*: 120-134.

interesado en cuestiones prácticas, de medición y astronomía (y probablemente familiarizado con los métodos geométricos de los egipcios y babilonios). Es decir, las características de algunos individuos prominentes en las sociedades griegas⁴⁰ les llevarán a preferir explicaciones coherentistas de los asuntos que les interesan.

El caso de Anaximandro también es paradigmático: ciudadano milesio⁴¹ que viajó a Esparta⁴² y probablemente participó en una expedición colonizadora a Apolonia⁴³, interesado en actividades prácticas relacionadas con la astronomía⁴⁴ y la navegación⁴⁵.

Las ideas de Anaximandro son probablemente más difíciles de reconstruir que las de Tales o la mayoría de los presocráticos. Aunque podemos estar más seguros de que escribió acerca de temas cosmológicos⁴⁶, no se nos ha conservado prácticamente nada de sus ideas originales⁴⁷. Es preciso entonces, como hace Kirk⁴⁸, reconstruir las ideas a partir de la crítica de los comentarios peripatéticos⁴⁹,

⁴⁰ Porque, al igual que en cualquiera otra sociedad, los individuos marginales, como los campesinos o esclavos, pueden muy bien haber tenido un criterio de verdad diferente y, casi con seguridad, del tipo que llamé de pertinencia.

⁴¹ Diógenes Laercio, II 1, *apud Kirk et al.*: 153-154.

⁴² *Ibidem* y Cicerón, *De divinatione* I 50, 112, *apud Kirk et al.*: 160.

⁴³ Eliano, *V. H.* III 17, *apud Kirk et al.*: 160.

⁴⁴ Diógenes, II 2; Suda s. v., *apud Kirk et al.*: 154.

⁴⁵ Agatémero, I 1; Estrabón, I, p. 7 Casaubon, *apud Kirk et al.*: 158-159.

⁴⁶ Dióg. Laer., II 2, *apud Kirk et al.*: 154.

⁴⁷ A no ser por el críptico apotegma transmitido por Simplicio (seguramente tomado de Teofrasto) de que, al parecer, las cosas se transforman “según debe ser, se dan, pues, unos a otros venganza y compensación por su injusticia, de acuerdo con el mandato del tiempo”, *In Phys.* 24, 17, *apud Kirk et al.*: 163-164, 177. Respecto de lo que antecede, concuerdo con Kirk en que es muy problemático pensar que sea incluso una buena paráfrasis de ideas originales de Anaximandro.

⁴⁸ *Op. cit.*: 189-211.

⁴⁹ En especial los originados en el primer volumen de las *Opiniones* de Teofrasto, transmitidos por la citada *In Physica* de Simplicio y en diversos pasajes de la *Física*, *Metafísica A* y *de caelo* de Aristóteles, *apud Kirk et al.*: 177-189.

completados con las referencias doxográficas de las *Opiniones* de Aecio, de la *Refutación* de Hipólito, y de los *Stromateis pseudo-plutarqueos*.

Intentemos, entonces, una reconstrucción de la cosmología de Anaximandro. Si, además del fragmento citado, consideramos el verso, que aparece en Aristóteles *Fís.*, Γ 4, 203 b 7, “todo lo abarca y todo lo gobierna”, por su carácter rítmico y su vocabulario indudablemente presocrático, como posiblemente original de Anaximandro⁵⁰, y la convincente discusión de Kirk⁵¹, podríamos considerar que Anaximandro, en polémica con Tales, postuló que la sustancia primordial sería diferente de cualquier sustancia conocida, y la llamó por esto “lo indefinido” (ápeiron). Por otra parte, esta sustancia podría muy bien haberse pensado como divina, de ahí la afirmación de que sería omniabarcante y omnirectora, de la cita anterior⁵². Dicho gobierno sería el de la ley natural de una justicia muy similar a la *Fortunae rota*⁵³, que es muy patente, por ejemplo, un siglo después en Heródoto, y probablemente tiene orígenes mucho más antiguos⁵⁴. No puedo dejar de ver esto como un buen ejemplo del modelo propuesto:

⁵⁰ Cfr. Kirk, *op. cit.*, p. 174.

⁵¹ *Ídem*: 160-177.

⁵² En este punto vale la pena considerar la hipótesis de Jean-Pierre Vernant, en *Los orígenes del pensamiento griego*: 115-130, de que éste nuevo principio fuera derivado de la idea política de ley universal, por contraposición a las nociones anteriores de reinados particulares de dioses específicos.

⁵³ La idea de que las bienaventuranzas se compensan con las desgracias: la famosa rueda de la fortuna.

⁵⁴ Que sí podrían estar en buena medida relacionados con la percepción de los contrastes estacionales, como el frío del invierno y el calor del verano, pero que también, en éste y otros casos, podrían estar reforzados por el impacto que las catástrofes naturales tienen en grupos sedentarios numerosos (cuestión que podría estar detrás de mitos cosmogónicos como los propios mitos griegos de las épocas de Faetón y Deucalión (*vid infra*), el diluvio sumerio, o los mitos nahuas, con épocas pasadas destruidas por inundaciones, hambrunas, huracanes y erupciones volcánicas, *cfr. Códice Vaticano A; Historia de los mexicanos por sus pinturas; Anales de Cuauhtitlan*, etc.). Además, esta concepción en la que el Destino revierte completamente, en esta ciega forma de compensación o “justicia”, la fortuna de individuos y naciones puede volverse más prominente en tiempos de inestabilidad social o cuando se tiene una conciencia histórica de reyes y reinos muy poderosos

La percepción de los amplios contrastes estacionales, por poner un ejemplo, y, aún más, de la forma abrupta e impredecible en que puede cambiar la fortuna de individuos o naciones, son experiencias vitalmente significativas (en el sentido de que inciden en cuestiones centrales para la vida humana) que originan constructos especulativos de la fatalidad del Destino⁵⁵. La racionalización de la acción de este devenir (*tijé*, en griego) ha adoptado a menudo la forma antropomórfica de la justicia y la retribución (personificadas incluso en la mitología griega como *diké* y las *moiras*). Ahora bien, lo que parece que sucede aquí es que Anaximandro toma elementos ya racionalizados en la mentalidad griega, como éste, y los combina en un sistema que busca ser comprensivo a la vez que evita cuestiones posiblemente contradictorias de propuestas anteriores como la de Tales o la de Hesíodo.

En efecto, es razonable suponer que el rechazo del agua como sustancia primordial, que, como hemos visto, puede tener orígenes mitológicos, y su sustitución por una sustancia indefinida puede haber estado motivado por el deseo de evitar inconsistencias como la de la generación de los opuestos⁵⁶, que sería

que terminaron devastados o cautivos, etc. En este caso, podría haber influido por lo menos el relato de la Guerra de Troya.

⁵⁵ Para un ejemplo de este tipo de constructos en una sociedad completamente ajena a la que estamos tratando, *cfr. Códice Florentino*, libro VI, cap. XVIII, fol. 74 v. y ss. “Ahora que ya miras por ti misma, date cuenta. Aquí en la tierra es de este modo: no hay alegría, no hay felicidad. Hay angustia, preocupación y cansancio. Por aquí surge, crece el sufrimiento y la preocupación...Se dice que la tierra es lugar de alegría penosa, de alegría que punza.” Lo anterior podría apoyar la idea de un sistema cognoscitivo humano que origina respuestas similares ante situaciones parecidas, que apoyaría a la propuesta epistemológica de una cognición que tiende al realismo por evolución (*vid infra*, epílogo). La exploración de esta idea podría rendir frutos interesantes para la historia de la cultura, el imaginario, las ideas, etc.

⁵⁶ *Cfr.* Aristóteles, *Fís.* Γ 4, 203 b 15 y Γ 5, 204 b 22, *apud Kirk et al.*: 171.

mejor explicada como una separación desde lo indefinido⁵⁷. Lo que podemos reconstruir del resto de la cosmología anaximandrina es el intento por describir la forma en que los opuestos darían origen al cosmos como lo conocemos. Si a lo anterior añadimos los siguientes fragmentos que, aunque no puede pensarse contengan citas de Anaximandro, sí parecen seguir muy de cerca los comentarios de Teofrasto y revelan ideas que podrían ser paráfrasis del pensamiento de Anaximandro, conseguiremos una imagen más clara de sus ideas cosmogónicas.

“Dice que lo que produce el calor y el frío se separó al nacimiento de este mundo y que de esto (surgió) una esfera de llama que circunda al aire en torno a la tierra, como la corteza al árbol. Ésta (la esfera) se rompió y se cerró en unos círculos que subyacen al sol, la luna y las estrellas”⁵⁸.

“Los astros nacieron en un círculo de fuego, separados del fuego del mundo, y alrededor del aire. Existen espiraciones, ciertos poros en forma de tubo, por los que se muestran los astros. Por eso, cuando los orificios se cierran, tienen lugar los eclipses. La luna aparece unas veces creciente y otras menguante, de acuerdo con el cierre o la abertura de los poros”⁵⁹.

Y, a partir de las atribuciones de Alejandro⁶⁰ y Aecio⁶¹, la siguiente opinión, descrita por Aristóteles refiriéndose a Demócrito, podría aplicarse también a Anaximandro, si bien en éste el proceso de desecación tendría que ser cíclico.

⁵⁷ La cuestión de si esta separación sería mejor pensarla como desde adentro o desde fuera (*cfr.* Kirk, *op. cit.*, pp. 193-195), y de la discusión vinculada de si lo indefinido puede ser una especie de mezcla indiferenciada de los elementos fundamentales, incluidos los opuestos, es muy difícil de zanjar, aunque nos inclinamos a pensar en el *ápeiron* de Anaximandro como un demiurgo que da origen a los opuestos frío y calor, humedad y sequedad (o, como se sugiere en el Pseudo-Plutarco, *Strom.* 2, *apud* Kirk *et al.*: 195, llama y bruma), verdaderos constituyentes materiales del mundo, no por medio de descomponerse en ellos (*cfr.* Kirk, *op. cit.*, pp. 193-198). No obstante, esto no afecta las tesis que se exponen aquí.

⁵⁸ Pseudo-Plutarco, *Strom.* 2, *apud* Kirk *et al.*: 195.

⁵⁹ Hipólito, *Ref.* I 6, 4-5, *apud* Kirk *et al.*: 200-201.

⁶⁰ *In Meteor.* p. 67, 11, *apud* Kirk *et al.*: 206.

⁶¹ III 16, 1, *apud* Kirk *et al.*: 206.

Quizá en esta idea se podría percibir la influencia de las historias míticas de los tiempos de fuego de Faetón y de diluvio de Deucalión.

“Pues en un principio era húmeda toda la región en torno a la tierra. Pero, la parte vaporosa, secada por el sol, dicen que origina los vientos y la rotación del sol y la luna, mientras que el resto es mar. Por eso creen que (el mar) está disminuyendo por la desecación y terminará por secarse del todo”⁶².

Así, y siguiendo la interpretación de Kirk, habría

“...algo que ha sido aislado dentro de lo Indefinido, que produce llama y aire-bruma (aire húmedo); la tierra se condensa en el centro y la llama se ciñe estrechamente en torno al aire... el globo de llama estalla, se rompe en círculos rodeados de vapor que también se ha dilatado... y forma los cuerpos celestes...la tierra húmeda es secada por el sol y... los residuos de humedad son los mares”⁶³.

En las anteriores citas se revela también un interés por las cuestiones meteorológicas, perfectamente comprensible en un habitante insular que depende en buena medida de la navegación⁶⁴. En este respecto, Anaximandro parece haber ido aún más lejos, e intentado una teoría general de dichos fenómenos.

“Los vientos surgen de la separación de los vapores más sutiles de aire y cuando se juntan empiezan a moverse. Las lluvias (nacen) del vapor que exhalan las (cosas) que están bajo el sol; y los relámpagos cuando el viento, al salir, escinde las nubes”⁶⁵.

“...(sobre los truenos, relámpagos, rayos, huracanes y tifones).
Anaximandro (opina) que todos éstos ocurren debido al viento. Cuando, constreñido en una densa nube, violentamente se abre paso por su delgadez y

⁶² Aristóteles, *Meteor.* B 1, 353 b 6, *apud Kirk et al.*: 206.

⁶³ Kirk *et al.*, *op. cit.*: 198.

⁶⁴ Estos aspectos pragmáticos del conocimiento serían prominentes en los eventos de selección de la cultura, su criterio de verdad y su método de indagación.

⁶⁵ Hipólito, *Ref.* I 6, 7, *apud Kirk et al.*: 204.

ligereza, entonces la ruptura produce el ruido y el choque contra la negrura de la nube, el relámpago”.⁶⁶

El aire-bruma es, pues, el responsable de los fenómenos atmosféricos y, tal vez, hasta del movimiento de los astros⁶⁷, cuando se rarifica hasta convertirse en viento. Su forma densa (líquida) sería, además, la base de la generación de los animales y los seres humanos.

“Anaximandro (dice) que los primeros animales nacieron en lo húmedo, envueltos por cortezas espinosas. Al avanzar su edad, se alejaron hacia (regiones) más secas y, al romperse la corteza circundante, por poco tiempo cambió su vida”.⁶⁸

“Anaximander Milesius videri sibi ex aqua terraque calefactis exortos esse sive pisces seu piscibus simillima animalia; in his homines concrevisse fetusque ad pubertatem intus retentos; tunc demum ruptis illis viros mulieresque qui iam se alere possent processisse”⁶⁹.

“Los animales nacen [de lo húmedo] evaporado por el sol. El hombre, por su parte, fue en un principio parecido a otro animal, a saber, el pez”⁷⁰.

“Por eso veneran [los sirios] al pez, pues (creen) que es de raza similar y pariente, y filosofan de manera más razonable que Anaximandro, pues éste no opina que peces y hombres en los mismos (hayan nacido), sino que los hombres, primero, nacieron y se criaron dentro de peces, como los tiburones, y, en el momento en que fueron capaces de cuidarse solos, salieron y se posesionaron de la tierra”⁷¹.

“Así, dice que, en un principio, el hombre nació de animales de una especie distinta, pues los demás (animales) se mantienen enseguida por sí mismos, y sólo

⁶⁶ Aecio, III 3, 1-2, *apud Kirk et al.*: 204-205.

⁶⁷ Aristóteles, *Meteor.* B 1, 353 b 6, *apud Kirk et al.*: 206.

⁶⁸ Aecio, V 19, 4, *apud Kirk et al.*: 208.

⁶⁹ *Anaximandro el milesio creyó que del calentamiento del agua y la tierra surgieron peces o animales similares a peces, en los que los hombres se formaron como embriones y en los que fueron retenidos hasta la puberta. Entonces, justo cuando éstos se rompieron, los varones y mujeres que ya podían mantenerse salieron.* Censorino, *De die natale* 4, 7, *apud Kirk et al.*: 209.

⁷⁰ Hipólito, *Ref.* I 6, 6, *apud Kirk et al.*: 209.

⁷¹ Plutarco, *Symposiakos* VIII 730 E, *apud Kirk et al.*: 209-210.

el hombre requiere cuidados durante varios años. Por eso, un ser tal no habría podido sobrevivir en un principio”⁷².

En esta generación efectiva del universo, se asoma el pensamiento dual de los opuestos como el principio que garantiza toda la cosmología de Anaximandro. De un principio indefinido se separan la llama y el aire bruma⁷³. La primera rodea a la segunda; explota y da origen a los diversos anillos en los que resplandecen los astros. La parte más alejada de la llama se condensa en tierra húmeda (constantemente secada por el sol) y los vapores producto de esta desecación son la causa de los fenómenos atmosféricos. Los animales aparecen en la humedad (tal vez por alguna forma de generación espontánea como la que revelan numerosos mitos antiguos) e incluye todavía una hipótesis evolucionista para explicar la desvalidez de los infantes humanos. Como puede verse, gran parte del proceso cosmológico está reducido a la interacción de los opuestos llama (calor-sequedad) y aire-bruma (frío-humedad). Las bases son parecidas a las de la cosmología prefilosófica (observaciones de fenómenos naturales e ideas previas), pero el criterio de verdad y de justificación de las creencias es la consistencia lógica⁷⁴ en el contexto de un debate filosófico (con Tales y Anaxímenes, al menos⁷⁵). Finalmente, y como un posible apoyo a la tesis de que la racionalidad

⁷² Pseudo-Plutarco, *Strom.* 2, *apud* Kirk *et al.*: 209.

⁷³ El primer problema que enfrenta una cosmología dual racional es explicar el origen de los opuestos. Una salida frecuente ha sido postular una unidad primigenia de la que se separan éstos. Si bien es problemático reconstruir los detalles de la propuesta de Anaximandro, parece claro que recurre a una solución de este tipo.

⁷⁴ Que incluye el criterio de parsimonia. Es decir, ya se intenta lograr un modelo que explique lo más posible con la mayor economía de medios. Esto es claramente opuesto a la prodigalidad de la mitología anterior, en la que siempre es posible incluso incorporar nuevos dioses para explicar nuevos fenómenos. La parsimonia, como las demás características de este sistema coherentista, puede derivar de los métodos geométricos, que Anaximandro seguramente conocía.

⁷⁵ Aquí, nuevamente, parece pertinente la propuesta de Vernant, *op. cit.*, que definiría las características del contexto de autoevolución de las ideas que nos ocupan: la costumbre del debate político iniciado en las *polis*

matemática, en este caso la de la geometría trigonométrica, influiría en el desarrollo de esta cosmología filosófica, cito los pasajes que nos ilustran la idea que Anaximandro tenía de la estructura del cosmos.

“Parece, dice, que la tierra tiene forma de cilindro, tan profundo cuanto es la tercera parte de su anchura”⁷⁶.

“La forma (de la tierra) es curva, redonda, semejante a un fuste de columna. Caminamos en una de sus superficies planas, pero también existe la opuesta”⁷⁷.

“Hay quienes dicen que por su igualdad (la tierra) está en reposo, como Anaximandro entre los antiguos. Pues lo que está asentado tanto en el centro como en sus extremos no tiene nada por qué desplazarse más hacia arriba o hacia abajo o ser llevado hacia los costados; ya que es imposible realizar un movimiento hacia (lados) contrarios de manera simultánea, de modo que está en reposo por necesidad”⁷⁸.

“La tierra, pues, está en lo alto y por debajo nadie la soporta; está en reposo porque está a una distancia igual de todas (las cosas)”⁷⁹.

La idea de que la Tierra tiene la forma de un cilindro relativamente poco alto parecería estar *lógicamente* conectada con la observación de la estabilidad de cuerpos con dicha forma. Aparece aquí uno de los recursos explicativos clásicos de la filosofía: las causas necesarias. En este caso, se induce que toda figura como la descrita estará necesariamente en reposo. Como la Tierra parece estar en reposo, se deduce que la tierra debe tener una forma como la que sirvió para la inducción. Si esto es correcto, el argumento de Anaximandro sería más como el

griegas, y el énfasis que pone en el convencimiento a través de los argumentos, pudieron, por extrapolación a otros ámbitos, ser los antecedentes directos, además de coevolucionar con el debate filosófico.

⁷⁶ Pseudo-Plutarco, *Strom.* 2, *apud* Kirk *et al.*: 198-199.

⁷⁷ Hipólito, *Ref.* I 6, 3, *apud* Kirk *et al.*: 199.

⁷⁸ Arist., *de caelo* B 13, 295 b 10, *apud* Kirk *et al.*: 199.

⁷⁹ Hipól., *Ref.* I, 6, 3, *apud* Kirk *et al.*: 199.

presentado por Aristóteles, en vez de la versión de Hipólito, que podría incorporar por su cuenta un refinamiento posterior en el que la explicación del equilibrio necesario de las formas mentadas provendría de su equidistancia de todas las cosas⁸⁰. Por otra parte, es por demás llamativa la pretensión de exactitud de la referencia a las proporciones de la Tierra, que nos revela, al menos, el prestigio que la geometría tiene para Anaximandro⁸¹. Esta misma pretensión de exactitud en la descripción geométrica del cosmos sigue patente en los pasajes referidos a los orbes celestes, que cito enseguida.

“Es el ciclo del sol 27 veces el de la tierra y 18 veces el de la luna, y está más arriba el sol y más abajo los ciclos de las estrellas fijas.”⁸²

“Anaximandro (dice que del sol) el ciclo es 28 veces el de la tierra, parecido a una rueda de carro que tiene los radios huecos, llena de fuego, y que por alguna parte mostrara, a través de una abertura, el fuego, como a través de la boquilla de un fuelle”.⁸³

“Anaximandro (dice) que el sol es igual a la tierra, pero que el ciclo por donde tiene el respiradero y por el que es llevado en derredor es 27 veces el de la tierra”.⁸⁴

Como comenta Kirk⁸⁵, parece lógico suponer que Anaximandro pensaba en una progresión en la que las estrellas fijas estarían sobre anillos de 9 diámetros terrestres; la luna sobre uno de 18 diámetros, y el sol sobre otro de 27. Sin

⁸⁰ Un argumento, por cierto, geoméricamente mucho más sofisticado.

⁸¹ En este sentido, Anaximandro estaría usando aquí un criterio de pertinencia en lugar de uno de plausibilidad: si la geometría tenía un cierto prestigio como ciencia, cualquier argumento que *pareciera* geométrico se beneficiaría de dicho prestigio.

⁸² Hipólito, *Ref.* I 6, 5, *apud* Kirk *et al.*: 200-201.

⁸³ Aecio, II 20, 1, *apud* Kirk *et al.*: 201.

⁸⁴ Aecio, II 21, 1, *apud* Kirk *et al.*: 201.

⁸⁵ *Op. cit.*: 202-203.

embargo, como también apunta acertadamente Kirk⁸⁶, aparentemente, Anaximandro no notó las dificultades que este modelo encontraba para explicar el que las estrellas fijas no eclipsan ni al sol ni a la luna y que las estrellas circumpolares no se ponen. Es decir, predominó la estructura lógico-argumentativa sobre la observación astronómica, lo que esperaríamos justamente en una práctica analítica. Como quiera, creo que podemos aceptar, de manera tentativa, la importancia del prestigio de las matemáticas en estas formas tempranas de la filosofía griega y su método⁸⁷.

⁸⁶ *Ídem*: 204.

⁸⁷ Sobre todo en la definición de su forma de argumentación (central en la definición del criterio que llamo de plausibilidad), que insistirá en que las conclusiones se sigan *necesariamente* de las premisas, en la ausencia de contradicciones y en el principio de parsimonia.

Capítulo 5. La cosmología astronómica griega en el Almagesto de Claudio Ptolomeo

Con el análisis de los casos de Tales y Anaximandro asistimos al origen del sistema de discusión filosófica de la cosmología griega, en el que los criterios lógicos de no contradicción, parsimonia y no relativismo fueron primordiales para la evaluación de las diferentes propuestas¹. De hecho, se llegó a pensar que esta ‘razón’ era el único camino a la verdad². Por otra parte, privó también el interés por desarrollar teorías naturalistas, en las que los dioses o las divinidades antropomorfas prácticamente no tenían ningún papel, sino que las cosas sucedían por ciertos “principios naturales”, independientes de cualquier tipo de voluntad o capricho personal³.

Con el fin de proporcionar información contextual relativa a los tiempos y lugares de Ptolomeo, haré un breve recuento de la historia de la Alejandría del delta del Nilo, desde la conquista de Egipto por Alejandro III de Macedonia, conocido como Magno.

Después del triunfo sobre Darío III Codomano en la batalla de Isos, el 333 a.C., Alejandro se dirigió a Egipto y cruzó la frontera egipcia cerca de Pelusios en la

¹ Lo que Lindbergh llama evaluación crítica en *Los inicios...*, *op. cit.*: 55 es también un ejemplo de lo que llamo ‘práctica analítica’.

² *Ídem*: 60-65.

³ Esto, en sentido estricto, de acuerdo con nuestra propuesta, refleja un cambio en algunos criterios de pertinencia.

península del Sinaí, en diciembre del 332⁴. Pocos días después, a su arribo a Menfis, el sátrapa Masaces le rindió Egipto pacíficamente, con lo que se convirtió en Señor de las Dos Tierras. Antes de partir hacia el Éufrates, en prosecución de su campaña persa, Alejandro realizó dos significativas acciones en Egipto: fundó la ciudad que posteriormente se llamaría Alejandría, en el lugar de la aldea Rhakotis, en el Delta del Nilo, y consultó al oráculo de Amón en el oasis de Siwa, quien le confirmó que reinaría sobre el mundo entero, gesto que parece haber tenido la intención de legitimar su conquista de Egipto⁵.

La conquista de Alejandro y el posterior gobierno ptolemaico supieron sacar provecho del proceso de acercamiento entre griegos y egipcios iniciado desde el siglo VII a.C. Éste para ser visto como salvador del pueblo egipcio y aquéllos para asimilarse a la cultura egipcia y adquirir los atributos divinos de los antiguos faraones⁶. En efecto, ocho años después, Alejandro fue enterrado con gran pompa en Alejandría y, después de su turbulenta y fallida sucesión, el sátrapa de Egipto, Ptolomeo Soter, hijo de Lagos, fundó la dinastía ptolemaica que reinó en Egipto hasta el año 30 a.C. en que fue conquistado por Roma⁷. La era de los doce faraones ptolemaicos es la del ascenso de Alejandría hasta convertirse en la segunda ciudad más importante del Mediterráneo antiguo, sólo detrás de Roma⁸.

⁴ Karol Myśliwiec, *The Twilight of Ancient Egypt: First Millenium B.C.E.*, 2000:178.

⁵ Myśliwiec: *ibídem* y Philippe Derchain, “El mundo egipcio en tiempos de los Ptolomeos y de los Césares”, en Pierre Grimal (comp.), *El helenismo y el auge de Roma. El mundo mediterráneo en la Edad Antigua, II*, 1992: 188.

⁶ Myśliwiec: 178-180; Derchain: 188-191 y Friedrich Karl Kienitz, “El Renacimiento Saíta”, en E. Cassin *et al.*, *Los imperios del antiguo Oriente...*, *op. cit.*: 240-248

⁷ Myśliwiec: 179.

⁸ Walter Scheidel, “Creating a Metropolis: A Comparative Demographic Perspective”, en W. V. Harris y Giovanni Ruffini (eds.), *Ancient Alexandria between Egypt and Greece*, 2004: 1-9.

Además, es importante considerar que ésta, además de convertirse en la capital de Egipto, constituyó un interesante crisol de tradiciones egipcias, griegas y medio orientales, lo que explica en gran medida la originalidad de la cultura que se desarrolló ahí durante los siglos III a.C. al II d.C. y que dio como resultado, entre otras cosas, la astronomía ptolemaica, que estudio en este capítulo.⁹

Quizá el rasgo más importante de Alejandría para nuestros propósitos es el temprano desarrollo de su carácter cosmopolita y de centro de cultura en el Mediterráneo. Esto parece haber respondido a una política de lucimiento, común en la mentalidad griega de la época, e iniciada en Egipto por Ptolomeo I Soter¹⁰. Los rasgos más sobresalientes de esta política en Alejandría fueron la habilitación de su puerto para convertirlo en un importante centro de intercambio comercial, con su célebre faro; la fundación del *Museo*, donde se patrocinaron las actividades consagradas a las Musas, y que dio paso a la creación de la famosa biblioteca y a la constitución de la erudición alejandrina, de donde surgió la astronomía que nos ocupa en este capítulo, y la instauración de los juegos *Ptolomaea*, celebrados cada cuatro años al igual que los grandes juegos panhelénicos¹¹.

Además de lo anterior, Alejandría incorporó rasgos del urbanismo clásico griego, como su trazado cuadrangular, en combinación con rasgos más asiáticos como la existencia de un barrio especial para el palacio y sus anexos, que atraían

⁹ Cfr. Myśliwiec: 180, W. V. Harris y Giovanni Ruffini, *Ancient Alexandria...*, *op. cit.: passim*.

¹⁰ Pierre Grimal, "El Oriente helenístico en el siglo III a. de C.", en Pierre Grimal (comp.), *El helenismo y el auge de Roma...*, *op. cit.: 120*.

¹¹ *Idem*: 120-121. *Vid.*, también, para la actividad literaria en el *Museo*, las páginas 169-172.

multitudes tanto para la pompa real como para las manifestaciones de descontento, comunes a finales de la época de los Lágidas y durante el régimen imperial romano¹². También las plazas públicas tuvieron un carácter sincrético: construidas originalmente como *agorái* planificadas en medio de pórticos de edificios administrativos y tiendas, terminan por convertirse en elementos abiertos de recreación en zonas de actividad predominantemente comercial¹³. Además, Alejandría compartió con otras ciudades helenísticas un gimnasio que se convirtió en un recinto de instrucción general para los jóvenes y donde los filósofos y conferencistas famosos se hacían escuchar; teatros y otros edificios para el esparcimiento público y viviendas diferenciadas que marcaban un sentido claro de individualismo y diferenciación social en una gran metrópolis¹⁴.

Un elemento de especial relevancia para este trabajo es el desarrollo del prestigio astrológico egipcio. Derchain opina que Alejandría tuvo un papel central, a partir del siglo II a.C., como resultado de la intensificación de los contactos entre griegos y caldeos de la época, aunque la difusión de las técnicas astronómicas y astrológicas babilonias en Egipto, en especial el uso del zodíaco y del sistema de referencia basado en éste, habían comenzado a raíz de la conquista persa¹⁵. El prestigio astrológico alejandrino parece haberse difundido no sólo entre los

¹² *Ídem*: 162-163.

¹³ *Ídem*: 163-164.

¹⁴ *Ídem*: 164-165.

¹⁵ “El mundo egipcio en tiempos...”, en Pierre Grimal, *El helenismo...*, *op. cit.*: 205.

gobernantes, sino entre todos los estamentos del pueblo egipcio y haber perdurado, al menos, hasta la época romana¹⁶.

El conflicto romano¹⁷, la conquista de Egipto por Octaviano en 30 a.C. y el posterior régimen imperial romano no parecen haber generado grandes cambios para las clases altas griegas en Alejandría ni en la vida intelectual de ésta hasta la época de Claudio Ptolomeo, aunque sí modificaron la estructura social y el marco jurídico egipcio¹⁸. La principal razón parece ser la necesaria alianza con las clases altas griegas para la administración del país¹⁹. Así, durante los primeros siglos de nuestra era, el contexto alejandrino continuó siendo lo bastante propicio para el desarrollo de las actividades intelectuales con el respaldo tanto del mecenazgo estatal como con los privilegios sociales y las facilidades de la infraestructura intelectual y de investigación estatal²⁰. Un contexto de esta riqueza cultural seguramente fue decisivo para el desarrollo de investigaciones basadas en lo que llamo “sistemas de observación tecnificada”, como es el caso de la astronomía ptolemaica. Como discutiré más adelante, el acceso que parece haber tenido Ptolomeo no sólo a numerosos tratados previos de astronomía de orígenes tanto griegos como caldeos, sino a *corpora* de observaciones astronómicas hechas con

¹⁶ *Ídem*: 206.

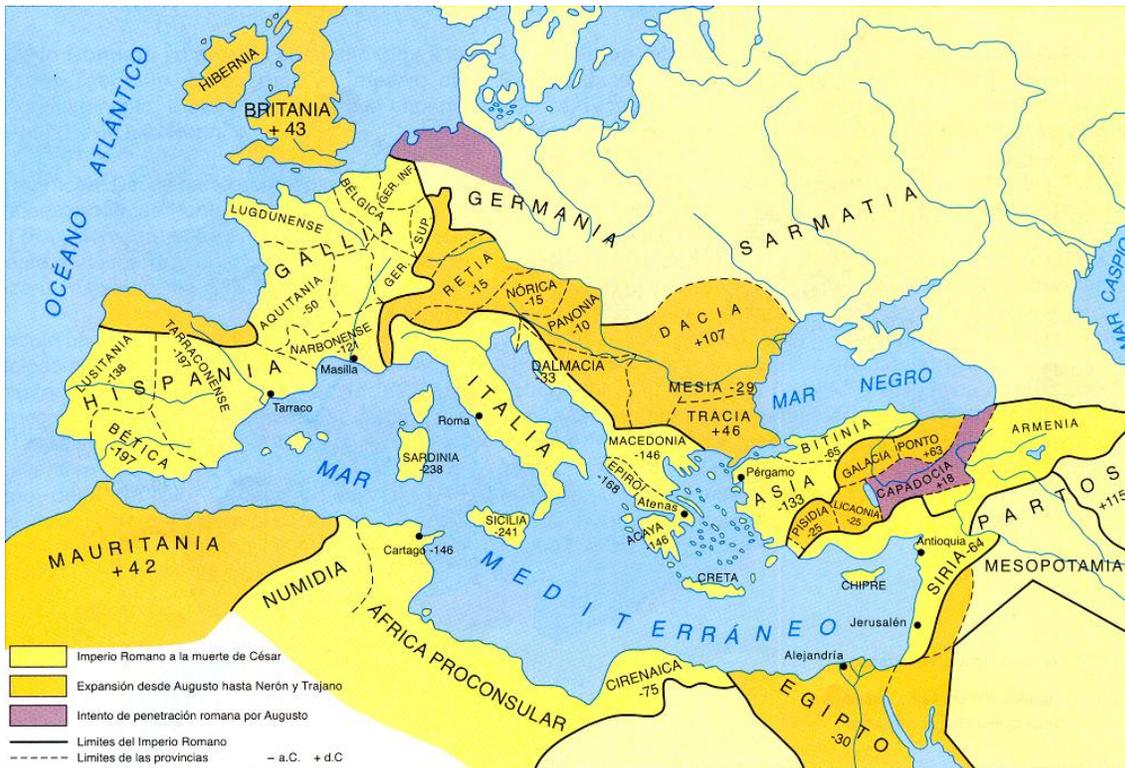
¹⁷ Para un interesante y erudito recuento de las razones por las que es poco plausible la historia de la quema de libros o de la Biblioteca de Alejandría el año 48, al inicio de la Guerra de Alejandría, como resultado de la quema de barcos por Julio César, véase el apéndice al capítulo XIV de Edward Parsons, *The Alexandrian Library*, Londres, 1952, disponible en línea en <http://www.humanist.de/rome/alexandria/alex2.html>, consultado el 4 noviembre 2008.

¹⁸ Joseph Mélèze Modrzejewski, *The Jews of Egypt: From Rameses II to Emperor Hadrian*, 1995: 161-227.

¹⁹ *Ídem*: 162.

²⁰ P. M. Fraser, *Ptolemaic Alexandria*, 1972, *passim*, especialmente 38-92 y 305-446.

sistemas de observación básicamente equivalentes al suyo, constituyeron un elemento fundamental en el desarrollo de la “práctica científica” en astronomía.



Mapa 4. Imperio Romano hacia el siglo II d.C.²¹

Por otra parte, nuestra historia de las ideas cosmológicas entra en contacto aquí con la historia del complejo astronomía-astrología-matemáticas que parece haber seguido algunas líneas de desarrollo parecidas entre tradiciones culturales tan diversas como la del antiguo Medio Oriente que estamos abordando y la civilización maya en Mesoamérica²² o, incluso, entre los constructores de

²¹ Tomado de “Historia Antigua” en <http://www.mediateca.cl/900/geografia/mapas%20historicos/Imperio%20Romano.jpg>, 15 de octubre de 2008.

²² Cfr., e.g. Aveni, *Skywatchers of Ancient Mexico*, 1980: 133-217 y *Astronomía en la América antigua*, 1980: 67-165.

megalitos del norte de Europa. Haré una digresión en este punto para describir rápidamente algunas de las etapas del desarrollo histórico de dicho complejo cultural en Oriente Medio. Esta historia se relaciona con un gran número de problemas, entre los que destacaré los siguientes: los movimientos aparentes de los cuerpos celestes, las técnicas de observación y registro de dichos movimientos y el desarrollo de sistemas de medida y matemáticos para procesar los datos obtenidos con los procedimientos anteriores.

Actualmente, parece haber cierto apoyo a la tesis de que la luna sería el primer cuerpo celeste que sería sistemáticamente observado y registrado. Paul G. Bahn, en su estupenda *Journey through the Ice Age*²³, cita numerosas publicaciones de Marshack, d'Errico, Couraud y él mismo en las que se habla de la posibilidad de que las incisiones en varios objetos del paleolítico superior sean un registro de las fases lunares. Esto puede deberse a que es muy fácil notar la repetición cíclica de las fases lunares y ello puede muy bien servir como un calendario. En fin, parece que otro cuerpo celeste que recibió atención temprana fue el sol, en especial, su desplazamiento anual hacia el norte, luego al sur y de regreso, y su conexión con las variaciones estacionales. La presencia de rudimentarios calendarios solares, consistentes en rasgos del horizonte asociados a, por ejemplo, los ascensos equinocciales del sol, en grupos de agricultores ágrafos, hace posible suponer que las primeras culturas agrícolas en todo el mundo pudieron haber contado con

²³ 1997: 204.

calendarios por el estilo para organizar sus actividades productivas, como se vio en el caso de *Los trabajos y los días*²⁴.

Adicionalmente, el reconocimiento de asociaciones entre el movimiento de los astros y fenómenos como el de los cambios estacionales, la menstruación de las mujeres, en el caso de la luna, o los cambios en las mareas, probablemente dio inicio a la astrología. Así, la identificación de otras regularidades en el movimiento aparente, no sólo del sol y la luna, sino de los cinco planetas observables a simple vista, Mercurio, Venus, Marte, Júpiter y Saturno, parecen haber sido un interés primordial de varias sociedades sedentarias de la antigüedad. Numerosos trabajos de arqueoastronomía, como los que Michael J. Crowe revisa en el apéndice de su *Theories of the World from Antiquity to the Copernican Revolution*²⁵, en este caso referidos a Stonehenge, sugieren que gran parte de la arquitectura monumental antigua estaba vinculada a conocimientos astronómicos avanzados, producto de la observación sistemática durante periodos muy prolongados. Éstos consistían en el reconocimiento y, posiblemente, cómputo de fenómenos tan complejos como los eclipses de sol. El esfuerzo social que acompaña a la realización de estas obras hace plausible suponer que el interés detrás de ellas era primordialmente astrológico.

La complejidad del movimiento aparente de los astros y la importancia que numerosísimas sociedades sedentarias han dado a su fiel descripción ha sido un

²⁴ *Vid supra.*

²⁵ 1990: 198-220.

poderoso motor para el desarrollo de la observación astronómica, de las herramientas y técnicas de observación y, por lo mismo, de la óptica, de varias ramas de la matemática, como la geometría y la trigonometría e, incluso, de los sistemas de numeración, por no hablar de la cosmología, que es nuestro principal interés en este momento.

Para no hacer el cuento más largo, los egipcios, sumerios, asirios, pero sobre todo acadios, contribuyeron, durante los milenios de su historia, con herramientas, como el gnomon y el compás; con sistemas de medición, como el sexagesimal; sistemas de referencia, como el basado en latitud norte-sur y longitud este-oeste; sistemas teóricos, como el que Kuhn llamó modelo de las dos esferas²⁶; constructos teóricos como el de la eclíptica y el zodiaco y numerosísimas observaciones y mediciones de las particularidades del movimiento de los siete cuerpos celestes mencionados, además de mapas de constelaciones a lo largo del año²⁷. Todo eso que seguramente les permitía predecir varios detalles de los movimientos celestes, como las conjunciones y oposiciones —que han seguido siendo la base de las prácticas astrológicas— e, incluso, con cierto margen de error, fenómenos como los eclipses de sol.

Por la importante influencia que tuvo en el desarrollo de la astronomía griega y helenística, haré un breve recuento de la astronomía del periodo helenístico tardío,

²⁶ *La revolución copernicana, La astronomía planetaria en el desarrollo del pensamiento occidental*: 54.

²⁷ Véase, por ejemplo, Hugh Thurston *Early Astronomy*: 1-83.

entre el siglo VI y III a.C.²⁸ De acuerdo con Steele, la astronomía babilonia de la época incluía la observación y la predicción de fenómenos astronómicos. La predicción se realizaba tanto con esquemas no matemáticos de periodicidades planetarias y lunares determinadas empíricamente como con métodos matemáticos abstractos que tomaban en cuenta los movimientos no uniformes del Sol, la Luna y los planetas²⁹.

Un dato interesante es que sus antecedentes de observación astronómica y esquematización se remontaban a más de mil años atrás: la adivinación basada en eclipses lunares mediante el uso de cláusulas condicionales en la época de la Babilonia antigua dependían “del día del eclipse en el mes lunar”³⁰. En tanto que la modelación matemática de los fenómenos astronómicos tendrá que esperar hasta el periodo seléucida (siglo III a.C.), con el desarrollo de las *efemérides*, que son “tablas de fenómenos astronómicos calculados”³¹ y de los *textos procedimentales*, “textos explicativos que detallan cómo calcular las Efemérides”³².

Para lo anterior, se emplea un sistema para describir la posición de la Luna y los planetas, consistente en la división de la eclíptica en doce signos zodiacales de treinta UŠ (equivalentes a nuestros grados). Si bien existen compendios que enlistan 18 ‘dioses’ (constelaciones) por las que atraviesan la Luna, el Sol y los cinco planetas visibles a simple vista, la división abstracta de la eclíptica en doce

²⁸ Basándome en el interesantísimo artículo de J. M. Steele, “Celestial Measurement in Babylonian Astronomy”, en *Annals of Science*, Oxon, Reino Unido, Taylor & Francis, 64 (3), julio de 2007: 293-325.

²⁹ Steele, *op. cit.*: 293-294.

³⁰ *Ídem*: 294.

³¹ *Ídem*: 295.

³² *Ibidem*.

signos zodiacales es “por primera vez atestada en el quinto siglo a.C.”, durante el periodo aqueménida.³³ La hipótesis que presenta Steele respecto de la definición abstracta del zodiaco es que pudo haber sido por analogía con el calendario babilónico de 360 días (con 12 meses de treinta días) en el que se consideraba que el Sol se desplazaba un grado por día a través del zodiaco³⁴. El punto de referencia inicial para este sistema de ‘longitud’ celeste eran las Pléyades, ya que el ascenso del Sol en medio de éstas marcaba la mitad del primer mes del año, un mes después del equinoccio de primavera³⁵.

A diferencia del sistema ptolemaico, que trataremos en seguida, el babilónico no era un sistema esférico completo. En lugar de contar con la noción de latitud alrededor de un círculo mayor a través de los polos celestes, empleaban una serie de estrellas y sus posiciones con referencia a los límites inferior y superior del ancho del “camino de la Luna” a través de la eclíptica para describir las ondulaciones aparentes en el tránsito de los planetas a través del zodiaco³⁶.

En el caso de Grecia, durante la segunda mitad del siglo V a.C. aparecen los primeros escritos astronómicos (y meteorológicos) griegos, los *parapegmata*³⁷. En éstos aparecen los nombres de los primeros dos astrónomos griegos de los que tenemos noticia: Metón y Euctemo. Se nos dice que realizaron observaciones en Tracia, Macedonia, las Cícladas y Atenas; que usaron los signos del zodiaco para

³³ *Ídem*: 300.

³⁴ *Ídem*: 303.

³⁵ *Ídem*: 300.

³⁶ *Ídem*: 305.

³⁷ Thurston, *op. cit.*: 111.

establecer las posiciones de los planetas, el Sol y la Luna en la eclíptica; que Metón sugirió un periodo de 19 años para correlacionar los calendarios lunar y solar; que Euctemo calculó la duración de las estaciones, y que sus discípulos determinaron la fecha del solsticio de verano del año 432 a.C.³⁸

Como puede verse a partir de lo anterior, asistimos a una nueva época en la cosmología griega, en la que las observaciones, el cálculo astronómico y la predicción de eventos astronómicos futuros reciben más atención que la discusión racional del mejor modelo cosmológico como era el caso en el debate analizado entre Tales y Anaximandro.

La clave, probablemente, es la profesionalización de la práctica astronómica y la consecuente adopción de los sistemas de observación tecnificada de los astrónomos profesionales de las civilizaciones de Medio Oriente. Así, las discusiones astronómicas se dan en el marco del “modelo de las dos esferas” con constructos como la eclíptica, el zodiaco, los solsticios, etc.

Como ejemplo de este tipo de cosmología astronómica, procederé al análisis de los tres primeros libros³⁹ de la obra de Claudio Ptolomeo conocida como *Almagesto*⁴⁰.

³⁸ *Ibidem*.

³⁹ En éstos se encuentran la mayor parte de las características que quiero resaltar de la práctica astronómica helenística. Por otra parte, el análisis de los trece libros de la obra habría requerido de más tiempo y espacio que el disponible para este trabajo.

⁴⁰ Utilizo la edición de Heiberg, *op. cit.*: 3-263 y la estupenda versión de la colección *The Great Books* de la Encyclopaedia Britannica, traducida y comentada por R. Catesby Taliaferro en 1938 y publicada junto con

Taliaferro⁴¹ nos informa que existen muchas lagunas respecto de la vida de Ptolomeo. Es incierto su lugar de nacimiento, de residencia y las fechas de su nacimiento y muerte. Así, hay fuentes que señalan Pelusio como su lugar de nacimiento, mientras numerosos comentaristas posteriores lo hacen natural de Ptolemais Hermii. También, aunque la tradición ubica su trabajo en Alejandría, un escolio señala que vivió cuarenta años en Canopus, quince millas al este de Alejandría. Al respecto, Ptolomeo escribió que hizo sus observaciones 'en el paralelo de Alejandría'⁴².

La datación más segura que podemos reconstruir es la de sus observaciones astronómicas, a partir de las referencias en el *Almagesto*. En éste, Ptolomeo utiliza el calendario egipcio ptolemaico de 365 días y 12 meses y una cuenta basada en la "Era de Nabonassar", que usa los reinados de los reyes asirios, medos, persas, macedonios y romanos, iniciando con el primer año del reinado de Nabonassar como año uno; es decir, nuestro 747 a.C.⁴³ Por otra parte, en el libro XI, capítulo 5, dice que observó Saturno el 7 de Pachom del año 11 de Adriano y, aunque no se atribuye la observación, es muy probable que él observara el eclipse lunar mencionado en IV, 9, el 17 de Pachom del noveno año de Adriano⁴⁴, con lo que ésta sería la observación más temprana realizada por él. Además, en el libro X, Ptolomeo dice que observó Venus el 11 Thoth del décimo cuarto año de

Acercas de las revoluciones... de Copérnico y *Építome de astronomía...* y *Las armonías...* de Kepler en 1952 con la asesoría editorial de The University of Chicago.

⁴¹ Taliaferro, "Introduction" en Claudio Ptolomeo, *The Almagest*, 1952: ix.

⁴² *Ibidem*.

⁴³ *Ídem*, pp. 466-468.

⁴⁴ *Ídem*: 1.

Antonino Pío. Según el calendario actual, se considera que Adriano reinó del 11 de agosto de 117 a julio del 138 de nuestra era. Así, las primeras observaciones de Ptolomeo serían en el 127 y las últimas el 151 de nuestra era.

Como los comentaristas árabes afirman que vivió 78 años, normalmente se infiere que Ptolomeo vivió las tres primeras cuartas partes del siglo segundo de nuestra era y los reinados de Trajano, Adriano, Antonino Pío y Marco Aurelio⁴⁵. El trabajo de Ptolomeo, además de los tratados astronómicos como el *Almagesto* y la *Hipótesis acerca de los planetas*, consistió en obras matemáticas como una Armonía, de teoría musical y una Óptica, que podría contener el primer intento por desarrollar una teoría de la refracción a través de medios de diferentes densidades⁴⁶. También escribió una *Guía a la geografía* que fue tenida, hasta el Renacimiento, como la obra más importante sobre el tema.

El *Almagesto* se conoció originalmente como *Composición matemática* y posteriormente se la llamó *El gran astrónomo* para distinguirla de una colección a la que se conocía como *El pequeño astrónomo*. El nombre de *almagesto* es la transliteración árabe de la palabra griega *μεγιστε* (gran) con el artículo árabe *al*. Junto con el “Acerca de los tamaños y distancias del sol y la luna” de Aristarco, es el único tratado astronómico griego que ha llegado completo hasta nuestros días⁴⁷. Es, por otra parte, una sorprendente muestra del conocimiento que Ptolomeo tenía

⁴⁵ *Ídem*: ix.

⁴⁶ *Ibidem*.

⁴⁷ *Ídem*: 1.

de los desarrollos previos en astronomía. Su estructura y contenido es como sigue:

El libro I comienza exponiendo las razones por las que decidió escribir una obra de astronomía matemática: prefiere lo teórico a lo práctico porque aquello lo precede y porque lo práctico se aprende con la repetición mientras para lo teórico se necesita instrucción y es susceptible de progreso.

También sigue a Aristóteles en la división de tipos de estudios teóricos y elige las matemáticas porque están a medio camino de la física y la teología y porque es la única de las tres que puede proporcionar conocimiento cierto ya que se demuestra a través de procedimientos indisputables. Por otra parte, eligió la astronomía por la idea aristotélica de que ésta trata de entidades inmutables y divinas, lo que la acerca a lo teológico e, incluso, prepara el ánimo para apreciar la belleza y la proporción y, con esto, modula el carácter y el comportamiento⁴⁸.

Posteriormente, expone el plan de la obra y explica que se basa en observaciones antiguas y propias para aplicar las consecuencias de sus hipótesis a través de demostraciones geométricas. En sus palabras:

“Cada una de estas cosas intentaremos mostrar, teniendo por principios y fundamentos de lo que queremos mostrar, los fenómenos evidentes así como las observaciones confiables, tanto de los antiguos como propias, y deduciremos las

⁴⁸ *Mathematikés Syntaxeos A', α'*, Proemio, pp. 4-8 de la edición de Heiberg, *Claudii Ptolemaei: Opera quae extant omnia*, vol. I, Lipsia, B. G. Teubner, 1898.

consecuencias de estas concepciones a través de demostraciones con figuras geométricas⁴⁹.

También presenta las asunciones generales de su astronomía: la esfericidad del cosmos y de la tierra, su posición justo en el centro de los cielos, su tamaño, insignificante, relativo a la esfera de las estrellas fijas y su inmovilidad⁵⁰.

El primer tema que desarrolla⁵¹ es el del movimiento esférico de los cielos. Sus argumentos a favor de esta hipótesis inician con reducciones al absurdo⁵² de hipótesis alternativas como que los astros se muevan en línea recta o de que los astros se enciendan en el oriente y se apaguen en el poniente cada día. De acuerdo con la propuesta presentada en este trabajo, entonces, Ptolomeo está empleando aquí criterios de plausibilidad para descartar hipótesis en competencia. Incluye también un argumento geométrico a favor de la esfericidad de los cielos: que las magnitudes y distancias angulares de las estrellas se conservan incluso cuando son vistas desde diferentes partes del planeta. Después presenta también argumentos más relacionados con criterios de pertinencia provenientes de la física aristotélica: la idea de que el 'éter' es el más homogéneo de los cuerpos y de que los astros tienen también una naturaleza homogénea, a diferencia de los heterogéneos cuerpos terrestres, y que dicha homogeneidad implica el movimiento circular y regular⁵³.

⁴⁹ *Ídem*, A', β' , pp. 11-16.

⁵⁰ *Ídem*, A', β' , pp. 8-10.

⁵¹ *Ídem*, A', γ' , pp. 10-14.

⁵² La tradición del pensamiento filosófico griego había llevado a la reducción al absurdo a ser uno de los procedimientos más apreciados para evaluar la plausibilidad de los candidatos a conocimiento.

⁵³ A estos argumentos subyace un criterio de parsimonia, que también es un criterio de pertinencia.

La siguiente sección trata de la esfericidad de la tierra que defiende nuevamente con argumentos geométricos, incluyendo el conocido argumento de la navegación y la aparente emergencia o inmersión de los cuerpos conforme se navegue hacia o desde ellos. Sin embargo, el tratamiento es más intensivo pues reduce al absurdo alternativas como la de una tierra cilíndrica, - que ya vimos parece haber sido propuesta por Anaximandro-, cóncava, plana o poligonal⁵⁴.

Si se acepta la esfericidad de los cielos y su movimiento circular y uniforme y la esfericidad de la tierra, Ptolomeo demuestra, en las siguientes dos secciones, con argumentos geométricos que la tierra necesariamente tiene que estar en el centro de la esfera de los cielos y que su tamaño es insignificante en comparación con ésta. Algo interesante en este punto es que esta argumentación se ve reforzada por referencias al sistema de observación tecnificada que empleaban los astrónomos de la época: las observaciones de equinoccios realizadas con gnomon y la posibilidad de usar el centro de las esferas armilares como centro de la tierra evidencian la fortaleza de los argumentos⁵⁵.

La primera serie de argumentos contra el movimiento de la tierra se basan en criterios de plausibilidad geométricos: si se acepta el 'modelo de las dos esferas' anteriormente descrito, no es posible que la tierra se desplace de su lugar en el centro de la esfera de los cielos, porque se observarían variaciones en los horizontes, magnitudes y distancias angulares de los astros. Incluye también un

⁵⁴ *Mathem.*, A', δ', pp. 14-16.

⁵⁵ *Ídem*, A', ε', pp. 16-21.

argumento basado en la física aristotélica que distingue los movimientos sublunares de los supralunares. Esto obedece claramente al criterio de pertinencia del prestigio que gozaba la física aristotélica en la época de Ptolomeo. También se basa en criterios de pertinencia el primer argumento contra la rotación de la tierra: las ideas de la época respecto de la relación entre cuerpos ligeros y pesados y sus movimientos 'naturales' y 'violentos'⁵⁶.

En el párrafo ocho⁵⁷, Ptolomeo describe lo que llama los dos movimientos primarios en los cielos. El primero, dice, es el de todos los astros de este a oeste y da argumentos para diferenciarlo del movimiento del sol, la luna y los planetas como un movimiento en sentido contrario, alrededor de un eje diferente al que pasa por los polos. La descripción de estos dos movimientos le permite definir el sistema de referencia de su sistema de observación tecnificada: la esfera dividida por tres arcos máximos, el ecuador, la eclíptica y el arco que conecta los polos de los arcos anteriores en ángulo recto y con su intersección con la eclíptica marca los puntos de los dos trópicos que completan a los dos equinoccios marcados por la intersección entre el ecuador y la eclíptica⁵⁸.

En las siguientes secciones, describe la manera en la que se calculan las medidas de las cuerdas de un círculo dividido en 360 partes y con base en una división en 120 del diámetro para facilitar el cálculo y da una tabla con el cálculo de cada una

⁵⁶ *Ídem*, A', ζ', pp. 21-26.

⁵⁷ *Ídem*, A', η', pp. 26-30.

⁵⁸ Una nota sorprendente es la final, relativa a la forma en que estos dos movimientos están contenidos uno en el otro, que parece seguirse de una idea platónica contenida en el *Timeo*.

de dichas cuerdas con es objeto de que puedan utilizarse en el cálculo del arco entre los polos del ecuador y de la eclíptica⁵⁹. Esto muestra algunas de las herramientas usadas en el desarrollo y evaluación de modelos matemáticos de las posiciones y movimientos de los astros, centrales en la conformación de la astronomía ligada a un sistema de observación tecnificada.

Después sigue una interesante sección en la que relata cómo construir y emplear sistemas de esferas armilares para medir la inclinación de la eclíptica respecto del ecuador⁶⁰. Ésta es toda una novedad en comparación con los textos analizados anteriormente: en ninguno de los otros casos encontramos instrumentos o procedimientos estandarizados de medición que pudieran dar como resultado mediciones de intervalo. La consecuencia de esto, como decía, es que todas las hipótesis relativas a la posición y movimiento de cuerpos celestes formuladas con respecto de este mismo sistema de observación tecnificada son conmensurables entre sí.

Concluye el capítulo⁶¹ con una serie de teoremas que empleará en las pruebas que tratan de esferas y los comienza a emplear en el cálculo de los arcos entre la eclíptica y el ecuador, que se usan para expresar la oblicuidad de la eclíptica en diferentes fechas. Presenta también una tabla de oblicuidad y muestra la manera de calcular las ascensiones en la esfera recta y calcula su valor para los primeros 90° de la eclíptica.

⁵⁹ *Mathem*, A', θ' - $\iota\alpha'$, pp. 30-63.

⁶⁰ *Ídem*, A', $\iota\beta'$, pp. 64-68.

⁶¹ *Ídem*, A', $\iota\gamma'$ - $\iota\zeta'$, pp. 68-85.

El libro II comienza diciendo que ya que se ha tratado a la esfera recta, va a presentar los aspectos más importantes relacionados con la esfera oblicua. Hace una digresión para explicar que el mundo habitado conocido por Ptolomeo ocupa prácticamente uno de los cuadrantes norte de la esfera recta y que esto se nota porque las sombras de los gnomon siempre caen hacia el norte en los equinoccios en los distintos lugares del mundo conocido por él y porque los reportes de eclipses lunares no difieren en más de doce horas entre las localidades en los extremos oriental y occidental. También explica que va primero a considerar el cálculo del cenit a lo largo del meridiano en distintas latitudes, los lugares y las veces en que el sol alcanza el cenit, las razones entre las sombras tropicales y equinocciales de medio día y sus gnomon y otros asuntos importantes para la descripción del calendario solar con respecto a los tres grandes círculos de su sistema de referencia⁶².

Enseguida, expone la forma en la que se puede calcular los arcos meridianos en su intersección con el ecuador y la eclíptica, cuando se conoce la longitud (en grados ecuatoriales) del día más largo del año para una latitud particular. Utiliza esos resultados para mostrar la manera de encontrar la altitud del polo en una latitud dada o, conocida ésta, encontrar la medida del día más largo y más corto del año. De todo esto se desprende la manera de averiguar dónde, cuándo y cuántas veces llega el sol al cenit en las distintas latitudes y un sistema para calibrar las mediciones de las sombras de los gnómones, empleadas en la

⁶² *Ídem*, B', α' , pp. 86-89.

determinación de la latitud, los solsticios y los equinoccios⁶³. Proporciona también un catálogo de paralelos septentrionales desde el ecuador hasta el polo norte cada cuarto de hora ecuatorial y describe la inclinación del polo para cada uno, sus días más largos, las veces y momentos en que el sol alcanza el cenit y las medidas de las sombras producidas por un gnomon estándar en los equinoccios y solsticios⁶⁴. Es interesante el conocimiento geográfico que evidencia esta discusión.

Estas secciones se basan en observaciones repetidas para determinar la inclinación de la eclíptica y las longitudes de los días más largos y más cortos del año a través de instrumentos calibrados y procedimientos estandarizados (como se vio en el caso de los gnómones) y en el conocimiento geométrico relativo a las esferas y su extrapolación al sistema de referencia de la esfera celeste con ecuador, eclíptica y meridianos. Como las propiedades geométricas de la esfera son generalizables a cualquier esfera, cualquier otro sistema de observación astronómico que utilice un sistema esférico de referencia es matemáticamente transformable a éste que describe Ptolomeo, por lo que las observaciones e hipótesis que se refieran a la posición o movimiento de cuerpos celestes en ese otro sistema son conmensurables con las de este sistema.

⁶³ *Ídem*, B', β '- ϵ ', pp. 89-101.

⁶⁴ *Ídem*, B', ζ ', pp. 101-117.

Pasa a mostrar la forma en que se pueden calcular las ascensiones correspondientes del ecuador y la eclíptica para cada latitud⁶⁵. Para esto, completa el sistema de referencia describiendo la manera en que la eclíptica se divide en doce partes -los signos zodiacales- y cómo se numeran, en sentido opuesto a las manecillas del reloj, comenzando por la primera constelación después del equinoccio de primavera: Aries. Muestra dos formas de calcular las ascensiones correspondientes y proporciona una tabla de éstas para los doce signos y los paralelos del ecuador al $54^{\circ}1'$, en intervalos de media hora de tiempo ecuatorial y de diez grados para cada signo⁶⁶.

El libro II concluye con un recuento de la forma en que lo anterior puede utilizarse para calcular los ángulos formados por la eclíptica y el meridiano, por la eclíptica y el horizonte y de los ángulos y arcos que la eclíptica forma con el círculo que pasa por los polos del horizonte. De esto último, provee tablas para los paralelos del $16^{\circ}27'$ al $48^{\circ}32'$ en intervalos de media hora de tiempo ecuatorial, para los doce signos zodiacales y un incremento de una hora para las posiciones al este y oeste del meridiano. Anuncia también que en un tratado aparte describirá la latitud y longitud -respecto del meridiano de Alejandría- de las principales ciudades de las provincias conocidas⁶⁷. Parece que esto tenía por objeto contar con datos sistemáticos que permitieran comparar fácilmente las observaciones astronómicas realizadas en las distintas ciudades, otra contribución importante al sistema de observación tecnificada que estamos describiendo.

⁶⁵ O, en términos modernos, la ascensión recta y longitud celeste, respectivamente.

⁶⁶ *Mathem.*, B', ζ', pp. 117-141.

⁶⁷ *Ídem*, B', θ'-ιγ', pp. 142-189.

El libro III comienza explicando que debe tratarse primero el movimiento del sol para poder comprender a detalle el movimiento de la luna y, tratados éstos, describir el movimiento de los demás cuerpos celestes. La descripción del movimiento del sol empieza por el cálculo de la duración del año. Ptolomeo nos informa que Hiparco encontró una dificultad importante en la definición del año solar: que la duración de éste difería dependiendo de si el curso del sol se medía usando como referencia a los trópicos y los equinoccios o respecto a las estrellas fijas. Esta discrepancia hizo suponer a Hiparco que la esfera de las estrellas tenía un movimiento lento que Ptolomeo promete tratar en el capítulo dedicado a ellas. No obstante, aclara que, para los fines del trabajo en cuestión, el año solar se considerará con respecto a los trópicos y los equinoccios y no respecto de las estrellas. Los argumentos a favor de esta postura son que matemáticamente es más propio tratar el movimiento del sol con respecto a puntos invariables de su curso geométrico -la eclíptica- y que físicamente parece más razonable considerar el cumplimiento de un año como el momento en que se vuelve a una cierta estación y condiciones climáticas⁶⁸.

Sigue entonces un tratamiento detallado de las discusiones y datos contenidos en el *Sobre las precesiones de los puntos trópicos y equinocciales* de Hiparco. Habla de las discrepancias en las mediciones de los trópicos y equinoccios y de las posibles fuentes de error en los instrumentos, procedimientos y cálculos. Nos informa, por ejemplo, de la utilización de anillos cóncavos de bronce para

⁶⁸ *Ídem*, Γ', pp. 190-191.

determinar la fecha y la hora de los equinoccios y de los errores de medición que podrían ser resultado de imprecisiones en su orientación. Usando las observaciones que Hiparco reporta como más confiables, las propias y observaciones relativas a los eclipses lunares para estimar los errores de observación de los trópicos y equinoccios, Ptolomeo discute la posibilidad de que los años solares no sean regulares. Descarta esto con base en que existen muchos pasos que podrían contribuir a dar como resultado mediciones erróneas y se concentra en el cálculo exacto de la cantidad en la que el año solar es más corto de los $365 \frac{1}{4}$ días del calendario egipcio. Emplea observaciones de equinoccios consideradas fiables por Hiparco y las suyas propias para estimar que casi cada 300 años la diferencia se ha acumulado hasta sumar un día⁶⁹.

Ptolomeo refuerza la conclusión anterior con observaciones de los trópicos desde el tiempo de Metón y Euctemo, pasando por Aristarco e Hiparco, hasta las propias y encuentra que la diferencia en 600 años es de poco más de dos días. Añade que esto concuerda con la opinión de Hiparco en sus tratados *Sobre la duración del año* y *Acerca de los días y meses intercalados*, con lo que la mejor aproximación posible de la duración del año solar, con las observaciones con que contaba, es de 365 días 14' 48"⁷⁰.

Termina la sección diciendo que los matemáticos deben mostrar el movimiento aparente de los cielos como resultado de la combinación de movimientos

⁶⁹ *Ídem*, Γ', α', pp. 191-209.

⁷⁰ *Ibídem*.

circulares regulares y presentar cada uno de éstos de manera clara y útil, por lo que proporciona tablas detalladas de los movimientos regulares del sol a manera de los valores medios de los años, meses, días y horas⁷¹.

Como el siguiente objetivo de Ptolomeo será explicar la aparente anomalía del sol, dedica una sección a defender la hipótesis de que los movimientos planetarios se componen de movimientos circulares regulares. De hecho, en este libro expone la forma más estricta de este principio de mecánica celeste, a saber: todo movimiento planetario debe describirse por medio de cualquier combinación de movimientos circulares uniformes, entendiendo con esto que los radios que marcarían la revolución de los cuerpos recorrerían ángulos iguales en tiempos iguales en los centros de las circunferencias para todas las involucradas⁷².

Discute, entonces, dos posibilidades para dar cuenta de la no uniformidad aparente de los movimientos de los cuerpos celestes: la excentricidad y los epiciclos. Aclara también que estos dos mecanismos son intercambiables a la hora de describir alguna no uniformidad particular y que lo mostrará en el tratamiento de la irregularidad del sol. Termina la sección con la discusión geométrica que demuestra que ambas hipótesis pueden explicar el movimiento aparente de un

⁷¹ *Ídem*, Γ', β', pp. 210-215.

⁷² Esta forma estricta del “principio de inercia” de la mecánica celeste griega la usa sólo para el sol; para la luna y los otros planetas, utiliza el principio en su forma más general, en el que el centro del primer círculo se puede mover uniformemente alrededor de un punto que no sea el centro del círculo deferente, al que se llama centro de la ecuante.

cuerpo que parezca desplazarse más lentamente en los cuadrantes del apogeo y más rápido en los del perigeo⁷³.

Procede al tratamiento de la anomalía del sol: que el recorrido desde el equinoccio de primavera al de otoño toma más tiempo que el del equinoccio de otoño al de primavera. Aunque nos recuerda que se podría usar cualquiera de las dos hipótesis anteriores para explicar dicho movimiento, dice que es más razonable usar la de la excéntrica porque es más simple y requiere sólo un movimiento. Habiendo optado por esta hipótesis, es necesario encontrar la excentricidad de la órbita del sol y la sección de la eclíptica donde se encuentra el apogeo. Ptolomeo no informa que Hiparco ya había realizado un buen cálculo de lo anterior con base en las mediciones con las que contaba de la duración del curso del sol desde el equinoccio de primavera al trópico de verano y de éste al equinoccio de otoño. Tomando los valores de $94 \frac{1}{2}$ y $92 \frac{1}{2}$ días respectivamente, Hiparco había determinado la excentricidad de la circunferencia del sol en $\frac{1}{24}$ del radio del círculo excéntrico y que su apogeo precede el trópico de verano por casi $24 \frac{1}{2}^\circ$. Hace entonces referencia a sus observaciones del año 133 de los equinoccios y el trópico de verano y dice que coinciden muy cercanamente con lo reportado por Hiparco. Desarrolla el cálculo de la excentricidad y posición del apogeo con esos datos y muestra que los resultados se corresponden con los de Hiparco, que reportó una duración de $88 \frac{1}{8}$ días para el cuadrante que va del equinoccio de otoño al trópico de invierno y $90 \frac{1}{8}$ días para el cuadrante que va del trópico de invierno al equinoccio de primavera. Cierra la sección con el cálculo de los puntos

⁷³ *Mathem.*, Γ', γ', pp. 216-232.

de la excéntrica en los que se alcanza la velocidad media del sol (que llama puntos de mayor diferencia entre los movimientos regulares e irregulares, porque es en estos puntos donde termina al movimiento más lento de la media y comienza el más rápido y viceversa)⁷⁴.

La siguiente sección consiste en demostrar que tanto la hipótesis de excentricidad como la de epiciclos pueden emplearse para calcular la corrección necesaria para conocer el movimiento del sol en cualquier parte de la eclíptica. Sin embargo, como la hipótesis de la excentricidad es más simple y más fácil de calcular, emplea ésta para desarrollar una tabla de las diferencias anómalas del curso del sol. Explica que, como será el caso cuando se trate de los planetas, divide los cuadrantes del apogeo en 15 secciones y los del perigeo en 30 porque, como en estos últimos los cuerpos se desplazan más velozmente, las diferencias son mayores para secciones angulares iguales⁷⁵.

Conduce la discusión al establecimiento de la época del movimiento medio del sol para poder encontrar su curso particular en cualquier momento. Nos informa que para ello utilizará los pasajes observados con más exactitud por él mismo y las observaciones astronómicas preservadas desde los tiempos del reinado de Nabonassar para calcular las épocas durante ese periodo a través de los movimientos medios ya definidos. Procede entonces a calcular la época del sol en el equinoccio de otoño con base en el modelo de la excéntrica. Hecho esto, refiere

⁷⁴ *Ídem*, Γ', δ', pp. 232-240.

⁷⁵ *Ídem*, Γ', ε', pp. 240-253.

la observación que realizó del equinoccio de otoño el 7 Athyr del año 17 de Adriano casi dos horas después del mediodía. Con lo que se ve que el sol en ese momento estaba en la época calculada. Después de contabilizar el tiempo transcurrido desde el primer día (Toth 1, en el calendario egipcio) del primer año del reinado de Nabonassar al mediodía (porque las épocas se establecen a partir del mediodía), establece la época del sol para esa fecha⁷⁶.

Con base en lo anterior, explica la manera en que se calcula el curso del sol para cualquier momento deseado usando el tiempo total desde la época hasta la fecha propuesta con referencia a la hora en Alejandría y usando las tablas de movimiento medio y la tabla de anomalía para encontrar los movimientos real y aparente del sol⁷⁷.

Culmina el libro hablando de la desigualdad de los días solares. Explica que, aunque la diferencia no es sensible, la duración real de los días solares es distinta en las diferentes épocas del año. Explica esto como efecto de la excentricidad del curso del sol, que distancia el curso aparente del sol de su curso regular en particular cerca del apogeo y el perigeo, y a la oblicuidad de la elíptica respecto del ecuador. Explica también la forma de calcular dichas diferencias para las distintas secciones de la eclíptica mediante el uso de la tabla de ascensiones en la esfera recta⁷⁸.

⁷⁶ *Ídem*, Γ', ζ', pp. 254-257.

⁷⁷ *Ídem*, Γ', η', pp. 257-258.

⁷⁸ *Ídem*, Γ', θ', pp. 258-263.

Como podemos ver en estas tres secciones, la discusión teórica depende en buena medida del sistema de observación tecnificada: la posición de los cuerpos celestes se describe como puntos en una esfera, con referencia al sistema formado por los arcos mayores del ecuador, la eclíptica y el meridiano de Alejandría. Para determinar las posiciones de los astros, se usa un procedimiento desarrollado y estandarizado a lo largo de siglos para evaluar, por ejemplo, la inclinación respecto del ecuador con gnómones y esferas armilares calibradas a partir de las colecciones de observaciones astronómicas centenarias de las longitudes, culminación y puesta de los cuerpos celestes.

La discusión se desvía de la naturaleza del universo como en el apartado anterior y se centra en el cálculo y predicción de la posición y movimiento de los cuerpos celestes con la intención de dar cuenta de las mediciones realizadas durante cerca de nueve siglos con el sistema de observación tecnificada descrito. Esto conlleva una constante evaluación de la precisión de las observaciones reportadas; es decir, de la confiabilidad de los instrumentos de observación utilizados y de los posibles errores humanos producto de la desviación de los procesos estandarizados de observación.

Es así como llegamos al punto en que teorías astronómicas relativas a la posición y movimiento de los cuerpos celestes se vuelven conmensurables -en el sentido propuesto en este trabajo- con respecto a las observaciones realizadas con este sistema de observación tecnificada, que forma la base de la observación astronómica en Occidente. En efecto, las hipótesis relativas a la inclinación de la

eclíptica respecto del ecuador o a la duración del año solar, por poner ejemplos, pueden contrastarse con las mediciones realizadas durante siglos con el sistema de observación astronómica que empleó Ptolomeo y, por extrapolación, también son comparables en ese sentido las teorías que producen dichas hipótesis. Como dichas teorías se comparan con referencia a observaciones que son neutrales para las teorías, se da una conmensuración *de facto* entre ellas. Así, la elección de teorías que produzcan resultados más acordes con las observaciones es racional en el sentido de que éstas dan resultados más precisos, deseables en contextos de importancia pragmática como era el cálculo astrológico en esas sociedades. En conclusión, la práctica astronómica que estos tres primeros libros del Almagesto de Ptolomeo revelan corresponde paradigmáticamente con lo que definí como prácticas científicas.

Conclusiones

En la primera parte de este trabajo propuse una teoría de las prácticas epistemológicas en la que se definían tres tipos de prácticas -ideológica, analítica y científica- que estaban demarcadas, en primer lugar, por la formulación de principios o teorías de la argumentación correcta y, en segundo lugar, por el desarrollo de sistemas de observación tecnificada y el impacto que todo esto tenía en las discusiones teóricas de la disciplina en cuestión¹. Procedí a una primera valoración empírica de la teoría para el caso de las ideas cosmológicas griegas de Homero a Ptolomeo².

Aunque esta primera aproximación empírica a la validación de la teoría adolece de múltiples defectos, en particular, su escasa comparabilidad, como se desprende de la discusión epistemológica del capítulo 2, creo que el trabajo empírico que reporto aquí proporciona algunos datos reveladores de la historia de la transformación de la cosmología griega para el periodo cubierto.

En primer lugar, resulta notable la importancia de los criterios que llamo de pertinencia, como la ortodoxia religiosa y mitológica, en la definición de las cosmologías de Homero y Hesíodo y la falta de comparabilidad entre ellas. También hay que resaltar la presencia de criterios de verosimilitud y plausibilidad en las áreas que no entran en conflicto con los criterios de pertinencia, como en el

¹ *Vid supra*, pp. 17-30.

² Sección 2 de este trabajo.

caso de las explicaciones del poder generativo de la lluvia o de la teoría de la dualidad universal.

En segundo lugar, es notable el cambio en los temas de discusión cosmológica al incluirse la argumentación analítica de las consecuencias lógicas de los distintos modelos cosmológicos propuestos en la etapa que caracterizo como cosmología filosófica griega, que comenzaría con Tales y terminaría, *grosso modo*, con Platón. Observamos aquí la operación de principios de argumentación como la reducción al absurdo o la deducción de consecuencias a partir de principios generales, lo que se corresponde con la caracterización que hice de las “prácticas analíticas”.

Al igual que en el caso anterior, la creciente importancia de los criterios de plausibilidad no elimina a los criterios de verosimilitud y pertinencia, sino que suele ser predominante en la definición de temas y su tratamiento, lo que da como resultado cosmologías cualitativamente diferentes a las de la etapa anterior. Por mencionar un solo rasgo: desaparecen las referencias a personalidades divinas particulares y se busca, en contraste, identificar los principios físicos del origen y funcionamiento del cosmos.

En tercer lugar, la constitución de grupos de especialistas en la observación tecnificada de fenómenos astronómicos modificó de nueva cuenta los temas centrales de discusión, derivando en el desarrollo de teorías geométricas de la posición y movimiento de los cuerpos celestes y su correspondencia con las

posiciones y movimientos observados con dicho sistema de observación tecnificada en distintas épocas y regiones.

Vemos en Ptolomeo que el interés central consiste en desarrollar modelos que se correspondan lo más posible con los *corpora* de observaciones tecnificadas con los que se contaba en esa época en la Alejandría de cultura helenística. Como se vio en el análisis de los tres primeros libros del Almagesto, lo anterior no excluye la operación de criterios de pertinencia y plausibilidad en este ejemplo de práctica científica.

Hasta donde concierne a esta incipiente valoración empírica, la hipótesis de trabajo planteada en el capítulo uno se verificó. No obstante, esto está muy lejos de constituir una base empírica sólida para la teoría presentada porque no se la puede tener por representativa y su confiabilidad y comparabilidad son muy limitadas.

Tal vez el resultado más importante de este trabajo es que es posible formular y valorar empíricamente teorías del cambio ideológico que permiten la comunicabilidad, la comparabilidad y la elección racional, a diferencia de la creencia en un relativismo fuerte y la consecuente idea metodológica de que el cambio ideológico sólo puede tratarse apropiadamente desde el llamado programa fuerte de sociología.

Epílogo epistemológico: Racionalidad y progreso en la ciencia

Entonces, las conclusiones anteriores se relacionan con los problemas de si la ciencia progresa y de si progresa de manera racional con algunas consecuencias interesantes. En primer lugar, la definición de las prácticas científicas permite dos posibles vías para el progreso racional en la ciencia:

- 1) Hay progreso racional en la ciencia si las teorías más recientes cumplen mejor con los lineamientos o teorías de la argumentación vigentes en la práctica.

- 2) Hay progreso racional en la ciencia si las teorías más recientes dan descripciones más precisas cuando se las mide con el mismo sistema de observación tecnificada.

Estas dos vías para el progreso racional en ciencia se añaden a otras opciones, como el cumplimiento con ciertos *desiderata* (como la habilidad para resolver enigmas, propuesta por Kuhn o la demostración del temple de la teoría propuesto por Popper). Ahora bien, más que buscar la mejor caracterización del progreso racional, creo que debemos contemplar todas las opciones y, como historiadores o sociólogos de la ciencia, la filosofía, la religión, o lo que sea, evaluar si, en casos particulares, hubo o hay alguna forma de progreso racional o no. Algo más que es importante anotar es que parece errónea la estrategia que normalmente se ha seguido en la filosofía de la ciencia de postular *a priori* la existencia o no de

progreso o de progreso racional en la ciencia o la manera en que esto sucede. Por el contrario, creo que es tarea de la historia y la sociología el determinar si, en casos específicos, hubo algún tipo de progreso, si éste fue racional, o si hubo alguna especie de cambio ideológico debido a sucesos políticos, descubrimientos o innovaciones, influencias culturales o cualquier otra cosa. Así, podríamos caracterizar una gran variedad de formas de progreso o de cambio teórico, tanto desde la investigación en historia y sociología, como desde la reflexión filosófica y clasificarlos en racionales, convencionales, políticos o lo que sea.

Creo que todo esto contribuye a responder y aclarar algunas cuestiones surgidas a partir de la propuesta de Kuhn alrededor de la racionalidad y el progreso en la ciencia:

1. Es cierto que la observación y la lógica no son suficientes para resolver disputas entre teorías³ y que se requieren criterios adicionales. Estos últimos pueden ser parte de lo que llamé criterios de pertinencia o plausibilidad. También es el caso que éstos pueden, aunque no de manera necesaria, influir en la comparación y elección de teorías. Una forma en la que esto puede suceder es distorsionando lo que percibimos⁴, pero la descripción detallada de este fenómeno es un problema de cognición que podría beneficiarse de los estudios en historia y sociología de todo tipo de sistemas de creencias, no solamente científicos.

³ Kuhn, *The Structure of Scientific Revolutions*: 93 y “Metaphor in science” en *The Road since Structure*, Chicago, University of Chicago Press, 2000a, [1997]: 204.

⁴ Brown, Harold I., “Incommensurability reconsidered” en *Studies in History and Philosophy of Science Part A*, Amsterdam, Elsevier, 36 (1), marzo 2005: 152.

2. La comunicación y la comparación racional entre teorías en competencia es posible cuando los científicos comparten un sistema de argumentación, como el de definición-axioma-teorema empleado por Descartes y Newton, por tomar un ejemplo de Brown⁵, o el tipo de geometría empleado por Ptolomeo o Copérnico o referirse a las mismas observaciones tecnificadas o desarrollar observaciones con el mismo sistema tecnificado y minimizar los desacuerdos relativos a criterios de pertinencia. Esto último podría hacerse por medio de conservar la mayor parte de la ontología (y los valores) presupuestos por la comunidad en las distintas teorías en competencia o poniendo especial atención en cómo promover cambios en dichas áreas. Algunos científicos pueden aprovechar lo anterior para promover sus teorías, esto es lo que atinadamente describe Brown como “tender puentes” (*bridging*, en inglés) entre teorías para promover la comunicación y la comparación. Evidentemente, es posible que, en algunos casos, algunos científicos no se aboquen a esto, con lo que la comunicación y comparación racionales se vuelva difícil o imposible. De nueva cuenta, la historia y la sociología tendrían que identificar cada uno de estos casos particulares. Por tanto, desde un punto de vista lógico, dos posibilidades importantes para las comparaciones racionales entre teorías son el análisis y la conmensuración.

Creo que este marco tiene algunas consecuencias epistemológicas y metodológicas importantes para el estudio de la filosofía, historia y sociología de la ciencia, ya que aporta una perspectiva más compleja y dinámica de la ciencia y

⁵ *Ídem*: 154-156.

del progreso, de manera que hay más espacio para investigar las características particulares de los casos de interés para los historiadores y sociólogos, sustituyendo generalizaciones muy amplias como “la física es científica y la historia no” o “las teorías científicas son inconmensurables” por la posibilidad de identificar prácticas científicas, analíticas o ideológicas en casos específicos en la historia o sociología de la ciencia para ver si algunas partes o algunas teorías son conmensurables o si esta conmensurabilidad se toma en cuenta en un caso determinado de cambio teórico.

Esta propuesta tiene una referencia circular en lo que respecta a las posibles prácticas en la filosofía, historia y sociología de la ciencia. Por ejemplo, algunas hipótesis acerca de alguna cuestión histórica particular podrían ser el resultado de una práctica ideológica y, por tanto, no sería comparable analítica o científicamente con otras hipótesis rivales. Podría también ser el resultado de prácticas analíticas si fue producida con atención a algunos lineamientos o teorías de la argumentación, con lo que podría evaluarse su corrección argumentativa y se la podría comparar analíticamente con otras hipótesis desarrolladas dentro del mismo marco argumentativo. Finalmente, podría ser producto de prácticas científicas si está relacionada con observaciones tecnificadas. Entonces podría ser conmensurada con hipótesis que se refirieran a las mismas observaciones tecnificadas. Un posible punto de discusión aquí es si algunas de estas prácticas son preferibles para la filosofía, la historia o la sociología de la ciencia.

Otros asuntos pendientes pueden ser el desarrollo de taxonomías más específicas de las prácticas, los criterios e, incluso, las comunidades epistémicas y sus diversas formas en el tiempo y el espacio, además de la definición de distintas formas de progreso, racional o no. El programa de Metateoría Cliométrica de Meehl⁶ es un interesante ejemplo de un marco teórico y de herramientas de análisis útiles para una empresa de ese tipo. De hecho, la propuesta de Meehl es un buen ejemplo del desarrollo de un sistema de observación tecnificado para el estudio del cambio científico, que podría convertirse en la base para la conmensuración de hipótesis en el área.

⁶ Paul E. Meehl, “Cliometric metatheory. The actuarial approach to empirical, history-based philosophy of science” en *Psychological Reports*, vol. 71, 1992: 339-467; “Cliometric metatheory II. Criteria scientists use in theory appraisal and why it is rational to do so” en *Psychological Reports*, vol. 91, 2002: 339-404, y “Cliometric metatheory III. Peircean consensus, verisimilitude and asymptotic method” en *The British Journal for the Philosophy of Science*, vol. 55, núm. 4: 615-643.

Bibliografía

Fuentes primarias

Apolodoro,

The Library, with an English Translation by Sir James George Frazer, 2 v., 2a ed., trad. del griego y notas por Sir J. G. Frazer, Cambridge, MA, Harvard University Press, 1921.

Hesíodo,

Teogonía, edición bilingüe, 2a ed., estudio gral., introd., vers. rítmica del griego y notas por Paola Vianello de Córdova, México, UNAM, 1986, CDXVII+34 p., (Bibliotheca Scriptorum Graecorum et Romanorum Mexicana).

Hesíodo,

Los trabajos y los días, edición bilingüe, 2a ed., introd., vers. rítmica del griego y notas por Paola Vianello de Córdova, México, UNAM, Instituto de Investigaciones Filológicas, Centro de Estudios Clásicos, 1986, CCCXCVII+27 p., (Bibliotheca Scriptorum Graecorum et Romanorum Mexicana).

Homero,

Ilíada, edición bilingüe, 3 v., introd., vers. rítmica del griego y notas por Rubén Bonifaz Nuño, México, UNAM, Coordinación de Humanidades, 1997, (Bibliotheca Scriptorum Graecorum et Romanorum Mexicana).

Ptolomeo, Claudio,

Syntaxis Mathematica, editado por J. L. Heiberg, Lipsia, B.G. Teubner, 1898, (Claudii Ptolemaei: Opera quae exstant omnia, vol. 1), escaneada por JGTL3@Excite.com bajo el cuidado de Joseph G. Leichter y disponible en Internet en <http://www.wilbourhall.org/pdfs/HeibergAlmagestViewing.pdf>, marzo 2007.

Varios,

Selección de textos de filósofos presocráticos en G. S. Kirk, J. E. Raven y M. Schofield, *Los filósofos presocráticos: Historia crítica con selección de textos*, 2a ed., vers. española de Jesús García Fernández, Madrid, Editorial Gredos, 1987, 702 p., (Biblioteca Hispánica de Filosofía), pp. 24-211.

Fuentes secundarias

Abetti, Giorgio,

Historia de la astronomía, 2ª ed., trad. del italiano por Alejandro Rossi, México, Fondo de Cultura Económica, 1966, 406 p., (Breviarios, 118).

Aréchiga Urtuzuástegui, Hugo,

La dispersión cultural en la ciencia, México, CEIICH-UNAM, 2004, (Conceptos).

Aróstegui, Julio,

La investigación histórica: teoría y método, Barcelona, Editorial Crítica, 1995, 460 p., (Historia y Teoría).

Aveni, Anthony F.

Skywatchers of Ancient Mexico, foreword by Owen Gingerich, Austin, Texas, University of Texas Press, 1980, 355 p.

Aveni, Anthony F. (comp.),

Astronomía en la América antigua, trad. del inglés por Luis Felipe Rodríguez Jorge, México, Siglo XXI, 1980, 325 p.

Bahn, Paul G. y Jean Vertut,

Journey through the Ice Age, Berkeley, University of California, 1997, 240 p., ilus., maps.

Bernal, John D.,

La ciencia en la historia, trad. del inglés por Eli de Gortari, México, UNAM, Dirección General de Publicaciones, 1960, 534 p.

Brown, Harold I.,

“Incommensurability reconsidered” en *Studies in History and Philosophy of Science Part A*, Ámsterdam, Elsevier, 36 (1), marzo 2005: 149-169.

Burke, Peter, (ed.),

Formas de hacer historia, vers. Española de José Luis Gil Aristu, Madrid, Alianza Editorial, 1994, 313 p., (Alianza Editorial, 765).

Campbell, Donald T.,

Methodology and Epistemology for Social Science: Selected Papers, ed. por E. Samuel Overman, Chicago, University of Chicago Press, 1988, 609 p.

Childe, Gordon,

Los orígenes de la civilización, trad. del inglés por Eli de Gortari, México, Fondo de Cultura Económica, 1965, 295 p., il., (Breviarios del Fondo de Cultura Económica, 92).

Chinchilla Pawling, Perla (comp.),

Historia e interdisciplinariedad, México, Universidad Iberoamericana, Departamento de Historia, 1994, 408 p., (Antologías Universitarias).

Chomsky, Noam,

The Architecture of Language, ed. por Nirmalangshu Mukherji, Bibudhendra Narayan Patnaik, Rama Kant Agnihotri, Nueva Delhi, Oxford University Press, 2000, XV+.89 p.

Christie, John R. R.,

“El desarrollo de la historiografía de la ciencia”, en *Historia, filosofía y enseñanza de la ciencia*, comp. e intr. por Sergio F. Martínez y Godfrey Guillaumin, México, UNAM, Instituto de Investigaciones Filosóficas, 2005: 43-65, (Filosofía de la ciencia).

Crowe, Michael J.,

Theories of the World from Antiquity to the Copernican Revolution, Nueva York, Dover, 1990, 226 p.

Derchain, Philippe,

“El mundo egipcio en tiempos de los Ptolomeos y de los Césares”, trad. del francés por Marcial Suárez, en Pierre Grimal (comp.), *El helenismo y el auge de Roma. El mundo mediterráneo en la Edad Antigua, II*, 14ª ed., México, Siglo XXI Editores, 1992, (Historia Universal Siglo XXI, 6), pp. 188-220.

Durkheim, Émile,

Las formas elementales de la vida religiosa, trad. del francés por I. J. Ludmer, Buenos Aires, Shapire, 1968, 457 p.

Estany, Anna,

“El papel de la historia de la ciencia en los estudios interdisciplinarios de la ciencia”, en *Historia, filosofía y enseñanza de la ciencia*, comp. e intr. por Sergio F. Martínez y Godfrey Guillaumin, México, UNAM, Instituto de Investigaciones Filosóficas, 2005: 291-303, (Filosofía de la ciencia).

Finley, M. I.,

“Los griegos”, trad. del inglés por P. Buckley, en Elena Cassin, Jean Bottéro y Jean Vercoutter (comps.), *Los imperios del antiguo Oriente III: la primera mitad del primer milenio*, 18ª ed., México, Siglo XXI Editores, 1992, (Historia Universal Siglo XXI, 4), pp. 255-305.

Fraser, P. M.,

Ptolemaic Alexandria, Oxford, Clarendon Press, 1972, XVI+816 pp.

Freedman, Karyn L.,

“Naturalized epistemology, or what the Strong Programme can't explain” en *Studies in History and Philosophy of Science Part A*, Amsterdam, Elsevier, 36 (1), marzo 2005: 135-148.

Gasull, Pepa y Dolors Molas,

“Los grandes Estados del área mediterránea (1200 a.C.-finales del siglo Vd.C.)”, en José-Ramón Juliá, *Atlas de historia universal*, 2 v., Barcelona, Editorial Planeta, 2000, t. 1, pp. 52-115.

Giere, Ronald, N.,

“Distributed Cognition in Epistemic Cultures” en *Philosophy of Science*, Chicago, University of Chicago Press, 69 (4), diciembre 2002: 637-644.

Ginzburg, Carlo,

Mitos, emblemas, indicios: Morfología e historia, tr. del italiano por Carlo Catroppi, Barcelona, Gedisa, 1989, 208 p., (Cla-de-ma).

Grimal, Pierre,

“El Oriente helenístico en el siglo III a. de C.”, trad. del francés por Marcial Suárez, en Pierre Grimal (comp.), *El helenismo y el auge de Roma. El mundo mediterráneo en la Edad Antigua, II*, 14ª ed., México, Siglo XXI Editores, 1992, (Historia Universal Siglo XXI, 6), pp. 188-220.

Guillaumin, Godfrey,

“Historia de la ciencia y filosofía de la ciencia: relaciones inestables e historicidad en la ciencia”, *Historia, filosofía y enseñanza de la ciencia*, comp. e intr. por Sergio F. Martínez y Godfrey Guillaumin, México, UNAM, Instituto de Investigaciones Filosóficas, 2005: 177-193, (Filosofía de la ciencia).

Guillaumin, Godfrey,

“De las teorías a las prácticas científicas: algunos problemas epistemológicos de la “nueva” historiografía de la ciencia”, en *Historia, filosofía y enseñanza de la*

ciencia, comp. e intr. por Sergio F. Martínez y Godfrey Guillaumin, México, UNAM, Instituto de Investigaciones Filosóficas, 2005: 43-65, (Filosofía de la ciencia).

Harris, Marvin,

Caníbales y reyes: Los orígenes de las culturas, tr. del inglés por Horacio González Trejo, Madrid, México, Alianza, 1987, 293 p.

Jaguaribe, Helio,

Un estudio crítico de la historia, 2 v., trad. del inglés por Carlos Ávila Flores, Graciela Noemí Bayúgar Faigenbaum y Ana Pulido Rull, México, Fondo de Cultura Económica, 2001.

Kienitz, Friedrich Karl,

“El Renacimiento Saíta”, trad. del alemán por Antón Dietrich, en Elena Cassin, Jean Bottéro y Jean Vercoutter (comps.), *Los imperios del antiguo Oriente III: la primera mitad del primer milenio*, 18ª ed., México, Siglo XXI Editores, 1992, (Historia Universal Siglo XXI, 4), pp. 231-254.

Kirk, G. S. J. E. Raven y M. Schofield,

Los filósofos presocráticos: Historia crítica con selección de textos, 2a ed., vers. española de Jesús García Fernández, Madrid, Editorial Gredos, 1987, 702 p., (Biblioteca Hispánica de Filosofía).

Kitcher, Philip,

El avance de la ciencia: Ciencia sin leyenda, objetividad sin ilusiones, trad. del inglés por Héctor Islas y Laura Manríquez, México, Universidad Nacional Autónoma de México – Instituto de Investigaciones Filosóficas, 2001, 578 p., (Colección Filosofía de la Ciencia).

Koyré, Alexandre,

Estudios de historia del pensamiento científico, 3ª ed., trad. de Encarnación Pérez Sedeno y Eduardo Bustos, México, Siglo XXI, 1980, 394 p.

Kuhn, Thomas S.,

“The Function of Measurement in Modern Physical Science” en *Isis*, Chicago, The University of Chicago Press, 52 (2), 1961: 161-193.

-----, *The Structure of Scientific Revolutions*, 3ª ed., Chicago, The University of Chicago Press, 1996, XIV+212 p.

-----, *La revolución copernicana: La astronomía planetaria en el desarrollo del pensamiento occidental*, trad. de Domenec Bergada, Barcelona, México, Editorial Ariel, 1978, 378 p.

-----, “Metaphor in science” en Thomas S. Kuhn, *The Road since Structure: Philosophical Essays, 1970-1993, with an Autobiographical Interview*, ed. por

James Conant y John Haugeland, Chicago, The University of Chicago Press, 2000 [1979]: 196–207.

-----, “Commensurability, Comparability, Communicability”, en Thomas S. Kuhn, *The Road since Structure: Philosophical Essays, 1970-1993, with an Autobiographical Interview*, ed. por James Conant y John Haugeland, Chicago, The University of Chicago Press, 2000 [1983]: 33–57.

-----, “Rationality and Theory Choice”, en Thomas S. Kuhn, *The Road since Structure: Philosophical Essays, 1970-1993, with an Autobiographical Interview*, ed. por James Conant y John Haugeland, Chicago, The University of Chicago Press, 2000 [1983]: 208–215.

-----, “Possible worlds in history of science” en Thomas S. Kuhn, *The Road since Structure: Philosophical Essays, 1970-1993, with an Autobiographical Interview*, ed. por James Conant y John Haugeland, Chicago, The University of Chicago Press, 2000 [1989]: 58–89.

-----, “The natural and the human sciences” en Thomas S. Kuhn, *The Road since Structure: Philosophical Essays, 1970-1993, with an Autobiographical Interview*, ed. por James Conant y John Haugeland, Chicago, The University of Chicago Press, 2000 [1991]: 216–223.

-----, "The road since structure" en Thomas S. Kuhn, *The Road since Structure: Philosophical Essays, 1970-1993, with an Autobiographical Interview*, ed. por James Conant y John Haugeland, Chicago, The University of Chicago Press, 2000 [1991]: 90–104.

-----, "The trouble with the historical philosophy of science" en Thomas S. Kuhn, *The Road since Structure: Philosophical Essays, 1970-1993, with an Autobiographical Interview*, ed. por James Conant y John Haugeland, Chicago, The University of Chicago Press, 2000 [1992]: 105–120.

LaCapra, Dominick,

Rethinking Intellectual History: Texts, Contexts, Language, Ithaca, Nueva York, Cornell University Press, 1983, 350 p.

Lakatos, Imre,

"History of Science and its Rational Reconstructions", en R. Buck y R. Cohen (comps.), *Boston Studies in the Philosophy of Science*, vol. 8, Dordrecht, Reidel, 1971, pp. 91-135.

Lamb, David (ed.),

New Horizons in the Philosophy of Science, Aldershot, Avebury Ashgate Publishing Limited, 1992, VII+191 p.

Laudan, Larry,

“La historia de la ciencia y la filosofía de la ciencia”, en *Historia, filosofía y enseñanza de la ciencia*, comp. e intr. por Sergio F. Martínez y Godfrey Guillaumin, México, UNAM, Instituto de Investigaciones Filosóficas, 2005: 131-146, (Filosofía de la ciencia).

Laudan, Rachel,

“La “nueva” historia de la ciencia: implicaciones para la filosofía de la ciencia”, en *Historia, filosofía y enseñanza de la ciencia*, comp. e intr. por Sergio F. Martínez y Godfrey Guillaumin, México, UNAM, Instituto de Investigaciones Filosóficas, 2005: 121-130, (Filosofía de la ciencia).

Lindberg, David C.,

Los inicios de la ciencia occidental. La tradición científica europea en el contexto filosófico, religioso e institucional (desde el 600 a. C. hasta 1450), Barcelona, Paidós, 1993, 507 p. (Paidós Orígenes, 35).

Lloyd, Geoffrey, Sir,

“Ciencia y civilización en China”, en http://portal.uned.es/portal/page?_pageid=93,1000611&_dad=portal&_schema=PORTAL, 30 de octubre de 2008.

Mason, Stephen F.,

Historia de las ciencias, 5 vols., tr. Carlos Solís Santos, Madrid, Alianza Editorial, 2001, v. 1, (Área de conocimiento: Ciencia y técnica, 2507).

Meehl. Paul E.,

“Cliometric metatheory. The actuarial approach to empirical, history-based philosophy of science” en *Psychological Reports*, vol. 71, 1992, pp. 339-467.

-----, “Cliometric metatheory II. Criteria scientists use in theory appraisal and why it is rational to do so” en *Psychological Reports*, vol. 91, 2002, pp. 339-404.

-----, “Cliometric metatheory III. Peircean consensus, verisimilitude and asymptotic method” en *The British Journal for the Philosophy of Science*, Oxford, Oxford University Press, 55 (4), diciembre 2004: 615-643.

Mélèze Modrzejewski, Joseph,

The Jews of Egypt: From Rameses II to Emperor Hadrian, pref. de Shaye J. D. Cohen, trad. del hebreo por Robert Cornman, Philadelphia, The Jewish Publication Society, 1995, XXII+282 pp., il.

Myśliwiec, Karol,

The Twilight of Ancient Egypt: First Millenium B.C.E., trad. del alemán por David Lorton, Ithaca, Nueva York, Cornell University Press, 2000, XV + 232 p., il.

Nickles, Thomas,

“¿Cuál es la relación entre la filosofía de la ciencia y la historia de la ciencia?”, en *Historia, filosofía y enseñanza de la ciencia*, comp. e intr. por Sergio F. Martínez y Godfrey Guillaumin, México, UNAM, Instituto de Investigaciones Filosóficas, 2005: 195-224, (Filosofía de la ciencia).

Papavero, Nelson, Jorge Llorente-Bousquets, David Espinosa Organista,

Historia de la biología comparada. Desde el Génesis hasta el siglo de las Luces, 5 vols., México, UNAM, 1995, vol. 1. *Del Génesis a la caída del Imperio Romano de Occidente*, 203 p., il.

Papineau, David (ed.),

The Philosophy of Science, Oxford, Oxford University Press, 1996, VI+339 p. (Oxford Readings in Philosophy).

Parain, Brice, (dir.),

Historia de la filosofía Siglo veintiuno. Volumen 1: El pensamiento prefilosófico y oriental. Egipto – Mesopotamia – Palestina – India - China, 15ª ed., tr. por María Esther Benítez, México, Siglo Veintiuno Editores, 1999, 391 p., (Historia de la Filosofía, v.1).

Parsons, Edward,

“Appendix to Chapter XIV”, *The Alexandrian Library*, Londres, 1952, disponible en línea en <http://www.humanist.de/rome/alexandria/alex2.html>, consultado el 4 noviembre de 2008.

Pomeroy, Sarah B., Stanley M. Burstein, Walter Donlan y Jennifer Tolbert Roberts, *Ancient Greece: A Political, Social, and Cultural History*, Nueva York, Oxford University Press, 1999, 514 p., il., map.

Popper, Karl,

The Logic of Scientific Discovery, London, Routledge, 1992, 413 p., il., (Routledge Classics).

Scheidel, Walter,

“Creating a Metropolis: A Comparative Demographic Perspective”, en W. V. Harris y Giovanni Ruffini (eds.), *Ancient Alexandria between Egypt and Greece*, Boston, Brill Leiden, 2004, XXII+296 pp., il.

Shapin, Stephen,

“Disciplina y delimitación: la historia y la sociología de la ciencia a la luz del debate externismo-internismo”, en *Historia, filosofía y enseñanza de la ciencia*, comp. e intr. por Sergio F. Martínez y Godfrey Guillaumin, México, UNAM, Instituto de Investigaciones Filosóficas, 2005: 67-119, (Filosofía de la ciencia).

Snow, C. P.,

The Two Cultures, and a second look, London, Cambridge University Press, 1980,
102 p.

Spraje, Ivan,

Venus, lluvia y maíz: Simbolismo y astronomía en la cosmovisión mesoamericana,
México, Instituto Nacional de Antropología e Historia, 1996, 176 p., (Serie
Antropología).

Steele, J. M.,

“Celestial Measurement in Babylonian Astronomy”, *Annals of Science*, Oxon,
Reino Unido, Taylor & Francis, 64 (3), julio 2007: 293-325.

Stevens, Stanley Smith,

“On the theory of scales of measurement” en *Science*, vol. 103, 1946: 677-680.

Taliaferro, R. Catesby,

“Introduction”, en Claudio Ptolomeo, *The Almagest*, intr., trad. del griego y
comentarios por R. Catesby Taliaferro [1938], *Chicago, The University of Chicago
Press*, 1952, (Encyclopaedia Britannica, Great Books of the Western World, 15).

Thalman, William G.,

The Swineherd and the Bow: Representations of Class in the Odyssey, Ithaca,
Nueva York, Cornell University Press, 1990, 330 p.

Thoorens, Léon,

Panorama de las literaturas Daimon 1: De Sumer a la Grecia clásica. Mesopotamia – Egipto – Palestina – Persia – Grecia, tr. del francés por J. A. Quintanilla, Barcelona, Ediciones Daimon, 1968, 315 p., (Historia Universal de la Literatura).

Thuillier, Pierre,

De Arquímedes a Einstein: Las caras ocultas de la invención científica, tr. del francés por Amalia Correa, 2 vols., Madrid, Alianza Editorial, 1990, (El Libro de Bolsillo. Sección Ciencia y Técnica).

Thurston, Hugh,

Early Astronomy, Nueva York, Springer-Verlag, 1996, 268 p.

Vernant, Jean-Pierre,

Los orígenes del pensamiento griego, tr. del francés por Marino Ayerra, Barcelona, Paidós, 1992, 145 p., (Paidós Studio, 88).

Vianello de Córdoba, Paola

“Estudio general”, en Hesíodo, *Teogonía*, edición bilingüe, 2a ed., estudio gral., introd., vers. rítmica del griego y notas por Paola Vianello de Córdoba, México, UNAM, 1986, CDXVII+34 p., (Bibliotheca Scriptorum Graecorum et Romanorum Mexicana).

-----, "Introducción", en Hesíodo, *Teogonía*, edición bilingüe, 2a ed., estudio gral., introd., vers. rítmica del griego y notas por Paola Vianello de Córdoba, México, UNAM, 1986, CDXVII+34 p., (Bibliotheca Scriptorum Graecorum et Romanorum Mexicana).

-----, "Notas al texto griego", en Hesíodo, *Teogonía*, edición bilingüe, 2a ed., estudio gral., introd., vers. rítmica del griego y notas por Paola Vianello de Córdoba, México, UNAM, 1986, CDXVII+34 p., (Bibliotheca Scriptorum Graecorum et Romanorum Mexicana).

-----, "Notas al texto español", en Hesíodo, *Teogonía*, edición bilingüe, 2a ed., estudio gral., introd., vers. rítmica del griego y notas por Paola Vianello de Córdoba, México, UNAM, 1986, CDXVII+34 p., (Bibliotheca Scriptorum Graecorum et Romanorum Mexicana).

-----, "Introducción", en Hesíodo, *Los trabajos y los días*, edición bilingüe, 2a ed., introd., vers. rítmica del griego y notas por Paola Vianello de Córdoba, México, UNAM, Instituto de Investigaciones Filológicas, Centro de Estudios Clásicos, 1986, CCCXCVII+27 p., (Bibliotheca Scriptorum Graecorum et Romanorum Mexicana).

-----, "Notas al texto griego", en Hesíodo, *Los trabajos y los días*, edición bilingüe, 2a ed., introd., vers. rítmica del griego y notas por Paola Vianello de Córdoba, México, UNAM, Instituto de Investigaciones Filológicas, Centro de

Estudios Clásicos, 1986, CCCXCVII+27 p., (Bibliotheca Scriptorum Graecorum et Romanorum Mexicana).

-----, "Notas al texto español", en Hesíodo, *Los trabajos y los días*, edición bilingüe, 2a ed., introd., vers. rítmica del griego y notas por Paola Vianello de Córdova, México, UNAM, Instituto de Investigaciones Filológicas, Centro de Estudios Clásicos, 1986, CCCXCVII+27 p., (Bibliotheca Scriptorum Graecorum et Romanorum Mexicana).

Vicedo, Marga,

"¿Es pertinente la historia de la ciencia en la filosofía de la ciencia?", en *Historia, filosofía y enseñanza de la ciencia*, comp. e intr. por Sergio F. Martínez y Godfrey Guillaumin, México, UNAM, Instituto de Investigaciones Filosóficas, 2005: 225-234, (Filosofía de la ciencia).

Fuentes de consulta

“Acimut”, en Diccionario de la lengua española, Vigésima segunda, Real Academia Española, http://buscon.rae.es/drae/SrvltConsulta?TIPO_BUS=3&LEMA=acimut, 10 de marzo de 2008.

“Astronomy”, en The Concise Oxford Dictionary of English Etymology, *apud* <http://www.encyclopedia.com/doc/1O27-astronomy.html>, 31 de octubre de 2007.

“Cenit”, en Diccionario de la lengua española, Vigésima segunda, Real Academia Española, http://buscon.rae.es/drae/SrvltConsulta?TIPO_BUS=3&LEMA=cenit, 10 de marzo de 2008.

“Commensurability (mathematics)”, en [http://en.wikipedia.org/wiki/Commensurability_\(mathematics\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Commensurability_(mathematics)), 18 de junio de 2007.

“Cosmology”, en The Concise Oxford Dictionary of World Religions, *apud* <http://www.encyclopedia.com/doc/fullarticle/1O101-Cosmology.html>, 10 de octubre de 2007.

Pabón S. de Urbina, José M.,
Diccionario manual griego-español: con un apéndice gramatical, 18ª ed.,
Barcelona, VOX, 1999, 711 p.

Dictionary Entry Lookup, en Perseus Tools and Information,
<http://www.perseus.tufts.edu/cgi-bin/resolveform>, octubre 2006.

Greek Words in Context, en Perseus Tools and Information,
<http://www.perseus.tufts.edu/cgi-bin/vor?lang=greek>, octubre 2006.

“Isomorphism”, en Wikipedia, <http://en.wikipedia.org/wiki/Isomorphism>, 18 de junio de 2007.