



HISTORIA Y TEORÍA
EN EL PENSAMIENTO
GEOGRÁFICO
DESDE HOMERO
HASTA COPÉRNICO

Graciela Mugica



HISTORIA
Y TEORÍA
EN EL
PENSAMIENTO
GEOGRÁFICO



**UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL LITORAL**

 **ediciones UNL**

Consejo Asesor
Colección Cátedra
Miguel Irigoyen
Bárbara Mántaras
Gustavo Martínez
Isabel Molinas
Héctor Odetti
Ivana Tosti

Dirección editorial
Ivana Tosti
Coordinación editorial
María Alejandra Sedrán
Coordinación diseño
Alina Hill
Coordinación comercial
José Díaz

Corrección
Lucía Bergamasco
Diagramación interior y tapa
TED tintas

© Ediciones UNL, 2022.

—
Sugerencias y comentarios
editorial@unl.edu.ar
www.unl.edu.ar/editorial

Mugica, Graciela
Historia y teoría en el pensamiento geográfico.
Desde Homero hasta Copérnico / Graciela
Mugica; prólogo de Dante Edin Cuadra – 1a ed. –
Santa Fe: Ediciones UNL, 2022.
Libro digital, PDF/A – (Cátedra)

Archivo Digital: descarga y online
ISBN 978-987-749-368-9

1. Geografía. 2. Historia. 3. Grecia.
I. Cuadra, Dante Edin, prolog. II. Título.
CDD 914.95

© Graciela Mugica, 2022.
© del prologuista, Dante Edin Cuadra, 2022.



Historia y teoría en el pensamiento geográfico

**Desde Homero
hasta Copérnico**

Graciela Mugica



COLECCIÓN
CÁTEDRA

Índice

AGRADECIMIENTOS / 7

PRÓLOGO / 8

PREFACIO / 12

INTRODUCCIÓN / 14

1. LOS INICIOS DEL PENSAMIENTO RACIONAL EN EL MUNDO GRIEGO / 17

Las escuelas de pensamiento científico–filosófico / 17

El origen y el cambio / 19

Los filósofos naturalistas / 20

Platón / 22

La cosmología aristotélica / 23

Los movimientos regulares del universo geocéntrico / 28

La Tierra inmóvil en el centro del universo / 30

Aristarco de Samos, el antecesor de Copérnico / 30

Filosofía y ciencia en el mundo helenístico / 31

La ciencia en el mundo del helenismo / 33

2. EL MOVIMIENTO EN LA REGIÓN SUPRALUNAR / 34

La conexión imaginaria entre el cielo y la Tierra / 34

La Geografía matemática o Geografía general / 35

Estrabón y los postulados de la física aristotélica / 35

Geografía y Astronomía / 36

La esfera armilar / 37

3. LOS DOMINIOS DEL SABER EN LOS ORÍGENES DEL PENSAMIENTO GEOGRÁFICO / 51

Las concepciones de Homero / 51

Piteas / 54

Eratóstenes, el segundo Platón / 55

Polibio, el historiador / 58

Hiparco, el matemático / 58

Posidonio, el gran filósofo / 60

Plinio el viejo / 63

Estrabón / 63

4. LA UNIDAD ENTRE EL CIELO Y LA TIERRA / 67

La representación cartográfica del mundo habitado / 67

El desafío del geógrafo en las épocas helénica y helenística / 68

Las consideraciones de Eratóstenes / 73

Las consideraciones de Estrabón / 74

La regionalización del mundo habitado / 75

La integración de Iberia, la periferia occidental / 79
La integración de la periferia asiática / 81
Los razonamientos sobre la posición de la India / 84

5. LA NATURALEZA DEL MUNDO SUBLUNAR / 88

La esfericidad en la región sublunar / 88
El porqué de los depósitos de restos fósiles / 89
Las hipótesis sobre la actividad sísmica / 93
Los procesos de sedimentación / 95
La atmósfera en tiempos griegos / 97
El determinismo de los climas / 101
Las divisorias de agua según Aristóteles en la esfera líquida / 105
Los ríos, un don de Dios / 106
Los mares / 108
Las corrientes de los estrechos / 109

6. LA INTERPRETACIÓN ASTROLÓGICA DEL MUNDO HABITADO / 110

Geografía astrológica de Claudio Ptolomeo / 110
El Tetrabiblos: el poder de los cielos / 113
El determinismo astrológico / 113
La Tierra, a imagen y semejanza del cielo / 114
Los límites de la región astral / 115
La influencia del zodiaco en el clima de la ecúmene / 117
Los estados del cielo y la marcha del tiempo en la ecúmene / 118
Los siete planetas del mundo antiguo / 124
Los límites en la ecúmene / 126
La relación entre los planetas y signos zodiacales. Los cuatro trígonos / 127

7. EL DECLINAR DEL GEOCENTRISMO / 133

El pensamiento geográfico en la ciencia bizantina / 133
La ciencia en Oriente / 134
La ciencia en Occidente / 136
El gran problema filosófico / 137
La ciencia medieval como transición hacia la revolución científica
de los siglos XVI y XVII / 140
El pensamiento geográfico entre el cosmos pagano y el cosmos cristiano / 142
La geografía de la Edad Media / 146
La inversión del movimiento, desde la Tierra al cielo / 148

CONSIDERACIONES FINALES / 150

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS / 153

SOBRE LA AUTORA / 155

*A mis padres:
Mirta Noemí
José Humberto*

Agradecimientos

A una gran amiga, la doctora Adriana Martino, especialista en Historia Griega, catedrática de la Facultad de Filosofía y Letras de la Universidad de Buenos Aires. Compañera de trabajo quien me dejó su sabiduría, su experiencia y su conocimiento en el tema. Me dedicó el tiempo necesario para trasladarme imaginariamente al contexto de hechos históricos que ella conocía muy bien.

Agradezco en su memoria el aporte de conocimiento que me diera en sus entrevistas y escritos cronológicos.

Su ausencia demasiado temprana y hasta sorpresiva al momento de redactar este libro deja un profundo vacío por el silencio de sus críticas que no serán escuchadas, por la llegada solitaria al punto final.

PRÓLOGO

Una condición necesaria para que una disciplina se mantenga fuerte y vigorosa, tanto en su dimensión interna como en los impactos que pudiera generar sobre el campo científico y sociocultural en general, es que la comunidad de actores que la representan velen y trabajen por su salud epistemológica. La Geografía, durante gran parte de su historia ha sido blanco de críticas, justamente por adolecer de debilidad teórica o, en otras palabras, de flaqueza epistemológica. Existe, entre los cultores de la disciplina, una tradicional conducta de que —una vez graduados— corresponde lanzarse a la producción geográfica en términos concretos, operativos y procedimentales, herencia proveniente de la empiria aristotélica. Inversamente, son pocos los que se plantean la ardua y delicada empresa de destinar, aunque sea una parte de su tiempo, al conocimiento genético, evolutivo y profundo de la disciplina que cultivan, a la reflexión sobre la teoría de la ciencia, las perspectivas que dinamizan su esencia y los itinerarios por los que discurre el pensamiento geográfico. Sin embargo, se advierte un despertar alentador en algunos países latinoamericanos, una preocupación genuina por entender los imbricados orígenes de la Geografía y su proceso constitutivo desarrollado durante más de veinte siglos.

El trabajo de la profesora y magíster Graciela Mugica, una estudiosa de la filosofía de la ciencia, responsable de la cátedra Epistemología y Metodología de la Investigación en la Facultad de Humanidades y Ciencias de la Universidad Nacional del Litoral (Argentina), lleva por título *Historia y teoría en el pensamiento geográfico. Desde Homero hasta Copérnico* y, en el mismo, nos propone un paseo sumamente interesante por las etapas en que el conocimiento geográfico tuvo su gestación y desarrollo como dimensión epistémica.

Conocer esa historia de la Geografía es clave para entender el proceso posterior acontecido en la disciplina y, sobre todo, para comprender el presente de la Geografía en el campo de la ciencia.

A lo largo de siete capítulos concatenados, la autora ha logrado el difícil desafío de sintetizar las ideas, paradigmas, modelos, enunciados y representaciones en una sucesión cronológica de hechos que reflejan la historia de una episteme legitimada y construida desde la observación y la descripción, pero también desde lo teórico y lo hipotético a lo largo del tramo comprendido entre los siglos VII a. C. y XV d. C. Tal periodo se inicia con la contribución de los griegos (época helénica clásica y helenismo) y atraviesa la dilatada, asombrosa, oscura, diversa y cambiante Edad Media, en cuyas postrimerías se lograban divisar algunas concepciones y planteos que más tarde, en la Modernidad, llevarían a una impactante revolución científica y, por supuesto, geográfica, con la aceptación del paradigma heliocéntrico.

Como expresa la autora «retornar a las raíces del conocimiento geográfico es recuperar las bases teóricas y prácticas de su origen sustentado en el vaivén de esquemas de explicación mitológica a esquemas de explicación más racionales».

En el texto encontramos, con gran detalle y prolijidad, las diferentes concepciones del mundo (cosmovisiones) desde las cuales se interpretó la realidad y, también, cómo el conocimiento geográfico ha estado sujeto a diferentes matices, pasando desde lo místico y astrológico, a lo racional y empírico. Se trata de un meticuloso viaje por la génesis y el desarrollo del pensamiento geográfico, que le brinda al lector un caudal de referencias y elementos que enriquecen la comprensión sobre el itinerario de la disciplina desde los inicios del pensamiento racional en el mundo griego, cuando las fronteras entre los saberes no estaban tan marcadas, pero no obstante se reconocía a la Geografía como la cuarta ciencia en importancia, después de la Física, Astronomía y Geometría con las cuales sostenía estrechas y profundas relaciones.

Como producción intelectual, es un trabajo bienvenido y sumamente oportuno en tiempos en que la Geografía necesita reencontrarse con sus orígenes y principios fundamentales

para no perderse en la vorágine de datos, perspectivas y diversidad de posturas ideológicas que caracterizan el presente de la disciplina.

Entender la Tierra, el sistema solar y el universo ha sido —y sigue siendo— una empresa difícil y compleja que ha desafiado al intelecto humano desde la antigüedad: observaciones, mediciones, supuestos, hipótesis, especulaciones, inferencias, conjeturas, ensayos, modelos, teorías, interpretaciones, asociaciones, debates, refutaciones, posturas erróneas, imperfectas, imprecisas o acertadas fueron necesarios para que en la historia del conocimiento, incluidas las tecnologías, se realizaran los ajustes y comprobaciones a los fines de llegar a algunas certezas y al surgimiento de nuevas preguntas.

El trabajo realizado pone de manifiesto que el conocimiento es producto de la construcción colectiva e historizada, del aporte de cultores, escuelas y sociedades mediados por circunstancias temporales e ideológicas (socioculturales) que marcaron rumbos en el pensamiento científico e impulsaron su evolución. En este devenir, el contenido del libro también nos invita a reflexionar desde dónde se pensó la Geografía en el transcurso de la historia: Grecia y el mar Egeo ocupaban el centro del mundo en la etapa constitutiva de la ciencia geográfica, luego ese foco se desplazó a Roma y posteriormente a Bizancio, dando lugar a preguntas trascendentes sobre el lugar y la dinámica de la Tierra y el universo, los límites del mundo, de la ecúmene y las formas de explicar los hechos y fenómenos naturales (terremotos, sismos, vientos, cuerpos y cursos de aguas, mareas, erosión, sedimentación, evaporación, lluvias, escarcha, granizo, etcétera).

Viajes, exploraciones, campañas y conquistas fueron ampliando ese mundo mediterráneo-céntrico y las ideas sobre tierras, países, ecúmene y etnias, generando cambios también en la cartografía, es decir, en las representaciones de esos territorios.

La conflictividad entre concepciones religiosas y doctrinas filosóficas, sobre todo en el medioevo, representa otro de los temas abordados por la autora, dadas las implicaciones que tendría sobre la ciencia durante esa larga y sombría etapa de la humanidad.

El trabajo concluye con la aparición de la hipótesis de una Tierra en movimiento, antesala de la revolución copernicana, que afectaría la centralidad otorgada a nuestro planeta, con el consecuente quiebre entre la Geografía y la Astronomía e, incluso, el desafío de construir una nueva ciencia Física, lo que llevó a intentar ciertas conciliaciones entre la fe y la razón durante los últimos siglos de la Edad Media. Pero la Modernidad ya estaba a las puertas y muchas concepciones vigentes (hegemónicas) —impregnadas de determinismos referidos a una Tierra fija en el centro del universo, el cual se movía en sumisión a su alrededor y, asimismo, una ecúmene restringida al pequeño mundo conocido (en torno al Mar Mediterráneo y algunos territorios próximos de Europa, África y Asia)—, serían letalmente cuestionadas. No obstante, como verdades relativas y aún sin certezas, fueron imprescindibles para la evolución de la Geografía y de otros campos del conocimiento que actualmente gozan de un reconocido estatus científico-académico.

Es de esperar que esta contribución realizada por la Graciela Mugica ayude a una comprensión más acabada sobre el origen, esencia y desarrollo de la Geografía y, a la vez, genere el interés, tan necesario en nuestra disciplina, por los temas vinculados a la teoría del conocimiento y a la epistemología de la Geografía.

Dante Edin Cuadra
Septiembre de 2021

PREFACIO

El pensamiento geográfico involucra por lo menos más de veinte siglos de historia, de teoría, de reflexiones filosóficas, métodos y diferentes contextos, sociales y políticos.

La reconstrucción de la historia y teoría en el pensamiento geográfico corresponde al periodo de la ciencia construida en el paradigma geocéntrico o aristotélico, comprendido desde el siglo VII a. C. hasta el siglo XVI d. C. Su lectura requiere situarse mentalmente en aquel tiempo histórico y en la forma de interpretar el mundo, que desde la matemática se validaba en la figura geométrica del círculo. En el pensamiento aristotélico, la figura del círculo representaba el universo en movimiento con un punto central ocupado por la tierra inmóvil y esférica.

Esta estructura de universo sostenida por equilibrio simétrico de sus partes contenía la idea de un espacio absoluto, finito, plenum y limitado. Más allá de estos límites no existía materia, ni espacio ni vacío.

Por otra parte, su lectura deberá efectuarse teniendo presente que el conocimiento racional y empírico se fue gestando desde una porción muy reducida de la tierra, llamada *la ecúmene* situada en el hemisferio norte entre las latitudes de 66° y 12°. Las observaciones, astronómicas se realizaban desde la latitud de 36° N, considerado el horizonte de observación de los griegos.

La sucesión cronológica de hechos refleja que la historia de su episteme fue legitimada y construida desde la observación como de la descripción, pero también desde lo teórico y lo hipotético.

En el primer capítulo, *Los inicios del pensamiento racional en el mundo griego* se hace referencia a las primeras escuelas filosóficas en el mundo racional el surgimiento de las teorías de Platón y Aristóteles, con énfasis sobre los fundamentos teóricos y estructura de la esfericidad del universo.

El capítulo 2, *El movimiento en la región supralunar* se presenta la jerarquización del conocimiento, entre ellos la Geografía, necesaria para descubrir la regularidad y orden del cosmo. En ese marco de racionalidad, el orden cósmico debía ser reflejado en la tierra buscando explicar sus movimientos, desde la hipótesis de conexión cielo y Tierra.

En el tercer capítulo, *Los dominios del saber en los orígenes del pensamiento geográfico* se indagan sobre las contribuciones filosóficas–teóricas de sabios, que aportaron a la Geografía como Homero, Piteas, Eratóstenes, Polibio, Hiparco, Posidonio, Estrabón.

En el capítulo 4, *La unidad entre el cielo y la Tierra* hace referencia a la tarea encomendada al geógrafo, el de precisar y cartografiar el mundo habitado en el marco de la estructura geocéntrica, guardando las precisiones de regularidad y orden del universo.

El capítulo 5, *La naturaleza del mundo sublunar*, examina los movimientos de la región sublunar, buscando una explicación en contraste con el supuesto aristotélico de orden y regularidad universal.

En el capítulo 6, *Geografía astrológica de Claudio Ptolomeo*. En este capítulo se expone otra forma de explicar los fenómenos naturales como el comportamiento y distribución de los pueblos en función a las constelaciones del zodiaco.

En el capítulo 7, *El declinar del geocentrismo*, se intenta mostrar cómo las condiciones ligadas a las cuestiones religiosas y filosóficas influyeron en la producción y práctica no solo del conocimiento geográfico sino también el del conocimiento en general.

Introducción

En el presente libro se expone el contexto histórico dentro del cual se delineó el pensamiento geográfico entre el siglo VII a. C. hasta los albores de la revolución Copernicana del siglo XVI.

En un principio, la Geografía estuvo ceñida a un esquema de pensamiento arcaico, anterior al siglo VII, donde el mito fue el criterio de verdad para explicar fenómenos naturales. Por ejemplo, creencias vinculadas con lo divino explicaban la ocurrencia de los fenómenos naturales violentos, interpretadas como furia o bondades de los dioses.

Aproximadamente, en el siglo VII a. C. comienza en Grecia un pensamiento racional a partir del cual se instituyen los marcos teóricos como las conocidas teorías platónica y aristotélica, dentro de las cuales se interpretan de una manera más científica las manifestaciones en la naturaleza.

La teoría Platónica priorizaba la razón sobre las sensaciones, se buscaban ideas y conceptos. Lo empírico pasaba a ser secundario y relegado a la servidumbre. En cambio, la teoría Aristotélica más vinculada al mundo real, fijó las condiciones de posibilidad de un conocimiento más empírico, que vendría a tornarse experimental en la ciencia moderna.

Sobre esta base teórica comenzó a emerger un conocimiento al que llamaron *Geografía* considerada como la cuarta ciencia más importante de la antigüedad después de la Física, la Astronomía y la Geometría.

Para los griegos, *Geografía* significaba, por un lado, representar cartográficamente el mundo conocido, llamado la *ecúmene*. Para su cartografiado era necesario tener referencias sobre su posición, distancias, formas, pueblos cercanos o lejanos. Esa información fluía por medio de dos líneas, una de ellas fue trabajada por Eratóstenes y más tarde por Ptolomeo. La información se obtenía por medio de la observación y deducción de los movimientos regulares de los planetas y las estrellas. Por otro lado, como etimológicamente Geografía también significó descripción de la Tierra conocida, se la vinculó con los contextos históricos sociales y políticos de aquella época. Las expediciones militares, como los periplos engrosaban esta línea de información sobre recursos naturales, relieve, o presencia de pueblos. Dentro de estos parámetros de racionalidad se fue construyendo un conocimiento geográfico práctico, vinculado a objetivos políticos y estratégicos, difundidos por Estrabón.

El conocimiento geográfico que se construyó con postulados de la Física, la Astronomía y la Geometría, su máximo representante fue Eratóstenes,

quien le otorgó un estatus más científico. Recordemos que en aquella época se diferenciaba el conocimiento práctico del teórico.

Desde la línea corográfica —empírica— indudablemente fue Estrabón quien vinculó el conocimiento geográfico con la faceta descriptiva, mientras que Eratóstenes —anterior a Estrabón— asoció ese conocimiento con una línea más teórica, vinculada con la matemática, la Astronomía y la Física.

La postura estraboniana sobre el conocimiento geográfico no fue bien visto en su época. La crítica estuvo centrada en los fundamentos sobre su origen considerados dudosos, ya que, fueron tomados de los relatos homéricos. Por otra parte, el carácter descriptivo, enciclopedistas derivados de esta línea, se naturalizó por siglos como método de construcción del conocimiento geográfico.

La mera recolección de datos sobre la presencia de pueblos, culturas, recursos mineros, detalles obtenidos durante viajes de aventura, o la ubicación de pueblos importantes por su posición estratégica, brindó informaciones sobre distancias, relieves entre lugares, información necesaria para las campañas militares.

La explicación estuvo al margen en el pensamiento estraboniano ya que el interés no era el origen de los fenómenos naturales. La búsqueda de leyes para Estrabón tampoco fue necesaria, se cree que tal posición estuvo asociada posiblemente su postura estoica.

El conocimiento geográfico interesaba al hombre político y estrategia para concretar sus proyectos de expansión sobre mundo conocido. Se inventariaba toda aquella información que sirviera a los fines de la administración del Imperio Romano.

La línea teórica o científica con Eratóstenes como su máximo representante en la época griega, fue retomada por Claudio Ptolomeo, en el siglo II d. C. astrólogo, geógrafo y astrónomo, último representante de la ciencia griega cuando el Imperio romano aún dominaba el mundo conocido.

Como heredero de una erudición científica griega, consideró a la física, astronomía y geometría, como ciencias predecesoras para construir el conocimiento geográfico. Ptolomeo alineó la relación entre el cielo y la Tierra por medio de la creencia de influencias astrales las que intentó explicar en sus grandes obras conocida como *Tetrabiblos* y *Geografía*.

Consideró que los grupos humanos tanto como los eventos naturales estaban influenciados en sus comportamientos, intensidad y distribución por los efluvios que llegaban a la Tierra provenientes de los astros. Tales comportamientos eran interpretados desde un modelo de universo cerrado y solidario, estructurado en esferas concéntricas cuyo movimiento entre ellas movilizaba el universo aristotélico. Este movimiento, en cadena, llegaban a la totalidad de la Tierra.

La obra de Ptolomeo sirvió como fundamento de casi todo el mundo científico de su época, influenciando a Copérnico quien sentó su pensamiento en la suposición de las conexiones astrales y terrestres. La obra ptolemaica también, fue tomada como guía para los viajes exploratorios del siglo XV.

Con la desaparición de Ptolomeo y la caída del Imperio romano —aproximadamente el 476 d. C.— la ciencia en general comienza un periodo de inactividad en cuanto a la producción de conocimiento. Sitiada por los dogmas del cristianismo y amenazas de invasiones opacaron su normal desarrollo. Esta situación impactó en la línea científica de la Geografía por ser considerado un conocimiento pagano, desacreditado por la Iglesia. La línea estratégica —política— estraboniana logró sobrevivir por la utilidad que tenían las informaciones obtenidas de las exploraciones, de los viajes y las expansiones que permanecieron interrumpidas.

Durante el siglo XII se vislumbraron nuevos procesos relacionados con recuperar el conocimiento antiguo vistas las necesidades de exploraciones con fines económicos, que más adelante impactarían en el mundo conocido. La reconquista de la península Ibérica en manos de los árabes desde principios del siglo XI, los viajes exploratorios y la conquista de América, en el siglo XV, entre otros hechos, continuaron reforzando e impulsando el enciclopedismo geográfico.

Hacia el año 1650, bajo un nuevo contexto científico, el de la Revolución Copernicana, se intentó reanimar el lado científico del conocimiento geográfico esta vez por un joven médico llamado Bernhard Varenius (1622–1650). Este médico, delimitó el campo de investigación y redefinió su objeto de estudio con relación a los avances de la Ciencia empírica racional. Retomó el doble aspecto en el que se venía construyendo el conocimiento geográfico: el científico, también conocido como Geografía general y el práctico al que llamó particular, lo que actualmente es Geografía regional.

1 Los inicios del pensamiento racional en el mundo griego

LAS ESCUELAS DE PENSAMIENTO CIENTÍFICO-FILOSÓFICO

En tiempos de Grecia clásica, existía la creencia de un orden que regía el mundo natural asociado al concepto de *Cosmos* —significaba orden en griego— del que se deriva cosmología. La Ciencia que en aquel entonces se edificó lo hizo desde la búsqueda de los principios de regularidad de los fenómenos en la naturaleza. Tal conocimiento permitiría a los hombres de ciencias comprender y predecir los sucesos de aquel mundo habitado.

Una de las características de la ciencia en la época Helénica —V a. C. hasta la muerte de Alejandro Magno en el 323 a. C.— fue su vínculo con la filosofía, la cual trazaba las bases teóricas que todo conocimiento debía seguir. Aquel conocimiento asociado con la técnica, o con lo práctico era relegado a un segundo plano.

El problema filosófico —entre los VII y VI a. C.— estaba centrado en conocer el cosmos, interés alentado por las escuelas naturalistas como la jónica, con Tales, Anaximandro y Anaxímedes, la escuela filosófica de los pitagóricos, cuyo representante fue Pitágoras y la escuela filosófica eleática con Parménides, Zenón y Meliso. También estaba Heráclito, Empédocles y Anaxágoras, representantes de la Escuela pluralista y la escuela filosófica sofista, con Sócrates como representante, quien se dedicaba al estudio de los problemas humanistas.

Fueron las ideas de Platón, discípulo de Sócrates y de Aristóteles discípulo de Platón las fuentes principales sobre las que sentó sus bases la actividad filosófica-científica, hasta aproximadamente el siglo XV. Sin embargo, fue el pensamiento aristotélico el marco de referencia de la ciencia y por ende de la Geografía.

Posteriormente siguieron las escuelas helenísticas surgidas después de la muerte de Alejandro Magno hasta la caída del Imperio Romano. En este periodo se destacaron el cinismo, el epicureismo, el estoicismo y el escepticismo.

Finalmente, hacia fines del siglo III d. C. y hasta el siglo XVI aproximadamente, se desató una gran polémica entre el cristianismo con las ideas de Platón y las aristotélicas. En este escenario se debatió entre lo que era considerado conocimiento verdadero, basado en la fe cristiana o conocimiento pagano.

La humanidad estuvo siempre con dudas e interrogantes acerca del origen o causas de los fenómenos que ocurrían en la naturaleza. Los terremotos,

vulcanismos, eclipses, inundaciones, lo mismo que la ocurrencia de cambios o transformaciones del relieve, la forma de la ecúmene o mundo habitado eran cuestiones de interés.

Las primeras explicaciones vinieron del lado de la mitología vinculado con lo divino. En estas circunstancias esas manifestaciones de orden natural que superaban en magnitud y consecuencias a la vida de aquellos hombres, fueron interpretadas como ocurrencias o expresiones caprichosas y caóticas de los dioses.

Aproximadamente en el siglo VI a. C. se deja de lado la interpretación mitológica de los fenómenos naturales dando paso a un nuevo modo de interpretación esta vez desde lo filosófico.

De las explicaciones de Homero y Hesíodo se pasó entonces a Tales de Mileto, Anaximandro, Pitágoras, Platón, Aristóteles. Con ellos, las interpretaciones sobre el origen del universo y los fenómenos naturales comenzaron a alejarse del caos mitológico. El conocimiento sentaba sus nuevas bases filosóficas en la regularidad y estabilidad del cosmos griego. Esta postura motivó a que filósofos buscaran una explicación universal, que abarcara a todos los terremotos, a todas las inundaciones, a todos los eclipses, abandonando la explicación particular de las cosas, buscando las leyes de esa regularidad y las pruebas de tal explicación (Lindberg, 2002; Geymonat, 1961).

Con anterioridad al surgimiento de la Filosofía, las fuentes de inspiración del conocimiento griego se fundaban en los poemas de Homero —VIII a. C.— y Hesíodo.

Homero, autor de la *Iliada* y la *Odisea*, considerado el padre de la geografía por Estrabón, fuente sobre la cual fundó el conocimiento para su geografía corográfica.

Si bien los griegos consideraron demasiada fantasía e imaginación en la *Iliada* y la *Odisea*, no obstante, pudieron ver una lógica a un plano ontológico. Recuperaron un pensamiento holístico, vinculado con la contemplación, cercano a lo racional del mundo, donde incluía lo natural, a los hombres tanto como a los dioses (Aujac, 1966).

Otra obra que influenció a los griegos fue la Teogonía de Hesíodo que mostraba el origen del universo desde un trasfondo mítico y poético a partir de un caos, lo cual significaba una estrecha vinculación con lo sobrenatural.

Con la filosofía griega se dio comienzo a una actividad científica fundada en el logo o razón, que explicaba la realidad en su totalidad, no solo desde sus particularidades. Al estar ligada con la religión sostenía que el origen de los fenómenos naturales estaba relacionado con los dioses, por ejemplo, creían que el sol era tirado por el dios Apolo.

Para abordar esa realidad total o Physis desde un método racional, los filósofos fueron más allá de una simple recopilación y constatación de datos. Sus objetivos no se limitaron a lo práctico, sino que la intención fue armar un conocimiento que trascendiera la experiencia, es decir, llegar al conocimiento de las causas.

De este modo los estudios filosóficos circunscribieron su problema al estudio del cosmos, apoyado en la suposición de una regularidad y estabilidad del mismo.

Con los sofistas el problema se amplió al hombre y a su cuestión moral, motivo por el cual la filosofía incluyó en sus estudios de la realidad como un todo, aspectos naturales o físicos, morales y lógicos (Lindberg, 2002; Geymonat, 1961).

Por otra parte, el conocimiento a partir de la filosofía continuó edificándose sobre el patrimonio cultural transmitido por los egipcios, babilónicos y asirios, un conocimiento de carácter práctico, por ejemplo, la matemática egipcia solía aplicarse a operaciones de cálculo aritmético. La geometría servía para las mediciones de terrenos recuperados de las inundaciones del río Nilo, la astronomía predecía el futuro y el destino de los hombres.

Sobre este saber, los sabios griegos supieron teorizar las cuestiones prácticas del conocimiento e introducir un nuevo método que les permitió entender y elevar el conocimiento a una jerarquía mayor.

EL ORIGEN Y EL CAMBIO

Entre los problemas que más se destacaron desde el siglo VI a. C., fue la cuestión referida al origen de las cosas, pero hacia el siglo V a. C. se sumó la cuestión del cambio de las cosas y el mundo.

Se cree que pudo haber sido Heráclito quien introdujo el problema del cambio al referirse que, a pesar de una aparente estabilidad o equilibrio del mundo también estaba la posibilidad de un cambio por contrapesos u oposición de contrarios. Las sustancias como la tierra, el agua, el aire o el fuego estaban en permanente lucha por dominarse una con otras y el equilibrio se lograba por una relación de reciprocidad.

Parménides, negó todas las formas de cambio ya que era imposible que una cosa *del no ser* pudiera pasar al *ser*. Para él, la existencia se reducía al presente negando de esta manera el tiempo y la pluralidad.

Esta postura de Parménides, de negar todo cambio fue seguida por varias generaciones de filósofos como fue el caso de Empédocles, con sus cuatros elementos que no tenían ni principio ni final.

Anaxágoras, de Clazomene quien admitía la pluralidad de los mundos, explicaba el cambio de las cosas apelando a las homeomerías, diminutas porciones de cada elemento, presentes en todas las cosas significando que todo se encontraba en todo.

La concepción del atomismo iniciada por Leucipo y continuada por Demócrito de Abdera —460 a. C.— introdujeron la idea del atomismo que resultó impactante en el siglo XVI y XVII en el origen de la ciencia moderna.

Las creencias de estos filósofos estaban cimentadas en una fuerte idea de estabilidad del mundo, de las cosas y de los fenómenos. Admitir el cambio les significaba aproximarse a una realidad caótica similar en la mitología. El conocimiento verdadero era aquel que seguía el camino de la razón, aquel que demostraba la imposibilidad de cambio.

De este problema sobre las discusiones del cambio y la estabilidad de las cosas se derivó el problema del conocimiento, lo que hoy sería la epistemología —aproximadamente en el siglo V a. C.—. Si bien la tendencia de apreciar la razón por encima de los sentidos fue una tendencia en los filósofos griegos, esta posición racionalista dio lugar a la necesidad de buscar un método a partir del cual se pudiera teorizar (Kuhn, 1996; Lindberg, 2002; Aristóteles Física I, II, 1993).

LOS FILÓSOFOS NATURALISTAS

Fueron llamados así aquellos filósofos que desde Tales hasta el siglo V a. C. se dedicaron al estudio de la *physis* que significa naturaleza. La *physis*, como principio y fuente de todas las cosas, significaba la realidad primera, aquella que era capaz de persistir, a la que Tales la identificó con el agua.

Tales (624 a. C.–546 a. C.) de la escuela de Mileto, sostenía que la existencia de humedad en todas las cosas de la naturaleza indicaba que la vida en la Tierra, tanto su origen como final estaban en el agua —en la concepción homérica el llamado *río océano* era considerado el origen de las cosas—. Tales llegó a suponer que la Tierra flotaba en el agua manteniendo su equilibrio. Entre sus seguidores estuvo Anaximandro quien consideró que el agua ya era un principio derivado y que el verdadero principio de las cosas estaba en la naturaleza infinita.

Anaximandro llamó a este principio *apeiron*, como aquel que podía dar origen a la totalidad de las cosas. Este sabio fue quien introdujo la idea de leyes de la naturaleza y quien delineó la concepción que siglos más tarde se conoció como la teoría evolucionista.

De acuerdo con su concepción, el origen del mundo se explicaba a partir de los contrarios como el calor y el frío. De este juego resultaba un universo parecido a una esfera de fuego contenida dentro de una costra agujereada. Este modelo sería el origen de la esfera correspondiente al Sol, a la de la Luna y los demás astros.

Por la alternancia del calor y el frío generados por un movimiento continuo también habría provocado que el frío, se transformara parte en aire por el calor de la esfera de fuego y la parte restante del frío pasara a formar las masas hídricas que ocuparon las cavidades de la Tierra. La actividad de los contrarios también sería la causante de la vida acuática en sus formas más complejas.

Anaximandro pensó una Tierra de forma cilíndrica e inmóvil y ubicada en el centro del universo, suspendida debido a la simetría de sus partes. En cambio, para Anaxímenes discípulo de Anaximandro la Tierra era una mesa redonda sostenida por el aire.

Para Heráclito, de la Escuela pluralista, nacido en Efeso, ciudad jónica a fines del siglo VI a. C., el origen de las cosas estaba en el fuego y el cosmos mismo era fuego eterno.

A estos pensadores pertenecientes a la escuela de los Miletos o jónica, el desafío cognitivo continuó con las escuelas pitagórica y eleática.

Los pitagóricos se dedicaron a las matemáticas constituyendo el número entero el principio de todas las cosas. Los números eran representados por puntos rodeados de espacios vacíos. Su búsqueda filosófica se centraba en las leyes de la formación de los números.

Los números regulaban el movimiento de los fenómenos naturales y biológicos. Se medía el tiempo solar en estaciones, años, meses, días.

En cambio, con la escuela filosófica de Elea, fundada por Parménides —510 a. C.— se instala el problema ontológico del *ser* y *no ser*. *El ser*, como lo positivo, lo perfecto y acabado. La idea de un *ser* perfecto, finito, un todo igual, que derivó en la forma de la esfera considerada la figura más perfecta por los pitagóricos. El *no ser* era lo negativo, el vacío.

Según Parménides, *el ser* es y el *no ser*, no es. Este *ser*, no tenía pasado ni futuro ya que el pasado no es y el futuro tampoco es. El *ser* es eterno, inmóvil e inmutable porque de ser lo contrario implicaba ir hacia el *no ser*, o sea ir al vacío. Rechazaba la experiencia porque no conducía a un conocimiento verdadero. La razón era el único medio para conocer la verdadera realidad.

En lo que respecta a los filósofos pluralistas entre ellos Empédocles —siglo V a. C.— coincidía con Parménides que *el ser es* y el *no ser no es*, que era imposible nacer y morir en el sentido de venir de la nada y de retornar a la nada. Para este sabio, solo existían sustancias eternas e inalterables, como el agua, la tierra, el aire y el fuego, las raíces de todas las cosas a partir de las cuales surgió la vida.

Anaxágoras de Clazomene de la escuela pluralista quien admitía la pluralidad de los mundos, explicaba el cambio de las cosas apelando a las homeomerías, diminutas porciones de cada elemento, presentes en todas las cosas significando que todo se encontraba en todo. En un principio, esas homeomerías estaban mezcladas de manera caótica, a la espera que alguna inteligencia divina les diera orden para que de ese orden nacieron las cosas.

La concepción del atomismo iniciada por Leucipo y continuada por Demócrito de Abdera —460 a. C.— introdujeron la idea del atomismo que resultó impactante en el siglo XVI y XVII en el origen de la ciencia moderna.

Presentaron un mundo formado por infinitos átomos muy pequeños invisibles, con distintas formas, y con movimientos azarosos colisionaban entre sí en un vacío también infinito. Esos movimientos eran responsables del surgimiento de una complejidad de fenómenos y de una pluralidad de mundos.

Con el pensamiento sofista, la cuestión filosófica se centró ahora en el problema del hombre como ciudadano, dejando de lado el problema de la naturaleza y sus principios. En el siglo V, sucedieron hechos en el ámbito social, económico y político dando lugar al pensamiento sofista —sabio o sabiduría— Difundieron su saber a través de la pedagogía itinerante, reclutando alumnos conformados por una cultura de jóvenes que no pertenecían necesariamente a la aristocracia. Sócrates fue el máximo representante de este movimiento.

No llegó a fundar una escuela considerando que sus enseñanzas debían ser transmitidas oralmente. Difundió un saber más bien práctico destinado a todos los hombres de cualquier profesión. Su interés giraba en torno a la enseñanza sobre el conocimiento de sí mismo (Popper, 1999; Lindberg, 2002; Geymonat, 1961; Reale, Antiseri, 2004).

PLATÓN

Discípulo de Sócrates, nacido en Atenas (428 a. C.–427 a. C.) diseñó un cosmos basado en una esfera celeste con un centro ocupado por la Tierra (como se indica en la figura 1). En esa esfera celeste, Platón trazó líneas imaginarias marcando el recorrido del Sol, considerado un planeta, con su plano inclinado y recorrido anual sobre la eclíptica. Se conocía las irregularidades que presentaban los planetas en sus movimientos alrededor de la Tierra, como por ejemplo eran las retrogradaciones. Para resolver estas anomalías, Platón introdujo la premisa de movimientos uniformes, circulares, perfectos y racionales sobre la cual los sabios debían resolver el problema de los movimientos planetarios.

Esta estructura platónica sobre el cosmos reflejaba el orden y racionalidad ostentado por los filósofos físicos, sin embargo, tenía un sustento divino ya que el orden venía dado por el trabajo de un Dios artesano o Demiurgo. Esta divinidad, a partir del caos y de las imperfecciones de la materia trabajaba para dar origen a un cosmos perfecto.

El Demiurgo platónico construyó el cosmos no solo artesanalmente sino también matemáticamente, ya que Platón a los cuatro elementos de Empédocles y por su influencia pitagórica los redujo a figuras geométricas. El fuego era asociado con el tetraedro, el agua con el icosaedro el aire con el octaedro y la tierra con el cubo. La figura geométrica sólida más estable y el cosmos fueron asociados con la figura geométrica cercana a la esfera, el dodecaedro.

Platón consideraba la existencia de dos reinos: el de las ideas, donde no existía el cambio y el reino material. En el primer caso, se caracterizaba por las formas incorpóreas, inmutables, eternas y a-espaciales que admitían las ideas perfectas de las cosas particulares. El segundo caso, el reino material que albergaba las copias imperfectas. Era corpóreo, sensible, imperfecto, y corruptible donde tenía lugar el cambio.

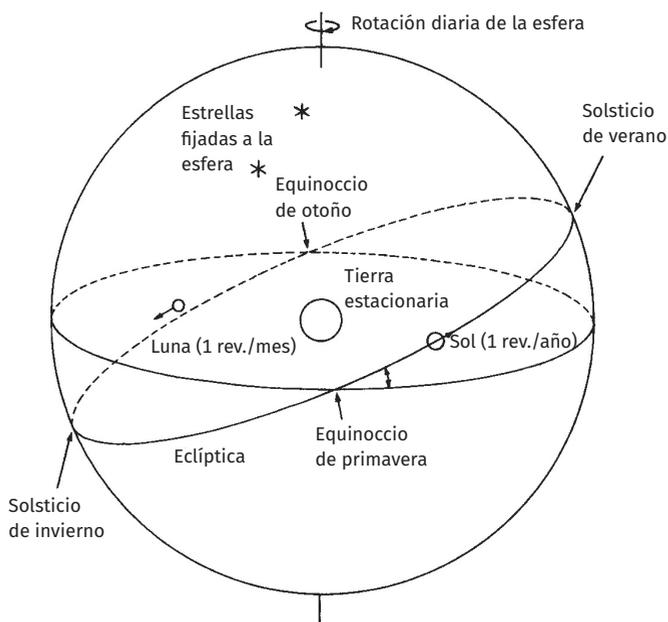


FIGURA 1. EL UNIVERSO DE PLATÓN

Fuente: Lindberg, 2002.

A pesar que atribuía una posición inferior a la experiencia respecto de la razón, sin embargo, no la negó, por el contrario, le asignó utilidad práctica, atribuyendo que desde la observación de las cosas con aspectos geométricos podía inferirse un conocimiento de las formas.

Platón construyó un mundo de ideas en contra de toda evidencia conformado por un universo ordenado. Las irregularidades percibidas en los movimientos de los planetas y las estrellas solo eran aparentes e inexistentes. En su teoría había que buscar ideas, conceptos, no había lugar para la investigación empírica, considerada como una práctica destinada a quienes no eran filósofos (Lindberg, 2002; Geymonat, 1961; Reale, Antiseri, 2004).

LA COSMOLOGÍA ARISTOTÉLICA

Aristóteles (384 a. C.–322 a. C.) discípulo de Platón y maestro de Alejandro Magno creó un marco de referencia desde el cual integrar e interpretar todas las observaciones y teorías existentes. Propuso su modelo cosmológico más empírico, conectado con la percepción, la observación, contrarrestado por la inestabilidad de la Tierra y la aparente estabilidad del universo.

Su modelo cosmológico (como se indica en la figura 2) era el de un universo autosuficiente, con la Tierra en el centro de la esfera geométrica

representada por el círculo. La Tierra fija e inmóvil era situada en el centro de la esfera, una posición de privilegio, mientras que a su alrededor giraban los demás cuerpos celestes junto a la esfera de las estrellas fijas, límite exterior del mundo finito de Aristóteles.

Se trataba de un modelo de universo cerrado, más allá del cual no existía ni materia ni espacio. Se lo consideraba dividido en la *región supralunar*, campo de estudio de la astronomía y la *región sublunar*, campo de estudio de la física. El límite entre ambas regiones estaba señalado por la esfera de la Luna, mientras que la región supralunar el límite estaba entre la esfera de la Luna y la esfera de las estrellas fijas.

El reino sublunar formado por cuatro esferas concéntricas ocupaba la región ubicada debajo de la esfera de la Luna. En esta región, el cambio y el movimiento eran evidentes para Aristóteles y no eran necesarias las pruebas para demostrarlo. La cuestión pasaba por cómo explicar ese movimiento y cambio de los cuatro elementos, fuego, aire, agua y tierra ya que todo estaba sujeto a un principio y final.

La esfera interna era ocupada por la tierra, otra esfera correspondía al agua, otra esfera correspondía al aire y otra asignada al fuego, unificadas por los procesos de intercambios que ocurrían entre esos cuatro elementos. Para la tierra y el agua según Aristóteles el movimiento natural era hacia abajo, mientras que, para el aire y el fuego, su movimiento natural era hacia arriba, agregaba además que cuanto más pesado era un cuerpo, más rápida era su velocidad de caída.

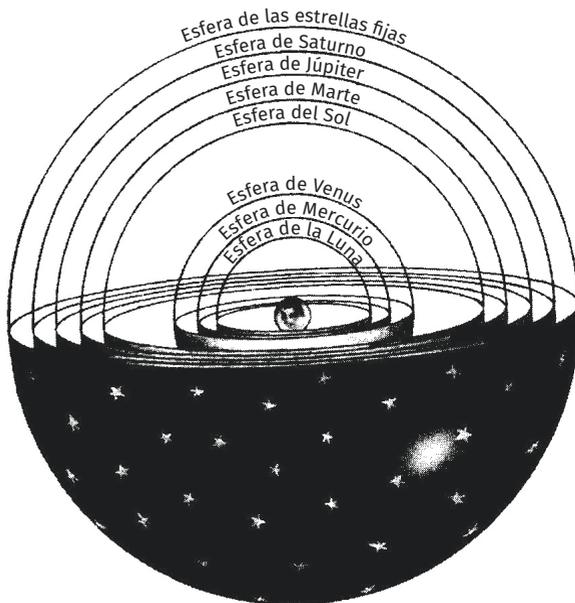


FIGURA 2. EL UNIVERSO ARISTOTÉLICO

Fuente: Hawking, 2006.

Con su teoría de los lugares naturales en el mundo sublunar, explicó la unicidad del mundo por la tendencia hacia el centro de la Tierra de los materiales más pesados.

Estos cuatro elementos del mundo terrestre no estaban en reposo, debido a la inestabilidad del mundo sublunar, se combinan y mezclaban en diferentes proporciones por los movimientos de fricción que se suponía efectuaban las capas entre sí. La capa concéntrica ocupada por la Luna moviliza a la capa de fuego, transmitiendo empujes a las capas siguientes. A pesar de esta mezcla cada capa conservaba el elemento que le correspondía, aunque no en un estado de pureza. La causa del cambio en esta región era atribuido al movimiento oblicuo del Sol en la eclíptica (Lindberg, 2002; Hawking, 2005).

La región supralunar

En la cosmología aristotélica, ambas regiones, la supralunar y la sublunar quedaban físicamente diferenciadas, y esa constitución por elementos diferentes fue el problema central de su cosmología, sobre todo cuando intentó explicar el modo en cómo se transmitía el movimiento entre ambas regiones.

La región supralunar tenía como límite la esfera de la Luna y la esfera de las estrellas fijas, como límite exterior. La esfera de las estrellas fijas era una superficie esférica, o bóveda celeste a la que se le asignaba un movimiento uniforme alrededor de la Tierra. Fijas a esa bóveda se distribuían las estrellas formando las constelaciones zodiacales. El movimiento en esa región era eterno, circular sin principio ni final, perfecto geométricamente y propio de las cosas inmutables e incorruptibles. Además, Aristóteles agregó como quinto elemento al éter, existente solo en la región celeste. El movimiento propio de la región etérea, era asignado solo a los astros, región que se mantenía inalterada, colmada de éter, sin la posibilidad de vacío. Este universo plenum, etéreo estaba conformado por ocho capas concéntricas cristalinas de gran espesor, con eternos movimientos circulares perfectos y a una velocidad constante.

Todos los caparazones concéntricos estaban en contacto por frotamiento entre sí, impulsando de este modo el movimiento a todo el conjunto cosmológico. La esfera concéntrica de las estrellas fijas movilizaba a la esfera concéntrica de Saturno, esta a la de Júpiter y así sucesivamente hasta llegar a movilizar a la esfera de la Luna. Esta última continuaba movilizand a las demás esferas del mundo sublunar constituidas por los cuatro componentes, resultando como consecuencia los cambios observados en la Tierra.

Era una explicación mecánica acerca del movimiento del sistema de esferas concéntricas, que consolidaba la finitud del modelo, de este modo no era posible la existencia de vacío de lo contrario el universo perdía la condición de finitud (Kuhn, 1996; Aujac, 1966a; 1975b).

La idea del universo plenum

En la concepción Aristotélica, la idea de un universo completo invalidaba la posibilidad de espacios vacíos al interior del sistema. Cada punto de esa esfera estaba completo de materia. Espacio y materia iban juntos, no existía uno sin el otro. Tal plenitud era posible gracias al *horror vacui*, o sea el horror que sentía la naturaleza frente a la posibilidad de la existencia de vacío.

Por otra parte, admitir la posibilidad de vacío en algunas esferas concéntricas del modelo significaba la interrupción de la fricción entre ellas, deteniendo el movimiento en el interior de dicho universo.

Además de inmovilizar el sistema de universo aristotélico, la existencia de vacío terminaba con su finitud dejando desprovisto de límites a ese universo. La Tierra habría dejado de coincidir con el centro de la esfera y cualquier punto de esta hubiera tenido la misma importancia, no hubieran existido puntos privilegiados. La desaparición de la Tierra como centro de privilegio significaba pasar a ser un planeta más y como consecuencia los cuatro elementos con los que Aristóteles explicaba el movimiento, quedaban sin referencia para sus desplazamientos hacia arriba o hacia abajo. Por otra parte, la inexistencia de límites dejaba lugar a la posibilidad de admitir otros mundos (Kuhn,1996:128).

La infinitud del universo habría impedido la concentración de los cuatro elementos: tierra, agua, fuego y aire en el centro del universo ya que estos quedarían esparcidos, creando una pluralidad de mundos y poniendo en riesgo la idea de unicidad del universo.

En uno de los pasajes de su libro *Acerca del cielo* Aristóteles dice

El cielo es una de las cosas individuales y formadas de materia; pero si no está constituido de una parte de ella, sino que su totalidad, su ser como cielo sin más y como este cielo de aquí serán distintos, pero no existirá ningún otro ni cabrá la posibilidad de que se formen varios, por haber acaparado éste toda la materia (...) en efecto se ha demostrado que lo que se desplaza en círculo no puede cambiar de lugar (...) tampoco es posible que se hallen fuera del universo «los cuerpos celestes» (...) Es evidente pues, a partir de lo dicho que fuera del universo no existe ni cabe que se genere la masa de ningún cuerpo (...) Está claro que no existe lugar ni vacío ni tiempo fuera del cielo, pues en todo lugar puede llegar a haber algún cuerpo; el vacío, por otro lado, dicen que es aquello en lo que no hay ningún cuerpo, pero puede llegar a haberlo. (Aristóteles, 1996:278b 5.35; 279a 5.15)

En otro pasaje de la misma obra *Acerca del Cielo*, Aristóteles se refiere del siguiente modo sobre la finitud

es evidente que lo que se mueve en círculos no es infinito ni ilimitado, sino que tiene fin. (...) Pero tampoco lo que se desplaza hacia el centro ni lo que se aleja del centro será infinito; en efecto las traslaciones hacia arriba y hacia abajo

son contrarias y las contrarias van hacia lugares contrarios. Y de los contrarios si uno está determinado, el otro también lo estará. Ahora bien, el centro está determinado; pues donde quiera que descienda lo que se sitúa debajo de todo, no cabe que pase más allá del centro. Estando, pues, determinado el centro, también lo ha de estar el lugar superior. Y si los lugares están determinados y son limitados, también los cuerpos lo serán. Además, si el arriba y el abajo están determinados, necesariamente estará bien determinado lo intermedio. Pues si no lo estuviera el movimiento sería ilimitado. (...) El centro, por consiguiente, está determinado, de modo que también lo está el cuerpo que está o puede llegar a estar en él. A partir de estas consideraciones resulta evidente que es imposible que un cuerpo sea infinito. (Aristóteles, 1996:273a 5.25)

La esfericidad del cielo y la Tierra

La creencia griega sobre la simpatía universal o la indisoluble solidaridad entre el cielo y la Tierra era validada por medio de la geometría, específicamente, en la figura del círculo —Claudio Ptolomeo en el siglo II retomó esta premisa en su libro *Sintaxis matemática* también llamado *Almagesto* por los árabes—. El círculo, fue la figura que mejor representó al modelo geocéntrico por tener un centro en referencia al cual se dirigían los movimientos naturales. De Platón incorporó la armonía y belleza del mundo, condiciones que solo la figura del círculo reunía.

La esfericidad del cielo como de la Tierra constituyeron otro de los axiomas del modelo aristotélico y Aristóteles, aportó razones de orden empírico y deducción analógica para corroborar la esfericidad de su modelo alegando:

- La sombra circular proyectada por la Tierra en la Luna durante los eclipses.
- El desplazamiento de las estrellas durante *levante* y *puesta* de las mismas.
- La curvatura del mar.
- El desplazamiento del Sol y los demás astros en su movimiento diario de este a oeste.
- La atracción de los graves hacia el centro del universo.
- Las analemas mostraban a través de la proyección de las sombras que el movimiento del Sol era circular.

Estas observaciones empíricas señalaban una regularidad y orden de los movimientos de los planetas como de las estrellas que convenció a los griegos sobre la esfericidad tanto del cielo como de la Tierra.

La idea de esfericidad del universo estaba conectada con los movimientos de las estrellas y planetas, siempre visibles, girando en torno al eje de rotación del mundo, por otra parte, tampoco existían observaciones que contrarieran el sentido común de la forma del universo aristotélico, razón por la cual el modelo fortaleció ese postulado de esfericidad.

En un pasaje de su tratado *Acerca del Cielo*, Aristóteles deduce la esfericidad del siguiente modo:

Es necesario que el cielo tenga forma esférica: pues esta figura es la más adecuada a la entidad celeste y la primera por naturaleza (...) toda figura plana es rectilínea o curvilínea. Y la rectilínea está delimitada por varias líneas, la curvilínea, en cambio, por una sola (...) es evidente que la línea que delimita el círculo es perfecta; de modo que, si lo perfecto es anterior a lo imperfecto, también por este motivo será el círculo la primera de las figuras.

De igual manera también la esfera es el primero de los sólidos: pues solo ella está delimitada por una única superficie (...) en efecto lo que es el círculo entre las figuras planas, lo es la esfera entre los sólidos (...) y puesto que la primera figura es propia del cuerpo primero, y el cuerpo primero es el que se halla en primer orbe, lo que gira con movimiento circular será esférico. Y también lo inmediatamente contiguo a aquello: pues lo contiguo a lo esférico es esférico. E igualmente los cuerpos situados hacia el centro de éstos: pues los cuerpos envueltos por lo esférico y en contacto con ello han de ser por fuerza totalmente esféricos; y los situados bajo la esfera de los planetas están en contacto con la esfera de encima. De modo que cada uno de los orbes será esférico: pues todos los cuerpos están en contacto y son contiguos con las esferas. Además, puesto que es manifiesto y admitido que el universo gira en círculo, y puesto que se ha demostrado que fuera del último orbe no hay vacío ni lugar, también por esta razón ha de ser necesariamente esférico. (Aristóteles, 1996:286b 10.25; 287a 5.10)

Dados los fundamentos sobre la forma del universo y respetando la jerarquía científica de aquel momento, correspondía a la astronomía —después de la física— precisar los movimientos de los astros, la distancia de los mismos, sus periodos, sus dimensiones (Aujac, 1966a; 1975b; 93c).

LOS MOVIMIENTOS REGULARES DEL UNIVERSO GEOCÉNTRICO

La geometría de la esfera —así se llamó a la astronomía en la antigua Grecia— además de mostrar un universo esférico cuyo centro coincidía con la Tierra inmóvil, también informaba sobre la mecánica de dos movimientos eternos y uniformes: un primer movimiento estelar diario hacia el este y un segundo movimiento realizado por los planetas hacia el oeste.

El primer movimiento circular diario alrededor de la Tierra era realizado en sentido este movilizándolo a todo el sistema, incluyendo las estrellas fijas y planetas. Este desplazamiento seguía los círculos paralelos tardando un tiempo de 23 horas y 56', alrededor del eje del mundo —eje que atravesaba los polos del ecuador celeste, incluyendo la Tierra—. En este primer movimiento

de rotación todos los planetas y estrellas tenían un levante, culminación meridiana y puesta bajo el horizonte, siempre paralelo al ecuador y siguiendo una trayectoria regular y uniforme —es decir, conservando las distancias y dimensiones— en referencia al horizonte de observación.

El espacio comprendido entre la Tierra inmóvil y la esfera de las estrellas fijas se encontraban los astros conocidos en aquel momento como el Sol, la Luna, Mercurio, Venus, Marte, Júpiter y Saturno. Estos, además de efectuar el primer movimiento también realizaban el segundo movimiento, el de revolución circular, en sentido oeste.

Los movimientos de levante, culminación y puesta de los astros —siempre de manera regular, a la misma hora y para los mismos lugares— fueron otras de las observaciones efectuadas desde el horizonte de observación a una latitud de 36° de L. N. Otra de las regularidades del sistema era el recorrido del Sol durante su trayectoria anual alrededor de la Tierra causando los climas y los vientos, además de señalar los trópicos de verano e invierno y los equinoccios de otoño y primavera.

Otra de las uniformidades del sistema fue la duración de los días y las noches observadas desde el ecuador hacia ambos trópicos.

La cosmología aristotélica buscaba la regularidad y orden detrás de la realidad percibida como compleja y cambiante. Sobre la base de esta uniformidad del movimiento, los filósofos imaginaron líneas y figuras con los grupos de estrellas, como fueron las diferentes constelaciones en el zodiaco.

Todas estas observaciones de regularidad y uniformidad en el desplazamiento de estrellas y planetas del sistema dieron lugar a la suposición de círculos imaginarios los que fueron proyectados imaginariamente en la Tierra.

El horizonte —otra de las líneas imaginarias— era relativo porque variaba según la posición del observador, pero fue necesario para construir el conocimiento del mundo. Esta línea, dividía a la esfera celeste en dos partes iguales, una parte visible, por encima de la Tierra y, otra invisible por debajo de ella.

Los círculos como el ártico y su opuesto por deducción, en el hemisferio sur serían los actualmente conocidos como el círculo Antártico y Ártico. Este último, considerado en el hemisferio norte como el mayor de los círculos siempre visibles y tangente con el horizonte. Los astros situados en su interior, permanecían toda la noche girando alrededor del polo.

El meridiano, el horizonte y el círculo ártico, eran considerados relativos al lugar, sin valor universal, variables por definición. Para la determinación de los círculos con respecto al lugar de observación, los astrónomos se valían de instrumentos como la esfera armilar (como se indica en la figura 1 del capítulo 2) la dioptra o el gnomon.

Estos paralelos de la esfera celeste eran necesarios para conocer la posición de los lugares en la Tierra conocida. Los griegos reconocían las posiciones de los lugares por referencias tales como *los lugares situados bajo el trópico o bajo el ecuador*.

El modelo de la esfera como figura ideal para representar el universo, facilitó hipotetizar la estructura del mundo y sus consecuencias derivadas que, por analogía fueron aplicadas también a la Tierra. Por ejemplo, la teoría de los Climas y de los hábitats deducida ambas fueron consecuencias de la geometría de la esfera. A través de las deducciones, los griegos aportaron conocimiento sobre las características de los países o lugares según latitudes diferentes (Aujac, 1966; Kuhn, 1996:123; Lindberg, 2002:80).

LA TIERRA INMÓVIL EN EL CENTRO DEL UNIVERSO

La Tierra inmóvil y esférica ubicada en el centro del universo no podía tener ningún movimiento similar al de los otros cuerpos celestes, pues era en referencia a ella que los cuerpos se movían hacia abajo o hacia arriba.

En aquel orden universal propuesto por Aristóteles, las cosas tendían a buscar su lugar natural, o sea, el centro del universo coincidente con el centro ocupado por la Tierra.

Haber admitido su movilidad, habría refutado la teoría del movimiento Aristotélico y desafiado el sentido común ya que, si la Tierra se movía entonces, ¿por qué los cuerpos que no se apoyaban sobre ella como las nubes, o la Luna no quedaban atrás? o ¿por qué una piedra lanzada desde una torre caía al pie de la misma y no lejos de ella?

La conjetura sobre la inmovilidad de la Tierra era apoyada no solo desde el sentido común sino también por el empleo de instrumentos como el gnomon, la dioptra que marcaban el movimiento del Sol alrededor de una aparente Tierra inmóvil (Aujac, 1966a; 1975b).

ARISTARCO DE SAMOS, EL ANTECESOR DE COPÉRNICO

Además de Platón y Aristóteles se conoce que Aristarco de Samos habría sugerido un universo heliocéntrico, ideas que no fueron aceptadas.

Los pitagóricos admitían la presencia de un fuego en el centro del cosmos, rodeado de oscuridad, a partir del cual se habría originado el cosmos. Alrededor de ese fuego desarrollaban movimientos cíclicos de manera armónica diez astros, supuestamente los siete planetas, incluidos el Sol, la Luna, la Tierra y la antitierra —no visible— además del cielo con las estrellas. El periodo de tiempo que comprendía el movimiento cíclico de los astros llamado año cósmico indicaba el reinicio de todas las cosas, incluido el universo mismo que volvía a renacer una y otra vez al completarse el año cósmico.

Estas ideas fueron seguidas por Aristarco nacido en Samos alrededor del año 310 a. C. quien se destacó en el ámbito de la física y la astronomía.

Sus ideas heliocéntricas coincidían con la inmovilidad del Sol, en el centro de la esfera mientras que la Tierra giraba en forma circular alrededor del Sol. El movimiento de la Tierra era en círculo pequeño en relación con la esfera de las estrellas fijas, debido a la gran distancia que había entre ambas. Esto motivaba la creencia de que Aristarco pudo haber creído en un universo infinito, pero hacia el siglo III a. C., esta propuesta fue desechada (Lindberg, 2002).

FILOSOFÍA Y CIENCIA EN EL MUNDO HELENÍSTICO

La filosofía y la ciencia de aquella época fueron el resultado de la situación sociopolítica generada a partir de la muerte de Alejandro Magno —323 a. C.— hecho histórico en el mundo que señaló el final de una época clásica —la helénica— y el comienzo del helenismo.

El periodo de campañas realizadas por Alejandro Magno comprendió los años 334 a. C. y 323 a. C. logrando extender los dominios del Imperio Griego hacia el este, hasta Bactria —hoy Afganistán— y el río Indo. Hacia el sur, su influencia militar llegó hasta Egipto.

Las campañas militares facilitaron el intercambio cultural y lingüístico con los pueblos conquistados generando una mezcla cultural que se llamó helenística, para diferenciar la cultura griega helénica. Se introdujeron creencias provenientes del mundo oriental, aparecieron nuevos centros de difusión cultural como Alejandría, Pérgamo y Rodas e inclusive el centro intelectual de Atenas se desplazó con el tiempo hacia Alejandría, Egipto y a Roma.

Posterior a la muerte de Alejandro Magno —323 a. C.— y de Aristóteles —322 a. C.— Atenas se había convertido en uno de los polos educativos destacados. En el año 312 a. C., Zenón de Citium fundó la escuela que se llamó estoica y en el año 307, Epicuro fundó la escuela que se llamó Epicúrea.

El Liceo de Aristóteles, la Academia de Platón, y la escuela epicúrea eran las que impartían actividades educativas, inclusive lograron sobrevivir a sus fundadores.

Con el tiempo Alejandría llegó a destacarse como centro de importancia en el surgimiento de las ciencias particulares y más tarde, a fines de la época helenística fue un importante centro filosófico.

Si bien Atenas y Alejandría siguieron conservando conexión cultural hubo un marcado distanciamiento en cuanto a objetivos científicos ya que, Atenas continuó como el centro de los sabios filósofos enfocando como problema las cuestiones morales mientras que Alejandría se constituyó en centro de estudios científicos dedicados a la cuestión de problemas particulares (Lindberg, 2002; Geymonat, 1961; Martino, 1995).

En este contexto, se desarrollaron corrientes filosóficas alternativas como el cinismo, el escepticismo, el epicureísmo y el estoicismo.

El cinismo tuvo como fundador a Antístenes pero Diógenes de Sinope fue el principal representante de este estilo de vida y pensamiento.

Con Diógenes se inauguró una nueva forma de estilo de vida y de imagen del hombre muy diferente al hombre clásico. Su gran problema estaba centrado en la búsqueda del hombre libre, despojado de todo lo material, sin cultura, sin comodidades. Para Diógenes no era necesario aprender matemática ni geografía, ni física ni astronomía. Totalmente anticultural, este filósofo redujo las necesidades humanas a una condición muy inferior a la humana, limitándose a la creencia de que el hombre debía vivir sin metas, sin necesidades materiales como casa, dinero.

La escuela de Epicuro surgida en Atenas hacia fines del siglo IV a. C. sostenía la concepción de un cosmos eterno conformado por átomos en movimiento continuo.

En cuanto a cuestiones filosóficas Epicuro pensaba que la filosofía tenía como propósito alcanzar la felicidad y el modo de llegar a ella era despojándose del miedo a lo sobrenatural. Sostenía que el conocimiento por la experiencia era confiable.

La escuela Estoica fundada por Zenón, mantuvo sus enseñanzas hasta el siglo II d. C., aunque la influencia de esta escuela se prolongó hasta el siglo XVII.

La escuela estoica abarcó tres periodos: el periodo antiguo desde finales del siglo IV hasta fines del siglo III a. C. El periodo medio comprendido entre los siglos II y I a. C. y el periodo del estoicismo romano o nuevo estoicismo.

Al igual que los epicúreos Platón y Aristóteles aceptaron un cosmos geocéntrico, pero los estoicos tomaron distancias de las ideas aristotélicas, por lo cual no aceptaban la diferencia entre la región sublunar y supralunar.

Para los estoicos, el cosmos era eternamente cíclico y continuo, los mundos se reproducen de manera similar a lo largo del tiempo. En ese universo cíclico ocurrían fases como la expansión en la cual el mundo supuestamente desaparecía bajo el fuego. Cuando se extinguió el fuego, venía la siguiente fase, la de contracción, entonces el mundo recuperaba su estado primitivo y todo volvía a ser aire, agua y tierra para nuevamente reiniciarse el ciclo o año cósmico. Era un universo causal por la intervención divina, determinado por una secuencia de sucesos. El fuego era el pneuma vital considerado como lo divino, lo inmanente, la razón. La racionalidad presente en esa divinidad era representada por el fuego que movía el mundo, asegurando así la perpetuidad o continuidad cíclica y perfecta del cosmos.

Aceptaron los cuatro elementos aristotélicos, pero la tierra y el agua como elementos pasivos y el fuego junto al aire mezclados en diferentes proporciones creaban diferentes neumas que actuaban sobre los objetos pasivos que eran la tierra y el agua.

El escepticismo considerado simplemente como un pensamiento, no representó una escuela filosófica como en los casos anteriores. Como su nombre lo indica, su filosofía desconfiaba en cómo llegar al conocimiento verdadero. Surgida hacia fines del siglo IV, posiblemente hacia el año 324

a. C. denunciaba una nueva postura frente al problema de la filosofía, la de encontrar la verdad absoluta (Lindberg, 2002; Geymonat, 1961).

Centraron su estudio en el hombre más que en la cuestión natural. Esta postura desarrolló una desconfianza hacia el razonamiento abstracto como al empírico. La experiencia sensible considerada como pura apariencia no resultaban ser engañosas, pero, ninguna inferencia se podía derivar de ellas sobre la realidad por cuanto no eran verdaderas, ya que las cosas de la realidad eran indiferenciadas e inmensurables.

Por la vía del razonamiento tampoco se llegaba a la verdad porque su punto de inicio era ya una incertidumbre. Este pensamiento proponía que el hombre no debía formar opinión alguna, no emitir juicios —epoche— sino permanecer indiferente frente a cualquier situación. El hombre debía ser imperturbable para de esta manera poder alcanzar la paz y sabiduría.

LA CIENCIA EN EL MUNDO DEL HELENISMO

Posterior a la muerte de Alejandro Magno y de Aristóteles —322 a. C.— un año después, el mundo científico filosófico geográficamente queda localizado en Pérgamo. Atenas continuó siendo el centro de los sabios filósofos y Alejandría el centro principal de difusión cultural de la ciencia.

El florecimiento de las ciencias particulares tuvo aquí su apogeo, como también la filología, resultado de la nueva actividad de los sabios filósofos, de sistematizar, reinterpretar el saber anterior con los cuales se necesitó un trabajo basado en la filología.

El modelo de saber, durante la época helenística se caracterizó por dividirse en diferentes partes y en un tratamiento basado en su propia lógica. Cada disciplina desarrolló su propio método, librándose de la religión, y de la filosofía.

La ciencia durante este período buscó su propia identidad, desarrolló su aspecto teórico, que los filósofos antiguos consideraban contemplativo, reduciendo su parte técnica a un tratamiento menospreciado. La ciencia cambió su objeto de estudio, de considerar el todo, ahora pasó a enfocar las cuestiones particulares (Lindberg, 2002; Aujac, 1966; Geymonat, 1961; Martino, 1995).

2 El movimiento en la región supralunar

LA CONEXIÓN IMAGINARIA ENTRE EL CIELO Y LA TIERRA

Durante la época helénica, la ciencia en general, se caracterizó por ser más filosófica que práctica. El saber de toda ciencia particular empezaba por la física, la ciencia primera, en la que no eran necesarios postulados previos ya que contenía los principios y pruebas del todo.

El segundo orden correspondía a la astronomía registrar y explicar los movimientos supuestamente perfectos en el cielo además de fijar la correcta posición de la Tierra en el universo.

El tercer orden en la jerarquía del conocimiento estaba la geometría, tenía un carácter práctico y técnico, encargada de las mediciones de la Tierra, del cálculo de todas las figuras geométricas trazadas en el mundo habitado como, por ejemplo, las *Esfágides*. Era un término usado por la administración egipcia para el parcelamiento catastral que Eratóstenes tomó para designar a las divisiones geométricas del mundo habitado.

En cuarto orden de jerarquía se le asignó a la Geografía. Este conocimiento se fundó con los postulados de la física aristotélica, a partir de axiomas y conocimiento aportado desde la astronomía y de las mediciones geométricas. En aquel momento, regía el concepto de unicidad en la ciencia, por consiguiente, la división del conocimiento no era bien visto, motivo por el cual estaba ordenado, jerarquizado.

Estrabón definió a la Geografía como aquella ciencia que tenía por misión otorgar a la Tierra su lugar en el universo armónico. Esta tarea le fue asignada al geógrafo, quien debía estar formado con nociones teóricas de física, luego astronomía y posteriormente geometría. Esta formación necesaria le permitía situar los lugares de la ecúmene en correspondencia y conexión con el universo ya que el objetivo era demostrar la unidad entre el cielo y la Tierra.

Si bien Estrabón defendía el aspecto corográfico de la Geografía, practicado y difundido por él, sin embargo, reconocía la importancia del aspecto científico o general, que consistía en la búsqueda de leyes.

El pensamiento geográfico en su origen estuvo marcado por la confluencia de dos maneras de indagar la realidad: el matemático científico y el físico práctico. En el primer caso, era el campo de estudio del sabio Eratóstenes, quien analizaba la Tierra de un modo estable en un momento dado en el

universo. Requería la asistencia de la astronomía —llamada meteorología, ciencias de las cosas celestes o cosmografía— como también de la geometría.

El segundo modo de análisis contemplaba el aspecto dinámico de la Tierra habitada, considerando su historia temporal de vulcanismos, terremotos, comportamientos de la atmósfera, lo que actualmente es Geografía física (Aujac, 1966; 1975; Kuhn, 1996).

LA GEOGRAFÍA MATEMÁTICA O GEOGRAFÍA GENERAL

Las premisas del modelo aristotélico, también llamado esquema conceptual o modelo de las dos esferas funcionaban como marco conceptual que reunía todas las observaciones aisladas de las culturas egipcias y babilónica. Explicaba movimientos estelares como los comportamientos del Sol y demás planetas vistos desde la Tierra, como también predecir los acontecimientos y comportamientos astronómicos en el hemisferio sur. Sobre este modelo geocéntrico operó el geógrafo quien, por analogía y observaciones efectuadas desde la Tierra, inmóvil, ubicada en el centro del modelo esférico, debía deducir las conexiones y funcionamiento entre el cielo y la Tierra.

Esa configuración del mundo estuvo muy relacionada con la posición del horizonte de observación que los sabios de la antigüedad ocuparon en la Tierra. Un observador situado en la Tierra inmóvil, con su horizonte de observación tangente al centro de la Tierra podía visualizar la mitad norte de la esfera celeste, ubicada por encima del horizonte, mientras la otra mitad de la esfera quedaba invisible para el observador.

Desde el horizonte de observación a los 36° de latitud norte, efectuaron las observaciones sobre el movimiento estelar y planetario, detectando su regularidad y en base a la misma configuraron líneas imaginarias celestes que luego fueron proyectadas a la Tierra (Aujac, 1966; 1975b; 1993c).

ESTRABÓN Y LOS POSTULADOS DE LA FÍSICA ARISTOTÉLICA

Los aportes de la física sobre el universo no eran del todo compartidos por Estrabón, sin embargo, incorporó algunos postulados al conocimiento geográfico. Estrabón distinguía tres capas esféricas desde el centro al exterior de la esfera:

La Tierra, cuya forma se debía a la ley de la gravedad; el cielo que portaba a las estrellas fijas, al que se le asignó movimiento circular sobre el eje del mundo y el universo que envolvía todo lo que existía.

Además, de considerar los siguientes postulados de la física Estrabón agregó:

- El universo y el cielo eran esféricos y con movimientos.
- Existía una atracción de los graves hacia el centro, es decir, la tendencia de los cuerpos hacia el centro del universo.
- La Tierra inmóvil situada en el centro de la gran esfera era atravesada por un eje de rotación que también pasaba por el centro de la esfera celeste.
- El cielo giraba alrededor de la Tierra, sobre el eje de rotación del mundo en sentido este-oeste movilizándolo con él, y de manera uniforme, a las estrellas fijas.

Estrabón, por definición tomó al primer postulado, el de la esfericidad del cielo y el universo, por ser este un postulado que no necesitaba ser demostrado. Cuando intentaba justificar la esfericidad de la Tierra lo hacía desde el segundo postulado, el de la atracción hacia el centro, lo que hoy se conoce como ley de gravedad.

Para él, todas las cosas se dirigían hacia un solo punto considerado el *centro del todo*, coincidente con la Tierra. Respecto a los postulados siguientes referidos al movimiento del universo correspondía a los astrónomos indagar desde los principios indicados por la física para precisarlos y calcularlos.

Respetaba las premisas de la circularidad de los movimientos en la región celeste admitiendo que el cielo era arrastrado en un movimiento de rotación junto a las estrellas fijas (Aujac, 1966; 1975).

GEOGRAFÍA Y ASTRONOMÍA

Pasando a un plano del conocimiento más práctico, el de la astronomía, la idea de esfericidad del universo como de la Tierra tenían como fundamento la armonía y belleza del mundo el que debía reflejarse en la Tierra, a través de una representación simétrica y ordenada.

Fijado el horizonte de observación en el mundo habitado por los sabios, la regularidad de los movimientos en la región supralunar fue seguido por los sabios desde latitudes medias. En el lapso de tiempo que transcurrió desde las culturas egipcia, babilónica, hasta Ptolomeo —siglo II d. C.— se delineó un conocimiento basado en la observación de los movimientos en el cielo, derivando como ya fuera mencionado en una complejidad de líneas imaginarias que por analogía fueron proyectados a la Tierra.

Sobre este entramado de líneas imaginarias conformada de paralelos, meridianos y círculos, se efectuaron los cálculos de las distancias medidas en estadios. Durante la época de Estrabón —63 a. C.—23 d. C.— se tomaba como valor del estadio 157,5 m, de ellas se dedujo la ubicación de los pueblos, las dimensiones y forma del mundo habitado, como también fijaron criterios de clasificación climática y etnográfica que interesaban al geógrafo. Todo esto enmarcado en un trasfondo de simetría absoluta.

Esta maqueta de representación geométrica del universo y la Tierra sirvió a los fines de conocer las variaciones de los días y las noches en relación con las latitudes y en relación con las estaciones del año. También sirvió para conocer las posiciones diarias del Sol, así como las variaciones de las sombras proyectadas por este. Les ayudó en la conjetura de la existencia de las antípodas, lugares diametralmente opuestos a otros lugares, o habitantes de la Tierra que viven diametralmente opuestos a otros. Por ejemplo, España tiene por antípoda a Nueva Zelanda. El polo norte tiene por antípodas al polo sur. Brasil tiene por antípoda a Filipinas (Aujac, 1966; 1975).

Se supone que este concepto deriva de Anaximandro producto de su propuesta de una Tierra con forma de cilindro con dos superficies planas. La parte de arriba habitada y la de abajo supuestamente habitada por gente que caminaba cabeza abajo. Este último se deriva de hipotetizar la existencia de tierras habitadas debajo del ecuador, refiriéndose al hemisferio sur.

Las líneas imaginarias. Las observaciones

En los tiempos griegos, conocer la ecúmene, aquel mundo conocido y localizado alrededor de la cuenca mediterránea, estaba sujeta al conocimiento de los movimientos en el universo. El orden y simetría observado en él era proyectado a la Tierra por medio de líneas imaginarias como una forma de afianzar esa unidad entre Tierra y universo.

Los progresos de la astronomía sobre la descripción de la esfera celeste sirvieron para construir y organizar el conocimiento de la Geografía. Entre las líneas de mayor importancia en la esfera se reconoció al *eje del mundo*, alrededor del cual giraba todo el sistema de la esfera celeste.

Piteas e Hiparco conocían que la región del polo se trataba de un sitio vacío de estrellas, pero, en sus cercanías la presencia de tres astros formaba una figura semejante a un cuadrilátero. Durante largo tiempo se creyó al polo celeste como un punto fijo en el universo.

Hiparco también sabía que la posición del polo celeste entre las estrellas variaba lentamente en el curso del tiempo. Este movimiento hoy es llamado precesión de los equinoccios que consiste en un movimiento del eje de rotación de la Tierra alrededor del eje de la eclíptica. El eje de la Tierra al no ser fijo se balancea lentamente impidiendo señalar el polo norte de manera precisa. La consecuencia es el desplazamiento de los puntos equinociales a lo largo de la eclíptica que se refleja en un adelantamiento de los equinoccios. Se calcula que este movimiento dura alrededor de 25 800 años.

También tiene sus implicancias para la orientación marítima, ya que la posición de los cuerpos celestes no siempre es la misma.

En la época posterior a Claudio Ptolomeo los astrónomos musulmanes intentaron explicar este movimiento utilizando una novena esfera del antiguo sistema planetario. Dado que se trata de un movimiento de suma lentitud

en el tiempo, no tuvo demasiada significancia en el cambio de paradigma del geocéntrico al heliocéntrico.

Conocer la distancia al polo norte celeste tanto como su posición era más bien una cuestión práctica pues, les ayudaba a saber de la orientación y posición de un lugar en la Tierra, en relación con el universo, además de permitirles situar a las estrellas y constelaciones (Aujac, 1966).

El paralelo celeste

El ecuador celeste conocido en la antigüedad como el círculo de los equinoccios, fue detectado luego de numerosas observaciones. Era uno de los círculos paralelos mayores de la gran esfera —se los consideraba círculos paralelos a la esfera porque todos eran perpendiculares al eje del mundo— recorrido por el Sol durante los equinoccios de otoño y primavera. Sobre él estaban las estrellas que hacían su levante y poniente exactamente por el este y por el oeste junto a los demás planetas de la esfera celeste. El gran círculo perpendicular al eje del mundo era equidistante de los polos y su plano atravesaba el centro de la Tierra dividiendo a la esfera celeste en dos hemisferios boreal y austral. Actualmente su análogo en la Tierra es el ecuador terrestre (Aujac, 1966).

Los giros del Sol en invierno y verano

Otros de los dos círculos muy importantes reconocidos en la antigüedad, también resultado de observaciones en el cielo fueron los trópicos de cáncer y capricornio —palabra que viene de *tropas* que significaba giro—. Para los sabios antiguos eran los círculos sobre los cuales se proyectaban los rayos solares verticalmente sobre la Tierra, durante el solsticio de verano en el hemisferio norte. Para Aristóteles estos eran círculos paralelos al ecuador y señalaban el desplazamiento del Sol por la eclíptica.

El Sol en su movimiento anual interceptaba en dos ocasiones al ecuador celeste, durante los equinoccios de otoño para el hemisferio norte —las referencias astronómicas fueron tomadas siempre desde el hemisferio norte— el 21 de setiembre y la segunda ocasión durante la primavera, el 21 de marzo.

También, se observaba que durante su revolución diaria y entre los periodos equinociales, el Sol se desplazaba en forma circular, casi paralelo al ecuador. Alcanzaba su máxima posición cuando efectuaban círculos bien extremos tanto al sur como al norte del ecuador. Esos círculos máximos alcanzados por el Sol en su recorrido diurno, a partir de los puntos solsticiales fueron llamados trópicos de verano al círculo más septentrional de todos aquellos descriptos por el Sol durante su revolución cotidiana y, como trópico de invierno al círculo más meridional. El momento donde el día se

presentaba como el más largo y la noche más corta se lo llamó solsticio de verano, en el hemisferio norte. En cambio, el solsticio de invierno también visto desde el hemisferio norte coincidía con el día más corto y la noche más larga (Aujac, 1966).

El zodiaco, la región de los planetas

Fue definido como el círculo oblicuo o círculo medio del zodiaco según Ptolomeo —hoy llamado eclíptica—. Sobre él se desplazaba anualmente el Sol, provocando los vientos y los climas. Además, como resultado de ese trayecto anual sobre el círculo oblicuo, el Sol atravesaba las doce constelaciones reconocidas en el zodiaco, causando además las estaciones del año. El zodiaco era la banda circular extendida a ambos lados de la eclíptica con un ancho aproximado entre los 12° de latitud.

Dividía al ecuador en dos partes iguales llamados hemisferios. Hacia el interior de la banda se desplazaban los siete planetas conocidos, surcando a las doce constelaciones.

El conocimiento de las constelaciones les sirvió para fijar la posición exacta del Sol durante su trayecto por la eclíptica y asociar esas posiciones a las estaciones anuales que en base a ellas se organizaban las tareas de siembra y recolección (Aujac, 1966).

El horizonte de observación

Otra de las líneas de importancia además del ecuador celeste, los trópicos y la eclíptica fue el horizonte de observación. La diferencia con los anteriores —el ecuador y el trópico— es que estaban fijos, mientras que el horizonte de observación era variable y relativa a la posición del observador, por consiguiente, no era igual en todos los lugares. El horizonte de observación, permitía dividir a la esfera celeste en una parte visible, aquella por encima de la Tierra y la otra invisible, por debajo de esta. Se trataba de dos horizontes uno sensible y otro por deducción a aquel no visible. El primero reconocido hasta el límite de nuestra visión, el cual se calculaba que no sobrepasaba los 2000 estadios. A partir de ahí comenzaba el otro horizonte, el teórico en donde la distancia medida en estadios era mayor a los 2000 estadios.

La existencia de ambos horizontes marcaba una diferencia tanto en los climas como en las manifestaciones terrestres que los planetas y estrellas fijas podrían causar.

El plano del horizonte era perpendicular a la vertical del lugar que como polo tenía al cenit, siempre en el hemisferio visible. La vertical del lugar junto al eje del mundo determina para cada lugar de la Tierra un plano que pasaba por los polos norte y sur y la dividía en dos partes iguales.

Este círculo llamado meridiano era atravesado por el Sol durante su máxima culminación, es decir cuando se encontraba en la mitad de su desplazamiento durante el día. Lo mismo ocurría con las estrellas cuando alcanzaban su culminación en su pasaje por el meridiano. Conociendo el ángulo formado entre la vertical del lugar y el eje del mundo les servía para determinar el meridiano de cada lugar, y a su vez, precisar la altura que los astros alcanzaban al momento de su pasaje sobre el mismo. Tanto el meridiano como el cenit y el horizonte tenían un valor local no universal (Aujac, 1966).

El círculo de las estrellas circumpolares

Los círculos circumpolares marcaban el área del movimiento y dirección de las estrellas circumpolares —aquellas que por la rotación de la esfera no se ocultaban nunca por debajo del horizonte y eran observadas desde la Tierra todo el año durante la rotación diaria de la esfera estelar—. Las estrellas comprendidas entre los círculos circumpolares y el polo norte, tenían un desplazamiento en sentido este-oeste.

En el sector de la esfera celeste visible, el único punto fijo observable era el polo norte celeste ubicado a unos 45° de latitud por encima del horizonte.

Otras de las líneas privilegiadas y localizadas en la esfera celeste fueron los círculos árticos norte y sur —llamados por Hiparco círculos siempre visibles—, límite de las estrellas circumpolares. Eran visibles por encima del horizonte junto a todos los astros ubicados en su interior que giraban alrededor del polo norte y sur celeste. A diferencia del ecuador celeste y los trópicos que conservaban su tamaño en todas latitudes, los círculos árticos variaban su tamaño según el lugar de observación.

Los círculos árticos eran variables y fijados relativamente y arbitrariamente en función del paralelo del lugar de 36° latitud norte. Este paralelo pasaba desde las columnas de Hércules, el estrecho de Sicilia, Atenas, Rodas hasta las regiones de la India. Según las observaciones efectuadas por estos sabios, desde este paralelo el círculo ártico quedaba a la latitud de 54° al norte del ecuador.

Definir la posición del círculo ártico se había constituido en un gran problema ya que no era claro el sentido atribuido al término, no quedaba establecido si se trataba de un círculo siempre visible, límite de las estrellas circumpolares o de un círculo polar ártico.

Podría decirse que tres fueron las interpretaciones atribuidas durante la antigüedad. La primera como el círculo siempre visible por encima del horizonte, a partir de los 36° del polo norte celeste — 54° del ecuador—. La segunda interpretación, lo situaba a los 24° del polo norte celeste — 66° del ecuador— que podría haber correspondido con nuestro círculo ártico actual y la tercera como aquel círculo que variaba según la posición del horizonte.

Al parecer durante la antigüedad fue esta última definición la que más aceptación tuvo entre los sabios griegos.

El círculo polar ártico no fue vinculado al lugar de observación, sino relacionado con fenómenos de orden astronómico y de valor universal junto al ecuador y los trópicos (Aujac, 1966).

Levante y puesta de las estrellas

La regularidad observada en los movimientos de las estrellas constituyó durante largo tiempo la base de la astronomía antigua para ordenar tanto las tareas agrícolas como la navegación o la vida cotidiana de sus habitantes. Con el calendario, la práctica de observar el cielo pierde importancia quedando relegada solo a los navegantes.

Desde las ciudades de Alejandría y Rodas también fueron realizadas observaciones astronómicas dadas las condiciones atmosféricas apropiadas, y un horizonte relativamente libre de obstáculos para aquellas latitudes.

Desde épocas de la campaña de Alejandro Magno a la India se sabía que estas observaciones de levante y puesta de los astros tenían conexión con la vida y el ritmo natural de la Tierra. Por ejemplo, se identificaba las diferentes épocas del año, o por los movimientos del Sol, se asociaba el aumento de las precipitaciones con la presencia de los vientos etesios, justo cuando ocurría el *levante* de la estrella Arturo. A la *puesta* de Arturo las crecidas cesaban.

Sirio, otra de las estrellas fácilmente reconocibles, su *levante heliaco* coincidía por largo tiempo con el solsticio de verano. Para los egipcios el levante heliaco coincidía con el inicio de una década. Sirvió para las observaciones desde Egipto y se la tomó como punto de partida del año solsticial. Las estrellas de la constelación Can menor les indicaba durante su levante heliaco, el periodo de derrame del río Eufrates. El levante de Orión estaba asociado con un periodo de inestabilidad climática.

La regularidad observada cada año en el movimiento del Sol por la eclíptica, de occidente a oriente les informaba de su pasaje por las diferentes constelaciones del zodiaco. En ese trayecto, las estrellas que no eran circumpolares tenían diferentes levante y puesta heliaca. Por ejemplo, en el levante matutino la estrella tomada como referente aparecía sobre el horizonte, hacia el este, antes de la salida o levante del sol. Su aparición libre de la luminosidad del sol, la hacía visible según el horizonte por un periodo de tiempo bastante largo. Con posterioridad a su levante matinal las estrellas noche a noche iban describiendo una figura semicircular hasta alcanzar en algún momento su puesta antes de la salida o levante del sol. También eran observados los levantes y puestas por la tarde.

El levante de tarde ocurría cuando la estrella era vista hacia el este después de la puesta del sol por oeste, en cambio la puesta de la tarde ocurría

cuando la estrella era vista por última vez al oeste, después que el sol se ocultaba bajo del horizonte por el oeste.

Eran simples observaciones, pero durante siglos organizaron las tareas agrícolas, los tiempos de la navegación y conocimientos meteorológicos, como la idea de regularidad y orden (Aujac, 1966).

Los movimientos de las constelaciones y estrellas fueron puntos de referencia para los desplazamientos cotidianos de los habitantes de aquel mundo conocido, observaciones empíricas que sirvieron para un lugar determinado ya que, variaban de un lugar a otro.

El planeta de los griegos

En la antigüedad, tanto los movimientos del Sol como los de la Luna fueron determinantes para las vidas de los habitantes. El Sol, visto desde la Tierra efectuaba un doble movimiento, el de todos los días en sentido este-oeste conjuntamente con la esfera de las estrellas fijas describiendo círculos paralelos alrededor de la Tierra. El otro movimiento era anual alrededor de la eclíptica en sentido oeste-este, responsable de las estaciones de verano, primavera, otoño e invierno.

Respecto al movimiento diario su desplazamiento tanto por encima del horizonte como por debajo del mismo determinaba el día, la noche y fenómenos asociados como el alba y el crepúsculo.

Posidonio por aquella época había observado el fenómeno de agrandamiento del Sol al momento de su levante y puesta. La impresión de ese agrandamiento del disco solar durante su levante y puesta en el mar era explicada por la emisión de un vapor *vidrioso* desde una superficie húmeda, que al ser atravesado por los rayos solares agrandaba la imagen del sol.

El crepúsculo, entendido como el tiempo comprendido entre la desaparición del sol bajo el horizonte y la llegada de la noche, tenía diferente duración según sea del horizonte teórico y el real.

En regiones de llanuras y de litorales oceánicos el crepúsculo tenía una mayor duración en el tiempo, pero en regiones con presencia de montañas, ocurría lo contrario. Su duración en el tiempo además estaba sujeta a la latitud y a las estaciones del año. Por las continuas observaciones realizadas habían determinado que esa luz difusa tenía mayor duración en cercanía de los polos, por el contrario, en cercanías a los trópicos la duración de la misma era menor. En verano la luz crepuscular duraba más tiempo.

En la antigüedad, se sabía que durante el solsticio de verano hacia la medianoche aún era observable la luz crepuscular hacia el norte. A medida que aumentaba la latitud, aumentaba la intensidad de dicha luz. En cercanía al ecuador, se pensaba que el crepúsculo era breve ya que tanto el sol como las estrellas al desplazarse verticalmente en los momentos de sus

levantes y puestas, hacía que sus variaciones en alturas sean más rápidas que en otras regiones.

Aristóteles en su obra *Acerca del Cielo–Meteorológicos* nos dice al respecto:

A veces estando clara la noche aparecen en el cielo muchas formaciones visibles tales como grietas, zanjas y colores sanguinolentos. La causa, en estos casos es la misma (...) el aire superior adquiere una consistencia tal que termina por encenderse y su ignición (...) nada tiene de extraño que ese mismo aire condensado se tiña de toda clase de colores; pues la luz que atraviesa un medio más espeso es menor y, al permitir la reflexión, el aire producirá toda clase de colores, y sobre todo escarlata o púrpura, ya que éstos son los que aparecen la mayoría de las veces como resultado de la mezcla por superposición del color ígneo y el blanco, tal como, por ejemplo, los astros al salir y al ponerse, si hace mucho calor, parecen de color escarlata a través del humo. (Aristóteles, 1996:342a 30.35; 342b 5.10)

Respecto al otro movimiento que efectuaba el Sol como ya fue dicho, de oeste a este, desplazándose sobre el zodíaco en un tiempo de 365 días, no era uniforme. Además, sus desplazamientos sobre la eclíptica parecían ser más rápidos en cercanía al ecuador, no así en cercanías de los trópicos que parecían ser más lentos (Aujac, 1966).

Además, la duración tanto del día como de la noche no era igual en todos los lugares de la Tierra, desigualdad que asociaban a la posición del Sol según las estaciones del año. El día más largo ocurría durante el solsticio de verano, en los alrededores de las zonas glaciales, mientras que el más corto ocurría en el solsticio de invierno.

Conocer el comportamiento del Sol les permitía orientarse en cualquier lugar de la Tierra, aunque el horizonte no fuera el mismo y confirmar la regularidad y orden universal.

El planeta cercano a la Tierra

Otro de los planetas importantes reconocidos por los sabios fue la Luna, la regularidad de sus movimientos, las diferentes fases lunares y la creencia popular de su influencia en la vida y actividades cotidiana hizo que no pasara desapercibida.

Se conocía que su luminosidad no era propia y su cercanía a la Tierra hizo que los meses y los años estuvieran ligados a ella antes que al Sol —eran los meses lunares interpretados como una sucesión de doce lunas—. Los Caldeos habían precisado que la Luna «se perdía» entre los otros planetas, su posición era cercana a la Tierra debido a la atracción de esta. Se sabía además que presentaba un movimiento de revolución de corta duración que no estaba relacionado con su velocidad de rotación, sino que se debía a que el círculo recorrido por ella era menor. Se asignaba al conocimiento de la

Luna una especial importancia y sobre todo el geógrafo debía conocer ese comportamiento lunar por su influencia sobre las mareas y la navegación. Se le atribuyó en aquel entonces un movimiento diario en sentido este-oeste como también lo tenía el Sol y el conjunto de las estrellas. Esa rotación diurna era efectuada en un tiempo de 24 horas 50'. Cada día se elevaba sobre el horizonte y una vez que pasaba por su meridiano culminaba. El movimiento restante lo efectuaba por debajo del horizonte y no era visible —se creía que atravesaba otro meridiano, atrás de la Tierra—. De las observaciones se había fijado una órbita lunar de oeste a este, y una sucesión de fases lunares similares a las fases actuales determinadas en relación con su posición respecto del Sol (Aujac, 1966).

La complejidad de los movimientos planetarios

La teoría sobre el universo que mayor apoyo científico tuvo, suponía a la Tierra inmobilizada en el centro del universo, rodeada de una estructura de capas concéntricas todas en rotación. En la región celeste o región supralunar se suponía que el movimiento de los cuerpos celestes debía ser perfecto y de gran simplicidad, pero, las observaciones efectuadas desde la Tierra no coincidían con las teorías, ya que, en el espacio comprendido entre la gran esfera de las estrellas fijas y la Tierra, lugar asignado al desplazamiento planetario, los movimientos de estos resultaban ser complejos, a excepción del Sol y la Luna cuyos movimientos eran más simples.

Durante la antigüedad, específicamente para los griegos, los únicos cuerpos celestes reconocidos eran las estrellas y los siete planetas incluido el Sol.

El Sol en la antigüedad era considerado un vagabundo planeta. Observaciones efectuadas a través del gnomon demostraban que su movimiento era en relación con las estrellas fijas. Además, las estrellas y las constelaciones cercanas a él durante el amanecer o el ocaso no eran las mismas a lo largo del año. El Sol más bien realizaba un movimiento independiente ya que minuto a minuto se desplaza atravesando todas las constelaciones, formando un círculo máximo en la esfera estelar conocido como la eclíptica.

Desde la regularidad de los movimientos, premisa fundamental de la ciencia de aquella época se intentaba explicar los movimientos que experimentaban los planetas a partir de una idea de perfección, armonía y orden universal. Esto desencadenó uno de los grandes problemas para la astronomía desde la época clásica, ya que el axioma de Platón y los pitagóricos, suponían al movimiento celeste de manera circular y uniforme al mismo tiempo (Kuhn, 1996).

Esta condición profundizó aún más el problema que se mantuvo sin solución hasta la revolución copernicana cuando Kepler decidió abandonar el movimiento circular planetario y reemplazarlo por una órbita elíptica para cada planeta.

Se conocía además desde tiempos platónicos que todos los planetas en cercanía a la eclíptica efectuaban un movimiento diurno hacia el oeste acompañando a la esfera de las estrellas fijas, pero al mismo tiempo también se desplazaban, aunque con más lentitud hacia el este a través de las constelaciones. Ese movimiento normal de los vagabundos hoy planetas, era interrumpido por un movimiento de retroceso hacia el oeste, conocido como retrogradación (Kuhn, 1996; Lindberg, 2002) (como lo indica la figura 2).

El planeta durante la retrogradación va tomando diferentes posiciones en el plano de la eclíptica, como se puede observar el trayecto recorrido entre 1-2 el planeta se desplaza con sentido este, junto al movimiento de la esfera estelar. En 3-4 y 5 invierte su movimiento hacia el oeste retrogradando. Este era el punto donde se suponía que el planeta tenía el mayor acercamiento a la Tierra aumentando su brillo. En 6-7, el planeta retoma su normal movimiento a través del zodiaco hacia el este, hasta su próxima retrogradación.

En la antigüedad podía observarse a simple vista lo que sucedía en los cielos, pero, estas observaciones no informaban demasiado acerca de los movimientos anormales de los planetas y otros cuerpos celestes como tampoco su composición, desviación o dimensiones. Las observaciones tampoco daban claridad de las posiciones planetarias ni la forma de sus órbitas.

Esos datos producto de la observación solo eran utilizados para elaborar conjeturas y cuerpos conceptuales sobre hechos constatados a partir de la repetición de sus movimientos.

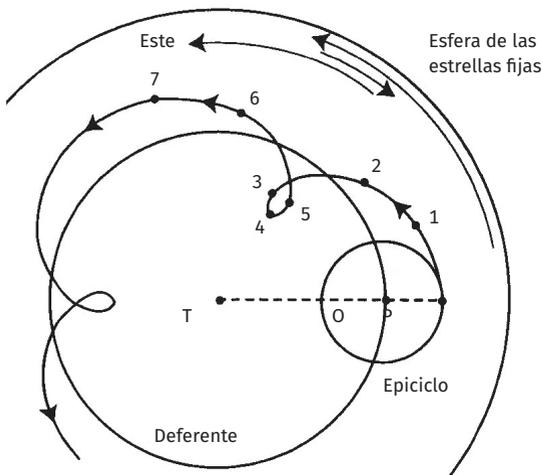


FIGURA 2. EL MOVIMIENTO DE RETROGRADACIÓN DE LOS PLANETAS

Fuente: Boido, 1996.

Dentro del modelo de universo de las dos esferas los astrónomos de la antigüedad debieron enfrentar una serie de problemas vinculados al movimiento de los mismos como, por ejemplo, explicar la irregularidad del movimiento planetario en relación con el supuesto movimiento perfecto de la esfera estelar o por qué la retrogradación de los planetas no se producía en el mismo sector del cielo.

El primer paso para intentar resolver el problema, comenzaba con fijar la posición de los planetas y establecer la forma de las órbitas planetarias. La órbita asignada a cada planeta fue circular, perfecta y armónica de acuerdo con la premisa platónica además de ser concéntrica alrededor de la Tierra. Sobre ella debían moverse los planetas con igual regularidad con que lo hacían las estrellas, ubicación ideal que no concordaba con las observaciones registradas desde la Tierra.

Este esquema de movimiento solo explicaba el movimiento del Sol a lo largo del año, y en forma aproximada el movimiento de la Luna, pero no resolvía la cuestión de las retrogradaciones en los restantes cinco planetas. Llegaron a suponer que se trataba de desviaciones naturales de sus órbitas. Según la posición de los planetas respecto al Sol se los separaba en dos grupos: los planetas inferiores como Venus y Mercurio y los planetas superiores como Marte, Júpiter y Saturno.

Respecto a los primeros la posición era cercana al Sol y sus desplazamientos en relación con este era lenta y en forma de vaivén. Durante cierto periodo seguían al Sol en su normal movimiento hasta iniciar las retrogradaciones. Cuando sus posiciones estaban al este del Sol se los conocía como estrellas vespertinas. Después de retrogradar, se ubicaban al oeste del Sol y se los conocía como estrellas matutinas, visibles antes de la aparición del Sol sobre el horizonte.

En cambio, los planetas superiores sus movimientos eran más independientes respecto de la posición del Sol. Había ocasiones en que se hallaban en conjunción con él o en oposición, y solo retrogradan en esta última situación que era cuando mayor brillo tenían.

Las diferencias entre los movimientos de las estrellas y planetas hacía presuponer a los sabios que estos últimos giraban en la región comprendida entre la Tierra y la esfera estelar.

El siguiente paso dio lugar a las conjeturas en relación con el orden que debía asignarse a los planetas y al parecer ese orden se hizo en función a la presencia del éter. Algunos filósofos de la antigüedad suponían que los planetas flotaban en dicha sustancia. En inmediaciones de la esfera de las estrellas fijas circulaba con mayor rapidez, mientras que en cercanía a la Tierra se encontraba en reposo. Se les adjudicó a los planetas un orden decreciente en función a sus periodos orbitales. Mercurio y Venus emplean alrededor de un año en recorrer de manera completa el zodiaco, Marte lo hacía en 687 días, Júpiter a razón de 12 años y Saturno recorría el zodiaco en el término de 29 años. Sus periodos orbitales no eran uniformes (como lo indica la figura 3).

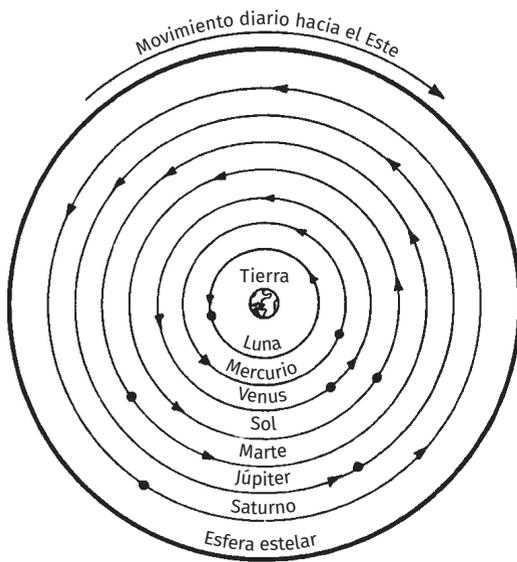


FIGURA 3. EL ORDEN DE LOS PLANETAS EN EL UNIVERSO ARISTOTÉLICO

Fuente: Kuhn, 1996.

En consecuencia, en la capa exterior de las estrellas fijas, ubicaron a Saturno, el planeta que mayor tiempo llevaba en recorrer el zodiaco seguido de Júpiter —con movimientos hacia el este— a quienes se suponía, que sus desplazamientos lentos se debía a que circundaban una órbita mayor, alejada de la Tierra y cercana a la esfera de las estrellas fijas.

En la capa inferior, cercana a la Tierra y donde el éter estaba en reposo ubicaron a la órbita de la Luna por la lentitud de su movimiento en relación con la esfera exterior.

Respecto al Sol, Venus y Mercurio no resultó fácil asignarles un lugar debido a que, siguiendo el criterio de orden aplicado en los otros planetas, en este caso los tres planetas tardaban un año en desplazarse alrededor de la Tierra. Este fue otro de los problemas en la antigüedad, el de asignar un orden a los planetas dado que el periodo orbital no era uniforme (Kuhn, 1996; Aujac, 1966; Lindberg, 2002).

Los modelos teóricos de explicación

Dentro de esta estructura de universo geocéntrico siguieron una serie de tentativas en materia teórica para explicar los movimientos planetarios, que no resultaron eficaces.

Una de ellas fue la teoría de las esferas homocéntricas —porque se referían a un centro común, la Tierra— propuestas por Eudoxo (408 a. C.–355 a. C.) para explicar los movimientos de retrogradación de Júpiter y de Saturno.

En su modelo de esferas homocéntricas con centro en la Tierra, a cada planeta se le asignaba una esfera cuyas distancias con la Tierra no debían variar. Esta premisa resultó ser un problema ya que cuando el planeta comenzaba su movimiento de retrogradación, desde la Tierra se veía el aumento de su brillo lo que hacía suponer que se acercaba a esta, motivo por el que este modelo fue abandonado.

El modelo explicativo de Eudoxo fue sustituido por el sistema epiciclos y deferentes, un nuevo modelo matemático que sirvió como base para estudios siguientes, inclusive retomado por Hiparco (194–125 a. C.) aplicado durante la revolución copernicana, al modelo heliocéntrico.

Conciliar el modelo predictivo con las observaciones efectuadas desde la Tierra adaptando el sistema deferente–epiciclo para cada planeta tampoco fue del todo posible.

El valor de este mecanismo residía en que llegaba a explicar la variación de la intensidad del brillo de los planetas, principal motivo que sustentó al modelo. Si bien permitió avanzar como sistema explicativo sobre algunas anomalías también dejó al desnudo otras que intentaron ser tratadas en el sistema Ptolemaico (Lindberg, 2002:130; Kuhn, 1996).

El modelo conceptual de Claudio Ptolomeo

El sistema de las dos esferas permitió describir los movimientos diurnos de los astros y a partir de ellos conocer detalles de las anomalías planetarias, pero los modelos de explicación, entre ellos el sistema deferente–epiciclo puso al descubierto otras anomalías llamadas de segundo orden. Cuando el movimiento de un solo planeta intentaba ser explicado por un solo deferente y un solo epiciclo, se conocía que este no tenía siempre la misma posición sobre la eclíptica, tampoco eran iguales el tiempo entre las retrogradaciones. Además, no todos los planetas seguían un recorrido normal sobre la eclíptica —a excepción del Sol— que en este modelo sus movimientos encajaban ya que era el único planeta que no retrogradaba.

Sobre el modelo tradicional de epiciclos y deferentes, Ptolomeo introdujo cinco epiciclos mayores —por ser cinco los planetas que retrogradaban— para explicar las anomalías de mayor complejidad y un sinnúmero de epiciclos menores para explicar las irregularidades de carácter cuantitativo. Fueron combinados epiciclos sobre epiciclos sobre un deferente, también, se emplearon círculos excéntricos combinados para explicar el movimiento del Sol, y ecuantes para ajustar el modelo de los epiciclos con las observaciones.

El Sol era uno de los planetas que no retrogradaba por lo tanto no era necesario introducir los epiciclos para explicar sus movimientos ya que el deferente cumplía tal función, pero era conocido que sus movimientos tenían velocidades variables a lo largo de la eclíptica. Es así entonces que Ptolomeo con la intención de explicar estos movimientos introdujo el artificio

matemático del ecuante. Se trata de un punto adicional que, si bien conservaba la condición de circularidad, sin embargo, rompía con el principio de uniformidad del movimiento exigida por Platón.

Con el punto ecuante se logró una interesante aproximación a los que durante el siglo XVII Kepler denominó Ley de Áreas. El aporte teórico de Claudio Ptolomeo al problema heredado desde la época platónica resultó tener más precisión, pero fue demasiado complejo y no explicó el problema. Sucesores sobre todo astrónomos orientales siguieron su razonamiento cuantitativo sin introducir modificaciones, solo se limitaron a redistribuir los artificios ideados por el astrónomo, y en descubrir qué combinaciones podrían explicar el problema de los movimientos planetarios de una manera simple y precisa (Lindberg, 2002:138; Kuhn, 1996; Aujac, 1993).

3 Los dominios del saber en los orígenes del pensamiento geográfico

LAS CONCEPCIONES DE HOMERO

Homero, poeta griego, quien supuestamente vivió entre los siglos VIII y IX a. C. constituyó una de las principales fuentes desde donde Estrabón fundamentó el conocimiento geográfico. Según Estrabón Homero aportó información desde la experiencia y evidencia sensible contribuyendo a que los sabios de aquel entonces tomaran como una de las principales hipótesis, la de insularidad del mundo habitado.

En sus relatos, el mundo conocido aparecía como una isla bañada en su entorno por un océano continuo, imagen apoyada por los navegantes quienes aseveraban que en sus viajes nunca habían observado la presencia de ningún continente, sino tan solo mar continuo. La insularidad también se ve reforzada por las observaciones del levante y puesta del sol en el océano, como del movimiento observado de las constelaciones y las estrellas. Según Estrabón las referencias de Homero hacían alusión a lo que hoy se conoce como geografía general.

Estrabón acordaba con Homero, pero no Hiparco. Este matemático cuestionó la continuidad del océano como superficie líquida de la cual emergían las islas. Con fundamentos de carácter más científicos, sostenidos en la esfericidad de la Tierra argumentaba la presencia de una superficie totalmente sólida, interrumpida solo por grandes cubetas ocupadas por las aguas de los océanos.

Otra de las suposiciones estraboniana se refería a que el mundo habitado no se extendía más allá de los 54° de latitud norte de acuerdo a las observaciones astronómicas efectuadas en relación con el zodiaco y la trayectoria seguida por el Sol.

La observación de los movimientos celestes para la orientación fue indispensable, así quedó demostrado por Homero cuando en uno de sus pasajes se refirió del siguiente modo:

y, sentándose, comenzó a regir hábilmente la balsa con el timón, sin que el sueño cayese en sus párpados, fijos los ojos en las Pléyades y el Bootes, que se pone muy tarde, y la Osa, llamada el carro por sobrenombre, la cual gira siempre en el mismo lugar, acecha a Orión y es la única que no se baña en el océano; pues Calipso, insigne entre las diosas, le había ordenado que tuviera la Osa a mano izquierda durante la travesía... (*Odisea*, 2006:102)

Cuando Homero se refirió a la constelación de la Osa lo hizo como aquella que giraba siempre en el mismo lugar, *sin bañarse en el océano*.

La constelación de la osa era considerada por estos sabios como la tercera constelación más grande del hemisferio norte. El modelo está formado por siete estrellas, visibles a simple vista, reconocidas y seguidas sus estrellas por los navegantes ya que, les indicaba el polo norte. Según Estrabón, Homero se estaba refiriendo al círculo de las estrellas circumpolares o círculo ártico.

Cuando en otros de sus pasajes Homero se refería al pueblo de los etíopes

entonces había ido Posidón al lejano pueblo de los etíopes, los cuales son los postreros de los hombres y forman dos grupos que habitan uno hacia el ocaso y otro hacia el orto de Hiperión para asistir a una hecatombe de toros y corderos... (*Odisea:28*)

Hiperión, en la *Ilíada* es el dios Sol llamado Helios Hyperión. En la *Odisea*, el sol recibe el nombre de Hyperónides, hijo de Hiperión.

En la opinión de Estrabón, Homero tomaba como referencia al océano posiblemente como el horizonte para señalar el levante y puesta de las estrellas, interpretándose como horizonte la Tierra al borde del océano tangente al círculo ártico.

El punto de contacto entre círculo ártico y horizonte en una interpretación homérica que se refería al límite entre tierra y agua punto más septentrional del mundo habitado, más allá del cual se creía que solo había océano.

Homero, definía el círculo ártico por el movimiento de la constelación de la Osa, en cambio, Hiparco con más precisión situaba el pie delantero de dicha constelación a los 66° de latitud, pero el horizonte de observación era el paralelo de 36° con centro en Grecia.

El problema en cuestión era dónde fijar el punto límite más septentrional, es decir establecer hasta dónde llegaban las extensiones del mundo habitado hacia el norte, para un observador ubicado a los 36° de latitud norte.

Para un horizonte de observación de 36° de latitud, el círculo ártico no se extendía más allá de los 54° de latitud norte. Como límite sur se tomó el paralelo de 12° que pasaba por el país productor de la Canela —actualmente Djibouti, al este de África—. Tanto para Homero como para Estrabón, el mundo habitado quedó circunscrito entre el círculo ártico ubicado para el paralelo de Grecia, a los 54° de latitud norte, no más allá de la isla de Yerne, actualmente Gran Bretaña o Irlanda y al sur no más allá del paralelo de 12° de latitud norte.

Otra interpretación de los versos homéricos, se encontraba en Crates de Mallos matemático y filósofo estoico, vivió 150 años antes de Estrabón y famoso por haber construido una esfera que representaba a la Tierra. Situó el océano entre los trópicos, coincidente con la zona tórrida. La distribución del océano en la zona tórrida y de las tierras emergidas eran simétrica, conforme a las teorías matemáticas.

A cada costado y de manera simétrica en relación con el ecuador, se extendían las zonas templadas y las tierras emergidas. La zona templada era ocupada por los etíopes del hemisferio norte ubicados en el borde del océano —los etíopes eran los pueblos más lejanos que habitaban en los límites de la zona tórrida del mundo conocido—. Al sur de la zona templada y simétricamente separados por el océano medio, estaban los etíopes del hemisferio sur.

La posición geográfica fijada por Crates para estos pueblos tenía una explicación astronómica, asociada con la descripción que hacía Homero sobre levante y puesta de la estrella Hiperion. Según llegó a suponer Crates que el zodíaco debía coincidir con estos lugares y sabiendo que el sol transitaba por esta zona, explicaba sus características tórridas. Esta suposición dejaba entrever la posibilidad de un mundo habitado que se prolongaba más allá del trópico de verano, en dirección al ecuador terrestre.

Era una interpretación en conformidad con teorías matemáticas y desafiaba aquellas que sostenían que el mundo habitado no se extendía más allá del ecuador terrestre, ni tampoco más allá de la isla de Yerne, opinión que compartía Estrabón con Homero.

Por otro lado, la presencia de vida en cercanía a los polos era reflejada en la descripción del pueblo Cimerios.

arribamos a los confines del océano, de profunda corriente. Allí están el pueblo de los Cimerios, entre nieblas y nubes, sin que jamás el sol resplandeciente los ilumine con sus rayos, ni cuando sube el estrellado cielo, ni al declinar del cielo a la tierra. (Homero, *Odisea*:184)

Se supone que Homero situaba este pueblo en latitudes próximas al polo, según la interpretación de Crates. Esta hipótesis era rechazada por Estrabón que se negaba a extender el mundo habitado más allá del ecuador y de la isla de Yerne. Sin embargo, admitía la posibilidad de la existencia de otros mundos en el hemisferio norte. Situó a estos pueblos en el Bósforo Cimerio, estrecho que une al mar de Azov con el mar Negro, hoy llamado estrecho de Kerch, actual Bósforo, que por su latitud no estaban sujetos a penurias y miserias del frío glacial.

Homero, situaba cada lugar en relación con el levante y puesta de los astros. Para determinar los puntos cardinales este y oeste, tomó como referencia los movimientos del Sol. Conocía la variación de los fenómenos atmosféricos según la latitud, como también se deduce que percibía el movimiento del cielo sobre el horizonte cuando en su cita al pueblo de los Cimerios se refería al *estrellado cielo que sube y declina*.

En otro de sus pasajes, también dejó constancia sobre los movimientos del Sol: «cuando se acabó el otoño y volvieron a sucederse las estaciones» (Homero, *Odisea*:180).

Homero conocía que la duración de los días y las noches no eran iguales en relación con la latitud, que los días y noches se alargaban hacia el norte. A través de los vientos fijó los puntos cardinales de norte y sur, nombraba a los cuatro vientos procedentes de los cuatro puntos cardinales que le sirvieron para fijar las direcciones. El Zefiros viento del oeste, el Boreas viento del norte, el Notos viento del sur, y el Euro viento del este. De este modo se refería Homero a los vientos, en algunos de sus cantos: «soplaron a la vez el Euro, el Noto, el impetuoso Cefiro y el Bóreas que nacido del éter levanta olas inmensas» (Homero, *Odisea*:103).

Así como el otoñal Bóreas arrastra por la llanura unos vilanos, que entre sí se entretajan espesos, así los vientos impelían de un lado a otro la balsa por el piélagos; ya euro la arrojaba a Cefiro para que la empujase, ora Noto la impelía sobre Bóreas (Homero *Odisea*:104). «Pronto cesó el soplo violento del Cefiro, que causaba la tempestad, y de repente vino el Noto» (217). «Sobrevino una noche mala y sin luna, en la cual Zeus llovió sin cesar y el lluvioso Cefiro sopló constantemente y con gran furia» (246). «Sobrevino una noche mala, glacial, porque soplaban el Bóreas, caía de lo alto una nieve menuda y fría, como escarcha» (247).

El Bóreas, viento norte era tan temido como el Cefiro procedente del oeste, ambos azotaban la cuenca del Mediterráneo y hacían peligrar las naves.

En otro de sus cantos Homero hacía referencia a que los vientos Cefiro y el Bóreas procedían de Tracia: «Como conmueven el Ponto, abastado en peces, los vientos Bóreas y Cefiro soplando de repente desde la Tracia» (Homero, *Ilíada*:139).

Eratóstenes, por el contrario, consideró esta expresión como una imprecisión del poeta, ya que ambos vientos con diferentes direcciones no podían soplar del mismo lugar.

Entonces hizo su corrección considerando que ambos vientos se enfrentaban en la región de Tracia, ya que en la zona continental había una especie de promontorio que los impulsaba hacia el mar causando de este modo la sensación en las islas de Thásos y Lemnos, que los vientos del oeste procedían solo de Tracia (Aujac, 1966a; 1975b).

PITEAS

Piteas (380 a. C.–310 a. C.) nacido en Masalia, actualmente Marsella. Se destacó como marino y astrónomo. Se le adjudicó el descubrimiento de la península ibérica, *Hispania*. Rechazado por Estrabón como sabio y como geógrafo, muy familiarizado con el pensamiento de Eudoxo. Se le adjudicó haber recorrido el litoral oceánico, desde Gades —Cádiz, en España— hasta el río Tanais, actualmente el río Don.

Famoso por su periplo hacia las latitudes septentrionales aportó datos sobre la isla de Britania, hoy Gran Bretaña. Constató la hipótesis de la duración de los días y noches hacia latitudes altas según las estaciones, que fueron derivadas de los razonamientos geométricos.

Descubrió y aportó datos sobre la isla de Thule, posiblemente actual isla de Islandia, o también pudo haber sido parte de la costa sur de Noruega. Fijó a la isla de Thule como la más septentrional de la isla de Gran Bretaña, definiéndola como el límite extremo del mundo habitado y ubicándola en el sitio donde el trópico de verano se confundía con el círculo ártico. Esos países ubicados en regiones donde el trópico se confundía con el círculo ártico no eran significativos según Estrabón para la geografía porque el intenso frío limitaba la vida tanto humana como vegetal y animal.

Mas allá de la isla de Thule se pensaba que no existía posibilidades de vida tampoco la presencia de tierra, de aire ni de mar, sino una mezcla de esos elementos suspendidos como aprisionando a todas las cosas. Esta mezcla tenía la consistencia de una medusa, que impedía la navegación y la visibilidad, fenómeno también llamado *pulmón marino* que en un sentido metafórico significaba la sensación causada a los navegantes que por primera vez entraban al mar Báltico. Otra de las menciones era *el mar coagulado*, hacía referencia al mar espeso y viscoso, a punto de congelarse.

En el campo astronómico, a Piteas se debió la localización del polo norte, identificado como un sitio vacío en el cual no era observado ningún astro, solo en su cercanía se encontraban tres astros formando la figura de un cuadrilátero.

Por medio de cálculos estableció las relaciones existentes entre la altura del sol en los solsticios, la latitud y el tiempo del día de mayor duración. Explicó también las mareas oceánicas relacionando el movimiento de las aguas y el movimiento lunar. Dedujo que durante las fases lunares plenas se producían las mareas altas, mientras que la baja marea estaba asociada con la fase lunar decreciente, fenómeno confirmado más tarde por Posidonio. Estableció la latitud de Marsella de $43^{\circ} 12''$, bastante aproximada a la actual $43^{\circ} 15'$ (Aujac, 1975a; 1975b).

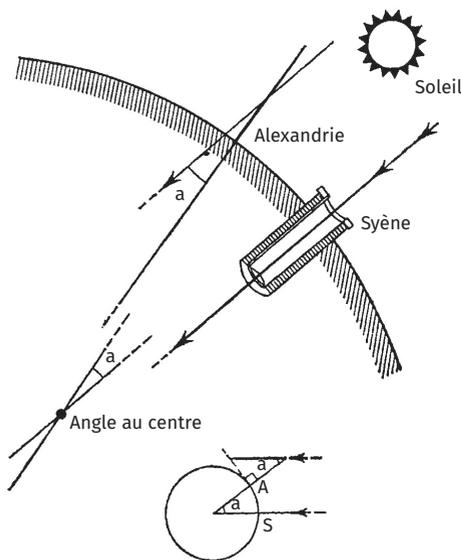
ERATÓSTENES, EL SEGUNDO PLATÓN

Eratóstenes (276 a. C.–194 a. C.) nacido en Cirene, bibliotecario de Alejandría, ciudad donde murió, cartógrafo, geómetra, filósofo, geógrafo y astrónomo. Perteneciente a la escuela Alejandrina. A él se le atribuyó la invención de la esfera armilar. Se cree que de ella pudo haber deducido la oblicuidad de la eclíptica.

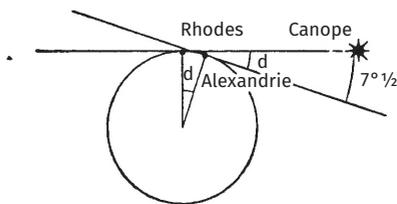
Había intentado establecer las bases científicas para la elaboración de un mapa de la Tierra habitada tomando como fuentes a los periplos, relatos de viajes o descripciones detalladas durante la conquista de Alejandro Magno, en Oriente.

Eran dos los puntos de fuerte diferencia con Estrabón, era claro el rechazo manifiesto por los relatos de Homero como fuente de información en el conocimiento geográfico, por otra parte, pertenecían a Escuelas filosóficas diferentes.

Efectuó la primera evaluación científica de la circunferencia por medio de observaciones simples. Usando un método trigonométrico midió la longitud de la circunferencia terrestre para determinar el tamaño de la Tierra (como lo señala la figura 1). Para ello tomó como referencia la observación de la verticalidad de los rayos solares en la ciudad de Siena, actualmente Assuan, en Egipto, situada sobre el trópico de Cáncer. Los rayos solares eran verticales, hacia el medio día durante el solsticio de verano —21 de junio— momento en que el Sol estaba en el cenit —*por encima de las cabezas*— en el hemisferio norte. Paralelamente, en Alejandría distante unos 5000 estadios de Siena en el mismo día y a la misma hora los rayos solares señalaban un ángulo de 7° . Este valor indicaba además de una diferencia de latitud también corroboraba una curvatura entre ambas ciudades.



MESURE DE LA
CIRCONFÉRENCE TERRESTRE.
PROCÉDÉ D' ERATOSTHÈNE



MESURE DE LA
CIRCONFÉRENCE TERRESTRE.
PROCÉDÉ D' POSEIDONIOS

FIGURA 1. MÉTODO DE CÁLCULO DEL TAMAÑO DE LA TIERRA

Fuente: Aujac, 1993.

Eratóstenes había observado que, en el día del solsticio de verano en la ciudad de Siena, los objetos no proyectaban sombras y la luz llegaba hasta el fondo de los pozos. Esto tenía como significado que la ciudad estaba situada sobre el trópico, correspondiéndole por lo tanto una latitud de 24° .

Estableció como diámetro de la Tierra un valor de 12900 km. Hay dudas sobre la medida de estadio que utilizó Eratóstenes para calcular el valor de circunferencia. Podría haber usado como valor el estadio egipcio de 157,5 m, o también se cree que pudo haber usado como valor de estadio 185 m.

Más de un siglo después Posidonio replanteó este valor de circunferencia terrestre tomando como referencia la altura sobre el horizonte de la estrella Canopus. Sobre este valor calculado por Posidonio, se habría basado Cristóbal Colón para cruzar el Océano Atlántico, creyendo que, como decía Eratóstenes se podía llegar de Iberia a la India, cruzando el océano Atlántico.

Eratóstenes, también midió el arco de meridiano entre los dos trópicos en referencia con el ecuador estableciendo como valor de estos $23^\circ 51''$.

La obra de su autoría sobre la cual se basó Estrabón, *Tratado de Geografía*, reflejaba su interés por los aspectos matemáticos y físicos de la geografía, por la forma del globo terrestre, y las transformaciones sufridas por la Tierra, por las mareas, y la formación de los suelos.

Determinó la latitud del mundo habitado, desde Méroe, situada en el curso del Alto Nilo, entre los 16° y 17° de latitud norte hasta la isla de Thule y la longitud del mismo considerando el doble de la latitud. Junto a Polibio y Posidonio supusieron que la ecúmene debía prolongarse más al sur del ecuador, hacia la supuesta zona templada.

Reformó la carta del mundo habitado, utilizando el paralelo de 36° latitud norte establecido posiblemente por Dicearco o Eudoxo —dividiendo el orbe habitado en dos mitades.

Con estos cálculos producto de las observaciones, intentó corregir la posición de la India y de los antiguos mapas jónicos, sosteniendo la hipótesis que se encontraba desplazada más al norte de lo que le correspondía por latitud. Su objetivo era entonces ubicarla más al sur, donde el cabo sur de la India roce el paralelo de Méroe, mientras que el sector norte de la India sería ubicado a la latitud del golfo de Issos.

Esta hipótesis se mantuvo en las creencias de Hiparco, Posidonio y Eratóstenes durante mucho tiempo, sostenidas por las observaciones del movimiento de los astros y de las distintas versiones de autores, que también coincidían en situar a los promontorios meridionales extremos de la India a la altura de Méroe.

Calculó la distancia entre la Tierra y el Sol estimado en 804 millones de estadios. Como los valores en aquella época no estaban estandarizados, se cree que este valor fue calculado sobre la base de 157,5 estadios, también lo hizo entre la Luna y la Tierra obteniendo un valor 708 000 estadios.

Otro de los aportes de gran importancia fue haberle dado el nombre de *Geographika* a un conjunto de conocimientos aislados referidos a aspectos del orden geográfico obtenidos de las campañas de Alejandro Magno y de viajeros.

En esta obra, que constaba de tres tomos, en el primero trataba sobre las formas de la Tierra. Eratóstenes al igual que los sabios de su época sostenía la esfericidad de la Tierra, del agua que la rodeaba y también del universo celeste.

En el segundo libro, trató los aspectos referidos a lo que hoy se conoce como Geografía Física, y en el último, se refería a Geografía política, con descripciones sobre lugares efectuadas por viajeros y especialistas (Aujac, 1966a; 1975b).

POLIBIO, EL HISTORIADOR

Polibio (205–123 a. C.) nacido en Grecia, historiador griego, político, geógrafo, permaneció casi diecisiete años como rehén en Roma.

Fijó las extensiones del mundo habitado apoyándose con medidas relativas. Nunca admitió la existencia de la isla de Thule, además de asignar al círculo ártico como límite de la zona templada. Se sabía que el círculo Ártico era relativo a las latitudes, en relación con el horizonte de observación, tampoco debía tomarse a los trópicos como límites de la zona tórrida y de ninguna otra zona.

Dividió a la Tierra en seis zonas, dos de ellas limitadas por los círculos Árticos, otras dos zonas estaban comprendidas entre los trópicos y los círculos Árticos y las otras dos estaban limitadas entre los trópicos, atravesadas por el ecuador. A su vez dividió en dos partes a la zona tórrida significando esta división un intento de ordenar los hemisferios en tres zonas delimitadas simétricamente.

Coincidió con Eratóstenes en la existencia de una zona templada *bajo el ecuador*, entendiéndose por esto una zona habitable, algo que no era compartido por Estrabón.

Apoyó la hipótesis sobre la posibilidad de la existencia de montañas *bajo el ecuador* que favorecían a los vientos etesios, vientos del norte fríos y fuertes. Soplaban por casi 40 días y comenzaban durante el mes de julio descargando su humedad y ocasionando lluvias e inundaciones en el río Nilo.

Por esta hipótesis discrepó con Posidonio quien afirmaba que *bajo del ecuador* solo existía un relieve llano, uniforme, y que las lluvias que alimentaban al río Nilo procedían de las montañas de Etiopía (Aujac, 1966).

HIPARCO, EL MATEMÁTICO

Hiparco de Nicea (194–120 a. C.) nacido en Nicea, Asia Menor, gran observador y autor de un catálogo de estrellas que informaba sobre sus posiciones y brillos.

Se destacó en observar los movimientos que efectuaba la Luna pudiendo predecir los eclipses. Introdujo el sistema de paralelos y meridianos usados actualmente. Sus observaciones fueron de utilidad para Claudio Ptolomeo en el siglo II d. C.

Reconoció a Homero como el fundador de la geografía, aunque no se destacó demasiado en este ámbito, sino más bien se le reconoció méritos en la astronomía.

Puso en duda la existencia de un océano continuo del cual emergieran a manera de islas los continentes, debido a la imposibilidad de corroborar por medio de la observación.

Estuvo de acuerdo con Seleuco de Babilonia quien en relación con las observaciones efectuadas por Piteas habría explicado el problema de las mareas oceánicas en el *mar océano* —el Atlántico— ubicado según sus deducciones entre el estrecho de Gibraltar y Asia.

Hiparco, en base a una serie de razonamientos, propuso las siguientes premisas:

- La existencia de mareas en el *mar Atlántico* e Índico, estas últimas observadas por Alejandro Magno.
- Cada 24 horas había dos pleamares y dos bajamares sucesivas, en ambos mares.
- La diferencia de altura —diferencia diurna— entre dos pleamares sucesivas y dos bajamares también sucesivas. Estos movimientos ocurrían en ambos *mares*.

El problema radicaba en: ¿por qué esas diferencias de altura eran mayores en el *mar Índico* y pequeñas en el *mar Atlántico*? Partiendo de esa comparación entonces estableció como hipótesis que: el océano comprendido entre el estrecho de Gibraltar y Asia debía ser único, o bien la otra posibilidad, que hubiera dos océanos divididos por una masa continental. La otra hipótesis era que cada una de esas partes divididas de ese océano o bien podían ser iguales o diferentes.

Sobre el problema de la diferencia diurna de las mareas oceánicas la primera hipótesis no era corroborable, pero la segunda hipótesis era factible de serlo, que hubiera dos océanos divididos por una masa continental y diferentes.

Para Hiparco estaba la posibilidad que las mareas no fueran iguales debido a la posibilidad de discontinuidades de las aguas oceánicas. Agregaba además que, si se sostenía la esfericidad de la Tierra y del mundo habitado, también era posible una superficie sólida, interrumpida por grandes cubetas llenas de agua que formaban los mares y océanos. Estaba planteando la idea de la posible presencia de un continente —en este caso entre el estrecho de Gibraltar y Asia— lo que más tarde posiblemente fue América.

Criticó a Eratóstenes por la manera de fijar las dimensiones del mundo habitado y por fiarse de datos imprecisos, poco serios, basados en la intuición y en la arbitrariedad. Intentó refutarlo por métodos matemáticos recurriendo al teorema de Pitágoras, pero sus fundamentos e intentos resultaron en vano. Si bien Eratóstenes intentó aplicar un criterio geométrico a la delimitación del mundo habitado por medio de las Esfrágides sin embargo, esta forma

de delimitación no siempre resultó posible, ya que en la tercera y cuarta Esfrágide fueron líneas aproximadas, no paralelas.

Puso en duda otras fuentes de información utilizadas por Eratóstenes, por ejemplo, la información dada por Patrocles, para efectuar las correcciones del mapa respecto a la posición de la India ya que consideraba que debió contrastarlas con otras fuentes sobre el tema como era Deímaco y Megástenes.

A pesar de esto, se interesó por la geografía matemática de Eratóstenes, pero señaló que la geografía tal como la concebía Eratóstenes era imprecisa, pues usaba mediciones aproximadas cuando para él, esta ciencia debería dedicarse a la medida del mundo habitado, a determinar paralelos y meridianos y establecer para cada lugar los fenómenos celestes.

Calculó los eclipses de Luna y de Sol para una duración de 600 años, además de confeccionar una tabla de latitud, usada por Ptolomeo tiempo después. Estableció el paralelo de Atenas a una latitud de 36° en relación con un gnomon, aquel paralelo de importancia para las observaciones (Aujac, 1966a; 1975b).

POSIDONIO, EL GRAN FILÓSOFO

Posidonio de Apamea (135 a. C.–50 a. C.) nacido en Apamea de Siria. Fue geógrafo, astrónomo, matemático, historiador y filósofo.

De la observación de las mareas sobre todo en Cádiz explicó el fenómeno por la atracción que ejercía la Luna, explicación que fue tratada en su obra *Sobre el océano* —posiblemente pudo haberla escrito entre los años 88 o 62 a. C.—, después de concluir su viaje a Gadir para verificar las mareas. En dicha obra también explicaba el origen de las islas como el resultado del movimiento del fondo oceánico.

Al igual que Eratóstenes también midió la Tierra con otro método. A diferencia de Eratóstenes no le fue necesario disponer de un pozo para efectuar sus mediciones. Su método fue más sencillo y le permitió llegar a un valor de la circunferencia terrestre con bastante precisión al actual valor.

Tomó como referencia a la estrella Canopus, de la constelación la Quilla —Carina— ubicada entre el hemisferio sur y norte. Consideró como referencia a las ciudades de Alejandría y Rodas —que según él se hallaban sobre el mismo meridiano— Observó a Canopus desde Alejandría ya que desde Rodas no era posible. Mediante las observaciones y cálculos matemáticos obtuvo como resultado 37 800 km para la circunferencia de la Tierra (como lo indica la figura 1).

Estos resultados como los obtenidos por Eratóstenes no están demasiado claros sobre qué valor de estadio fueron calculados para obtener las medidas sobre el tamaño de la Tierra.

Estrabón dejó sentado que el valor de circunferencia terrestre tomada por Posidonio fue de 180 000 estadios. Sobre esta cifra Ptolomeo efectuó sus cálculos, sobre los que supuestamente Cristóbal Colón pudo emplearlos para emprender su viaje hacia las Indias.

Perteneció a la escuela estoica y admitía los conocimientos de Homero, tanto como los postulados de la unicidad del mundo y la esfericidad de la Tierra como del universo.

Sostenía que el hombre, la Tierra y el cielo estaban ligados mediante una ley de armonía que regía el universo, por lo tanto, era indispensable conocer las leyes de la naturaleza, pues esto nos acercaba a ese orden armónico. Mostró interés por la observación de los movimientos de las aguas, los aspectos del Sol cuando se ponía en el mar. Describió los vientos en el Mediterráneo y los fenómenos volcánicos.

Según Posidonio el movimiento del Océano estaba sujeto a un ciclo periódico semejante a los movimientos que los planetas tenían en el zodíaco. Esta suposición reforzaba otra hipótesis, la de una correspondencia entre las observaciones de los fenómenos marítimos en la Tierra y los movimientos de los planetas como por ejemplo las mareas estaban conectadas con los movimientos de la Luna. Cuando esta se elevaba por encima del horizonte alcanzando una constelación determinada, se producía una pleamar, entonces el mar parecía hincharse y comenzaba a invadir el litoral varios kilómetros hacia el interior. Cuando la Luna comenzaba a declinar hasta alcanzar un nuevo signo zodiacal, indicando que ya había pasado por el meridiano celeste, entonces el agua de mar comenzaba a bajar lentamente.

Supuestamente la Luna seguía su movimiento detrás de la Tierra —bajo el horizonte—. En ese trayecto la Luna volvía a ocupar un nuevo signo zodiacal generando una nueva pleamar y una nueva bajamar. Cuando la Luna volvía a declinar por el meridiano celeste detrás de la Tierra —bajo el horizonte— entonces reiniciaba el ciclo nuevamente al surgir por encima del horizonte. Este movimiento era llamado movimiento diario por Posidonio.

Observó además el movimiento mensual de las mareas, aquel de los reflujos y flujos durante las conjunciones de la Luna con el Sol para luego disminuir hasta el cuarto creciente. Sobre el tema de las mareas anuales sabía por referencia de los habitantes de Gadir que estas ocurrían durante el solsticio de verano, tanto los avances de las aguas como la bajante de las mismas.

Según suponía que la amplitud de las mareas oceánicas aumentaba desde los equinoccios hasta los solsticios. Entre el solsticio de verano las mareas iban disminuyendo hasta alcanzar el equinoccio de otoño para luego comenzar a aumentar hacia el solsticio de invierno y decrecer hasta el equinoccio de primavera. Esta regularidad observada en el océano ocurría durante el día y la noche.

Sus observaciones no pasaban por ser una mera descripción pasiva, sino que buscaba confrontar y relacionar las conexiones entre fenómenos semejantes. Esta metodología le permitía establecer hipótesis.

Sostenía que el mundo estaba en continuo devenir, así lo demostraban los temblores, la actividad volcánica, los hundimientos de tierra. Esta variación en tiempo y espacio era la que mantenía la unidad del mundo. Aceptó la hipótesis de la esfericidad de la Tierra y el universo y las consecuencias derivadas como por ejemplo que la Tierra tenía cinco zonas climáticas.

También era común en aquella época admitir seis zonas, agregando dos tórridas, divididas por el ecuador. Parménides le asignaba un ancho mayor a la zona tórrida comprendida entre los trópicos lo cual trascendía dichos límites tropicales extendiéndose hacia las zonas templadas.

Aristóteles ubicaba a la zona tórrida entre ambos trópicos. Entre los trópicos y el paralelo de 54° ubicaba a las zonas templadas y entre este último paralelo hacia el norte situaba a las zonas glaciales.

Posidonio admitió la existencia de una zona ecuatorial habitada, de condiciones templadas y limitada por dos zonas subdesérticas, aunque más tarde se retractó.

Extendió la zona tórrida más allá de los límites de los trópicos, con lo cual reconocía la existencia de habitantes como por ejemplo los etíopes. La zona tórrida comenzaba según él a la latitud del país productor de la canela, actualmente Djibuti, al este de África

Admitió además la existencia de una zona ecuatorial habitada, de condiciones más templadas, debido a que el Sol —durante su movimiento sobre la eclíptica— cuando recorría la zona cercana al ecuador su velocidad era mayor que cuando lo hacía en cercanía a los trópicos, razón por la cual era menor la exposición de aquellos lugares a la insolación.

Siguiendo el criterio astronómico clasificó al mundo en cinco zonas útiles, según los movimientos del Sol. Dos de ellas de sombra circular que se extendían desde *debajo de los polos hasta la confluencia de trópicos y círculos Árticos*. Las otras dos zonas, de sombra simple se extendían *hasta los que habitan bajo los trópicos* y los de sombra doble ubicadas entre los trópicos (Strabon, 2001:71).

De esta división resultaban cinco zonas astronómicas, las glaciales, templadas y una tórrida. Con este criterio indicaba la marcada diferencia de las condiciones atmosféricas en relación con el Sol. También reconoció que había otras dos zonas, extendidas bajo los trópicos naturalmente desérticos, donde solo crecía el Silfio —planta famosa en aquella época—. Sus tallos y hojas eran comestibles. De la corteza se extraía un jugo lechoso que servía como especia y para medicina. Las condiciones de sequedad en dicha zona eran causadas por la ausencia de ríos y montañas que provocaban la ausencia de lluvias. La vida vegetal, animal y humana se adaptaba a tales condiciones, pero su teoría determinista condicionaba todo tipo de vida. La presencia de animales de pelo rizado, cuernos retorcidos y nariz ancha era la consecuencia de tal determinismo.

Respecto a las zonas que introdujo bajo los trópicos no fueron por analogía sino siguiendo criterios étnicos una de ellas es la etíope al sur, la otra

la escita y la celta, al norte y la mediterránea, la intermedia. Como puede verse quiso combinar criterios étnicos y astronómicos en la delimitación de regiones (Aujac, 1966a; 1975b; Lindberg, 2002).

PLINIO EL VIEJO

Considerado como uno de los grandes divulgadores, nacido hacia el 23/24 a. C. al norte de Italia y muerto hacia el año 79 a. C.

Su obra principal fue *La historia natural* donde incluyó toda la información disponible de aquel momento sobre temas referidos a astronomía, geografía, antropología, botánica, zoología y mineralogía, aunque no siempre sus informaciones fueron del todo fiables según Estrabón. Su objetivo parece haber estado en transmitir lo indispensable al hombre común (Lindberg, 2002:188; Aujac, 1966).

ESTRABÓN

Estrabón (63 a. C.–25 d. C.) de origen griego, nacido en la zona del Ponto, situado al NE de Asia Menor, a orillas del Ponto Euxino, actual mar Negro. Fue un intelectual griego reconocido y puesto al servicio de Roma después de la conquista del Ponto. Compartió dos mundos, el de origen, el mundo griego y el mundo del Imperio Romano, del cual tomó su practicidad. Fue un súbdito del nuevo imperio y formó parte del círculo aristocrático romano como intelectual y consejero. Siguió la escuela filosófica del estoicismo y como tal admitía la unidad del mundo y coherencia armónica entre la Tierra y el universo.

Contribuyó con la formación y consolidación del conocimiento en el campo de la geografía, la cuarta ciencia por sucesión lógica.

Su obra constituyó una síntesis de los conocimientos geográficos acumulados en la época helénica y helenística. En otros términos, resumió la historia de esta ciencia desde la época de Homero hasta la época de Augusto y puesta al servicio tanto del hombre común como de aquel dedicado a la política.

Su geografía fue descriptiva referida a toda la ecúmene y marcó un hito clave de un momento histórico que correspondió con el inicio del Imperio Romano.

Roma fue el centro del poder del mundo habitado y representaba para Estrabón la paz, el orden, la esperanza, la prosperidad dado que había vivido un periodo tumultuoso anteriormente. Como los dominios del Imperio Romano alcanzaban grandes extensiones —hasta los límites del mundo habitado— con pueblos heterogéneos, y de gran diversidad cultural, era necesario entonces que los conocimientos geográficos estuvieran disponibles al hombre de Estado, para la administración del imperio.

La Geografía fue para Estrabón un instrumento de conquista, que proporcionó al Imperio Romano las informaciones de utilidad como las extensiones, formas, distancias, clima, pueblos del mundo habitado. Este carácter práctico asignado y en consonancia con la acción de gobierno, definía a esta ciencia como un saber que poseía una diversidad de saberes propio de los sabios de la Geografía del pasado.

El objetivo de la Geografía según Estrabón era brindar una descripción detallada de la posición de la Tierra habitada —aportar una descripción regional— que reflejara descripciones particulares sobre países, sus formas de vida, pero sin descuidar su conexión con la geografía general.

La definía como aquella ciencia que mantenía la armonía de la Tierra con el universo, al conectar a cada lugar con relación a la Tierra misma y al universo. Esto significaba en términos estrabonianos establecer las distintas conexiones entre el mundo habitado, el globo terrestre y el universo, sin que esto condujera a la búsqueda de leyes. Por otro lado, el hecho que reuniera tantos aspectos referidos a la astronomía, cultura, clima, relieve, y mar, le dieron un carácter enciclopedista.

Una de sus principales fuentes sobre la cual basó en gran parte el conocimiento geográfico fueron los poemas de Homero, a quien consideraba el padre de la geografía de los cuales rescató hechos tanto históricos como geográficos. Haber recurrido a esta fuente para fundamentar el conocimiento geográfico le valió serias críticas por apartar dicho conocimiento de la línea científica. Se lo consideró uno de los grandes divulgadores de la geografía más que un sabio filósofo. Se piensa que debido a su formación estoica rechazaba toda búsqueda de leyes, además, el no haber entendido los razonamientos matemáticos de Eratóstenes que lo habría conducido a mantener una posición crítica hacia este.

La Geografía para Estrabón era un saber jerárquico que debía fundarse sobre los conocimientos de la Física, la Astronomía y la Geometría. Tenía un doble objetivo, por una parte, situar el mundo habitado en relación con el globo terrestre y tratar las cuestiones de orden general —geografía general— y, por otro lado, pasar revista de los distintos países, es decir, lo que hoy se conoce como Geografía regional, o corografía como la llamó Ptolomeo. Ambas eran reconocidas como las dos líneas en las que se enmarcaba esta ciencia, ambas útiles al hombre político y social.

Pensaba que la geografía a otro nivel debía comenzar por definir nuestro mundo habitado, sus dimensiones, sus límites, sus características naturales, su posición con relación al globo terrestre, ese debía ser su dominio.

Otras de sus fuentes fueron Demócrito, Eratóstenes —con quien tuvo actitudes polémicas— Dicearco, Posidonio, Piteas entre otros. Se reconoció que fue Demócrito el primero en referirse a la forma y dimensiones de la Tierra, al sostener que la misma era oblonga, o sea alargada y su ancho, una vez y medio su largo. Estrabón sostuvo que los fenómenos naturales sucedían

por ley natural, convencido que se bebían por los movimientos del Sol y cambios naturales y que nada tenía que ver con lo divino (Aujac, 1966:38).

De Dicearco —alumno de Aristóteles que, según Ludovico Geymonat fue quien le dio carácter científico a la geografía, además de determinar la altura de las montañas— tomó el paralelo que pasaba por las columnas de Hércules, estrecho de Sicilia, Atenas, Rodas siguiendo línea recta por la cadena del Tauro, hasta el Imeo, dividiendo al mundo habitado en dos partes. Este paralelo era tomado como el eje de referencias para determinar las distancias.

Acusaba a Eratóstenes de abusar de la matemática y de no contribuir con una medida fija, respecto a valores numéricos otorgados a las dimensiones de la Tierra. Le reprochaba el no recurrir a la teoría de Arquímedes quien sostenía como principio que la superficie de todo líquido en equilibrio y en reposo era esférica. Desde esta ley universalmente reconocida se fundamentaba las cuestiones sobre el equilibrio de las aguas, teoría a la que él recurría en frecuentes ocasiones para refutar lo dicho por Eratóstenes.

Respecto a las ciencias, consideraba a la Geometría como aquella que tenía por objetivo determinar las distancias en la Tierra, su división por regiones mediante figuras geométrica, como las Esfrágides o también determinar el ancho o largo del mundo habitado.

De esta manera se organizó el pensamiento geográfico en la línea de la Geografía regional o corografía, describiendo en detalle cada punto de la Tierra habitada, pero sin desvincularla de la Geografía general. De esta manera, conservando el vínculo entre ambas líneas corográfica y general, afianzaba uno de los objetivos, el de asegurar la unicidad y armonía entre la Tierra y el universo. Por otro lado, su postura estoica hacía que ignorara todo aquello que fuera anomalías e irregularidades, considerando solo el saber fundado en la premisa del *orden*.

Aquel conocimiento generado por los griegos como cálculos, movimientos de los planetas, distancia entre los astros fue más bien dejado de lado por Estrabón, ya que se trataba según él, de un conocimiento generado a partir de hipótesis —un conocimiento improbable—. No pareció haberse detenido en el detalle de cada posición planetaria o en lo que pasaba en la esfera celeste que portaba a las estrellas fijas.

Consideró a la geografía una ciencia en la medida que utilizaba los conocimientos aportados tanto de la física como de la astronomía o de la geometría.

Esta línea corográfica —de carácter descriptivo— continuó siendo alimentada en los siglos venideros por viajes de reconocimientos y campañas militares. En ellas se detallaban aspectos naturales, étnicos o culturales siempre orientada a brindar información sobre el mundo habitado —un viejo objetivo de la disciplina— con una doble finalidad tanto estratégica como cartográfica.

Durante el siglo XIX, la obra de Estrabón fue retomada por geógrafos alemanes y sobre la misma se fundaron las bases de la geografía moderna.

La síntesis estraboniana constituyó el punto de partida para los descubrimientos renacentistas, ya que en ella fueron resumidas casi dos épocas, la clásica o helénica y la romana o helenística.

Pero el pensamiento geográfico también dependió de circunstancias históricas e ideológicas que fueron en cierto modo las que marcaron el rumbo de la evolución de la disciplina en tiempos del Imperio Romano, el que exigió una Geografía descriptiva y mística mediatizada de la realidad (Aujac, 1966a; 1975b).

4 La unidad entre el cielo y la Tierra

LA REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA DEL MUNDO HABITADO

A los geógrafos se les encomendó como tarea final cartografiar la ecúmene, sintetizando el conocimiento por deducción, aportado por la Astronomía, la Matemática y la Geometría, y el conocimiento empírico procedente de fuentes como los periplos, viajes, exploraciones o campañas, además de la descripción de lugares, pueblos y culturas.

Así, como en el cielo se encontraban cinco zonas climáticas, limitadas por los paralelos celestes, entonces por analogía esas cinco zonas climáticas también debían proyectarse en la Tierra. En la Tierra *debajo* del ecuador celeste era ubicada la zona tórrida, dividida por el ecuador terrestre en dos partes. Una parte del lado boreal y otra del lado austral. Igual criterio era aplicado a las zonas templadas y glaciales que, delimitadas estas por círculos paralelos al ecuador celeste de igual forma se la proyectaba imaginariamente con el mismo nombre desde el espacio celeste, a la Tierra.

Por esa misma correspondencia la Tierra era dividida en dos mitades por un ecuador terrestre, réplica del ecuador celeste el que también dividía a la gran esfera celeste en dos mitades iguales llamadas hemisferios celestes.

Debajo de estos hemisferios celestes se hallaban los hemisferios terrestres llamados boreal y austral. Se le daba el nombre de boreal al hemisferio que contenía a la zona templada, que de este a oeste la posición del polo quedaba a la derecha y el ecuador a la izquierda y por hemisferio austral aquel en la dirección este-oeste, el polo sur se ubicaba a la izquierda, y el ecuador a la derecha.

Esta información astronómica servía al geómetra para efectuar los cálculos de las distancias en la Tierra. Estrabón definía a la Geometría como aquella ciencia encargada de mensurar el mundo habitado, utilizando medidas por cálculos y medidas directas. Las medidas por cálculos se realizaban por medio de instrumentos, como el gnomon, o la dióptrá pero, las medidas directas suponían riesgos debido a las imprecisiones a las que estaban sujetas. Las imprecisiones eran debidas a las dificultades para acceder a los lugares y por la arbitrariedad en cuanto a utilizar una unidad de medida común.

La Geografía en función a dicha información era la encargada de establecer la ubicación precisa del mundo habitado, respecto al universo, estableciendo sus dimensiones, su forma (Aujac, 1966a; 1975b).

EL DESAFÍO DEL GEÓGRAFO EN LAS ÉPOCAS HELÉNICA Y HELENÍSTICA

El gran desafío era lograr una representación cartográfica lo más fiel posible del mundo habitado, de lo contrario no era pensable la Geografía —para los griegos Geografía también significaba representación cartográfica del mundo habitado—. Para trazar en una misma superficie plana a la India, a la Iberia, y todos los lugares intermedios era necesario tener conocimiento exacto sobre el levante y poniente de los astros y eso exigía un profundo y claro conocimiento de los movimientos en el cielo.

Este era uno de los desafíos del geógrafo según Estrabón, el de lograr una síntesis que reflejara en el plano, la forma, las dimensiones y límites de los dominios. En tiempos anteriores Anaximandro de Mileto, ya había intentado establecer una carta que representara al mundo habitado, lo mismo Hecateo, Demócrito y Eudoxo. Hecateo y Anaximandro, representaban a la ecúmene de forma circular, con centro en Grecia y Delfos por ser el punto más central del mundo. Ese mundo se encontraba rodeado por el océano y golfos que comunicaban con el mar Mediterráneo a través de las columnas de Hércules. Se trataba de una representación cartográfica semejante a la concepción de Homero.

Cuando Dicearco introdujo un método nuevo, otorgó un nuevo valor científico a las representaciones cartográficas. Tomó como referencia una línea paralela al ecuador que pasaba por las columnas de Hércules, Gades, estrecho de Sicilia, Rodas e Isso, luego tomaba la cadena del Tauro, paralela al ecuador terrestre, la misma línea que tomará Eratóstenes para dividir el mundo. El globo terrestre fue dividido en dos partes o hemisferios, por el ecuador terrestre, Estrabón tomará un cuarto del hemisferio boreal, limitado a su vez por dos círculos que atravesaban los polos, es decir los meridianos.

Situaba la ecúmene en una mitad del hemisferio boreal, limitándola por dos paralelos y dos meridianos tangentes a los puntos extremos del mundo habitado. Con este trazado el mundo tomaba la figura de un trapecio (como se puede ver en la figura 1 del capítulo 3).

Esta figura geométrica con que representaba a la ecúmene estaba rodeada del océano motivo por el cual el mundo habitado fue considerado una isla.

El mundo habitado delimitado por los paralelos y meridianos extremos, tomaba la forma de un paralelogramo o trapecio, semejante a una isla en forma de clámide —una clámide asemejaba una capa sin mangas, o un sombrero de forma circular o bien era comparable a la sección de un tronco cónico cortado verticalmente—. Esta forma que asignaban a la ecúmene estaba limitada al norte por el paralelo que atravesaba Ierne, al sur por el paralelo que atravesaba el país productor de la canela, que determinaban el ancho de la ecúmene. Al occidente y al oriente la longitud se iba estrechando hasta alcanzar el mar. La figura de clámide enmarcaba el lugar habitable para el hombre aquella que debía interesar al geógrafo según Estrabón.

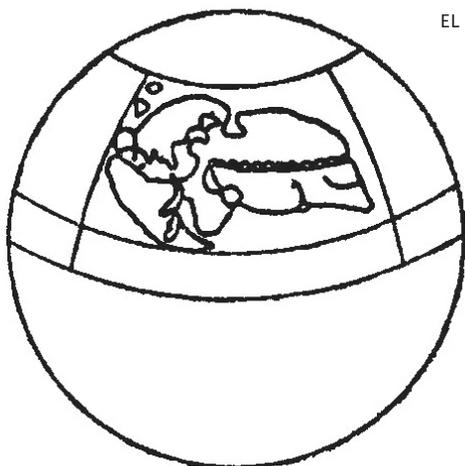


FIGURA 1. LA ECÚMENE EN EL MODELO GEOCÉNTRICO

Fuente: Aujac, 1975.

El haber propuesto la tesis de la insularidad del mundo habitado, condujo a una serie de dilemas, como por ejemplo la de no poder precisar con exactitud su extensión, sus límites sobre todo los lados septentrional y meridional ya que, se desconocía si el océano ocupaba o no la zona ecuatorial.

Desde esta concepción —la de insularidad— se pensaba que el mar era el que daba la forma al mundo habitado, ya que por observación se sabía que penetraba al interior de las tierras en forma de golfos, estrechos, mares, o ríos formando en ocasiones islas, o montañas. Tal disposición determinaba el emplazamiento de sus habitantes y ciudades.

Atendiendo a la concepción —de origen homérico— Estrabón siempre sostuvo que el mundo habitado era una isla rodeada por el mar tal como la experiencia sensible lo indicaba. Sobre la ecúmene, se pensaba en la hipótesis de la posibilidad que el mundo se extendiera más allá de los límites del ecuador, pero en forma de desierto. Las áreas desérticas no eran incumbencias del geógrafo ya que no eran habitables. Además, para Estrabón las hipótesis no eran un conocimiento fundado ya que no tenía posibilidad de ser probado en la realidad, además consideraba a la ecúmene como aquello que era habitable y lo habitable estaba en relación con un clima templado. Lo no habitable se hallaba en relación con un clima extremo tórrido o frío, o bien desértico.

Una vez definida la posición y forma de la ecúmene, el siguiente paso era dividirla y clasificarla para realizar una descripción detallada, tarea que también le correspondía al geógrafo. Para fijar en forma precisa los límites de la ecúmene era necesario conocer detalladamente los ríos, las montañas, el mar o los pueblos.

Para Estrabón no era necesario recurrir a criterios geométricos para fijar los límites, solo era suficiente con las referencias generales en cuanto a su

forma y dimensiones. Para definir las dimensiones de la ecúmene bastaba solo con la latitud y longitud máxima, por ejemplo, *setenta mil estadios* de longitud y de latitud un *poco* menos a la mitad de la longitud (Aujac, 1966a; 1975b; Estrabón II, III:2001).

En cuanto a la forma de las regiones habitada de la ecúmene era suficiente con referirse a ella mediante alguna figura geométrica o formas diversas, por ejemplo: «Iberia se asemeja a una piel de toro». «Sicilia, mediante un triángulo... el Peloponeso mediante una piel de plátano» (Estrabón II, 1992:46).

Para Eratóstenes la latitud y la longitud no eran igual cuando se trabajaba con el *todo* o con la *parte* de la ecúmene. Por eso era necesario determinar en primer lugar sus dimensiones generales y luego establecer sus partes a fin de apreciar los errores cartográficos.

En el *todo* de la ecúmene, la latitud era llamada la distancia menor y era trazada sobre un meridiano. La longitud era la distancia mayor y era trazada en relación con el ecuador.

Pero en la *parte*, la longitud era el segmento paralelo a la longitud del todo y la distancia podía ser mayor o menor que la latitud (Estrabón II, III:2001).

El mundo habitado para Eratóstenes estaba dividido en dos partes simétricas por medio de una línea imaginaria —paralelo de 36° latitud norte— que partiendo de las columnas de Hércules atravesaba todo el mar mediterráneo y continuaba por la cadena del Tauro, hasta alcanzar el borde oriental del océano.

Fijada la forma de la ecúmene —una clámide— y luego de ser precisada su posición en el planeta siempre en relación con el universo y sus movimientos, correspondía ahora al geógrafo establecer sus límites.

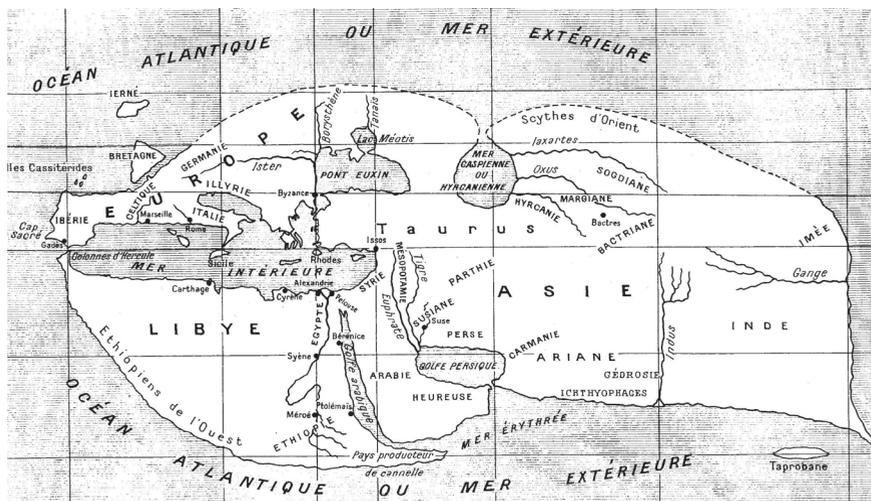


FIGURA 2. LA IMAGEN DEL MUNDO HABITADO SEGÚN ERATÓSTENES

Fuente: Aujac, 1966.

Se consideraba como límite sur de la zona habitada, el paralelo de 12° latitud norte que pasaba por el país productor de la canela. Este paralelo era el límite entre la zona tórrida —según Hiparco— y la zona templada, como también el límite del mundo habitado.

La distancia entre el paralelo que atravesaba el país productor de la canela y el ecuador se estimaba en 8800 estadios. Por otra parte, se conocía la distancia total desde el ecuador hasta el paralelo que pasaba por el Borístenes —hoy río Dnieper—, que era de 34 000 estadios. Todas estas distancias eran estimadas ya que era relativo el valor de estadios con que se calculaban las distancias.

En lo referente al límite sur existía otra zona de importancia sobre el paralelo del país productor de la Canela, situada al este de Etiopía que era la isla de Taprobane —actualmente Ceilan— en pleno mar y desde la cual se extraía marfil hacia los mercados de la India. Su distancia hasta Yerne, límite norte del orbe habitado se suponía en 30 000 estadios. Este límite fue durante largo tiempo muy impreciso y a la vez discutido, posiblemente valores que fueron calculados sobre 157,5 estadios.

Estrabón decía que el geógrafo debía generar conocimiento sobre lo concreto y rechazar todo aquel conocimiento dudoso que derivara de hipótesis considerado como un saber infundado e improbable. Desde este punto de vista rechazaba la posible existencia de una zona ecuatorial habitable ya que esta zona era hipotética.

Respondiendo a un criterio de delimitación astronómica, se consideró en un primer momento tomar al trópico de verano —los 24° latitud norte— como límite con la zona templada, criterio que fue cuestionado tanto por Estrabón como por Posidonio, ya que más allá del trópico se extendían tierras habitables, que gozaban de un clima templado, lo que invalidaba tal suposición. Por ejemplo, se encontraba Méroe, y más allá, se encontraba el país productor de la canela como punto extremo.

Como inhabitables se consideraba aquellas zonas de clima frío o excesivamente caluroso.

Posidonio ubicaba el límite sur a más o menos 8800 estadios, partiendo del trópico de verano. Más tarde Ptolomeo fijará el mismo a una latitud de 17°. La concepción homérica se refería a que, por una necesidad de simetría, los antiguos fijaban como límite sur los bordes extremos del océano, allí donde vivían los egipcios (Aujac, 1966a; 1975b; Estrabón II, III:2001).

La cuestión de fijar un determinado límite en la ecúmene estaba condicionada a lo que se entendía por mundo habitado. Era una creencia muy habitual considerar como posibilidad que el mundo habitado estuviera delimitado por desiertos, antes de tomar contacto con el mar, creencia común para Estrabón. Otra creencia era que solo el hemisferio boreal estaba habitado, ya que en el centro del globo había grandes ríos y océanos. En cambio, la zona habitada no estaba interrumpida ni por océanos ni tampoco una zona tórrida.

Como hipótesis, Eratóstenes y Posidonio pensaban en un mundo habitado que se extendía más allá del Ecuador, hasta el trópico de invierno en el hemisferio sur.

En cambio, para Estrabón, el límite sur llegaba hasta el paralelo ubicado de los 12° de latitud norte, aquel que atravesaba el país productor de la Canela e incluía a la isla de Taprobane.

El límite norte

Estrabón hacía llegar el límite norte hasta la isla de Yerne, posiblemente situada a los 54° de latitud norte más allá de la cual se consideraba que las posibilidades de vida eran muy limitadas y penosas por el frío. En cambio, Piteas y Eratóstenes desafiando el saber de aquella época, fijaban como límites del mundo habitado la isla de Thule. Según las descripciones de Piteas era una gran isla en el océano muy al norte, a los 66°. Eratóstenes también la situaba a la misma latitud —actual latitud de Islandia— Ptolomeo la llegó a situar a los 63° de latitud, aproximadamente.

Es decir, que los límites de aquel mundo habitado no solo estaban determinados por los paralelos siguiendo un criterio astronómico sino también se tomaban a las condiciones climáticas.

Bajo estos criterios astronómicos y climáticos fueron caracterizadas regiones al norte de la India, y territorios como Hircania, Aria, Margiane y Bactriane —según Estrabón Aria, Margiane y Bactriane se hallaban entre el Mar Caspio y el río Indo. Estas regiones gozaban de buen clima, de buenas cosechas, eran productoras de vid, trigo, higos, miel. También estaban las regiones de Araxene, Sacasene y Matiane.

Matiane se encontraba en Media y esta última ubicada posiblemente al noroeste del actual Irán, tenía como capital a Ecbatana, posiblemente hoy sea Hamadhan. Media estaba separada del mar Caspio por los montes Elburz. Sacasene se encontraba a orillas del río Ciro y Araxene, a orillas del río Araxes.

Estas características tanto naturales como económicas les hacían pensar que estos lugares se hallaban lejos de las tierras inhabitadas. En cambio, las regiones como la Céltica y el Borístenes no tenían este mismo bienestar por lo cual deducían su condición de inhabitables (Aujac, 1966a;1975b; Estrabón II, III:2001).

Los límites este y oeste, entre el Imeo y la Iberia

Por el lado este y oeste, los límites estaban mejor definidos ya que el mundo habitado finalizaba en el mar. Era suficiente con determinar los cabos extremos para así trazar los meridianos que junto a los paralelos daban la forma de paralelogramo o trapecio.

El punto extremo hacia el oriente era situado en la extremidad de la cadena montañosa del Imeo —actualmente sistema orográfico del Himalaya— allí donde tocaba el mar, y hacia el oeste era el cabo Sacré, sobre la costa de Iberia (Aujac, 1966a; 1975b; Estrabón II, III:2001).

LAS CONSIDERACIONES DE ERATÓSTENES

Asociado al concepto de esfericidad tanto del universo como de la Tierra, también se pensó en un mundo habitado con forma alargada en el sentido de los paralelos, es decir en sentido este-oeste.

Eratóstenes ya había fijado el ancho —en sentido de los paralelos— y el largo —en sentido de los meridianos— del mundo habitado. Tomando el meridiano que pasaba por el río Nilo, Rodas, Bizancio, el Borístenes estableció su *largo* comprendido entre el paralelo de 12° latitud norte y el paralelo, al norte que pasaba por la isla de Thule. El paralelo de 36° latitud norte, que pasaba por las columnas de Hércules, estrecho de Sicilia, Rodas y el Tauro, marcaba el *ancho*.

Desde el paralelo que atravesaba la isla de Thule hasta el Borístenes asignó como distancia 11 500 estadios, desde el Borístenes hasta Alejandría 13 100 estadios más. Desde Alejandría a Méroe 10 000 estadios y desde Méroe hasta el país productor de la canela 3400 estadios.

El ancho en sentido este-oeste se extendía desde el extremo oriental de la India hasta la Península Ibérica, asignando un total de 78 000 estadios, distribuidos de la siguiente forma:

Desde el cabo extremo —ubicado posiblemente a los 120° de longitud —hasta la India atribuía 3000 estadios. Desde la India hasta el río Indo 16 000 estadios. Desde el río Indo hasta las puertas caspianas 14 000 estadios. Desde las Puertas caspianas hasta Pelusio, en Egipto, 15 000 estadios. Desde Pelusio a Cartago 15 000 estadios. Desde Cartago hasta las columnas de Hércules 8000 estadios y desde las columnas de Hércules hasta el cabo de Iberia 3000 estadios. Eratóstenes asignaba 4000 estadios más repartidos en 2000 estadios del lado oriental y 2000 estadios más del lado occidental, sumando como total 78 000 estadios.

Tomando estas medidas, el mundo tenía una forma más bien oblonga llegando a considerar que el mundo habitado en sentido de los paralelos, ocupaba una extensión mayor que la circunferencia terrestre. Estrabón disentía con las dimensiones atribuidas al mundo habitado por Eratóstenes tanto en el sentido de los paralelos como en el sentido de los meridianos (Aujac, 1966a; 1975b; Estrabón II, III:2001).

LAS CONSIDERACIONES DE ESTRABÓN

Atribuyó un valor inferior a 70 000 estadios de ancho y menos de 30 000 estadios de largo como dimensiones del mundo habitado.

Este valor se repartía del siguiente modo: desde el cabo oriental de la India hasta Issos 40 000 estadios, desde Issos a Rodas 5000 estadios, desde Rodas hasta el estrecho de Sicilia 8500 estadios, desde Sicilia hasta las columnas de Hércules 12 000 estadios y desde este último hasta el cabo de Sacré 3000 estadios. Según Estrabón esta información fue obtenida de las conquistas como de los navegantes.

El valor de menos de 70 000 estadios fue considerado sobre el ecuador, en un sentido oeste a este, específicamente desde el cabo de Sacré en Iberia hasta el cabo de la India (Estrabón II, III:2001).

La ecúmene como figura geométrica

Estrabón sostenía que el geógrafo para llegar a un conocimiento más detallado debía proceder al seccionamiento en partes y tomar esas partes *amputadas* con el fin de captar los límites y dimensiones del mundo habitado.

Para él, un territorio tenía los límites bien definidos cuando seguían líneas naturales, como ser ríos, montañas, mar, siempre que delimitaran razas o bien los límites podían ser definidos inclusive por pueblos o dialectos.

Cuando había que referirse a sus dimensiones o formas era suficiente manifestarse en forma global más que intentar seguir un criterio geométrico (Estrabón II, III, 2001:45-46).

Así, el mundo habitado sustentado bajo la forma de clámide y fijadas sus dimensiones, simétricamente fue explicado por partes.

En cuanto a su parte meridional se partía de la suposición que la zona ecuatorial climáticamente era tórrida, y no necesariamente estaba ocupada en su totalidad por el océano. Tampoco estaba enteramente ocupada por los desiertos, ya que las grandes distancias no permitían corroborar empíricamente. Por otro lado, tampoco el sur africano era bien conocido ya que los viajes marinos efectuados hacia aquel lugar no habían aportado la suficiente información.

Cartográficamente se tenía que llegar a representar la ecúmene, por lo tanto, Estrabón dirá que solo por aproximación, atribuyendo a cada parte de la clámide una forma se podía llegar a obtener su forma completa.

El geógrafo debía representar el mundo habitado de la manera más simple tanto la forma como sus dimensiones. Tendrá a su cargo dividir el mundo habitado en fracciones pequeñas para poder entender y explicar el conjunto, además de clasificar ese mundo habitado. Esta posición abría lugar a la confusión entre cuales eran los límites de conocimiento entre la Geometría con la Geografía.

Así, Libia esquemáticamente se parecía a la figura geométrica de un triángulo rectángulo donde la desembocadura del río Nilo marcaba el ángulo derecho. La base de dicha figura estaría señalada por la línea ribereña entre el Nilo hasta Maurousie, actualmente Marruecos, en el extremo occidental de África y las columnas de Hércules. La hipotenusa era la línea geométrica imaginada desde el país productor de la canela hasta Maurousie.

Hacia el este, en dirección a la India, a partir de la península arábiga, el límite sur se prolongaba por el paralelo de Méroe que haciendo una inflexión hacia el sur incluía a la isla de Taprobane, de ahí nuevamente retomaba la dirección norte hasta alcanzar el cabo extremo de la India. El límite sur era solo interrumpido por el golfo Pérsico y el golfo Arábigo.

Al norte, la forma del mundo habitado era imprecisa se le atribuían una forma de una campana solo interrumpida en su estética por el mar Hircanio y reconocido por Estrabón como un golfo de ese océano, y por la isla de Yerne.

Hacia el este y al oeste la cuestión parecía ser más simple porque se tenía conocimiento que los límites lo establecía el mar exterior y sus lados se iban afinando hasta tomar la forma en bisel (Aujac, 1966a; 1975b; Estrabón II, III:2001).

LA REGIONALIZACIÓN DEL MUNDO HABITADO

Luego de haber delimitado los contornos del mundo habitado, el siguiente paso era dividirlo, siguiendo algunos criterios de diferenciación como el astronómico, el de ríos o promontorios, el de istmos y las esfrágide de Eratóstenes.

El criterio astronómico o étnico

El criterio astronómico se prefirió en lugar del criterio étnico para corresponder con la funcionalidad del modelo teórico geocéntrico. Era condición fundamental durante la época griega que todas las divisiones efectuadas sobre la Tierra estuvieran en correspondencia con el universo. Así, el funcionamiento del mundo habitado seguía las cuatro divisiones reconocidas en el universo y la distribución étnica debía guardar correspondencia con la armonía universal. Grecia y el mar Egeo ocupaban el centro del mundo y hacia la periferia eran ubicados los bárbaros distribuidos de acuerdo con los cuatro puntos cardinales: hacia el apeliotes, es decir, hacia el oriente el espacio quedaba asignado a los pueblos indios. Hacia el Notos, o sea hacia el sur, se ubicaban los etíopes —era común la creencia que los etíopes ocupaban la zona comprendida entre el levante de invierno, SE y la puesta de invierno, SO—. Al poniente ubicaban a los pueblos Celtas y hacia el bóreas, o sea al norte quedaban los Escitas.

También Posidonio siguiendo el trazado de los paralelos o climat dividió el mundo habitado ubicando al sur a los etíopes, al norte a los celtas y al pueblo escita, admitiendo además una zona central ocupada por la cuenca del Mediterráneo y Grecia.

Polibio y el criterio de los ríos y promontorios

Polibio dividió a la ecúmene en tres continentes: Asia, Libia y Europa. La división entre África y Europa no presentaba demasiada complicación ya que se tomaba a la cuenca del Mediterráneo desde las columnas de Hércules como límite de separación entre Libia y Europa.

El río Nilo fue la división entre Libia y Asia, y el río Tanais el límite de separación entre Europa y Asia. Era común la creencia que los ríos como el Nilo, el Tanais circulaban en sentido de los meridianos y tenían sus nacientes en el océano.

Reconoció cinco promontorios, el primero donde se ubicaba la Iberia, el otro correspondiente a la península itálica, el tercero correspondía a Grecia, la región de Tracia e Iliria, el cuarto por la Chersonese de Tracia y el último era el Bósforo de Cimeria. Se conocían dos Bósforos. El Bósforo cimerio, actualmente estrecho de Kerch que comunica el Mar Negro y el Mar de Azov y el Bósforo Tracio, el actual Bósforo que comunica al Mar de Mármara con el Mar Negro.

Estrabón y el criterio de los istmos

Uno de los istmos ubicado entre el mar Hircanio y el Ponto Euxino —actual mar Negro— separaba Europa de Asia. El Mar Hircanio —hoy mar Caspio— era para Estrabón un golfo del Océano exterior. Aquel istmo actualmente sería Ciscaucasia, Montes Cáucaso y Transcaucasia.

El otro istmo estaba situado entre el golfo de Arabia y el Mar Mediterráneo separando Libia de Asia —actualmente se conoce como península del Sinaí. Se trataba fronteras naturales, que daban a los continentes la forma de islas, desprovista de sentido lógico, es decir sin intervención de la Geometría.

Cartográficamente para Estrabón, Europa ocupaba el centro a pesar de que la calificaba de pequeña en relación con Asia. Esa posición de privilegio no dependía de la extensión territorial, sino con los regímenes políticos, de la variedad de razas y la abundancia de lugares habitables. Estrabón dividió a la ecúmene siguiendo una delimitación por continentes quedando identificadas las siguientes regiones:

Europa comprendía *Iberia*, limitada al este por los montes Pirineos, al sur el mar y el resto de sus lados se asemejaba *al pie de un animal*. Los Pirineos eran consideradas montañas orientadas de sur a norte.

La parte norte correspondiente a Europa, incluía a tres promontorios ubicados al oeste del Ponto Euxino que se extendían hacia el Mar Mediterráneo, el Peloponeso, la península Itálica hasta el estrecho de Sicilia y la península de Liguria —también conocida como Iberia— que se extendía hasta las columnas de Hércules, sobre la cual se encontraba Iberia.

En la parte sur, la primera Esfrágide, de forma romboidal estaba formada por la India, de fácil identificación por su unidad tanto étnica como física. Sus lados tanto oriental como sur eran de simple trazado, ya que al limitar con el mar exterior tenían un trazado rectilíneo.

Al norte era delimitada por la cadena del Tauro y el lado occidental, por el río Indo.

Respecto a la segunda Esfrágide, llamada *Ariana*, se le atribuía una forma similar a un paralelogramo. Su lado norte también coincidía con la cadena del Tauro, el lado este con el río Indo, el lado sur con el mar exterior, pero el lado occidental presentaba el problema de delimitación. Por otra parte, no era un límite que mantendría la unidad étnica ya que hacia el oeste había una variedad de razas.

Eratóstenes fijó arbitrariamente este límite por medio de una línea imaginaria que desde las Puertas Caspias se extendía hasta Carcamania, al este del golfo Pérsico, interrumpiendo el criterio natural que venía sosteniendo.

La tercera Esfrágide, la más problemática ya que el criterio geométrico no era del todo aplicable ni tampoco para la cuarta Esfrágide.

Su lado norte limitaba con la cadena del Tauro, el límite este ya definido por la línea imaginaria trazada desde las puertas Caspias hasta Carcamania. El flanco sur debido a la presencia del golfo Pérsico distorsionaba la Geometría de Eratóstenes, por este motivo tomó una línea desde Babilonia pasando por Susa, Persépolis hasta Carmania. Se trataba de un límite para nada paralelo con el lado norte. Para delimitar el oeste se siguió el curso del río Éufrates, que tampoco respetaba el criterio geométrico debido a lo divagante de su curso en aquella época. La línea tomada se extendía desde las montañas de Armenia hasta su desembocadura en el golfo Pérsico. Además, Eratóstenes agregó que desde Tápsaco hasta Armenia existía un tramo sin mensurar.

Por último, la cuarta Esfrágide también resultó de gran imprecisión en su delimitación. De manera muy general estaba formada por la Arabia Feliz, el Golfo Árabe, —hoy mar Rojo— por todo Egipto y Etiopía. Las Esfrágide no han sido tratadas en forma completa por Estrabón, sobre todo lo que se refería a los límites de la cuarta esfrágide (Aujac, 1966a; 1975b; Estrabón II, III: 2001a; III, IV, 1992b).

LA INTEGRACIÓN DE IBERIA, LA PERIFERIA OCCIDENTAL

La integración de la periferia occidental, o sea de la Iberia, al *centro* egeo-mediterráneo, estuvo supeditado a diferentes visiones fundamentadas en lo mítico, geográfico, histórico, y etnográfico. Iberia, era el nombre que los griegos le dieron a la península, que provenía del río Iberos, en la zona de Huelva, hoy España. Además, iberos también se refería al pueblo ubicado en el sur-este de la península.

La integración de la Iberia estuvo además vinculada a hechos de naturaleza política y recién en la obra de Estrabón durante la época del imperio romano pudo verse completado ese proceso en casi todas sus dimensiones.

En ese proceso de integración se delimitó la ecúmene hacia el occidente, se describieron a los pueblos con sus formas de vida y costumbres, detallaron sus riquezas mineras, ganaderas y paisajísticas, acompañadas de referencias míticas y de colonización referidas a cada pueblo o etnias.

Los ríos como las cadenas de montañas sirvieron de referencia geográfica, de límites entre los pueblos y lugares, además de facilitar la comunicación y conexión entre los pueblos hacia el interior de la ecúmene. La historia contribuyó con información sobre los diferentes comportamientos que los pueblos tuvieron, o formas de ocupación ofreciendo una visión más integral del espacio.

La configuración de cada nuevo espacio fue realizada en función al formato descriptivo, que consideraba lo histórico, lo étnico, lo natural.

Durante la época helénica la ecúmene era representada en forma circular, así lo dejó expreso Aristóteles en *Acerca del cielo-Meteorológicos*: «Por ello hoy día se dibujan de manera absurda los mapas de la tierra: en efecto, dibujan la tierra habitable con forma circular, pero eso es imposible, tanto con arreglo a lo observable como con arreglo al razonamiento» (Aristóteles, 1996:262b 10.15).

Anterior al pensamiento de Eratóstenes, los criterios de carácter cualitativo representaron una aproximación para fijar la posición de los lugares que se describían. Además, las informaciones aportadas por viajeros, expediciones o periplos fueron completando paulatinamente la percepción espacial de los antiguos sobre la situación de la Iberia como espacio periférico y peninsular, respecto a su integración dentro del espacio *central* egeo-mediterráneo.

Anteriormente al proceso de integración geográfica, fue a partir del Mediterráneo que el mundo por conocer se fue organizando mediante la conexión de cada una de sus partes en un todo. Por aquel entonces, se tenía de la península un conocimiento fragmentado, parcial y reducido solo al litoral mediterráneo. Este conocimiento venía de los periplos, que les permitió reunir la información e imaginar tanto la forma de la ecúmene como sus posibles límites, forma de vida de los posibles pueblos que habitaban más allá de ese *centro* del mar Egeo y Mediterráneo.

El pensamiento geográfico también llamado *heleno-céntrico* o *mediterráneo-céntrico* hasta el periodo romano se fue delineando bajo una imagen de la ecúmene organizada en criterios cualitativos según se estaba *más allá* o *más acá*, de las columnas de Hércules.

Las columnas de Hércules, fueron los límites occidentales mitológicos de la ecúmene que marcaron los confines del mundo habitado, aquel límite geográfico y político más allá del cual solo había un mar plagado de misterios.

Tanto Piteas como Eratóstenes se ocuparon de diseñar los contornos del mar mediterráneo a partir de referencias tomadas de viajes marítimos, desde los tiempos de Hecateo, en el siglo VI a. C.

El espacio era ordenado en una jerarquización cualitativa respecto de la ubicación de los lugares o áreas en base al *más allá* o *más acá* de las columnas de Heracles, igual criterio utilizaban cuando fijaban las características naturales referidas a las riquezas mineras, ganaderas, de bosques, ríos o suelo. Los componentes geográficos determinaban las condiciones de calidad de aquel espacio por integrar.

A las informaciones aportadas por viajeros o navegantes se debe agregar las observaciones del cielo respecto al movimiento de los astros y estrellas, las que reforzaban los criterios cualitativos a la hora de construir un conocimiento.

Como consecuencia de las observaciones de los movimientos del Sol en sentido este-oeste hacían suponer a los antiguos la denominación de un occidente oscuro y un oriente fecundo. Representar la ecúmene desde lo cualitativo resultó una tarea más bien imprecisa.

Estas referencias de orden cualitativo como *más allá*, *más acá*, occidente *oscuro*, oriente *fecundo* en relación con la cercanía o alejamiento del Sol, abrió paso a un pensamiento apriorístico, basado en suposiciones acerca de cómo debían ser aquellos lugares alejados del *centro*, en cuanto a su clima, su posición u orientación respecto de la constelación Osa Mayor.

Cualquier alejamiento de los cabos o puntos extremos de la costa daba lugar a la explicación de lo desconocido por fundamentos mitológicos, por deducción o basados en el movimiento de los astros y estrellas.

El pensamiento griego desde la época de los jonios fue concibiendo el espacio oriental de forma apriorística como lugares de felicidad, fecundidad, de extraordinarias riquezas, relacionado con el paraíso. Los hombres supuestamente vivían en absoluto equilibrio con la naturaleza, idea que frecuentó en el pensamiento geográfico durante la época griega hasta la expedición de Alejandro Magno.

El ingrediente cualitativo también estuvo presente en el pensamiento griego a la hora de referirse a la Iberia como espacio periférico. Los caminos recorridos habitualmente constituían los senderos que unían a diferentes puntos o pueblos y en los que cada sitio era ubicado con relación a las características climáticas, étnicas o económicas.

Aquellos lugares o pueblos que tenían una posición vinculada hacia el oriente eran beneficiados por las características fecundas, placenteras y armónicas aportadas por los ríos o por los vientos que procedían de oriente. Los ríos facilitaban el conocimiento hacia el interior de la península, además de delinear de modo simétrico a la Iberia.

La época helenística le dio otro impulso a la Geografía en el modo de percibir y construir la imagen del mundo habitado. De un pensamiento cualitativo pasó a ser un pensamiento más cuantitativo, ya que la abundante información sobre nuevas tierras, nuevos pueblos y estilos de vida, aspectos geográficos como los orográficos o hidrográficos significaron una nueva manera de comprender e integrar en el nuevo espacio con sus aspectos.

Con Eratóstenes, el pensamiento geográfico marcó un antes y un después en su camino evolutivo. Con él se construyó un mapa de la ecúmene proporcional al tamaño de la esfera, y a la ecúmene. Llevó la información de naturaleza geográfica a un lenguaje matemático, al traducir referencias cualitativas a números y figuras geométricas, por ejemplo, las Esfrágides.

Los paralelos y meridianos constituyeron el formato para la delineación y ubicación precisa de las áreas, pueblos y regiones, algo que el pensamiento geográfico aún no había logrado con precisión.

Con Piteas y Eratóstenes se produjo un quiebre del límite geográfico de origen mitológico en el occidente de la ecúmene, como fueron las columnas de Heracles o Hércules, punto de referencia para la localización cualitativa de los pueblos *más allá* o *más acá* de las columnas. Ese quiebre se produce con Piteas —en siglo IV— cuando incursionó las costas del Océano Atlántico poniendo en cuestión la continuidad de la linealidad costera entre el mar interior y el Atlántico y la posición insular de Iberia.

Desde un aspecto étnico, el nuevo espacio peninsular se construyó por medio de la generalización conceptual de etnias, bien diferenciadas, vinculadas por ejes fluviales hacia el interior, partiendo de Heracles o Esféricas. Por mar interior o *Mare Nostrum*, se entendía el mar Mediterráneo, mientras que el Mar Exterior u Océano, era llamado Mar Atlántico.

Recién con el Imperio romano se completó la integración geográfica de la periferia ibérica a la ecúmene, esta vez con centro en la península itálica (Estrabón II, III:2001a; III, IV, 1992b; Torres, Ciprés, 1998).

LA INTEGRACIÓN DE LA PERIFERIA ASIÁTICA

En el proceso de expansión histórica de los pueblos creyeron necesario la ordenación del espacio asiático que también estuvo vinculado a una estructura cualitativa basada en el esquema conceptual de *centro-periferia*.

En el proceso de reconocimiento de Oriente —Asia— en la época anterior a Alejandro Magno y posterior a su conquista, los geógrafos griegos delinearon

los contornos de la ecúmene a partir de un *centro* que siguió presente en la época helenística.

Los límites de la misma fueron adaptándose en base a conjeturas, experiencias y referencias recogidas durante las conquistas, viajes y periplos.

Ya con Heródoto se expuso el gran problema cartográfico de la época histórica, el de vincular los contornos del Mediterráneo con la geografía del interior de Asia.

En la representación del mundo asiático que hacía Heródoto muy anterior a las conquistas de Alejandro Magno su representación estaba vinculada a la idea de la percepción *centro-periferia*. La periferia se estructuraba a partir de Persia, en dos ejes étnicos:

El primer eje étnico partía desde Persépolis —Persia— pasaba por Ecbatana capital de Media. Luego del río Arax se dirigía hasta la Cólquide, teniendo por punto extremo al norte el Ponto Euxino, y al sur el mar eritreo.

Hacia el oriente, específicamente más allá de la India, las referencias geográficas estaban ausentes ya que se trataba de tierras desconocidas, supuestamente deshabitadas,

La segunda línea étnica de referencia partía también de Persia remontando el Eufrates llegaba hasta el Mediterráneo. Era el eje Persia —Asiria— Arabia, supuesto itinerario seguido por las caravanas. Esta línea tomaba el litoral de Siria y Palestina, el litoral egipcio y libio, llegando hasta las columnas de Hércules.

En la representación persa del mundo asiático periférico, la orografía como la hidrografía no estaba detallada por Heródoto, pero con Aristóteles la orografía tuvo valor simbólico ya que, desde una concepción mítico-cosmológica, sirvió como límites extremos de la ecúmene al señalar los confines del mundo (Frontera, 1998; Torres, 1998).

Hacia el levante de invierno, el SE, el Parnaso —nombre verdadero, Paropamiso, se refiere posiblemente al actual nudo de Pamir del sistema del Karakorum, en el Himalaya— era el mayor de los montes asiáticos. De él se suponía, nacía el río Indo, el río Coaspes, el Bactro y el río Arax. El río Tanais que desembocaba en el Meotis también se pensaba que tenía sus nacientes en el mismo monte.

Hacia el levante de verano, la mayor de las montañas era el Cáucaso. De él nacía el río Fasis que desaguaba en el Ponto Euxino. El Eufrates, con sus nacientes en las montañas de Armenia desembocaba en la mar eritrea, el Halys que también tenía sus nacientes en las montañas de Armenia, en el Asia Menor señalaban el límite occidental de Asia.

Hacia el occidente equinoccial situaba el monte Pirene, refiriéndose a los Pirineos, situados entre España y Francia. Este sistema se extiende desde el litoral oceánico hasta el mar Mediterráneo, formando el istmo Celta e ibérico. En la cartografía griega existía la tendencia de vincular la orografía interior con el litoral costero.

La Céltica desde la cual descendía el río Tarteso que desembocaba más allá de las columnas de Hércules y el río Istro que atravesaba longitudinalmente Europa, hasta desembocar en el Ponto Euxino. Estos eran situados en la periferia de la ecúmene.

Anterior a las conquistas de Alejandro, la descripción aristotélica sobre la hidrografía y la orografía era lo más actualizado después de Heródoto. La corrección hidrográfica que Aristóteles hizo de Heródoto, partió de la hipótesis de que los grandes ríos tenían sus nacientes en las montañas mayores, un razonamiento inductivo y analógico común en la geografía jónica.

De este modo, en la representación arcaica de la ecúmene asiática, en relación con el eje Persépolis–Cólquide, el límite norte lo señalaba El Ponto Euxino y el Meótis o Meótides, el Cáucaso que según Heródoto lo situaba también hacia el NE de Asia. En relación con el eje étnico Persia–Cólquide, el mar Hircanio, hacia el norte y hacia el oriente el límite llegaba hasta el Parnaso.

En el proceso de confrontación entre la realidad y las conjeturas, los historiadores de Alejandro Magno durante el itinerario de sus campañas señalaron que el río Tanais, el mar Ponto Euxino y el mar Hircanio ocupaban el *oriente* de Asia. En realidad, la ubicación era septentrional, en el mundo habitado.

Ya Aristóteles pareció señalarlo cuando se refirió a que el río Tanais pertenecía a la hidrografía del Parnaso.

Por mucho tiempo el río Tanais en la visión aristotélica e inclusive después de Alejandro no fue correctamente vinculado a una red hidrográfica definitiva, se lo anexaba con el río Laxarte, o con el río Arax, que separaba a los pueblos escitas y bactrianos.

El pensamiento geográfico aristotélico reflejaba el esquema de los mapas antiguos. Con esta convicción partió Alejandro en sus campañas hacia el Parnaso.

Con la entrada de Alejandro Magno al oriente puso a disposición los nuevos problemas al pensamiento geográfico. Se retomaron las viejas hipótesis sobre la continuidad del océano hacia el NE y sur de la ecúmene. Nuevos lugares tuvieron que ser representados cartográficamente. La hidrografía tanto como la orografía debió ser ordenada y ubicada en aquel espacio. Nuevamente comienzan las especulaciones dentro del campo geográfico como en tiempos prealejandrinos.

Posterior a la conquista de Alejandro Magno se pudo conocer las características del sector orográfico entre el Tauro anatólico —Cilicia— y el Imao —Himalaya. Este sector se hallaba sobre el paralelo de 36° de latitud norte, el que unía el occidente con el oriente equinoccial. Esta línea, aparte de dividir en dos a la ecúmene, también permitió ordenar la orografía asiática, en los tiempos de Grecia helénica, además de servir a Eratóstenes para replantear la ubicación de la India en los antiguos mapas, sobre todo el sector septentrional (Estrabón I, II, 2001; Aujac, 1966; Torres Cipres, 1998; Barrera, Bermejo, 1998).

LOS RAZONAMIENTOS SOBRE LA POSICIÓN DE LA INDIA

Para rectificar la posición de la India, Eratóstenes dividió en dos partes el mundo habitado tomando el paralelo de Rodas, de 36º de latitud norte.

La parte oriental de la cordillera del Imeo —hoy cordillera del Himalaya— estaba desplazada muy al norte, y la posición latitudinal de la India no era la que correspondía, se encontraba más al norte cuando en realidad había que situarla un poco más al sur.

La posición de la India generó discusiones en el ámbito de la ciencia griega. Era común para algunos sabios hacer coincidir el sur de la India con la latitud de Méroe, lugar ubicado en el alto Nilo, entre los 16º y 17º de latitud norte y su lado norte con las montañas del Cáucaso.

Respecto al topónimo de *Caucaso*, en algunos casos se refiere a la parte del Tauro que constituía la frontera norte con la India, según Eratóstenes incluía las montañas del Tauro propiamente dicho hasta el Imeo. Con el nombre de Imeo también se consideró a la extremidad del Tauro que terminaba en el mar de la India.

En los mapas antiguos también se observaba que la India era ubicada entre el oriente de verano y de invierno. Por otra parte, la escasa información sobre la red hidrográfica o montañosa, o climática distorsionaban aún más las posibilidades de una ubicación precisa. El río Tanais se creía que formaba parte de la red hidrográfica del monte Parnaso que posiblemente fue confundido con el Cáucaso, ya que los historiadores de Alejandro no daban demasiada referencia sobre este monte como tampoco del clima. Además de la observación y deducción del comportamiento de la naturaleza, también sumaban la información empírica aportada de las expediciones para fijar la posición de lugares, las que no siempre eran precisas.

Por ejemplo, Piteas había calculado la latitud de Marsella a 43º de latitud sur y la situó erróneamente a la misma latitud que Bizancio y el litoral sur del Ponto Euxino. El mismo paralelo era asignado también a la India en los mapas antiguos. Por referencia de los conquistadores de Alejandro sobre esa latitud, más al oriente se conocía que sobre las montañas del Taurus las condiciones climáticas y astronómicas no coincidían con la realidad geográfica del sector septentrional de la India.

Eratóstenes sabía que la orografía asiática tampoco podía ser representada con certeza ya que no se disponía de información suficiente ni tampoco eran precisos sus nombres ni sus límites. Por ejemplo, lo que hoy se conoce como Himalaya en aquellas circunstancias el sistema recibía diferentes nombres tales como Cáucaso o Taurus anatólico. Este último nombre, también comprendía el sistema orográfico que se extendía sobre el paralelo entre Rodas e Isso.

Las discusiones acerca de donde comenzaba el Taurus anatólico en occidente eran variadas. Había quienes lo situaban en el promontorio sacro, situado frente a las islas Quelodonias —actualmente cabo Caledonia—.

Estrabón extendía este sistema hasta Rodas. En cambio, para Eratóstenes la cadena del Taurus comenzaba en el cabo Micalé frente a la isla de Samos.

Algunas posiciones situaban el sur de la India sobre la latitud de Meroe, pero por las distancias que le otorgaban, la India en su parte septentrional cercana al Taurus, llegaba a zonas inhabitables. Entonces como era posible plantear esta observación cuando se sabía que Bactria y Sogdiana eran zonas prósperas, fértiles y productivas.

Los datos cualitativos no resultaron ser del todo fiables, razón por la cual Eratóstenes se remitió a datos cuantitativos para el replanteo de los límites de la India, datos que fueron tomados de itinerarios y de los razonamientos de Patrocles. Según este comandante decía que desde Méroe al paralelo de Atenas, el de 36° de latitud norte, había 15 000 estadios. Esta misma distancia habría desde la zona norte de la India, contigua a las montañas del Taurus hasta la latitud de Méroe, y la India estaría dentro de este círculo paralelo, el de Meroe.

Patrocles fue comandante de Babilonia y gobernador de los territorios de Hircania, Margiana y Bactriana, territorios ubicados entre el mar Caspio y el extremo norte de la India. Exploró supuestamente el mar Caspio desde la costa sur oeste hasta su lado oriental, actual golfo de Krasnovodsk, sosteniendo que este mar era la desembocadura del río Oxo, actual río Amur Daria, río que también fue llamado Pamir y Oxus. En realidad, este río Oxo desemboca en el mar Aral, mar que antiguamente fue llamado lago Oxio.

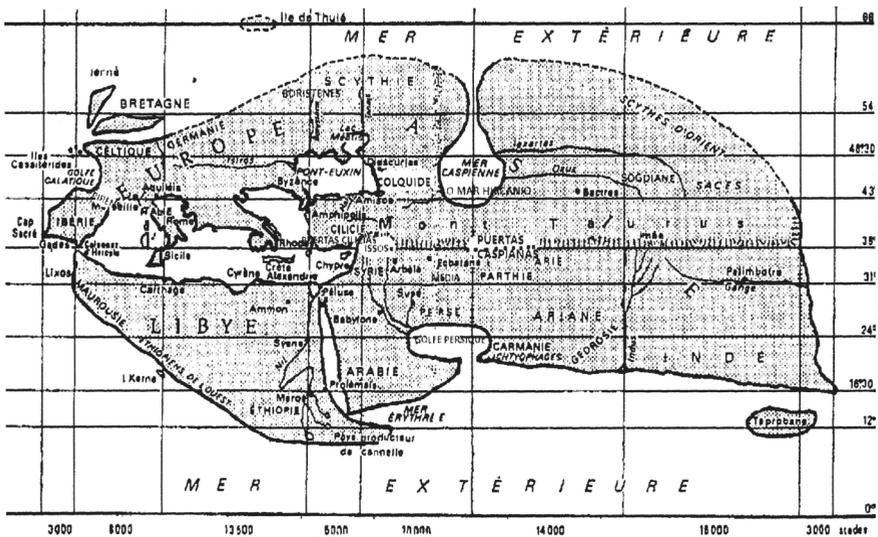


FIGURA 4. LA RECTIFICACIÓN DE LA INDIA

Fuente: Aujac, 1975. Modif. Mugca, 2007.

Patrocles llegó hasta las proximidades del río Yaxartes, hoy río Sirdaria. Supuso que el mar Hircanio, o mar Caspio era un golfo del mar exterior y afirmó la existencia de un paso fluvial entre el Hircanio y la India —ambos supuestos eran erróneos—. Sobre estos datos se basaron Eratóstenes, Estrabón y Plinio para deducciones posteriores.

Contrario a la posición de Patrocles, Deímaco, historiador de Alejandro Magno, situaba a la India entre el trópico de capricornio y el ecuador, es decir más al sur del Taurus y contradecía a Megástenes quien afirmaba que en la parte sur de la India, la constelación de las Osas se oculta y las sombras se invertían. Según Deímaco en ninguna parte de la India, a esa latitud, sucedían tales hechos, lo que para Eratóstenes esta posición de Deímaco era una ignorancia.

Eratóstenes contradecía el razonamiento de Deímaco ya que según creía que, con solo alejarse 1000 estadios desde Alejandría, lugar donde aproximadamente se situaba Siene, a los 24° de latitud, ya era posible observar ambos fenómenos, es decir el ocultamiento de dichas constelaciones y la inversión de las sombras, por consiguiente, sostenía que los promontorios sur de la India debían estar situados en el paralelo de Méroe.

Por su parte, Hiparco, razonaba del siguiente modo sobre donde situar a la India: si la Osa Mayor era visible en el círculo ártico, a 54° latitud y también era visible a los 24° de latitud y si la Osa Mayor seguía siendo visible a los 12° de latitud norte —paralelo que coincidía con el país productor de la Canela— entonces, la zona sur de la India debería situarse a una latitud menor que los 12° es decir, entre 8° o 10° de latitud norte o bien, pensar que la India no estaba situada a la latitud de Méroe.

La posición de la India fue fijada según hasta donde la constelación de las osas era visible. Las suposiciones fueron abrumadoras sobre donde podían situarla, sumado a las erradas interpretaciones y falta de información precisa. Sin embargo, no estuvieron muy alejados sobre su verdadera localización (Estrabón II, III:2001a; III, IV, 1992b).

Las observaciones astronómicas efectuadas durante la antigüedad correspondían a latitudes medias, incluyendo Grecia, Mesopotamia y el norte de Egipto. En regiones más alejadas sobre todo hacia el sur de Egipto ocurrían anomalías que no fueron detectadas en tal oportunidad por los sabios, que dieron lugar a todo tipo de interpretaciones y teorías. Las observaciones y deducciones de los movimientos celestes a veces no eran coincidentes con las distancias en estadios que aportaban las fuentes, y esto generaba desencuentros de opiniones e interpretaciones erróneas entre ellos.

Estos sabios sumaban referencias geográficas y geométricas con el fin de ayudar a la integración en el mapa de los espacios que iban siendo conocidos.

Las variaciones astronómicas eran registradas de norte a sur, en sentido latitudinal no en sentido longitudinal ya que, las sombras proyectadas por el gnomon hacia el mediodía iban decreciendo en la medida que el Sol se desplazaba hacia el solsticio de verano o trópico de Cáncer, en el hemisferio norte (Kuhn, 1996:37).

En los antiguos mapas circulares de Grecia el mar Egeo constituía el *centro*, a partir del cual se organizaba el mundo habitado, específicamente con centro en la Hélade.

Con posterioridad a la conquista de Alejandro Magno esta configuración egeo-céntrica comenzó a perder su carácter central en la ecúmene circular de los griegos, a pesar que se estaba organizando el espacio asiático, esta estructura no dejó de estar presente.

En el espacio asiático, la función organizadora en materia cartográfica la llevó a cabo la cadena del Taurus como prolongación física de la línea ideada por Dicearco o también llamado paralelo de 36°. Este nuevo eje dividió a la ecúmene en dos partes: al norte la cis-táurica, comprendida entre el río Tanais y el océano exterior y al sur el sector trans-caucásico comprendiendo la India y Arabia.

Esta manera geométrica de organizar la ecúmene fue empezada por Dicearco —320 a. C.–290 a. C.— y continuada por Eratóstenes. Se basó en referencias aportadas por historiadores de Alejandro Magno, por Patrocles, logrando construir una cartografía aproximada de Asia. En esta cartografía, la orografía conformaba un sistema único a partir de la cual no solo se ordenó la geografía de Asia, sino que sobre este esquema Estrabón sistematizó el pensamiento geográfico posterior a Eratóstenes y Dicearco.

En la península anatólica el límite geográfico estaba fijado entre el Isso y el Ponto Euxino, y en el río Halys, antiguo límite político. En la península Itálica el sistema de los Alpes conformaba el muro de Italia.

La orografía tuvo una importancia tanto simbólica como estratégica en la historia de los pueblos griegos y romanos. Hubo además conexiones físicas que facilitaron las comunicaciones de todo orden en aquel mundo. Las puertas Cilicias, en Asia Menor, comunicaban la meseta anatólica con Siria y Mesopotamia, en donde Cilicia estaba *más allá del Taurus*.

Las puertas Caspias eran otro referente que aparecía en la cartografía de Eratóstenes e indicaba el límite entre el clima septentrional y meridional.

Las *puertas* eran puntos estratégicos de vinculación entre los pueblos y oficiaban como puntos de referencia relativos al lugar, como por ejemplo el *más acá del Taurus* o el *más allá*. Tenían idéntica función de comunicación que los promontorios en la costa marítima (Estrabón II, III:2001a; III, IV, 1992b).

5 La naturaleza del mundo sublunar

LA ESFERICIDAD EN LA REGIÓN SUBLUNAR

Quienes pertenecían a los peripatéticos sustentaban sus ideas en la eternidad del mundo a diferencia de los estoicos, quienes admitían un universo corruptible por el fuego, cíclico y continuo. Entre estas posturas se entendió el mundo terrestre, en aquella época.

Los estoicos interpretaban que la erosión era el proceso de alisamiento que devolvía a la Tierra su forma esférica. Este proceso demostraba que las cosas no eran eternas sino sujetas al cambio, ya que, de existir el supuesto orden de las cosas, entonces la Tierra debía ser totalmente llana y el mar debía haber desaparecido por colmatación de sus cuencas.

Las observaciones realizadas en aquel tiempo no solo se limitaban al mundo supralunar, también estaban dirigidas a la ecúmene. Conocían la tendencia de una constante nivelación uniforme de la tierra no solo desde la erosión, sino también era vista en los avances y retiradas del mar. En la concepción homérica y estraboniana, la esfera líquida era la dominante.

Estrabón, si bien era estoico no otorgaba a los procesos de transformación del relieve demasiada importancia, ponía énfasis en la magnitud y violencia de los fenómenos que causaban las grandes transformaciones que en una lenta tendencia a la uniformidad del relieve.

Sismos, temblores modificaban mucho más profundamente el relieve por el alcance de sus consecuencias que una progresiva y lenta tendencia al equilibrio a través del tiempo, mediada por el avance y retiradas de las aguas.

Los físicos naturalistas, basándose en la creencia de la armonía del mundo buscaban la relación causal entre fenómenos de la naturaleza en tiempo y espacio.

Estas ideas estrabonianas estoicistas no solo privaron a la geografía de enmarcarse en la búsqueda de causas, sino también, que conciliara con las ideas de la imprevisibilidad de la naturaleza. En el pensamiento estoico la única ley en la naturaleza era admitir el devenir perpetuo, nada era estable todo tendía al cambio.

La geografía tenía un costado matemático sustentado en la hipótesis de la esfericidad tanto de la Tierra como el mar y los océanos, en una Tierra inmóvil y perfecta, coincidente con el centro del universo. Por otro lado, este postulado parecía contradecirse ya que la Tierra demostraba ser inestable,

constantemente agitada en sus formas exteriores como en sus formas submarinas, comprometiendo así su esfericidad.

Eratóstenes se había interesado por los cambios observados en el relieve, por las consecuencias y el origen de tales transformaciones a diferencia de Estrabón.

La geografía matemática, fundada sobre postulados de la física, astronomía y de la geometría, trabajaba según Estrabón sobre conclusiones seguras, basándose en cálculos de exactitud como por ejemplo la determinación de los días de solsticios, sin necesidad de recurrir a la experiencia sensible. Era un conocimiento fuera de dudas, irrefutables y con valor universal, pero este conocimiento no incluía ni su relieve, ni la repartición de tierras y mares tampoco los movimientos y transformaciones que en ella tenían lugar.

Consideraba que la geografía debía servir al hombre que vivía en sociedad, al político, y el geógrafo debía interesarse por describir las irregularidades del relieve como los istmos, las penínsulas que permitían separar razas, pueblos, sitios favorables para las ciudades (Aujac, 1966a; 1975b; Aristóteles, 1996).

EL PORQUÉ DE LOS DEPÓSITOS DE RESTOS FÓSILES

En aquel tiempo, entre tantos interrogantes estaba el de los fósiles marinos que les resultaba difícil de explicar. En ciertos lugares abundaban depósitos de conchas marinas, o lagos salados a determinadas alturas y lejos de las costas.

Eratóstenes citaba a dos grandes sabios, el físico Estratón y a Xanthos de Lidia —546 a. C.— quienes trataban de explicar estas cuestiones con hipótesis de alternancias climáticas y cambios de niveles de los mares interiores.

Estratón de Lampsaco (340 a. C.—268 a. C.) explicaba la presencia de fósiles aduciendo que antes de la formación del estrecho de Gibraltar, los desbordes de las aguas del mar Mediterráneo anegaban el litoral egipcio, quedando ciertas tierras como islas.

Si esto era así, entonces, ¿qué causas habrían desplazado al mar? ¿Por cuánto tiempo habría durado ese fenómeno?

Xanthos de Lidia, junto con Aristóteles, sostuvieron la hipótesis climática, también conocida como hipótesis de la alternancia o azar climático.

Sostenían que los desplazamientos de las aguas marítimas se debían a la variación del nivel de las aguas por los excesos de humedad o de sequías.

Durante los excesos de humedad el agua de mar aumentaba su nivel provocando desbordes sobre las tierras emergidas, mientras que en tiempos de sequía disminuía el volumen de las aguas y aumentaba la extensión de las zonas de riberas.

Aristóteles, basándose en las observaciones hechas en Grecia y Egipto admitía la hipótesis de periodos de cambios climáticos reflejados en la corteza

terrestre. Tanto la Tierra como las aguas podían cambiar de lugar en el tiempo, por una alternancia regular debido a las modificaciones periódicas del clima.

Egipto según Aristóteles, se estaba volviéndose seco. La mayor parte de ese país era un depósito de sedimentos aportados desde río Nilo. También citaba el ejemplo de la gran depresión del Qattara situada actualmente al oeste de la ciudad del Cairo, depresión de un antiguo mar el cual se había secado.

Los pitagóricos también sostenían la periodicidad en los cambios que afectaban a la corteza terrestre como una manera de aferrarse a la creencia de la continuidad del mundo a pesar de los cambios y transformaciones.

Así dejaba expreso Aristóteles en uno de sus pasajes de su obra *Meteorológicos* referido a los cambios climáticos.

los mismos lugares de la tierra no son siempre húmedos ni siempre secos, sino que cambian. (...) nace un mar donde había tierra seca y donde ahora hay mar, habrá de nuevo tierra. No obstante, hay que pensar que esto se produce con arreglo a cierto orden y periodicidad. (...) Necesariamente, al volverse los lugares más secos desaparecen las fuentes y, al suceder eso, los ríos pasan primero de grandes a pequeños y finalmente se secan y cuando los ríos cambian de sitio desapareciendo aquí y formándose paralelamente en otros sitios, necesariamente ha de cambiar el mar: en efecto, dondequiera que, empujado por los ríos, rebasa la tierra, al retirarse es forzoso que la deje seca, mientras que allá donde, una vez lleno y cegado gracias a las corrientes, se seca, es forzoso que de nuevo anegue.

Pero, debido a que todo cambio en la naturaleza de la tierra se produce gradualmente y en lapsos de tiempo desmesurado en relación con nuestra vida, esos procesos pasan inadvertidos. (...) pero no hay que pensar que la causa de esto sea la transformación del mundo; sería ridículo, en efecto, que el universo se moviera a través de pequeños y breves cambios. (...) hay que suponer, por el contrario, que la causa de todos esos cambios es que, al cabo de unos tiempos determinados, igual que entre las estaciones del año hay invierno, así también hay un gran invierno y un exceso de lluvias dentro de un gran ciclo temporal. (Aristóteles, 1996:l.20 351a y 351b)

Aristóteles conjeturaba sobre la posibilidad de un equilibrio hídrico de la tierra, de modo que el agua expulsada de un sitio invadía otro sitio, dando lugar a la generación de la alternancia entre ciclo húmedo–seco–húmedo.

Admitía además la periodicidad, y agregaba que los desplazamientos de tierra y mar no serían producto de una evolución continua sino de una alternancia de eso que podría ser llamado las estaciones eternas y que no alteraban en nada la permanente estabilidad del mundo, sino que obedecían simplemente a un orden y un ciclo de regularidad.

Con respecto a la historia de la cuenca mediterránea, tenían como creencia que era modificada por los movimientos tectónicos y violencia de las aguas. Se tenía por hipótesis que el Ponto Euxino y el mar Mediterráneo formaban

parte de un sistema de lagos o mares cerrados y que por la acumulación de sedimentos arrastrados por los ríos y presión de la masa hídrica habían provocado sucesivos cambios de niveles en sus aguas, modificando parte del relieve circundante.

El Ponto Euxino había sido rellenado paulatinamente por los ríos que desaguaban en él, de manera que periódicamente derramaba sus aguas hacia las llanuras costeras. Cuando sus aguas comenzaron a presionar, la cuenca se abrió generando una comunicación a través del estrecho de la Propóntide y del Helesponto. Por el estrecho circulaban sus aguas hacia el mar Mediterráneo. Esa migración de exceso de agua disminuía la presión de la cuenca del Ponto Euxino generando una bajante en el nivel de sus aguas, al mismo tiempo que desbordaba el mar Mediterráneo inundando las tierras de Egipto, llegando hasta el mar de Eritrea. Allí se depositaban miles de restos marinos a más 3000 estadios hacia el interior de la zona costera.

Bajo denominación de Eritrea se agrupaban al golfo Arábigo, actual mar Rojo y al golfo Pérsico, así como la parte del mar exterior, actual océano Índico, que bañaba las costas de Arabia.

De ese modo, lo que había sido fondo marino en el Ponto Euxino se transformaba en litoral y lo que había sido tierras emergidas en el mar Mediterráneo se transformaba en terreno cubierto por las aguas.

Atendiendo al equilibrio natural, y sumado a la presión de las aguas del Mar Mediterráneo se originó la abertura de la garganta de las columnas de Hércules, facilitando la conexión del Mediterráneo con el mar exterior. De esta forma se creaba, un nuevo equilibrio entre sus aguas, esta vez en un sistema integrado entre el Ponto Euxino–Mar Mediterráneo y océano exterior.

Sería por diferencia de nivel de los fondos entre las tres cuencas marinas las que habrían provocado tal proceso de evacuación de las aguas. El Ponto Euxino, al ser menos profundo que el Mediterráneo, y este menos profundo que el mar exterior, indicaba que la mayor elevación del fondo de las cuencas de los mares interiores era hacia el norte y hacia el este, razón por la cual las aguas del Ponto Euxino habrían buscado primero una salida hacia el oeste formando el estrecho de Bósforo. Posteriormente, la presión de las aguas del mar Mediterráneo habría abierto las columnas de Hércules —según los aportes de la ciencia, el estrecho de Gibraltar se habría abierto primero y después el Bósforo—. Además de la diferencia de niveles entre sus cuencas se agregaba la influencia del aluvionamiento aportado por los ríos que continuaban desaguando en el sistema de cuencas, razón por la cual el fondo Ponto Euxino era menos profundo, en relación con las otras cuencas.

Estratón, sostenía que el mar Mediterráneo, antiguo lago se transformó en mar por efecto de la dominación debido a la unión de sus aguas con las del océano cuando sus aguas desbordaron por el efecto de llenado que hicieron los ríos que venían a desaguar en el supuesto lago. La presión de sus aguas abrió de manera violenta el paso llamado de las columnas

de Hércules. Este proceso de unificación de las cuencas habría formado una sola superficie líquida continua.

Estratón consideraba que la formación del estrecho de Bósforo o Bizancio como las columnas de Hércules se debía a la presión de la masa líquida, hipótesis compartida por Eratóstenes que complementó esta hipótesis, agregando el tema del comportamiento de flujo y reflujo de las corrientes de mareas en los estrechos de Bósforo y de Gibraltar. El origen de este fenómeno corroboraba en mayor medida la diferencia de niveles entre las cuencas.

Estrabón apelaba a la experiencia y sostenía que una búsqueda de causas no era necesaria, y era mejor recurrir a un razonamiento sobre hechos evidentes y cotidianos.

La ciencia moderna sostiene algo parecido a la posición de Estratón y Eratóstenes, que antiguamente tanto el mar Negro y el Mediterráneo fueron mares cerrados, de contornos muy diferentes al actual. Luego de producidos los hundimientos en el estrecho de Gibraltar y del canal de Bósforo establecieron comunicaciones. El estrecho de Gibraltar habría sido el primero en abrirse durante el plioceno inferior (Gutierrez Mas, Gracia, Lujan, Sánchez Bellon, 2016) antes de la aparición del hombre, mientras que el canal de Bósforo fue durante el cuaternario.

Eratóstenes mucho antes de Estratón había manifestado que la fractura del estrecho de las columnas de Hércules fue posterior a la guerra de Troya —admitiendo que por el golfo Arábigo Menelao había vuelto a Etiopía— dando a entender que antiguamente el mar Mediterráneo se comunicaba con el mar exterior por medio del golfo Arábigo.

La refutación vino por el lado de Estrabón al referirse que si el mar Mediterráneo estaba en contacto con el océano exterior —Océano indico— por medio del golfo Arábigo, entonces, ¿por qué las aguas del mar Mediterráneo habrán buscado salir hacia el occidente, abriendo el estrecho de las columnas de Hércules?

Entre las hipótesis con las que intentaban fundamentar tal comportamiento estaban aquellas que acreditaban que el golfo Arábigo no necesariamente pudo haber tenido contacto con el mar exterior. Otra hipótesis expuesta por Eratóstenes se basaba en que el golfo Arábigo o golfo Pérsico originariamente había sido un lago como el Ponto Euxino, posteriormente fue un brazo del mar Mediterráneo y cuando se formó el estrecho de las columnas de Heracles, volvió a ser un lago.

Siguiendo con la producción de hipótesis también se le sumó la de Hiparco quien sostenía que, si el mar Mediterráneo fue colmatado, entonces, pudo ser probable que toda Libia, parte de Europa y Asia pudieran haber estado cubiertas por las aguas o que tanto el río Ister, como el mar Adriático y el Ponto Euxino pudieran haber sido mares.

Estrabón, en primer lugar, no admitió movimientos lentos por considerar que eran imperceptibles al ojo humano. Para este sabio, las modificaciones del relieve eran bruscas, en el fondo del mar, como en las riberas o en las

tierras emergidas. El movimiento súbito de los suelos marinos provocaba el movimiento de las aguas, causando de este modo los cambios de niveles marítimos y el modelado de las zonas litorales.

La lenta evolución, no era posible en estos lugares ya que los temblores, las erupciones y las dislocaciones de tierras frecuentes bajo las aguas era debido a la presencia de humedad que los hacía más vulnerables a los rápidos y violentos cambios (Aujac, 1966a; 1975b; Aristóteles, 1996).

LAS HIPÓTESIS SOBRE LA ACTIVIDAD SÍSMICA

Sobre la actividad sísmica se tenían hipótesis que los temblores de la corteza terrestre estaban asociados a una diversidad de causas. Una de ellas era la inestabilidad de los terrenos cavernosos, subterráneos por donde circulaban los ríos.

Regiones como Sicilia, la zona del Etna, la región de Grecia especialmente Tesalia y Eubea, las Cícladas, regiones de Armenia y las del Ponto Euxino eran señaladas como aquellas de mayor inestabilidad, como también Siria, Fenicia, Judea.

Anaxímenes de Mileto —siglo VI a. C. sostuvo que la Tierra era una mesa redonda, suspendida en el aire— se refería a que los sismos tenían como causa un proceso de resquebrajamiento del suelo debido a la alternancia de periodos secos y húmedos.

Durante las épocas de sequía la Tierra se resquebrajaba y se partía, pero durante los periodos de excesiva humedad esa Tierra se derrumbaba.

Anaxágora de Clazómenas, quien imaginaba a la Tierra como un disco plano, admitía que la Tierra se dividía en dos partes, una superficial sobre la cual vivían y otra subterránea, donde el aire seco penetraba por las cavidades subterráneas provocando el movimiento de la misma.

En cambio, Demócrito de Abdera, famoso por su teoría de los átomos sostenía que la causa de los sismos era por el exceso y el derrame de las aguas. Partía de la hipótesis que la Tierra se cubría de agua, durante los periodos lluviosos. Este exceso que de agua saturaba las cavidades subterráneas y por la presión ejercida en el interior de las cavernas hacía temblar a la Tierra. Durante los periodos de sequía el agua faltante era atraída por las zonas secas, movimiento que también provocaba los sismos.

El viento era otro de los causantes de estos movimientos. En los periodos secos como húmedos debido al sol y al fuego interno, la Tierra se recalentaba dando origen a movimientos del aire. El viento tenía por naturaleza un desplazamiento rápido y fácil para llegar a lugares alejados, pero, también violentos que le permitía golpear a la Tierra con fuerza.

Los momentos de calma eran tomados como señal del acercamiento de un posible terremoto. Tenían como creencia que los mayores y violentos

sismos ocurrían durante la noche y al mediodía ya que eran los momentos de intensa calma. El mediodía era el momento donde el sol alcanzaba su máximo poder facilitando la concentración de la exhalación hacia el interior de la Tierra. Por las noches, la calma era provocada por la bajante de las exhalaciones también hacia el interior de esta.

El alba era otra posibilidad para el origen de los sismos porque era el momento donde se iniciaba el primer fuerte impulso de los vientos.

Las estaciones anuales eran otro causante para la ocurrencia de sismos. En primavera y el otoño los sismos tenían la mayor frecuencia por la mayor fluidez, al contrario de lo que ocurría las estaciones de solsticio donde el aire se inmovilizaba ya sea por el calor o por el frío.

Otro de los indicios de la proximidad de un sismo era cuando el Sol tomaba una coloración más oscura que lo normal antes de su puesta. En días despejados aparecía sobre el horizonte una débil nube alargada y fina era una firme señal de alerta que el viento se había desplazado hacia el interior de la Tierra. Algo parecido sucedía cuando sobre la costa las olas dejaban de romperse de forma recta y suave, también aquí era señal de calma y proximidad de un terremoto.

Los terremotos, en la antigüedad eran explicados a partir de la relación del viento con la naturaleza del terreno, sobre todo aquellos con suelos cavernosos.

Los maremotos si bien eran olas producidas durante un sismo, se originaban por el encuentro de vientos contrarios. Es decir, el viento que provocaba el sismo disminuía su fuerza por la gran acumulación de agua que a su vez era producida por el otro viento que las arrastraba causando inundación. Mencionaban como ejemplo lo sucedido en Acaya, cuando el viento norte al cesar y dirigirse al interior de la Tierra quedó aprisionado bajo el agua. Sobrevino el viento sur soplando sobre el mar generando la gran ola. Ambos efectos generaron el sismo y la inundación.

Además, conocían que los temblores de Tierra no eran eventos aislados, sino que estaban asociados al vulcanismo. En Sicilia y el Etna se constataron la presencia de bocas o salidas de fuego del interior de la Tierra en forma de ríos de lava. Esas salidas de fuego cuando estaban cerradas causaban el mayor número de sacudidas debido a la fuerza comprimida en su interior. Al ser liberadas, provocaban violentas corrientes de aire, acompañadas por el avance del mar.

El fuego interior que transformaba en masa ardiente todo material en contacto con él, también era causa de la exhalación de vapores, fumarolas, formación de chimeneas a través de las cuales se evacuaba el material incandescente y el aire contenido en el interior provocaban grandes temblores.

Estrabón como ya se dijera ante la falta de un espíritu científico mostró su desinterés por la búsqueda de causas, simplificando estos eventos con la imprevisibilidad de la naturaleza.

Para Posidonio los terremotos tenían su origen en la constitución interna de la Tierra, en un núcleo terrestre formado de fuego, aire y de materia

incandescente o lava. Cuando el aire circulaba bajo tierra a una elevada presión buscando su salida natural generaba sacudidas o temblores, desgarrando el suelo, hundiéndolo o provocando fallas a través de las cuales expulsaba material incandescente que alcanzaba grandes distancias.

Las erupciones volcánicas eran capaces de hacer emerger islas como era el caso de la isla de Thérha, hoy Santorín, situada al norte de la isla de Creta y al sur este de Grecia continental. Otras de las regiones volcánicas era Asia Menor, especialmente en Lidia donde se encontraban lagos, ríos y cavernas con vestigios de origen volcánico. En Cilicia cercana a Lidia eran comunes fallas no visibles por la vegetación, cuyo origen atribuido por Aristóteles se debía a sacudidas verticales que expulsaban al exterior, asfalto y vapores invisibles. Según Estrabón, el lago Sibornis —actual Mar muerto— en aquel tiempo había sido cubierto de asfalto, era una especie de tierra fundida por el calor que, al contacto con el agua se solidificaba saliendo a la superficie en forma de ebullición.

Cuando este material se elevaba en la atmósfera herrumbraba todo tipo de metales y era otro de los modos de presagiar una erupción volcánica. Era muy frecuente observar en aquel tiempo y en esas regiones un levantamiento previo de la tierra en forma de colina que se iba elevando, emitiendo por medio de fisuras todo tipo de vapores.

Había volcanes que en aquella época los describían como apagados, por ejemplo, el Vesubio con sus laderas de suelos fértiles, solo se encontraban restos de cenizas y cavidades que indicaban que en algún tiempo atrás había tenido actividad.

Respecto a la región de la India no se tenía demasiada información sobre los terremotos, asimismo, se suponía que la misma estaba sujeta a tales transformaciones de su relieve sobre todo aquellos lugares vecinos al río Indo, debido a que eran suelos demasiado húmedos (Aujac, 1966a; 1975b; Aristóteles, 1996).

LOS PROCESOS DE SEDIMENTACIÓN

Además de los movimientos sísmicos, otra causa de la transformación del relieve era la erosión de los ríos que tenía como consecuencia la sedimentación de los fondos marinos, tal era el caso del Ponto Euxino.

Desde la visión de Estrabón, el proceso de sedimentación se producía cuando el material sedimentario arrastrado por los ríos iba colmando lentamente los fondos marinos. A medida que la sedimentación se concretaba, el nivel de las aguas aumentaba y paulatinamente se iban desplazando hasta inundar las áreas ribereñas no sin antes formar marismas y pantanos.

Este era el caso de la margen derecha del Ponto Euxino, en proceso de colmatación, que se creía que este proceso se completaría en un corto tiempo.

En cambio, desde la visión estraboniana el proceso de aluvionamiento de los fondos marinos empezaba desde las riberas hacia el fondo disintiendo con Estrabón quien sostenía, que la colmatación era desde los fondos marinos hacia las riberas. Proceso desde el cual resultaba un progresivo estrechamiento de la superficie de agua debido a la colmatación de limos. Este era el caso tanto del Ponto Euxino como del mar Mediterráneo, según Estrabón.

Para Polibio, el Ponto Euxino llegaría a su colmatación total, siempre que las condiciones geográficas siguieran siendo las mismas. El proceso de sedimentación dependía del poder erosivo del río por la pendiente, como el volumen de agua, la velocidad y la naturaleza de los terrenos.

Se pensaba que todos los ríos seguían el modelo de colmatación similar a la del río Nilo, donde este iba depositando los sedimentos en su desembocadura y paulatinamente iba anexando al continente esas tierras ganadas. Las riberas, eran modificadas por el aporte de limos acarreados por ríos activos formando los deltas. Esta fisonomía era con frecuencia observada a lo largo de las costas mediterráneas como era el caso del río Nilo que, con sus dos brazos principales, el Pelusio a la derecha y el Canope a la izquierda, formaban una isla de forma triangular. Los brazos que se abrían entre los depósitos limosos formaban canales meandrosos con salida al mar Mediterráneo.

Otro de los ríos era el Ister que en aquellos tiempos desembocaba en seis brazos en el mar Ponto Euxino. Un séptimo brazo se perdía debido a las mareas.

Respecto a la India oriental se sabía que el río Ganges también formaba un delta en su desembocadura. Estrabón señalaba que el río Ganges terminaba en el mar oriental por medio de una única desembocadura, mientras que el río Indo llegaba al mar del Sur por medio de dos brazos y un delta semejante al del Nilo.

Otro de los procesos naturales que también fueron documentados en aquella época era la sedimentación de las llanuras a partir de los depósitos de limos. Eran conocidos los desbordes del río Nilo antes de alcanzar su desembocadura. Cuando el curso fluvial llegaba a la llanura, su correntada disminuía la velocidad depositando los limos paulatinamente en el fondo del río, causando los desbordes y crecidas anuales. De este modo se explicaba la fertilidad de la llanura aluvial llamada así a la franja de tierra limosa que cada año era inundada por los desbordes del Nilo, delimitada por dos cadenas montañosas —según Estrabón— extendida desde Siena hasta el Mediterráneo (Aujac, 1966a; 1975b; Aristóteles, 1996).

LA ATMÓSFERA EN TIEMPO GRIEGOS

Se tenía la hipótesis que la potencia —capacidad de producir efectos— de los cuatro elementos del cosmos, el agua, el aire, la tierra y el fuego era en proporciones iguales a la cantidad de cada uno de ellos, dando la idea una

reciprocidad. De este modo, la Tierra ubicada en el centro de la gran esfera era considerada lo pesado absoluto mientras que el agua y el aire eran considerados lo pesado relativo —levedad—. Por último, en torno a estos tres elementos se encontraba el fuego que era un exceso de calor o alta temperatura.

El aire

En cuanto al aire, lo que estaba inmediatamente después de la tierra, Aristóteles pensaba que era un elemento híbrido por ser una mezcla de vapor húmedo y frío, y exhalación —seco y caliente—. El aire se dividía en una región superior que por el efecto de rotación con las esferas celestes del modelo aristotélico fluía constantemente de manera circular como aire seco y caliente, similar al fuego. La otra, la región inferior ubicada entre la superficie de los océanos y las altas montañas, el aire húmedo y frío rellenaba las irregularidades de la superficie de la tierra, semejando una esfera perfecta entre el sistema tierra-agua-aire inferior.

En esta última región, el aire tenía alternancia de estados. Cuando estaba en movimiento causaba los vientos, en reposo favorecía la condensación, estado que no era posible en la región superior debido al movimiento del aire y al contacto con la esfera de fuego. Cuando el fuego expulsaba su calor, descendía a la región inferior transformándose en aire y viceversa (Aujac, 1966a; 1975b; Aristóteles, 1996).

El ciclo del agua en la atmósfera según Aristóteles

La esfera líquida era la segunda en importancia por su relación contigua a la Tierra y al aire. El Sol potenciaba su movimiento ya que cuando era cercano a la Tierra, el calor facilitaba la evaporación, y a la inversa, cuando la fuente de calor se alejaba, parte de esa evaporación ascendía, perdía temperatura se condensaba y precipitaba. El ciclo del agua seguía la regularidad del ciclo del Sol.

El vapor de agua que al ponerse en contacto con el aire se condensaba formaba la nube y otros tipos de manifestaciones como por ejemplo la niebla como una nube estéril que no anunciaba precipitaciones sino buen tiempo. Se formaba por la condensación del aire como una nube muy débil.

Aristóteles diferenciaba entre meteoros de superficie aquellos formados en contacto con la tierra y los de altura, formados a partir de las nubes. Toda humedad que no era atraída por el fuego de arriba no ascendía, sino que quedaba en la superficie y durante la noche al enfriarse se condensaba formando el rocío. Era frecuente en regiones templadas o durante condiciones de buen tiempo.

La escarcha era el vapor que se congelaba antes de la condensación, fenómeno típico en las regiones frías o durante el invierno, sobre todo era observada con tiempo claro y sin viento.

La principal condición para que se formaran estos fenómenos era que el vapor quedara en capas cercanas a la superficie, específicamente en lugares hondos y húmedos que eran los más propicios, porque retenían el vapor.

El granizo, era hielo y no tenía correlación con otro meteoro en la superficie de la tierra. Tenían la certeza que se formaba en las nubes durante el periodo invernal, por lo tanto, su ocurrencia debía ser en invierno.

Al sentido común se le oponía la observación que mostraba lo contrario. Las épocas de granizo comprendían el periodo entre la primavera, el otoño y finales del verano.

Una primera explicación sostenía que el calor concentrado en la tierra impulsaba a las nubes a niveles muy superiores de la atmósfera, provocando su enfriamiento al perder contacto con el calor emanado de la tierra.

Por otra parte, cuando el granizo llegaba a la tierra, su forma era irregular indicando que su proceso de formación era en cercanías a la tierra y no en las regiones superiores, de lo contrario, sus formas serían redondeadas por el desgaste de recorrer una larga distancia hasta la tierra. Esta última observación no corroboraba la hipótesis de que el granizo se formaba a niveles superiores.

Descartada la hipótesis de que el granizo se formaba al ascender la nube a niveles superiores, el problema siguiente era explicar porqué la formación del granizo era más frecuente en verano y sobre territorios más cálidos.

Para ello, Aristóteles propuso como hipótesis que tanto el calor como el frío se expulsaban mutuamente. El proceso de enfriamiento de las nubes era rápido en regiones cálidas, ya que en épocas cálidas el aire frío quedaba encerrado por el aire cálido, acelerando la condensación y aumentando el tamaño de las gotas de lluvia como la intensidad o violencia de las mismas. Anaxágoras sostenía que la velocidad de la condensación ocurría cuando la nube ascendía a las capas altas de la atmósfera donde eran más frías. En cambio, para Aristóteles esto sucedía cuando la nube descendía y tomaba contacto con el aire cálido. Cuando el agua en forma de lluvia era liberada de la nube, debido al intenso frío concentrado en su interior y cuando la velocidad de congelación superaba al movimiento de caída de las gotas de agua, era entonces cuando se producía el granizo.

La velocidad de congelación estaba relacionada con un hecho de la vida cotidiana de los pescadores del Ponto Euxino. Estos pescadores cuando acampaban solían agregar agua caliente a las cañas para que el agua se congelara y soldarlas más rápidamente. Es decir, que el agua previamente debía pasar por un proceso de calentamiento para luego acelerar su congelamiento.

Cuando el corto tiempo de caída era superado por la velocidad de condensación o congelación, mayor era la intensidad o violencia o tamaño de las gotas o granizo (Aujac, 1966a; 1975b; Aristóteles, 1996).

La teoría aristotélica de los vientos

La posición del Sol alrededor de la Tierra favorecía la existencia de dos tipos de exhalaciones o masas de aire, la húmeda y fría llamada vapor y otra seca y cálida llamada humo. Durante el solsticio de verano lo húmedo se elevaba, mientras que el suelo era resecaado al ser calentado por el Sol. Lo contrario sucedía en invierno, la posición alejada del Sol respecto a la Tierra favorecía la condensación, provocando la lluvia concentrada, durante la estación invernal. Algo similar ocurría en el comportamiento de las exhalaciones durante la noche respecto al día, ya que las lluvias sucedían más por la noche que durante el día.

De modo que la exhalación húmeda producía las lluvias, mientras que la exhalación seca daba origen a los vientos en las regiones pantanosas y su fluir no pasaba la altura de las montañas.

Que algunos años fueran lluviosos y otros secos en diferentes regiones tenía que ver con las contracciones de ambas exhalaciones. Cuando eran vaporosas y excedían en humedad era el origen de los periodos lluviosos y húmedos, pero cuando eran excesivamente secas y calientes ocurrían periodos de vientos y sequedad. La distribución geográfica tanto de las lluvias como de los vientos estaba sujeta a las irregularidades o normalidad de dichas exhalaciones.

Sucedía en algunas regiones que el viento comenzaba después de finalizar las lluvias o bien, cesaban cuando comenzaba el periodo de lluvias, y este mecanismo era debido a la separación de la exhalación seca y cálida con la húmeda y fría.

Respecto al origen de los vientos, Aristóteles explicaba que su lugar de origen era desde la Osa, es decir del norte o hemisferio boreal y desde el mediodía, o sea del sur. Esto tenía que ver con los acercamientos o alejamientos del Sol de aquellos lugares. Durante los equinoccios el Sol pasaba por los puntos de levante y poniente.

El acercamiento del Sol durante los solsticios aumentaba la exhalación de lo húmedo, dejando lugar a los vientos, en cambio al alejarse hacia el solsticio de invierno sucedían las lluvias. Como la mayor concentración de las lluvias era en dirección a la osa y al mediodía, deducían de allí debían proceder los vientos.

Tanto el excesivo calor del sol como el exceso de frío eran causa como para llegar a detener la formación de los vientos.

El periodo de calmas comprendía entre el comienzo de Orión —a principio de verano— hasta la llegada de los vientos etesios, que comenzaban a soplar con posterioridad a los giros del Sol —refiriéndose al solsticio de verano e invierno— y con la aparición sobre el horizonte de la constelación del Can, a fines de julio.

A principios del verano, es decir julio en el hemisferio norte, muy tormentoso por considerar que, tanto al principio como en el final, a mediados de

noviembre coincidía con un cambio de estaciones. Las calmas que coincidían con Orión eran también observadas en las estaciones intermedias como otoño y primavera debido a la ausencia de exhalaciones.

Los etesios eran vientos periódicos también llamados monzones, que soplaban durante el día, desde el norte —en ciertas ocasiones llamados bóreas— y calmaban en la noche. Se creía que durante el día el excesivo calor inhibía las exhalaciones. Soplaban durante cuarenta días comenzando a mitad de julio. Aportaban aire húmedo y descargaban esa humedad en la zona de Etiopía.

Los vientos etesios eran regulares luego del solsticio de verano y como causa atribuían a que las regiones de procedencia del bóreas estaban con exceso de humedad ya sea por presencia de agua o nieve. Cuando la nieve se fundía por exposición al sol luego del solsticio de verano, el calor procedente tanto del sol como de la Tierra provocaba un efecto parecido a como si humeara y exhalara gas, causando la permanencia de los vientos etesios, también llamados bóreas.

Durante los giros de invierno los etesios soplaban desde el sur en dicha región y eran más débiles, también conocidos como viento de las aves, procedente del sur, según Aristóteles. Comenzaban a soplar luego del solsticio y no eran constantes debido a que se evaporaban.

El viento sur soplaban desde el punto de giro de verano, es decir desde el trópico de cáncer, no desde el polo sur.

Respecto a la dirección de los vientos, Aristóteles distinguía al Céfito, como viento procedente del punto cardinal oeste equinoccial. Su contrario, el viento Apeliotes, desde el este equinoccial. El Bóreas y *aparctias* originarios de la región de la Osa, es decir del norte. Como contrario tenía, el viento Noto que soplaban de la región del mediodía es decir del trópico de cáncer, el Cecias procedente del naciente estival —del NE— también llamado helespontias ya en Grecia soplaban como proveniente del Helesponto, actual estrecho de Dardanelos. Tenía como contrario el viento Libe, que venía del ocaso invernal, o del SO. Del naciente invernal procedía el Euro —viento del SE— también llamado Apeliotes. Su opuesto era el viento Argestes o Escirón que soplaban del ocaso estival, es decir NO.

Estos vientos eran diametralmente opuestos. Aristóteles definía el diámetro al segmento que unía dos puntos opuestos en una figura cerrada. Aristóteles presentaba otros vientos que no tenían contrarios, sino que eran intermedios como por ejemplo citaba el Trascias —viento del NNO— el viento meses —del NNE— el Fenicias —viento del SSE— y el viento del SSO.

El hecho de que existieran más vientos que procedían desde las regiones de la Osa se debía a la mayor concentración de agua y nieve, por lo tanto, al filtrarse y fundirse por el calor del sol y el calor mismo de la tierra, mayor sería la exhalación.

Los vientos procedentes desde el este eran considerados secos pues procedían según Aristóteles de las regiones que estaban más expuestas al

sol. En cambio, los vientos del poniente al provenir de las regiones menos expuestas al sol eran más húmedos.

Durante las estaciones contrarias, por ejemplo, en el equinoccio de primavera era frecuente el viento Cecias, un viento que portaba nubes debido a que giraba sobre sí mismo. En el otoño el viento Libes y el Cefiro y en invierno el Euro.

Los vientos del norte y NO como el Bóreas, el Trascias y el Argestes eran los dominantes, por su frecuencia y fuerza. Eran los vientos limpios pues no traían nubes a excepción que fueran frías. En ese caso, arrastraba consigo nubes que podían llegar a provocar nieve.

El otoño y la primavera era la estación donde frecuentemente irrumpían de manera violenta los vientos Bóreas, Trascia y Argestes debilitando a los que soplaban de otros cuadrantes. A este evento lo llamaban huracanes.

El lugar de origen de los vientos variaba al igual que la posición del Sol, así como la procedencia de estos era muy asociada al movimiento de los astros. El Cecias giraba sobre sí mismo, era frío y húmedo y era parte del Bóreas, el Libe era húmedo aportaba nubes más débiles. El viento euro al principio era seco, pero al final de su recorrido era húmedo. El viento Meses traían tiempo nevoso y frío y el Notos con el Cefiro eran vientos calurosos (Aujac, 1966a; 1975b; Aristóteles, 1996).

EL DETERMINISMO DE LOS CLIMAT

La posición latitudinal de los lugares era vinculada con las posiciones del Sol durante su trayectoria anual sobre la eclíptica. Esa diferencia de latitud indicaba una diferencia de climat que, en un sentido astronómico era la región comprendida entre dos paralelos. Todo aquel sector dentro de esa banda latitudinal tenía durante los solsticios igual duración de los días.

En un sentido geográfico, según Estrabón el climat sería vinculado a las condiciones atmosféricas de cada lugar. Este concepto incluía tanto la temperatura, la humedad los vientos, las lluvias como la altitud, la latitud. Los climat eran determinados siguiendo la variación de las sombras que proyectaban los cuerpos durante el día en lugares diferentes. Por ejemplo, en Méroe hacia el mediodía cuando el sol en su recorrido alcanzaba su cenit y al recibir en forma perpendicular los rayos, no proyectaba sombra, pero en lugares ubicados al norte como Siena o al sur como Etiopía en esa misma hora las sombras proyectadas por los cuerpos señalaban una inclinación hacia el sur o norte y se iban alargando paulatinamente con el correr de los días.

Establecer la forma y la extensión de la Tierra conocida era necesario para saber las posibilidades de habitabilidad, de modo que Estrabón sostenía la división del mundo en cinco zonas en relación con el grado de temperatura de la Tierra. Según el criterio de los climat la Tierra tenía una zona tórrida, una

zona con exceso de frío y otra zona templada. Esta última se consideraba solamente habitada, las restantes se tenía como hipótesis que eran inhabitables.

En las regiones ubicadas entre los 54º de latitud norte, eran diferentes los puntos de vistas sobre la posibilidad de vida. Piteas aseguraba que en cercanía de la zona glacial había algunos animales domésticos, algunas plantas, algo pobladas, pero que jamás tenían al sol en la posición que lo tenían las regiones templadas.

En cambio, Estrabón reconocía que los límites de habitabilidad llegaban hasta la isla de Yerne, pero las condiciones de vida eran rigurosas debido al frío.

A una misma latitud las temperaturas podían variar, de modo que las regiones al norte del mar Ponto Euxino eran inhabitadas como también lo era la región de los Escitas orientales.

Las regiones del Borístenes, del lago Meótis, el Bósforo Cimerio estaban congeladas durante la mayor parte del año. En cambio, en los alrededores de la cuenca del mar Mediterráneo la temperatura iba en aumento, permitiendo las cosechas como la vida humana, como las regiones de Hircania y Bactria que según Estrabón no podían tener la misma latitud que la región anteriormente citada.

Más al sur del Mediterráneo la temperatura iba en aumento, lo que Estrabón llamaba el climat meridional, es decir hacia la zona tropical, donde el Sol se mantenía en el cenit durante largo tiempo, causando mayor insolación, dominio de las zonas desérticas y predominio del Silfio (Aujac, 1966).

Lo relativo al lugar: altitud, humedad

La influencia del océano no era tenida en cuenta por Estrabón, pero si conocían que la presencia de montañas o llanuras de altura —también llamada meseta de altura— modificaban la temperatura del lugar. Tal era el caso de la región de Capadocia ubicada sobre el litoral del Ponto Euxino, entre Amiso y Sínope propicia al cultivo de olivos, árboles frutales. En Bagdiana, situada en medio de las montañas solo era posible el cultivo de ciertas plantas frutales y algunas otras debido a las bajas temperaturas, a pesar que se encontraba algo más al sur que el litoral del Ponto Euxino.

La región del Cáucaso era habitada tanto en su parte alta como en los valles, allí donde las condiciones del climat eran de extrema rigurosidad y la vida humana estaba condicionada a la caza y domesticación de algunos animales.

La presencia de humedad se manifestaba en diferentes formas según la latitud. Aristóteles mencionaba que la humedad se evaporaba debido a los rayos del sol y el calor de la Tierra, elevándose. Cuando el calor cesaba se producía la condensación, entonces el aire se transformaba en agua precipitándose para nuevamente reiniciarse el ciclo.

La presencia de nieblas, específicamente en los países nórdicos y en las riberas del río Rhin ocultaba los rayos solares por largo tiempo. La nieve

asociada tanto a la latitud como a la altitud cubría sitios de altura, en las regiones montañosas como al norte de la ecúmene. Se conocía que durante la estación de primavera el deshielo alimentaba los ríos que tenían su origen en las altas cumbres ocasionando su desborde cuando llegaban a las zonas de llanuras.

Si bien era el meteoro más común en las zonas habitadas, causaban asombro por la violencia en cómo se manifestaban, fenómeno que era muy observado en las Indias.

Entre las explicaciones de porqué se producían las lluvias torrenciales en la zona montañosa de la India, señalaban que se debían a las montañas que detenían a los vientos cargados de humedad facilitando la condensación de las mismas.

Polibio explicaba en el caso de las lluvias de la región ecuatorial que se debían a la presencia de montañas que condensaban la humedad que procedía de los vientos etesios del norte.

Posidonio creía en la presencia de una zona montañosa hacia el ecuador que facilitaban las precipitaciones, mientras que, en las zonas tropicales, la inexistencia de terrenos altos y la de ríos, dificultaba la presencia de lluvias, este era el motivo de la presencia de aridez en esas regiones.

Otra de las explicaciones sostenía lo contrario a Posidonio, que en los países tropicales debido a la intensa evaporación y a la presencia de los vientos etesios las lluvias eran intensas, provocando el aumento del caudal de los ríos, por ejemplo, las crecidas del río Nilo.

Libia, ubicada a la misma latitud que las Indias en cambio la sequedad era mayor hacia las regiones occidentales debido a que en ellas se producía la puesta del sol, pero en las regiones ubicadas al oriente por corresponder al levante del sol eran más ricas, húmedas y de mayor fertilidad.

Para Estrabón la evaporación formaba las nubes y los vientos, pero las lluvias eran provocadas por la presencia de montañas. Siempre que hubiera fuentes como las extensiones de agua y el calor del sol.

A los sabios les interesaba además del análisis de cada uno de los elementos los efectos que cada uno de ellos ocasionaba sobre las tierras habitadas.

Aquellas regiones situadas en climat tropicales, entre los 24º y 12º de latitud norte tenían suelos arenosos y áridos debido a la insolación que los desagregaban en pequeñas partículas y solo crecían las plantas de silfio. En el caso de la India, ubicada a la misma latitud y por ende debería tener los mismos suelos, sin embargo, estos permitían las cosechas debido a las lluvias de verano.

Al sur de los 12º de latitud norte los suelos se presentaban más fértiles por la presencia de humedad y calor, ambos hacían posibles las cosechas. Pero en las regiones nórdicas era imposible dar una referencia sobre los suelos debido a la combinación del frío y humedad que daba la sensación que todo estaba en suspensión. Era lo que Piteas llamaba el pulmón marino (Aujac, 1966).

Los climat en las plantas y animales

La vegetación y animales eran clasificados en función a un tipo de climat. Las regiones tropicales debido al fuerte calor y a los suelos de escasa fertilidad, solo crecían las plantas de silfio. Los animales se destacaban por su tamaño pequeño, tanto las cabras como los perros, o las ovejas.

En aquellas regiones húmedas consideradas las más fecundas, la vegetación era mucho más variada que en la anterior. Además, era posible juntar dos cosechas en el año, por ejemplo, era el caso de la India.

En la misma latitud de la India pero hacia el oeste, y más al norte del paralelo de 24º, se encontraba la región de Mauricio. Actualmente, podría ser Marruecos y Argelia, en África. Región conocida por la presencia de ríos y lagos, producción de todo tipo de frutas y viñedos, símbolo de riqueza. La presencia de viñedos señalaba a la región de los bactrios, sogdianos e hircanos como las regiones ubicadas más al sur del Borístenes y del lago Méotis. En estas últimas, los cultivos de vid desaparecían debido a la latitud, al igual que las cosechas. Más allá del Cáucaso los pueblos de montaña solo podían ser nómades llevando una vida miserable debido a la posición latitudinal.

Las regiones templadas eran las privilegiadas por su riqueza natural debido a los climat, los suelos o los ríos. Eran regiones donde se producían todo tipo de árboles frutales, olivares o viñedos (Aujac, 1966).

La influencia de los climat en los hombres

Era frecuente asociar que el calentamiento paulatino del sol en las aguas del río Nilo incrementaba la fertilidad de las mujeres, ya que, luego de la evaporación de las aguas quedaban los principales nutrientes.

Onésicrito, filósofo que vivió aproximadamente en el año 330 a. C. se cree que acompañó a Alejandro Magno en su campaña a la India, atribuía a las aguas del Nilo el origen del color negro y rizado de los cabellos de los etíopes.

Estrabón si bien admitía que el calor del sol causaba modificaciones en las características físicas de las personas, no era del todo partidario de un determinismo absoluto en la distribución de los animales, plantas o los hombres. Atribuía tales características y modos de vida al azar que habilitaba al hombre para poder modificar las limitaciones que el medio le imponía. No era por naturaleza que los babilonios y egipcios fueran filósofos, sino más bien por hábito.

Posidonio buscando las relaciones de causa-efecto, tomaba al climat como la causa que determinaba las conductas humanas. Buscaba una ley universal que explicara tales comportamientos para así establecer una ciencia general. Diferenciaba los continentes y a las personas por sus características físicas y culturales en función de los diferentes climat.

Así, quienes habitaban en las regiones de la India eran diferentes a los etíopes de Libia. Los primeros no tenían la nariz chata ni los cabellos rizados ni los labios prominentes, esto se debía a la presencia de humedad.

Según su posición, el climat no solo incidía en el color de la piel, forma de la nariz y labios, sino que también tenía que ver con la intelectualidad, con lo social y artístico de un pueblo. Cada pueblo tenía su modo de vida relativo a cómo era cada climat donde vivían (Aujac, 1966).

LAS DIVISORIAS DE AGUA SEGÚN ARISTÓTELES EN LA ESFERA LÍQUIDA

Estrabón, desde su visión estoica había fijado posición en la concepción de Homero quien consideraba al mundo habitado como una isla rodeada de una superficie líquida y continua, es decir rodeada por el océano. La masa líquida penetraba la ecúmene manifestándose en diferentes formas: como ríos, lagos, mares interiores, y de comportamiento diferentes.

Según Aristóteles la formación de los ríos se debía a las precipitaciones que se formaban en el proceso del ciclo del agua. Durante la evaporación de las aguas por el sol, cuando estas ascendían se condensaban para luego precipitar y volver a reiniciar el ciclo nuevamente.

Luego de esta etapa, parte del agua de lluvia se filtraba hacia el interior de la Tierra y la restante, quedaba sobre la superficie ocupando cavidades. En algunas ocasiones, de ellas fluían los ríos, de modo que no se generaba más agua de la existente. El agua precipitada durante la estación invernal era almacenada en grandes o pequeñas cavidades.

Aquellas cavidades invertidas como convexas en el relieve como el caso de las montañas mayores daban origen a los fluvios de mayor tamaño que alimentaba de manera permanente a las corrientes fluviales las que nunca se interrumpían. Un receptáculo podía ser el origen de varios fluvios.

Los receptáculos menores se secaban antes de que llegara nuevamente la estación invernal causando en los fluvios la interrupción de sus corrientes. Por eso, en Asia los ríos como el Bactro —era el río Oxo, actual Amudaria— el río Coaspes —posiblemente sea el actual río Kabul, en Afganistán— el Araxes —actual río Sirdaria— que tenía por brazo al Tanais —actualmente el río Don— y el río Indo, tenían sus nacientes en las más altas montañas del Paropamiso y desembocaban en el lago Meótis, actualmente el mar de Azov.

Las montañas del Paropamiso, posiblemente fue el nudo de Pamir en el sistema del Himalaya quizás considerado el mayor de los montes situado hacia el nacimiento invernal, es decir hacia el sur-este, pudo ser el límite desde el cual se podía observar el mar exterior, es decir el actual océano Índico.

Hacia la aurora estival, al NE se encontraba el monte Cáucaso, identificado en aquel entonces como otro de los más grandes en extensión como en

altura. De él bajaba el río Fasis y en él se decía que había lagos e inclusive estaba habitado. Todos aquellos ríos que supuestamente iban a desaguar en el Ponto Euxino y no eran visibles se decía llegaban a Coraxos, zona identificada del mar Ponto Euxino de profundidades abismales. El Pirene — actual sistema montañoso de los Pirineos, situados en la frontera de España y Francia— ubicado hacia el poniente equinoccial, hacia el oeste, bajaba el río Istro hoy el río Danubio y el Tarteso o río Guadalquivir en España. En cambio, aquellos ríos que bajaban desde el sistema montañoso de Arcinios iban a desaguar en dirección a la Osa, hacia el norte. El sistema montañoso de Arcinios era la cadena montañoso de Europa central que comprendían a los Alpes y a los Cárpatos (Aristóteles, 1996).

LOS RÍOS, UN DON DE DIOS

Los ríos eran un don de Dios, así llamaba Homero a los ríos dado que su origen era debido a las aguas del cielo, es decir a las lluvias. Muchas eran las hipótesis sobre las nacientes de los ríos del norte como el Tanais, el Borístenes, el Tyras y los ríos del sur por ejemplo el Nilo.

Se pensaba que el Tanais como el Nilo tenían sus nacientes en el océano, y las crecidas de este último eran debido a las mareas oceánicas. Alejandro Magno suponía que este río traía sus aguas de la India, otros de la región de Mauricio, como también desde Siena y de las montañas de Etiopía.

Se creía que el río Tanais posiblemente descendía del Cáucaso, otros suponían sus nacientes ligadas con río Ister. En cuanto al Rhin, el Po y el Rhona, se los consideraba unidos en sus nacientes.

Para Estrabón las nacientes del Rhin y del Ister, estaban muy cercanas, en la zona de vegetación de la región herciniana.

Distinguían entre los ríos de superficie, de llanura, los de montañas y los subterráneos. Los ríos que descendían de las montañas se caracterizaban por ser más violentos. Por ejemplo, en el caso de los ríos torrentosos era citado el río Pyrame torrentoso desde sus nacientes, corría a lo largo de un profundo lecho rocoso. Al llegar a los Montes Taurus, se estrechaba y entre saltos, cataratas, tortuosidades y estruendos, atravesaba la garganta formada entre las montañas.

Se conocía los efectos de la violencia con que se enfrentaban estos ríos al paisaje, tal era caso el río Tigris, que al llegar al lago Thopitis lo atravesaba con fuerza. Según los dichos de Eratóstenes llegaba a crear una corriente interna de agua dulce donde era posible la vida ictícola. Fuera de esa corriente de agua dulce, la salinidad de este lago hacía imposible la existencia de vida.

Por otro lado, también reconocían la existencia de ríos subterráneos, aquellos que circulaban largos trayectos en el interior de la superficie y

luego emergían recorriendo algunos trayectos en superficie para nuevamente desaparecer.

Tal era el caso del río Oronte en Siria que por un largo trayecto desaparecía entre Apamea y Antioche en el abismo de Charybde, para reaparecer cuarenta estadios más adelante.

Era común la creencia que los ríos subterráneos atestiguaban la presencia de suelos cavernosos por los cuales circulaba aire y fuego, exponiéndose esas regiones al riesgo de los temblores de tierra.

En cuanto a las crecidas o desbordes de los ríos eran interpretados como una necesidad indispensable para los pueblos, ya que un país no podía ser habitado sin la existencia de ríos navegables y cultivables. Por esto, el Nilo era considerado como el principal de los ríos, de regiones calurosas. Tales de Mileto aseguraba que las crecidas se debían a los vientos etesios, los sacerdotes egipcios, a las influencias del océano, Anaxágoras a las nieves de verano. Los desbordes comenzaban a fines del invierno, época de lluvias.

Para Estrabón, las crecidas eran debido a las lluvias de verano ya que en las zonas tropicales el calor del sol aumentaba la evaporación de las aguas formando las nubes. Los vientos etesios llevaban esas nubes contra las montañas provocando las lluvias. Esta explicación era válida también para los ríos de la India como de Etiopía.

Durante cuarenta días el agua permanecía hasta que comenzaba su descenso de forma lenta completando un total de sesenta días hasta recobrar su estado normal. Inmediatamente comenzaban con la siembra antes de que el calor limitara dicha tarea.

Se conocía que en la India las crecidas eran semejantes a las del Nilo. Aquellas regiones que carecían de este privilegio de las crecidas, eran improductivas, por ejemplo, en Etiopía.

En la Mesopotamia, el régimen de los ríos era diferente. El Eufrates desbordaba una vez por año durante la estación primaveral, por el derretimiento de la nieve de las montañas de Armenia. Así toda la Mesopotamia era fertilizada por las crecidas tanto del Eufrates como del Tigris.

Conocidas eran los desastres que podían causar las crecidas de los ríos como era el caso del Nilo. Por esto, los egipcios construyeron obras como medio para prevenir tales desastres. Así, en la isla Elephantine, en Syena habían construido un nilómetro.

Se trataba de un pozo, según Estrabón en piedras que indicaba la altura que iba alcanzando el río durante sus periodos de crecidas.

Este sistema advertía la proximidad con suficiente tiempo de las crecidas del río Nilo. De este modo, eran planificados los trabajos de canalización y escolleras necesarias para la distribución de las aguas. Según Estrabón, quien priorizaba el conocimiento práctico por encima del teórico, este era el modo en que debía pronunciarse la geografía. Por medio de observaciones empíricas era capaz de conocer las leyes del funcionamiento de la naturaleza

y así advertir la llegada de eventos naturales para facilitar a los pueblos las tareas de prevención, planificación y organización política (Aujac, 1966).

LOS MARES

El funcionamiento natural de los mares era diferente al de los ríos, posición compartida por los sabios. En el caso de Estrabón sostenía que los ríos buscaban su nivel de equilibrio, y eso hacía que tuvieran diferentes maneras de desplazarse.

En cambio, los mares y océanos también llamados *mar exterior*, reflejaban la apariencia de haber alcanzado su nivel de equilibrio. Tanto el océano como los mares, considerados estos últimos golfos del mar, formaban una única superficie líquida en aparente estado de equilibrio que envolvía a la superficie sólida de la Tierra.

En comparación con los lagos, la presencia de olas era un punto diferente con los mares. Las aguas de los lagos eran agitadas por vientos que no siempre eran periódicos, en cambio, los mares presentaban oleaje aún en tiempos de calma, o simples brisas de tierra, llegando a ser tempestades.

Los lagos alcanzaban la categoría de mares cuando entraban en comunicación con la gran esfera líquida o bien, cuando un brazo de mar quedaba sin conexión con esta esfera líquida, se convertía en lago. Este era el caso del lago Moeris, hoy lago Qarum en la depresión de Fayyum, en Egipto.

Bajo la hipótesis de que la esfera líquida era continua y dominaba el mundo terrestre, reafirmaba la otra hipótesis, de que el mundo conocido era una isla y el comportamiento del océano exterior parecía confirmar esta postura.

El sentido común les indicaba que el océano o mar exterior tenía un régimen uniforme en toda su extensión. Tenía movimientos más independientes como por ejemplo aquel llamado de *purga*, un movimiento de repulsión donde las aguas devolvían a la ribera todo tipo de elementos y entre ellos los depósitos de sedimentos, conocidos como el aluvionamiento de las riberas.

El oleaje era otro de los movimientos independientes, Estrabón refería cómo se manifestaban en las costas del mar Ponto Euxino, en Grecia o en Italia, describiéndolas como un fenómeno de amplitud y duración variable, dotadas de un movimiento sobre sí mismas y de otro movimiento de avance y retroceso.

Con respecto a las mareas oceánicas, Platón sostenía que se producían por la oscilación general de las aguas subterráneas. Dicearco atribuía como causa al sol. Piteas asociaba las mareas altas con la luna llena y el descenso cuando esta desaparecía. Aristóteles pensaba que eran los vientos fortalecidos por el sol quienes causaban las mareas mientras que Plinio atribuía como causa al sol y a la luna. Eratóstenes creía en la continuidad de las aguas y en la concordancia de los movimientos del mar.

Las mareas provocaban modificaciones en el relieve costero, por ejemplo, era conocida la fuerza y velocidad de las mareas en la costa de Turdétanie, entre Sacré y las columnas de Hércules. Aristóteles atribuía como causa a la forma que tenían las costas entre Iberia y Mauricio o bien la explicación de Posidonio debido a la estrechez de la Iberia entre las columnas de Hércules, y la pronunciada entrada en forma de golfo facilitaba la violencia de las mareas.

Estrabón también hacía referencia a otro fenómeno, el mascareo, que estaba relacionado al encuentro violento entre las aguas de los ríos y las aguas de las mareas. El encuentro de dos corrientes contrarias producía fuertes estruendos e impedían la navegación (Aujac, 1966).

LAS CORRIENTES DE LOS ESTRECHOS

Para Estrabón, por el principio de Arquímedes toda la superficie de un líquido en estado de equilibrio y reposo era esférica. Consideraba que las aguas de los mares y océanos parecían haber alcanzado su equilibrio, ¿cómo se explicaba entonces la violencia de las aguas en los estrechos?

Era común la creencia de la diferencia de niveles de las aguas a cada costado de un istmo, así por ejemplo entre el mar Rojo y el mar Mediterráneo, entre el mar Tirreno y el Adriático. Por otra parte, Estrabón también había dejado en claro la diferencia de nivel de los fondos entre el Ponto Euxino, el mar Mediterráneo y el océano exterior.

Eratóstenes señalaba que una superficie líquida no era uniforme y la causa de esas corrientes se debía a la diferencia de nivel a cada costado de un istmo, y que tanto el estrecho de las columnas de Hércules como el estrecho del Bósforo tenían una diferente explicación.

Los estrechos de Bizancio y el de las columnas de Hércules servían como canales naturales de descarga de las aguas de los mares interiores que por diferencia de nivel de los fondos esas aguas evacuaban hacia el océano exterior. Es decir, las aguas circulaban desde los fondos menos profundos hacia los de mayor profundidad.

La diferencia de nivel de los fondos era atribuida a los procesos de aluvionamiento efectuado por los ríos que iban a desaguar en las cuencas interiores.

Siguiendo la hipótesis de Estrabón, Hiparco aseguraba que en el estrecho de Bizancio era en un solo sentido al igual que en las columnas de Hércules.

Estrabón tanto como Eratóstenes coincidían en que por el efecto de las mareas en las columnas de Hércules existían dos tipos de corrientes, una superficial que fluía desde el mar exterior hacia el Mediterráneo y otra profunda desde el mar Mediterráneo hacia el mar exterior (Aujac, 1966).

6 La interpretación astrológica del mundo habitado

GEOGRAFÍA ASTROLÓGICA DE CLAUDIO PTOLOMEO

Claudio Ptolomeo, geógrafo, astrólogo, astrónomo y teórico de la música, vivió en el siglo II d. C. en el Imperio romano. Se cree que nació en Ptolemais, Egipto y vivió aproximadamente entre los años 100 y 178 d. C.

Transitó una época políticamente convulsionada, pero al mismo tiempo el impulso de los viajes, conquistas y expediciones militares en reconocimiento del terreno alentó el desarrollo de su Geografía. El intercambio comercial tanto como la búsqueda de marfil e incursiones hacia el oriente aumentó las extensiones del mundo habitado que tanto Eratóstenes como Estrabón habían cartografiado, motivo que dio lugar a sucesivas rectificaciones de la carta de la ecúmene.

Durante esta época, la astrología alcanzó la máxima popularidad en el mundo mediterráneo. Su práctica fue relacionada con la superstición y defendida por el estoicismo y relacionada con la teoría de la simpatía universal.

Desde los tiempos de Posidonio ya era justificada la influencia de los astros en el comportamiento humano —Ptolomeo fue un ferviente seguidor de la filosofía de Posidonio— y la influencia de sus contenidos se hizo extensivo hacia todos los ámbitos de las ciencias desde la Geografía, Medicina, Biología hasta la Mineralogía etnográfica llegando al ámbito científico del siglo XVI y XVII.

Paralelamente a la astronomía subsistían dos posiciones filosóficas rivales acerca de cómo funcionaba el universo. Aquellos que sostenían la existencia de un orden en el mundo bajo una regularidad constante en los fenómenos de la naturaleza, eran los peripatéticos y los estoicos.

Aceptaban como dogma la concepción de un mundo esférico y cerrado, donde todas sus partes mantenían una estrecha relación de solidaridad y la Tierra no era más que el reflejo del cielo. No todos compartirán la búsqueda de leyes que regían el orden del universo y la Tierra. Tal fue el caso de Estrabón quien no aceptaba la existencia de leyes a diferencia de Posidonio.

También estaban aquellos que consideraban que el mundo se había formado por azar, entre ellos los atomistas, los Escépticos o Epicúreos.

Ptolomeo era seguidor de la primera postura filosófica y entre sus obras describió y representó el mundo habitado desde diferentes posiciones: geométrica, astrológica y cartográfica.

Entre sus obras más destacadas se conoce el *Almagesto* —nombre dado por los árabes— o *Sintaxis matemática* —se cree que fue el primero de sus escritos, luego *Tetrabiblos* o *quadripartitum*, considerado la Biblia de los astrónomos, utilizado en carácter de obra incuestionable hasta el siglo XVI, XVII, e inclusive por Copérnico—, y por último su obra *Geografía*. Sus estudios alcanzaron la totalidad del globo terrestre poniendo énfasis a la ecúmene. Su interés estaba en corroborar desde la geometría la teoría de la simpatía universal sostenida por los griegos, aquella que refería a una estrecha unión entre el cielo y la Tierra.

Si bien sus observaciones fueron realizadas desde Alejandría, sin embargo, tomó el paralelo de 36º latitud norte, como paralelo fundamental en la carta del mundo habitado. Sobre él eran consideradas las longitudes, además de señalar una zona de contacto de vientos.

En su libro *Tetrabiblos* compila el estudio en la relación Tierra y universo centrado en las influencias de los astros sobre diversas regiones y sobre sus habitantes. En otro de sus escritos como *Geografía*, estableció los pasos para rectificar la carta geográfica del mundo habitado (Aujac, 1993).

Su posición respecto del mundo

Claudio Ptolomeo partió de la hipótesis geocéntrica, reafirmando de este modo la tradición aristotélica de aquel mundo griego, la de una Tierra esférica e inmóvil y reducida al tamaño de un punto en el centro del universo. Un cielo esférico, con movimiento alrededor de un eje de rotación y un desplazamiento uniforme de las estrellas como de los cinco planetas alrededor de la Tierra.

El hecho de reproducir el cielo en una esfera modelo representó para él la ventaja de explicar mediante razonamiento geométrico y por el quinto silogismo —que era indemostrable, deducido de una alternativa y de negar las afirmaciones anteriores— la relación Tierra y cielo, reafirmando la hipótesis que la posición de la Tierra, fiel reflejo del cielo estaba situada en el centro del universo.

La inmovilidad de la Tierra en el centro de la esfera, se debía según el criterio de Ptolomeo a la gravedad que conducía todos los cuerpos del universo indefectiblemente hacia su centro, coincidente con la Tierra. Admitía los dos movimientos de la esfera estelar y planetas, el primer movimiento, en sentido este-oeste y el otro movimiento, el atribuido solo a los planetas de oeste a este, alrededor de los polos de la eclíptica.

La eclíptica recibió diferentes nombres como el lugar de los eclipses, círculo oblicuo del zodíaco o círculo medio de los signos.

Ptolomeo también aceptó la hipótesis de la insularidad de la ecúmene, de pensar como Eratóstenes y Estrabón que el mundo habitado era una isla rodeada de un océano continuo, situada en una cuarta parte del hemisferio norte.

Coincidió en una regionalización del planeta por zonas climáticas según criterio astronómico y la existencia de una zona templada bajo el ecuador, habitable e independiente del mundo ya conocido.

Ptolomeo, al igual que otros sabios conocían que el Sol se detenía por cuarenta días, en cercanía del trópico de verano debido a su movimiento más lento que en la zona ecuatorial. De este modo, las zonas tropicales quedaban más expuestas al exceso de calor, explicando así su inhabitabilidad. En cambio, en la zona ecuatorial los desplazamientos del Sol eran más rápidos, el Sol no se detenía por mucho tiempo en el cenit, por lo tanto, las zonas ubicadas bajo el ecuador eran templadas.

En su geografía matemática elaboró una tabla de paralelos desde el ecuador hasta los polos. Los griegos no siempre usaban el término *paralelo*, sino que se referían a los trópicos, círculos árticos, ecuador como los círculos celestes que se proyectaban en la Tierra. Sus indicaciones eran *bajo el polo*, *bajo el ecuador* para referirse a los lugares de la Tierra que tenían a esos círculos por zenit. A diferencia de los griegos, Ptolomeo inicia sus estudios a partir de la Tierra tomando el conocimiento producido por los griegos.

La teoría de los habitats o lugares geográficos, o la teoría de los climats eran consecuencia directa de la hipótesis geocéntrica y formaba parte de la geografía matemática. Esta teoría suponía que todos aquellos lugares del globo terrestre que tuvieran las mismas características a lo largo de una misma latitud, podían ser habitados. Se trataba de una distribución cualitativa del globo terrestre en diferentes zonas, abriendo la posibilidad por una cuestión de antípodas de aceptar la existencia de otros mundos habitados en las restantes cuartas partes de la Tierra aún desconocidas.

El climat era la latitud de un lugar. Hiparco ya había establecido una tabla de climats —para Ptolomeo era una tabla de paralelos— describiendo con precisión a los climats de cada lugar con el fin de observar al detalle la ocurrencia de fenómenos celestes como la duración del día y la noche, la posición de las estrellas y constelaciones, tanto como su levante y puesta sobre el horizonte de observación.

En aquella tabla fueron registradas las distancias al ecuador, además de informar sobre las sombras del gnomon en los solsticios y equinoccios. Esta tabla de paralelos no fue resultado solo de las observaciones, sino también deducidas de cálculos geométricos.

En lo que respecta al cálculo de la hora, el modelo geométrico del mundo usado por los griegos, el que Ptolomeo siguió indefectiblemente había demostrado que todas las noches sea cual fuere la duración de la hora, seis signos del zodiaco se elevaban por encima del horizonte, mientras que los otros seis permanecían por debajo del mismo.

Ese movimiento de las constelaciones del zodiaco sobre el horizonte durante la noche les permitía conocer la hora, pero no todos los signos tardaban el mismo tiempo en atravesar el horizonte ya que ese tiempo variaba de acuerdo con la latitud del lugar, Ptolomeo entonces construyó una tabla donde precisaba el tiempo de ascenso para cada signo zodiacal (Aujac, 1993; Pérez, Jiménez, 1998).

EL TETRABIBLOS: EL PODER DE LOS CIELOS

En el pensamiento griego, el conocimiento de la Tierra debía ser antecedido por el conocimiento del cielo así, la majestad de los cielos fue un argumento de carácter extracientífico presente en la cosmología aristotélica y vinculada con la astrología.

Testimonios empíricos daban fe por aquel entonces de la influencia *celeste* en la vida, destino y actividades de los hombres como también en los eventos naturales de la Tierra. Así, por ejemplo, se asociaba las crecidas del río Nilo con la aparición de la estrella sirio, la aparición de cometas y eclipses con eventos naturales catastróficos. Las estaciones del año se fijaban en relación con la posición del Sol en las constelaciones zodiacales, o bien las mareas eran explicadas a partir de las fases lunares.

El aristotelismo fundamentaba que la relación cotidiana que había entre el cielo y la Tierra, era por causa de la transmisión y frotamiento de las esferas concéntricas que formaban su universo, las que a su vez transformaban a la Tierra.

En función a esa conexión eran predecibles futuros eventos o acontecimientos en la Tierra y en la vida humana en relación con las observaciones, cálculos y posición de los planetas.

La astrología estuvo durante muchos siglos relacionada con la astronomía —más de 10 000 años—. La astrología judicial, aquella parte de conocimiento que vaticinaba sobre las sociedades a partir de las estrellas (Aujac, 1993; Ptolomeo, 1980).

EL DETERMINISMO ASTROLÓGICO

Ptolomeo consideraba que la influencia de los astros impactaba primero en el entorno ambiental que rodeaba al hombre antes que en sus aspectos individuales. El impacto se percibía en primer lugar desde el clima, después en las plantas y animales para luego repercutir en las razas, en los comportamientos de los hombres y en las ciudades.

Si bien era posible pronosticar a través de la astrología no se podía tampoco sobrepasar las influencias y limitaciones que ofrecía el ambiente para la vida del hombre.

Era evidente que el mundo viviente estaba regido por un orden natural, visibles hasta para el hombre común como por ejemplo desde variaciones anuales de las estaciones, dirección de los vientos o fases lunares.

El ambiente admitido como causa, determinaba que las cosas debían ser como eran sin la posibilidad que estas influenciaran sobre él. Por ejemplo, si el ambiente tanto como el suelo eran iguales, la semilla adquiría cierto patrón de comportamiento y crecimiento. Si las condiciones del ambiente tanto como del lugar de nacimiento coincidían, entonces era predecible que el temperamento de cada persona, como las costumbres y las preferencias debían ser similares (Aujac, 1993; Ptolomeo, 1980).

LA TIERRA, A IMAGEN Y SEMEJANZA DEL CIELO

Los límites de aquel espacio geográfico de la época griega y romana no terminaban en el más allá del océano, ni tampoco en los ríos o montañas. Al *más allá* horizontal se le agregaba el *más allá* vertical y esto involucraba la conexión con el universo.

Con Claudio Ptolomeo se continuó con el conocimiento de la Tierra como planeta y de la ecúmene como espacio geográfico, conservando la línea de fundamentos de los griegos. Esta línea de pensamiento griega se basaba en la observación de los comportamientos y movimientos de las estrellas y planetas.

Así como otros campos del conocimiento la Geografía también introdujo los principios de la astrología para sus explicaciones deterministas sobre la distribución de los países los estados atmosféricos, o el comportamiento de los habitantes de la ecúmene.

Se partía de la hipótesis que, desde el éter, una sustancia eterna y etérea fluía un cierto poder que llegaba hasta los confines del universo y del mundo sublunar, afectando el movimiento de los cuatro elementos: agua, tierra, aire y fuego. Estos elementos, al encontrarse rodeados por el eter cambiaban, al igual que todas las cosas en la Tierra.

Los movimientos y configuración de las estrellas y planetas ocurridos en el cielo en un momento determinado implicaban cambios cualitativos de las cosas en la Tierra, por ejemplo, las variaciones de caudal de los ríos, las mareas bajas y altas estaban regidas por la influencia de la Luna. El crecimiento, así como la productividad de las plantas y animales dependía de las fases lunares como también del calor del sol, tanto en su movimiento estacional como diario.

Los estados de la atmósfera como la sequedad, humedad, frío, calor, vientos o nieve, dependían de las posiciones de las estrellas y planetas en el cielo.

La correspondencia entre el orden natural y el ritmo de la vida cotidiana eran una práctica habitual y corriente tanto para el hombre común como para aquel hombre de ciencia.

El conocimiento de las regularidades del mundo natural, les permitía pronosticar la proximidad de un evento catastrófico, por ejemplo, cuando los planetas se estaban elevando sobre el horizonte o se mantenían en una posición estacionaria los eventos naturales se intensificaban. Cuando esos planetas se ocultaban bajo el horizonte la intensidad disminuía.

Claudio Ptolomeo distinguía entre causas universales como aquellas causas astrológicas que afectaban a toda la humanidad, en todos los países y razas, y como causas particulares a aquellas influencias astrológicas que afectaban a los individuos desde sus nacimientos.

Además de la astronomía, la geometría, la matemática, la física, Ptolomeo, siguiendo la teoría aristotélica incorporó la visión astrológica para reforzar el vínculo de la Tierra con el universo (Aujac, 1993; Ptolomeo, 1980).

LOS LÍMITES DE LA REGIÓN ASTRAL

La ocurrencia de eventos en la Tierra estaba asociada a la regularidad del cosmo, ya que en el sistema geocéntrico todas sus partes eran solidarias entre sí por simpatía universal. La estructura misma de universo cerrado, finito y pleno, es decir, sin vacíos en su interior posibilitaba que la fluidez de la energía astral impregnara a toda la región sublunar. Los cuatro elementos sublunares eran modificados por los movimientos del éter y que a su vez estos modificaban todo aquello existente en la Tierra.

Ptolomeo, en primer lugar, definió a la región de los astros planetarios, es decir el zodíaco como una franja comprendida entre los 16° recorrida en su centro por la eclíptica también llamada órbita solar. Esa franja cortaba al ecuador celeste en dos puntos llamados equinoccios —donde el tránsito del Sol igualaba la duración de los días y las noches—. Sus límites norte y sur coincidían con otros dos puntos extremos ubicados en los trópicos conocidos como solsticios de verano y de invierno.

El zodíaco a su vez fue dividido en doce partes de 30° cada una, y poblada por los doce signos del zodíaco cuyos nombres eran aries, tauro, géminis, cáncer, leo, virgo, libra, escorpio, sagitario, capricornio acuario y piscis.

Los signos del zodíaco eran considerados los lugares donde los planetas efectuaban sus movimientos aparentes. El nombre asignado a cada uno de ellos provenía de los babilonios. Las características del zodíaco a las que se refería Ptolomeo correspondían al hemisferio norte. En este hemisferio llamado de verano se encontraban, los signos de aries, tauro, géminis, cáncer, leo y virgo, mientras que en el hemisferio sur o también llamado de invierno

eran visibles los signos de libra, escorpio, sagitario, capricornio, acuario y piscis (como se indica en la figura 5 de este capítulo).

De los doce signos zodiacales, los que se hallaban más cerca del cenit eran señalados como los más poderosos por el calor que generaban, fue el caso de leo y cáncer. Leo de naturaleza primaria masculina era la casa del Sol, mientras que cáncer femenino se le asignó a la Luna. El sector de semicírculo entre leo y capricornio estaba regido por el Sol, mientras que desde acuario hasta cáncer era regido por la Luna.

Ptolomeo, asignó a su zodiaco doce divisiones de 30° , medida tomada a partir de uno de los solsticios o equinoccios. Los signos de cáncer y capricornio indicaban el comienzo de los solsticios de verano e invierno. Los signos de aries y libra indicaban los equinoccios de primavera y otoño, vistos desde el hemisferio norte. También distinguió cuatro signos sólidos como tauro, leo, escorpio y acuario y cuatro signos bicorporales como géminis, virgo, sagitario y piscis.

Los signos sólidos ocupaban un cuarto de la eclíptica, y se encontraban después de los signos solsticiales y equinocciales, o bien ocupaban una posición central dentro de una estación, por ejemplo, tauro signo de la estación primavera, leo de la estación verano, escorpio de la estación otoño y acuario de la estación invernal. Eran llamados de este modo porque cuando el Sol pasaba por ellos, las condiciones atmosféricas de sequedad, humedad, frío según la estación del año ya presentes en la estación precedente intensificaban esas características en el sentido que se era más sensible al poder de tales manifestaciones.

Mientras que los signos bicorporales indicaban un cambio de estación, el final y el principio de dos estados atmosféricos diferentes.

Los signos fueron relacionados geoméricamente, cuando dos de ellos se encontraban diametralmente opuestos representaban la oposición, es decir los signos estaban en una posición recta. Había otras figuras como el triángulo que reunía tres signos, distantes un tercio de círculo, es decir 120° . El carro o trono, formado por cuatro signos separados 90° y el sextil formados por seis signos distantes 60° . Los signos no eran tomados en forma individual ya que disminuía su poder, por el contrario, se los tomaba en conjunto.

También clasificó a los signos como dominantes sobre la mitad del círculo que contenía el punto del solsticio de verano y sumisos ubicados en el semicírculo donde estaba el solsticio de invierno, o sea a los del hemisferio sur. Los signos equivalentes estaban ubicados frente a frente, sobre los puntos equinocciales.

La posición de cada signo del zodiaco variaba en grados y eran divididos por Ptolomeo en tres partes, agregando además dos porciones, al norte y al sur de la eclíptica. La parte líder de un signo era la primera que asomaba sobre el horizonte durante su movimiento aparente diario, la parte media coincidía con la parte central del signo y la parte siguiente era la última que asomaba sobre el horizonte (Aujac, 1993; Ptolomeo, 1980).

LA INFLUENCIA DEL ZODÍACO EN EL CLIMA DE LA ECÚMENE

Aries era el signo que indicaba el comienzo del equinoccio de primavera en el hemisferio norte y estaba asociado con estados de mal tiempo tormentas eléctricas y granizo.

Su parte *líder* cuando asomaba por encima del horizonte presagiaba para la Tierra tiempo lluvioso y con vientos. En su parte *media* el tiempo se estabilizaba presentando características de templado y cuando terminaba de asomar completamente sobre el horizonte, es decir en su parte *siguiente* el tiempo se podía presentar caluroso.

A su vez, en su parte norte señalaba condiciones de excesivo calor y en su parte sur demasiado frío.

Tauro, se presentaba como cálido, aunque analizado en sus partes, la correspondiente a la *líder*, en cercanía a las pléyades indicaba la proximidad de terremotos, tiempo ventoso y nubosidad abundante.

Su porción *media* indicaba tiempo húmedo y frío. En su porción *siguiente* muy convulsiva, e inestable en cuanto a los estados del tiempo. Su parte norte se presentaba templada, pero su extremo sur muy inestable.

Géminis, en general indicaba la presencia de tiempo calmo pero analizado en sus partes esta característica comenzaba a variar. Su parte *líder* húmeda y muy inestable, en su parte *media* templada y la *siguiente* con tiempo muy cambiante. Su extremo norte se presentaba como muy ventoso, señalando la proximidad de sismos y en su extremo sur anunciaba condiciones secas y muy calurosa.

Cáncer, en cuanto a condiciones generales se presentaba como cálido y agradable. Analizado en sus partes, la *líder* era húmedo y caluroso, con demasiada niebla y presagiando terremotos. En su porción *media* era templado y en la *siguiente*, el tiempo era ventoso. Tanto en su parte norte como sur, las condiciones de tiempo eran de extrema inestabilidad con demasiado calor.

Leo, en general indicaba condiciones de tiempo muy caluroso. Su parte *líder* era húmeda y calurosa, su parte *media* templada, y la *siguiente* húmeda e inestable. Su parte norte era muy inestable, mientras que su parte sur indicaba la proximidad de un tiempo húmedo.

Virgo, presagiaba condiciones generales de tiempo húmedo y con tormentas eléctricas. En su parte *líder*, cálido y muy inestable. Su parte *media* templada y tranquila mientras que su parte *siguiente* muy lluviosa. Al norte traía vientos y su parte sur, tiempo templado.

Libra, con tiempo muy cambiante y variable, pero en su parte *líder* y *media* traía condiciones de tiempo templado, y la *siguiente*, muy lluviosa. Su parte norte muy ventosa y al sur húmeda y calurosa.

Escorpio, en general presentaba tormentas eléctricas, incendios. Su porción *líder* indicaba tiempo con nieve, su parte *media* la posibilidad de una atmósfera templada y la *siguiente*, señalaba que se avecindaban terremotos. En su porción norte indicaba condiciones ventosas y en su parte sur se presentaba muy húmedo.

Sagitario, muy ventoso en sus condiciones generales, pero en su parte líder húmeda. En su parte media el tiempo se presentaba templado y en su parte siguiente el tiempo era muy alterado. En su parte norte muy ventosa mientras que en su parte sur, húmeda e inestable.

Capricornio, en general aportaba condiciones de humedad. En su parte líder el tiempo se podía presentar muy caluroso. Su parte *media* templado y su parte *siguiente* con posibilidad de abundantes lluvias. Al norte y al sur se manifestaba con tiempo húmedo e inestable.

Acuario, en general presentaba tiempo frío y lluvioso. En su parte líder era húmedo mientras que en su parte media templada y en la última ventosa. Su parte norte aportaba condiciones calurosas y en su parte sur las condiciones eran de mucha nubosidad.

Piscis se presentaba condiciones de bajas temperaturas y de mucho viento. Su porción líder traía tiempo templado. Cuando asomaba su parte *media* el tiempo era templado y en su porción *siguiente*, muy calurosa. En cuanto a su parte norte muy ventosa y la del sur muy lluviosa (Ptolomeo, 1980).

LOS ESTADOS DEL CIELO Y LA MARCHA DEL TIEMPO EN LA ECÚMENE

Los signos que transitaban por la región zodiacal, señalaban en la ecúmene el comienzo y final de diferentes etapas de tiempo. Marte en aries, daba comienzo a la etapa de la niñez en el ritmo de la vida de los hombres. Significaba el comienzo del equinoccio de primavera, el 21/3, en el hemisferio norte y de otoño en el hemisferio sur. En el cielo se hallaban transitando Venus en la constelación de tauro y Mercurio en géminis. En la Tierra la vida quedaba expuesta al dominio de viento cefiro procedente del oeste y del viento notos procedente del sur (figura 1).

El pasaje de la Luna por la constelación de cáncer daba inicio al solsticio de verano, el 21/6 en el hemisferio norte e invierno en el hemisferio sur. El Sol en leo les indicaba un exceso de calor por la cercanía de estos en el cenit, que junto a Mercurio en virgo reforzaban la dominancia del viento notos, desde el sur (figura 2).

Era el comienzo de la estación otoñal 21/9 para el hemisferio norte (Venus en libra) y de primavera para el hemisferio sur. Las posiciones de Marte en escorpio y Júpiter en sagitario señalaban la proximidad de una estación equinoccial de transición, por lo tanto, se avecinaba en la ecúmene el comienzo de una larga estación convulsionada que se manifestaba en todos los órdenes de la vida de los hombres. El mundo era azotado por los vientos procedentes desde todas las direcciones (figura 3).

Era el comienzo de la estación de invierno 21/12 en el hemisferio norte (Saturno en capricornio) y de verano en el hemisferio contrario. Las posiciones

de Saturno en acuario y Júpiter en piscis indicaban el tránsito por una época del dominio de fuertes vientos secos, procedentes del este, llamado Apeliotes (figura 4).

En la Tierra la rotación cotidiana del Sol determinaba sobre el horizonte las cuatro regiones de vientos, procedente de los cuatro cuadrantes. Cada una de ellas con diferentes cualidades naturales.

El viento del norte, conocido como Bóreas, frío y condensante, estaba relacionado con el planeta Júpiter. Su calidad de frío se debía a que atravesaba regiones con esas temperaturas, lejanas a las zonas de culminación solar.

El viento procedente del sur, conocido como Notos, se lo relacionaba con el planeta Venus, cálido y enrarecido debido al pasaje del sol por el trópico de Cáncer.

El viento del oeste, conocido como Cefiro, húmedo y fresco se lo relacionaba con el planeta Marte. El viento del este conocido como Apeliotes o viento que soplaba desde el Sol se lo vinculaba con el planeta Saturno, con características de viento seco durante el día debido a que perdía humedad concentrada durante la noche.

Los vientos como las estaciones anuales venían a formar parte de las condiciones previas de las predicciones (figura 4).



FIGURA 2. LA LUNA EN CÁNCER. SOLSTICIO DE VERANO
Fuente. Atlas del universo, 2006.

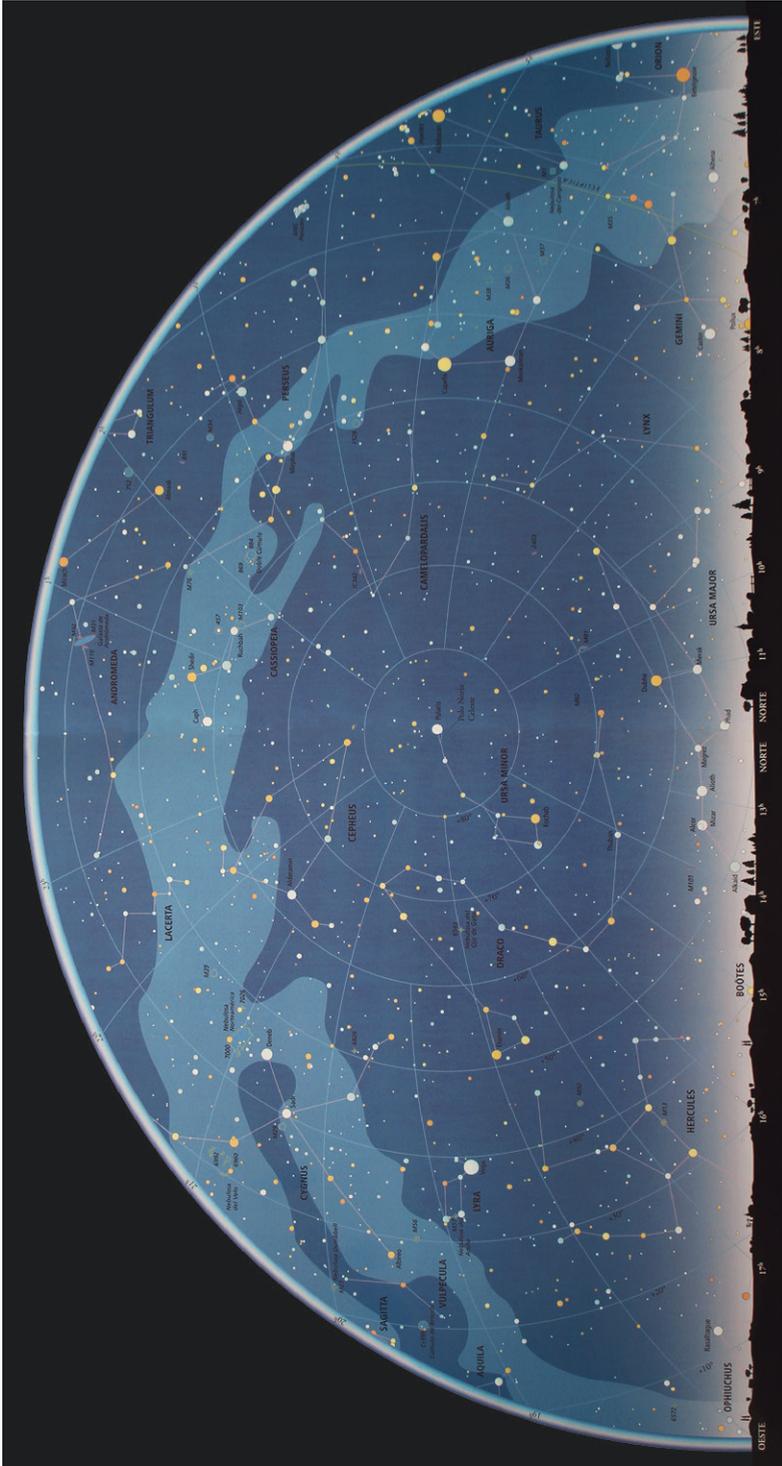


FIGURA 3. VENUS EN LIBRA. EQUINOCCIO DE OTOÑO
Fuente: Atlas del universo, 2006.

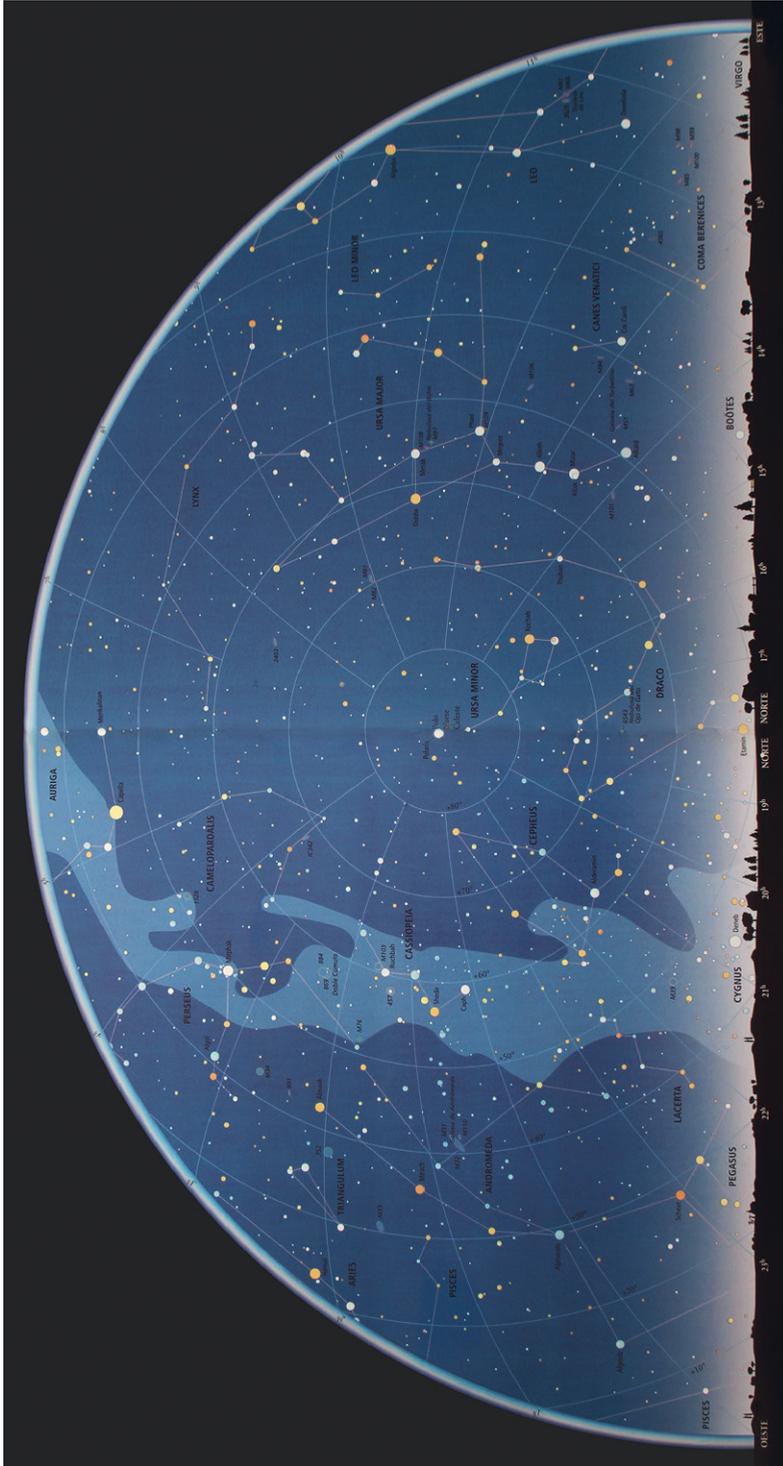


FIGURA 4. SATURNO EN CAPRICORNIO. SOLSTICIO DE INVIERNO
 Fuente: Atlas del universo, 2006.

LOS SIETE PLANETAS DEL MUNDO ANTIGUO

Los siete planetas que circundaban en la región del zodíaco se les asignó una o dos casas, divididas a su vez según los sexos por su naturaleza primaria en femeninas y masculinas. En ellas los planetas concentraban el mayor poder cuando se encontraban durante el día o durante la noche.

Según la doctrina astrológica cada planeta tenía un domicilio o casa. Al Sol, astro de día se le asignó como casa a leo. A la Luna, astro nocturno le correspondió la casa de cáncer. Los restantes cinco planetas recibieron dos casas, una nocturna y otra diurna, dentro de las cuales aumentaban sus fuerzas. A Mercurio se le asignó virgo y géminis, a Venus se le asignó como domicilios a libra y tauro, Marte tuvo las casas de aries y escorpio. Por último, a Júpiter le correspondió las casas de sagitario y piscis y a Saturno las casas de capricornio y acuario.

Fueron divididos en diurnos Júpiter y Saturno, regidos por el sol y en nocturnos, Venus y Marte, regidos por la Luna. En cuanto a Mercurio quedó como planeta ambiguo.

Siguiendo el orden de los planetas tomado por Ptolomeo desde la época babilónica y dividida el zodíaco en un sector solar y otro nocturno, los planetas fueron asignados a diferentes signos tanto del bando solar como del bando lunar del siguiente modo:

El orden de los planetas fue respetado correspondiéndoles a cada uno de ellos una esfera de movimiento en relación con el centro del universo, partiendo del planeta más alejado de la Tierra (como se indica en la figura 2 del capítulo 1).

Saturno ocupaba la órbita más alta y lejana de las dos luminarias, el Sol y la Luna. Ese alejamiento lo hacía un planeta frío, relacionado con el invierno. Respecto al clima, el mal tiempo era acompañado de nieblas, tormentas de nieve, heladas y nubosidad.

Se le asignó la casa en capricornio y acuario, ambos signos en oposición. Se lo consideraba un planeta maléfico debido a su poder destructivo causado por el frío. En la Tierra afectaba a los hombres de edad avanzada causándoles largas y dolorosas enfermedades como fiebre, reumatismo hasta la muerte. Las pestes y las plagas afectaban a las cosechas provocando pérdidas totales, destrucción, miseria y hambruna.

Bajo la influencia de este planeta la navegación también peligraba por las enormes mareas y torbellinos en los mares. Los ríos aumentaban su caudal provocando serias inundaciones y contaminación. Este planeta era asociado con el viento del este o Apeliotes.

Júpiter, bajo la esfera de Saturno, de naturaleza más templada pero ventoso y fecundo con casa en sagitario y piscis, con aspecto de trígono, considerado un planeta benéfico.

En la tierra presagiaba éxito, fama y prosperidad, una vida llena de espiritualidad, tranquila y alegre. Traía a los hombres abundancia en las cosechas, en animales domésticos, pero destrucción de los animales no domesticados.

Asociado con los vientos del norte o Bórea eran húmedos, con temperatura agradable. Los ríos tenían crecidas moderadas y la navegación era apropiada bajo la influencia de este planeta.

Marte, siguiendo después de Júpiter, de naturaleza seco disonante y en posición de cuartilo respecto a las luminarias. Tenía como casa a escorpio y aries, en carro con la Luna y con el Sol. Su influencia era maléfica, en los hombres significaba periodos de guerra, sequías, hambruna, esclavitud, desorden político. Las enfermedades febriles y paludismo y hasta muertes súbitas a temprana edad.

Las cosechas escaseaban debido a las sequías y a las destrucciones por la violencia en el orden social. La convulsión en todos los órdenes de la vida también se hacía extensiva al clima. El viento dominante bajo su influencia provenía del oeste llamado también Cefiro, secando todo a su paso. Los ríos quedaban secos y crecían en contaminación. Provocaba tormentas eléctricas y cambios constantes en la dirección del mismo. La navegación en estas condiciones resultaba ser peligrosa debido a los vientos cambiantes.

El Sol, su poder estaba centrado en las diferencias de tiempo estacional durante su tránsito por la eclíptica, en el calor o sequedad que aportaba a la Tierra. Cuando su levante y puesta eran de tonalidades clara y sin presencia de nubes señalaba buen tiempo, contrario a lo que sucedía si su tonalidad se presentaba rojiza.

La presencia de tormentas y lluvias eran antecidas por un Sol con levante y puesta de color oscuro, con presencia de nubes o halos.

Venus, planeta fecundo templado y consonante con la Luna y con el Sol. Se le asignó como casa tauro y libra, situado no más de 60° del Sol, es decir con aspecto de sextil, de naturaleza benéfica.

Su dominio resultaba ser más agradable que el de Júpiter respecto a su influencia con los hombres. Se los relacionaba con la prosperidad en todos los órdenes, en los matrimonios, trabajo, familia, en las cosechas como en los animales. Respecto al clima las condiciones eran benéficas, relacionado con el viento sur o Notos, el que aportaba humedad, lluvias normales y tiempo despejado. La navegación no era peligrosa y el caudal de los ríos llegaba a su normalidad. Eran tiempos de calma.

Mercurio en una posición de 30° del Sol, con casa en géminis y virgo. Era el más cercano a las luminarias, conocido por la rapidez de sus revoluciones. Producía cambios extremos y rápidos cuando regía la vida en la Tierra. Con respecto a los hombres influía en sus practicas. Cuando su parte maléfica se manifestaba ocurrían sucesos como la piratería, fracasos en los viajes, enfermedades, sequías, en la población.

Portador de aire muy seco debido a su cercanía con el Sol, provocaba tormentas eléctricas, vientos huracanados, terremotos.

La Luna su poder se concentraba en la producción de humedad y fertilidad. Ablandaba y provocaba putrefacción a las cosas de la Tierra. Se observaba que cuando aparecía fina, clara, con ausencia de nubes a su alrededor eran

indicio de buen tiempo, pero si su coloración variaba tornándose rojiza y visible su parte oscura, advertía la llegada de vientos, mientras que una luna oscura presagiaba tormentas y lluvias (Ptolomeo, 1980).

LOS LÍMITES EN LA ECÚMENE

El poder astral se concentraba en una cuarta parte del globo, es decir en la ecúmene. En ella se reflejaba la región astral en todos los órdenes climático, comportamiento humano, organización política.

Para distribuir las culturas y pueblos Ptolomeo recurrió a la tradicional fuente de regionalización de Eforo de Címe, Asia Menor, vivió aproximadamente en el siglo IV a. C. Representó a la concepción jónica en la cartografía, en la cual la Tierra era un cilindro. Eforo, había dividido tanto al mundo celeste como terrestre en cuatro regiones según los puntos cardinales. La región hacia el norte habitada por los escitas que de acuerdo con la división de los climats estaba situada bajo las Osas. En este sector del cielo la influencia del zodíaco y del Sol era mínima. Quienes habitaban en aquella zona tenían la tez blanca, cabello claros y lisos debido al frío perpetuo en esas latitudes. La región sur habitada por los etíopes —se extendían de manera simétrica desde el levante de invierno hasta la puesta de invierno— de acuerdo con los climats comprendía la zona entre el ecuador y el trópico de Cáncer. En esta región el Sol se encontraba en el cenit, por lo tanto, el calor definía los aspectos físicos de los pueblos que allí habitaban, su tez negra, cabellos rizados.

La región comprendida entre el trópico de verano y las Osas gozaba de un clima templado, benéfico. Para quienes vivían a esas latitudes tenían al alcance el equilibrio de las condiciones atmosféricas. Sin cambios bruscos de calor o frío eran considerados normales, de altura media, inteligentes y civilizados. Era la región más densamente habitada.

En esa zona templada Ptolomeo agregó una condición de privilegio para quienes la habitaban. Estos pueblos tenían una mejor predisposición para la interpretación y dominio del conocimiento del cielo. Esta zona privilegiada se hallaba próxima a las influencias directas del zodíaco por ejemplo Egipto participaba de tal posición.

Las diferencias étnicas marcadas en sus aspectos físicos, variaban en relación con los climats, pero en los pueblos de oriente y occidente, era el Sol y la Luna quienes señalaban las diferencias de temperamentos y comportamientos. Así el oriente habitado por los indios —también llamados etíopes del este y como etíopes del oeste, a quienes vivían en Libia— iluminados por el Sol hacía que los pueblos que allí habitaban fueran más viriles y más rudos, mientras que el occidente habitado por los celtas que representaba la oscuridad al estar influenciado por la Luna, sus habitantes eran más afeminados y delicados.

El primer trígono nor-occidental, también llamado Borrolíbico, regido por los planetas Marte, masculino con casa en aries, por el Sol masculino, con casa en leo y Júpiter con casa en sagitario también masculino.

El carácter de septentrional se debía al poder concedido a Júpiter para gobernar la región, planeta generador de los vientos del norte. En cambio, Marte correspondiente al sector de la Luna producía los vientos del sur-oeste llamados líbicos. De ahí el nombre de Borrolíbico. Ptolomeo asignó el trígono al Sol como regente diurno y a Júpiter como regente nocturno.

El segundo trígono fue considerado el sur-oriental, o Notapeliote regido por los planetas Venus con casa en tauro femenino, Mercurio con casa en virgo femenino y Saturno con casa en capricornio también femenino.

Este trígono era considerado meridional por la regencia del planeta Venus que generaba los vientos del sur calurosos y húmedos.

Saturno en afinidad con el Sol originaba los vientos llamados apeliotes procedentes del este, del cual deriva el nombre de Notapeliote.

El tercer trígono tenía orientación el nor-oriental llamado también Apeliotes, o Borrapieliótico. Regido por los planetas Mercurio con casa en géminis femenino, Venus en libra femenino y Saturno con casa en acuario también femenino. Saturno gobernaba de día por ser planeta del bando del Sol y Mercurio en la noche. Su carácter de oriental se debía al planeta Saturno y septentrional por Júpiter que junto a Saturno eran del bando solar.

El cuarto trígono con orientación sur-occidental o Notolíbico, regido por los planetas Luna con casa en cáncer, Marte con casa en escorpio y Júpiter con casa en piscis. Era el trígono de los signos femeninos al igual que el segundo de ellos. Regido por la Luna y Marte durante la noche y Venus de día.

Adoptando el criterio de trógonos, Ptolomeo dividió a la ecúmene en cuatro cuadrantes. Esta regionalización astrológica fue realizada respondiendo a la necesidad antigua de equiparar las regiones del mundo conocido al comportamiento de los astros, o bien respondiendo a la antigua idea de que las ciudades y regiones estaban dibujadas en el universo. También razones simétricas pudieron ser la causa de tal corografía celeste.

Se observaban dos tendencias, la corografía del mundo habitado en la que geógrafos eran quienes describían regiones en la Tierra, y, por otro lado, estaban los astrólogos que hacían su corografía de asignar regiones de la Tierra a los signos zodiacales (Ptolomeo, 1980; Pérez, Jiménez, 1998).

La distribución de los países en los trógonos

Ptolomeo repartió el mundo habitado en cuatro cuadrantes en relación con los cuatro trógonos. Para esta distribución consideró el paralelo de 36°. Cada cuadrante principal en que había sido dividido el mundo habitado recibía la protección astral del trígono correspondiente por orientación. Sobre este diseño, en el cuadrante principal eran distribuidos los tres signos del trígono, al parecer

de una manera bastante arbitraria, y bajo su tutela se hacía corresponder tres países o ciudades algunas veces inexistentes (como lo indica la figura 6).

La región próxima al centro, a su vez era subdividida en una subcuarta parte en torno a ese centro que recibía las influencias del trígono diametralmente opuesto. De esta nueva subdivisión resultaron dos rectángulos llamados carros por Ptolomeo. En la parte central del mundo habitado Ptolomeo sobreponía las fuerzas astrales adversas que ejercían influencias en los países cercanos entre sí.

Por ejemplo, las influencias astrales del trígono Borrolíbico llegaban a la Tierra afectando al cuadrante NO, pero la zona cercana al centro recibía mayor influencia del trígono diametralmente opuesto, o sea el Notapeliótico.

Mediante este diseño de la carta astral, Ptolomeo justificó por medio de la astrología cómo era la distribución de los pueblos, sus comportamientos, costumbres, hábitos, organización política. Por ejemplo, atribuía a las influencias del Sol y leo que los habitantes de fenicia y caldea tuvieran más inclinación a las prácticas astrológicas o que en el bajo Egipto por la influencia géminis y Mercurio sus habitantes fueran más inteligentes, reflexivos.

Al cuadrante NO en la Tierra le correspondió por analogía con el cielo el trígono llamado Borrolíbico, habitado por los celtas, germanos y galáticos. Actualmente este cuadrante corresponde a Europa quien recibía la protección de aries, leo y sagitario, gobernado por los planetas Júpiter y Marte.

Los habitantes de aquellos países se los consideraba independientes, libres, guerreros, con tendencia a liderar. En sus aspectos particulares, aquellos países que estaban influenciados por aries y Marte, como el caso de Galia, Bretaña, Germania y Bastarnie sus habitantes mostraban más ferocidad y rudeza. En cambio, quienes habitaban Italia, Apulia, y Sicilia bajo la protección de leo se presentaban como más autoritarios pero solidarios, mientras que los de Tirrenia, Céltica España bajo el signo de sagitario y Júpiter eran libres y afectuosos.

En lo referente a la región central, en el mismo cuadrante, como era el caso de Grecia, Acaya, Creta, Macedonia Tracia, Iliria, las Cícladas, regiones del Asia Menor y Chipre, por influencia de Marte sus habitantes mostraban tendencias al liderazgo. La influencia de Mercurio los hacía democráticos y relacionados a cuestiones políticas. Venus los inclinaba hacia el gusto por la música, y por Mercurio eran sociables, amistosos y justos.

Los países de la región central con influencias del cuadrante que diametralmente les correspondió el cuadrante SE, los habitantes agrupados bajo la influencia de tauro y Venus como las Cícladas, Asia Menor y Chipre, tenían la tendencia a vivir en el lujo.

Grecia, Acaya, Hélade y Creta bajo la influencia de virgo y Mercurio eran más inteligentes y con tendencia a la espiritualidad.

Los habitantes de Macedonia, Tracia e Iliria, bajo la influencia de capricornio y Saturno se presentaban como codiciosos y para nada cooperativos en el ámbito de sus instituciones.

Diametralmente al trígono borrolibico le correspondió el trígono SE o Notapeliote recibir la influencia del trígono. Étnicamente ocupado por los pueblos de Asia del sur y los etíopes orientales. Actualmente corresponde a Arabia Saudita, Irán, Irak, Afganistán La India. Comprendía los países de India, Ariana y Gedrosia protegidas por Saturno en capricornio. Partía, Media y Persia bajo la influencia Venus en tauro y Babilonia, Mesopotamia y Asiria regidas por Mercurio en virgo. Los habitantes de este cuadrante estaban regidos en general por tauro, virgo y capricornio, gobernado por Venus en primer lugar y Saturno en segundo lugar.

La influencia de Venus los hacia recurrir a prácticas adivinatorias. Eran fogosos, dedicados al placer sexual, con tendencia a las danzas y belleza física, femeninos en sus atuendos.

En cuanto a las particularidades de los países que componían este cuadrante, los protegidos por virgo y Mercurio eran matemáticos y astrónomos.

Los habitantes de países agrupados dentro del cuadrante menor, cercano al centro como Idumea, Siria Judea, Caldea, Orquinia y Arabia Felix recibían la influencia de aries, leo y sagitario y coregentes a Júpiter y Marte, diametrales al trígono borrolibico, eran comerciantes sin escrúpulos.

Particularizando aún más los países, Idumea, Siria y Judea por la influencia de aries y Marte se destacaban por ser calvos, con inclinaciones ateas y muy suspicaces. Aquellos que vivían en Fenicia, Caldea eran astrólogos, los de Arabia Felix relacionados con sagitario y Júpiter eran sociables comerciantes y trabajadores de la tierra fértil.

El cuadrante NE con el trígono llamado Borrapieliótico, habitados por pueblos escitas y Asia septentrional. Actualmente ocupado por algunos países como Kazajistán, Turquía Ucrania, sur de Rusia.

Geográficamente situaban Armenia, Hircania y Matiane bajo la influencia de Mercurio en géminis. Eran guerreros y con tendencia al hurto. Sogdiana, Sauromática y Oxiana bajo la tutela de Saturno y acuario y Bactriana, Casperia, Sérica regidos por Venus y libra de vida lujosa y la riqueza.

Todos ellos pertenecientes al cuadrante NE y bajo la influencia del triángulo de géminis, libra y acuario y bajo el gobierno de Saturno y Mercurio. Las regiones regidas por acuario y Saturno eran personas belicosas, poco agradables en el trato y poco sociables.

Las naciones ubicadas en el centro de la ecúmene y bajo la influencia del cuadrante general del SO regido por cáncer, escorpio y piscis se hallaban Bitinia, Frigia, Cólquide, bajo la influencia de la Luna en cáncer. Lidia, Sicilia y Pamfilia regidas por Júpiter en piscis y las naciones de Siria, y Capadocia bajo la tutela de Marte en escorpio. En general, los habitantes rendían culto a Venus y eran guerreros y mercenarios, con tendencia a esclavizar a sus pares.

Los países de Numidia, Cártago y África regidas por la Luna y cáncer. El grupo de Mauritania y Gétula bajo la influencia de Marte y escorpio y el otro grupo de naciones Phanzania, Nasamoniti y Garamantía regidos por Júpiter y piscis.

El cuadrante notolíbico era regido por el triángulo de cáncer, escorpio y piscis y regencia de Marte en primer lugar. Estos pueblos que habitaban este cuadrante eran supersticiosos y adoraban a los dioses y practicaban rituales. Eran tan fértiles tanto las mujeres como los hombres.

La influencia de Venus los hacía rendir culto a su propio físico, y Marte estimulaba el lado viril en los hombres.

En cuestiones particulares aquellos pueblos bajo la tutela de cáncer y la Luna eran abiertos a mantener relaciones comerciales y a vivir en abundancia, aquellos regidos por Marte y escorpio en cambio se destacaban por su ferocidad, y ser guerreros. Los otros pertenecientes a Júpiter y piscis amaban la libertad, eran inteligentes, cultos y trabajadores.

Respecto a los pueblos situados en cercanía al centro del mundo habitado, como Cirenaica, Marmárica, Bajo Egipto y Tebaida tenían a Mercurio en géminis que los hacía amables, serviciales e inteligentes. El oasis D'Ammon, Troglodítica, con Venus en libra los destacaba muy liberales y ardientes, mientras que, en Arabia, Azania, Etiopía central tenían a Saturno en acuario, eran nómades, rudos, y con una vida bastante miserable.

Esta región recibía las influencias del trígono diametralmente opuesto, es decir del apeliotes o borrapeliote.

Ptolomeo interpretó los rasgos físicos y el carácter de sus habitantes así como su distribución en función a la relación de afinidad que suponía había entre las estrellas fijas y los planetas. De esta interpretación resulta el trazado de la carta astral de la ecúmene como lo indica la figura 6 (Ptolomeo, 1980; Pérez, Jiménez, 1998).

7 El declinar del geocentrismo

EL PENSAMIENTO GEOGRÁFICO EN LA CIENCIA BIZANTINA

Las conquistas llevadas a cabo por Alejandro Magno habían iniciado un proceso de difusión cultural del conocimiento griego, llegando a territorios de Bactria, el río Indo y hacia el sur hasta Egipto. Posteriormente, Roma, a la muerte de Julio César en el año 44 a. C. pasó a tener bajo su dominio casi toda la cuenca mediterránea, incluida Grecia, aunque en el campo intelectual tanto Roma como Grecia mantuvieron sus intercambios de conocimientos de arte, astronomía, filosofía, geografía, política.

Textos griegos fueron traducidos al latín por eruditos griegos puestos al servicio de Roma por voluntad, o por esclavitud. Este pudo ser el caso de Estrabón quien contribuyó a sistematizar el saber geográfico y puesto a disposición del Imperio Romano para que sirviera a sus fines estratégicos, políticos y administrativos.

Con posterioridad a la muerte de Marco Aurelio en el siglo II d. C. la inestabilidad política en el Imperio Romano sumado a las guerras civiles, pestes y hambrunas, causaron el despoblamiento y decadencia de las clases altas por el deterioro económico y social. Además, la constante amenaza de las invasiones y ataque de los bárbaros, hicieron que se iniciara un largo periodo de interrupción de la comunicación cultural y científica entre oriente y occidente.

Durante el siglo III d. C., el cristianismo alcanzó su mayor fuerza religiosa para convertirse hacia fines del siglo IV en la religión oficial del Imperio Romano tardío. El poder que había alcanzado el cristianismo no solo impactó en diferentes ámbitos de la vida, sino también en la actividad científica. Por un lado, hubo quienes vieron a la posición del cristianismo como una actitud anti-intelectual infundida por la Iglesia y, por otro lado, quienes aceptaban que la lectura de la Biblia era una necesidad de alfabetización para aquellos sectores marginados de la sociedad y la educación.

La doctrina cristiana en un principio encontró correspondencia con la filosofía griega de Platón dado que este defendía la inmortalidad del alma, pero no congenió con las interpretaciones aristotélicas. Esta concepción del universo fue tomada como contraria a la fe.

Tertuliano (155 d. C.–230 d. C.) teólogo cristiano había considerado como hereje a toda la filosofía griega y opinaba que el cristianismo debía abstenerse de contaminar su doctrina con influencias estoicas o de origen platónico.

Agustín (54 d. C.–430 d. C.) difundió una idea que se proyectó durante toda la Edad Media al considerar que no era necesario negar la filosofía en la doctrina cristiana, sino que debía ser tomada como sierva de la religión y la teología.

Dentro de este escenario de debates entre lo religioso y lo pagano, la filosofía natural como parte inseparable de la filosofía general compartiría el largo peregrinaje de aceptación y sometimiento.

Hacia fines del siglo III d. C. y nuevamente en el siglo IV d. C., el Imperio Romano administrativamente fue dividido en oriente y occidente. El occidente latino con capital en Roma y el oriente de habla griega con capital en Constantinopla, hoy Estambul. Ambas reparticiones funcionaron con diferente estabilidad política. Mientras Roma fue saqueada, Constantinopla se mantuvo hasta el 1453. En esta parte del mundo los sucesos se desarrollaron con más lentitud que en occidente.

Esta separación solo contribuyó a acelerar aún más el proceso de desconexión en el campo del saber. En esta época cuando el saber griego alcanzaba su máxima decadencia y la filosofía natural se iba transformando en sierva de la teología y la religión, de inmediato se tradujeron escritos griegos al latín, por ejemplo, el *Timeo* de Platón, traducido por filósofo Calcidio.

Boecio, traductor de la filosofía griega tradujo al latín las obras en griego de Aristóteles conocida como la lógica antigua, y los elementos de Euclides. Hacia el año 524, a la muerte de Boecio, el intercambio intelectual entre oriente y occidente en lo que respectaba a la filosofía natural también llamada física y a la ciencia en general ya estaba casi interrumpida.

El proceso de transmisión cultural y científica iniciado en tiempos de Alejandro no solo fue facilitado a través de las conquistas y la colonización. La religión también desempeñó un papel importante por la influencia sobre la actividad científica. Juzgó a la ciencia griega como pagana, creando de esta manera las condiciones propicias para un largo periodo de controversias y de inhibición de la ciencia en la que la geografía no quedó al margen de la batalla entre la fe y la razón (Lindberg, 2002; Boido, 1996; Romero, 2006).

LA CIENCIA EN ORIENTE

Después de la muerte de Mahoma ocurrida en el año 632, los musulmanes conquistaron casi la mayor parte de Asia, incluyendo la península arábiga, Siria, Palestina, Persia, Egipto, norte de África y casi la mayor parte de España.

El Imperio Islámico fue conducido por los primeros califas o sucesores de Mahoma. Así Utman de la familia Omeya fue uno de los califas hacia el año 644. Diecisiete años más tarde le siguió su primo Mu 'awiya quien estableció a la ciudad de Damasco, en Siria como centro de gobierno.

Durante el mandato de los Omeya se inicia el proceso de asimilación de la cultura helénica al islam, proceso que continuó con la dinastía de los

Abbasíes —descendientes de Al- ‘Abbas, tío de Mahoma— y con al-Mansur. Con esta nueva dinastía el centro de gobierno se trasladó a la ciudad de Bagdad. Durante el califato de al-Mansur se llevó a cabo la traducción de las obras griegas a la lengua árabe.

Las ciencias en el mundo musulmán fueron divididas en ciencias tradicionales aquellas que se basaban en el Corán como por ejemplo la historia, la poesía, la gramática, teología o el derecho transmitidas de modo oral.

La otra clasificación correspondía a las ciencias foráneas o racionales, heredadas del saber griego y se las enseñaba a través de la escritura.

En el caso de la astronomía la importancia que tenía en el mundo islámico era saber en cada lugar, la hora de las plegarias. Lo mismo sucedía para las matemáticas que tenían un fin comercial. Las investigaciones realizadas por los astrónomos musulmanes se enmarcaron dentro de la astronomía ptolemaica, a la que trataron de precisar, corregir en algunos aspectos. También se continuaron las observaciones sobre los movimientos del Sol, la Luna y la precesión de los equinoccios. Descubrieron el desplazamiento del perigeo del Sol, el movimiento de mayor acercamiento del Sol a la Tierra. El islam incorporó a su saber el contenido y metodología del saber griego.

La traducción del saber griego al árabe había comenzado hacia el año 754 d. C. durante el califato de los Abbasíes, en la ciudad de Bagdad conjuntamente con la investigación. La tarea de traducción fue una actividad que se mantuvo hasta bien avanzado el siglo XIII.

Hubo otros centros que fomentaron la actividad científica compitiendo con Bagdad, como fue el caso del Cairo con los Fatimíes. Otro de los centros fue el de Córdoba, en España fundado bajo el califato de los Omeya quienes habían sido desplazados por los Abbasíes. En el siglo XI y XII bajo el patronato de los Omeya se estimuló la actividad científica, inclusive había funcionado una biblioteca en la ciudad de Córdoba —España— que reunía bibliografía griega, quemada con sus libros por considerarlos de contenido foráneo hacia fines del siglo X.

Durante los siglos XIII y XIV comienza un periodo de decaimiento de la ciencia islámica. Se atribuyen varias razones entre ellas las guerras dentro del islam, las amenazas de los mongoles. Además, hacia principio del siglo XIII, los cristianos reconquistan la península Ibérica, y con ello el fin del califato de los abbasíes hacia el siglo XIV.

Otra de las razones se cree que fue el descontento a todo lo que era ciencia griega y esto se reflejó en la quema de bibliotecas como la de Córdoba, en España. A pesar de hechos como estos no obstruyeron la investigación, por el contrario, esta actividad intelectual tomó un nuevo rumbo y las ciencias foráneas fueron relegadas a un segundo plano (Lindberg, 2002; Sánchez Caballero, 1998).

LA CIENCIA EN OCCIDENTE

La investigación si bien disminuyó no desapareció totalmente como actividad. La interpretación religiosa comandaba ahora la producción de conocimientos y en este nuevo enfoque no había lugar para la ciencia griega ni para la filosofía natural, excepto la lógica y metafísica griega.

Los problemas cosmológicos del siglo XII fueron enfocados desde la concepción platónica. El Timeo, con sus ideas de una regularidad del mundo natural, incluía también a la humanidad bajo esas leyes. Esta forma de vincular al hombre con lo natural significaba la continuidad de la idea de que investigar los actos del hombre era sin duda continuar investigando el universo.

El interés estaba puesto en encontrar los puntos comunes para una conciliación entre la filosofía natural de Platón con las escrituras sagradas. El pensamiento platónico debía servir para aclarar los relatos bíblicos sobre la creación del mundo.

Hacia fines de este siglo XII, la filosofía natural platónica comenzó a rivalizar con las ideas aristotélicas inspiradas en la física y metafísica. Iniciado el siglo XIII, la filosofía aristotélica era más practicada, entre quienes se dedicaron a esta tarea se encontraba Thierry de Chartres. Este profesor de Chartres desde la filosofía de Platón, y de Aristóteles había logrado una interpretación sobre el origen del mundo siguiendo el relato del Génesis bíblico.

Thierry sostenía que lo único creado por Dios en el mismo instante fueron los cuatro elementos. Luego del acto inicial de la creación todo fue producto de la causalidad natural, o de la regularidad del orden natural. Esta posición limitaba la intervención de Dios, solo al momento de inicio de la creación.

Frente a esta nueva lectura de los filósofos de occidente durante el siglo XII y, la necesidad de buscar las causas, un nuevo problema se planteaba acerca de cómo conciliar la naturaleza estable frente a la actividad de la creación, qué lugar correspondía dentro de esta nueva visión el tema de la creación divina de la naturaleza.

Frente a esto Guillermo de Conches, profesor de Chartres propuso que indagar las causas del mundo físico no significaba negar la intervención de Dios en la creación del mundo. Dios era omnipotente, su poder de creación era ilimitado, pero, su intervención estaba solo en la causa primera, mientras que las causas secundarias eran propiedad de los filósofos. Sobre estas ideas se construiría el pensamiento filosófico del siglo XIII y XIV.

Esta postura de los pensadores del siglo XII marcaba una intervención paulatina de la filosofía en el campo religioso, revirtiendo su estatus de sierva que sostuvo por largo tiempo. Podría decirse que esta postura reivindicaba la relación de simpatía que el hombre tenía con el universo. Esta vez, el énfasis estaba puesto en los fundamentos naturales más que astrológicos como lo había intentado explicar Claudio Ptolomeo en su Tetrabiblos siglos atrás.

Aun así, el hombre seguía siendo una parte pequeña del universo formando ambos una unidad armónica e indisoluble. El hombre independiente de

lo divino pasaba a ser parte del orden natural exaltando la razón como el método de exploración del universo.

La astrología en descrédito desde la Edad Media inicial —500 d. C.–1000 d. C.— por su actitud fatalista, fue restituida a su posición desde la filosofía platónica y desde la astronomía y astrología árabe. Esta vez la astrología estaba relacionada con el orden natural más que al sobrenatural referido a las explicaciones de la unidad entre el cielo y la Tierra.

El siglo XII se caracterizó también por el auge de las traducciones realizadas desde la lengua árabe al latín, además de las traducciones desde el griego al latín las que volvieron a ser retomadas durante este siglo continuando durante el siglo XIII.

Las primeras traducciones del árabe comenzaron a finales del siglo X, en España lugar donde se centralizaba gran parte de la cultura árabe (Lindberg, 2002; Boido, 1996).

EL GRAN PROBLEMA FILOSÓFICO

El resurgimiento intelectual del siglo XI al XIII continuó con las traducciones del griego y del árabe, pero se presentaron problemas con respecto a la obra de la teoría aristotélica.

Esta filosofía natural fue prohibida en los claustros universitarios sobre todo en la facultad de artes de París. Recién en el año 1241 a la muerte del Papa Gregorio IX, comienzan a ser leídas las obras del estagirita.

La doctrina cristiana no aceptaba la imagen del cosmos que la teoría aristotélica mostraba. El punto de quiebre con la doctrina cristiana estaba puesto en el determinismo de la filosofía natural, que enseñaba un cosmos inmutable del mundo sublunar en lo que respetaba a sus causas y efectos (Lindberg, 2002:279).

Era una estructura del cosmo en donde Dios no tenía lugar como creador. Es así como la filosofía natural iba ganando lentamente terreno en el ámbito de la teología como de la religión y comenzaba a ser vista como marco de referencia para las interpretaciones del mundo.

El problema estaba en encontrar el modo en que la doctrina cristiana conciliara con la filosofía natural. En esta tarea se vieron involucrados algunas figuras como Robert Grosseteste (1168–1253) investigador y rector de la Universidad de Oxford y profesor de la escuela franciscana de Oxford. Este académico presentaba una cosmología basada en un Dios creador del universo a partir de una pequeña porción de materia luminosa que se expandió y dio origen a los planetas y a la Tierra (Lindberg, 2002:313).

Otra de las figuras fue Alberto Magno en los años posteriores a 1245, se dedicó a estudiar los textos de Aristóteles, y a quien se lo suele vincular con la creación del cristianismo aristotélico.

Acerca de la idea de la eternidad del mundo, en un primer momento Alberto Magno afirmaba que Dios a partir de las causas naturales establecía sus propósitos, mientras que el filósofo debía investigar las causas naturales y efectos producidos por la voluntad divina. La teología como la filosofía si bien eran diferentes, sin embargo, ambas caminaban hacia una misma verdad. La teología, buscando verdades reveladas a través de la Biblia, mientras que filosofía lo hacía a través de la razón.

La lectura aristotélica del mundo efectuada por Alberto Magno y su intento de conciliar la fe y la razón continuó difundida por un discípulo, Tomás de Aquino (1221–1271) quien, en el siglo XIII, en su intento de conciliación confeccionó un nuevo universo que tenía como base el aristotélico. Este nuevo universo se ve claramente reflejado en el poema de la Edad Media conocido como la *Divina Comedia* de Dante Alighieri, escrito entre los años 1300–1318. En él pone de relieve la jerarquía de orden y salvación del hombre. Se trataba de un simbolismo de la Edad Media que intenta reflejar el plan de salvación ideado por Dios, siguiendo el orden universal u orden natural.

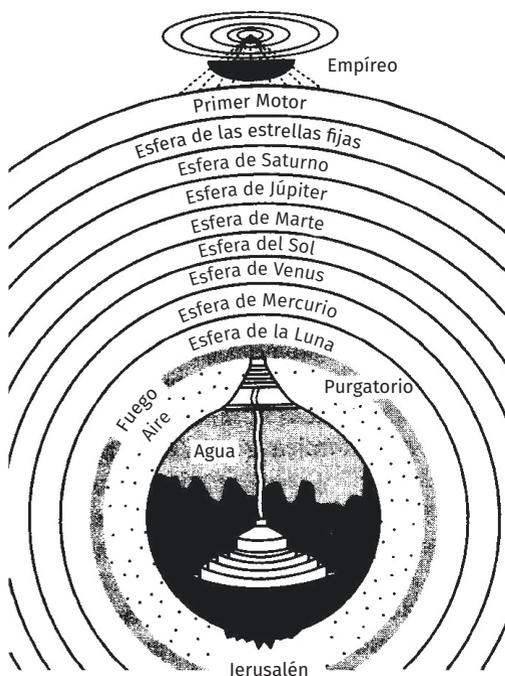


FIGURA 1. EL UNIVERSO DE DANTE ALIGHIERI

Fuente: Boido, 1996.

El universo de Dante Alighieri es una reinterpretación del universo aristotélico del itinerario de la salvación del hombre dentro del orden universal. Ese itinerario inicia en la superficie de la Tierra, específicamente de Jerusalén, descendiendo por naturaleza hacia el centro de la Tierra hasta alcanzar el infierno ubicado en el centro de esta. Desde allí se asciende de forma espiritual hacia las esferas celestes, sin antes pasar primero por el purgatorio representado por una montaña, para luego atravesar las diferentes esferas aristotélicas hasta llegar a Dios.

Los intentos por conciliar el aristotelismo con el cristianismo dio lugar al surgimiento de dos tendencias en el seno del cristianismo: la patrística representada por San Agustín, en contra de las ideas aristotélicas y la escolástica representada por Santo Tomás de Aquino, quien intentó reconciliar el cristianismo con las ideas de Aristóteles.

La primera tendencia, de influencia platónica, tenía como fin profesar por la salvación del hombre, solo privilegiaba el vínculo con Dios, menospreciando las cuestiones de índole natural. Aquino minimizaba las diferencias conflictivas entre ambos pensamientos.

La escolástica, como filosofía cristiana no aristotélica se constituye como tal hacia el siglo XII, mediado por un periodo de decadencia, pero se reconstituye nuevamente hacia el siglo XVI, durante la contrarreforma. En esta tendencia fueron retomados textos aristotélicos, para rescatando lo natural como el símbolo de orden y movimiento, en donde su máximo representante fue Santo Tomás de Aquino.

El pensamiento aristotélico comienza a ser discutido y analizado en los ámbitos religiosos hasta su debilitación y posterior refutación de la teoría en el siglo XVI–XVII. A estas debilidades del sistema cosmológico aristotélico, se le agregaron las influencias del nominalismo de Ocam, también llamado empirismo radical de Ocam. Fue una tendencia filosófica del siglo XI, que arremetió contra las nociones aristotélicas de sustancia y causalidad, contribuyendo aún más con su debilitamiento. Favoreció la separación de la teología y la filosofía como también promovió el desarrollo de una nueva ciencia: la *ciencia medieval*.

El fortalecimiento de la filosofía resultó ser un desafío para la fe cristiana de tal manera que Etienne Tempier, obispo de París establece dos condenas una en 1270 y 1277.

En la condena del año 1270 prohíbe cuestiones referidas a la eternidad del mundo, a la negación de la inmortalidad del hombre, a la tendencia determinista de la concepción aristotélica o las tendencias racionalistas y la condena de 1277 llevó a replantear las ideas de Aristóteles sobre la presencia de espacio finito y lleno.

El cuestionamiento de la finitud del espacio dio pie para que la fe cristiana abriera paso a la posibilidad de una pluralidad de mundos al igual que el pensamiento estoico que también tenía la hipótesis de la presencia de otros mundos, posición que sirvió como argumento para la ciencia moderna de los siglos XVI y XVII.

Los fundamentos de estas prohibiciones estaban sostenidos en que Dios no podía ser limitado en su omnipotencia en contraposición a lo sostenido por los filósofos, cuando predicaban que Dios no podía crear más de un universo.

Estas condenas tuvieron un efecto contrario en el campo de la ciencia, ya que fue motivo para la búsqueda de un nuevo camino teórico respecto de las cuestiones filosóficas y cosmológicas, ya que desde el aristotelismo no era posible.

Un siglo después de la promulgación de las condenas de 1270 y 1277 continuaban aún las diferencias entre las cuestiones de fe y la razón. A pesar que la filosofía había avanzado en sus posiciones respecto a la teología, el problema no había finalizado.

Durante el siglo XIII el campo de la filosofía es cuestionado por su incapacidad para probar la verdad sobre la creación, siendo la fe misma el criterio único de verdad. Esta rivalidad entre ambos saberes significó la separación de la filosofía y la fe cristiana delimitando sus campos de acción correspondiendo a la filosofía un campo menor.

En el siglo XIV se volvió a retomar un viejo tema por teólogos y filósofos, el de la omnipotencia de Dios, quedaba por aceptar la condición sobrenatural de Dios para crear otros mundos. Esta posición condujo a los naturalistas a plantear nuevas hipótesis sobre la posibilidad de otros mundos. Comenzaron los diseños de investigación, centrado en lo empírico, a partir del cual se pudiera comprobar y describir esos mundos creados y comprobar científicamente la omnipotencia divina

El intento de probar la omnipresencia de Dios, dio lugar a crear un diseño de investigación que comenzaba a delinear el embrión de ciencia experimental que alcanzaría su máxima expresión en los siglos XV y XVI, con la revolución científica y cambio de paradigma.

La omnipresencia fortalecía el cuestionamiento sobre la finitud del mundo, ya que los límites exteriores del universo aristotélico no tenían sentido porque no se podía limitar la presencia de Dios. Aquella posición direccionó a la hipótesis de una omnipotencia divina, capaz de multiplicar universos, quedando entonces la esfera de las estrellas fijas como límite exterior del mundo de Aristóteles fuera de este esquema (Boido, 1996; Lindberg, 2002).

LA CIENCIA MEDIEVAL COMO TRANSICIÓN HACIA LA REVOLUCIÓN CIENTÍFICA DE LOS SIGLOS XVI Y XVII

Cuestionar la doctrina de Aristóteles a partir de postulados aislados resultaba imposible debido a la coherencia de su pensamiento.

Entre las debilidades de su pensamiento estaba el cuestionamiento sobre el movimiento de los proyectiles no explicado por Aristóteles.

Acudía a un agente externo como el aire para explicar todos los movimientos forzados, pero el problema comenzaba cuando se intentaba aplicarlo al

movimiento de los proyectiles. La explicación de Aristóteles era que por el *horror vacui*. Dado que el aire sentía horror ante la posibilidad de vacío entonces ocupaba la posición detrás del proyectil y facilitaba el movimiento forzado.

Filipón, en el siglo VI d. C. respecto a este problema hablaba de la posibilidad de que los cuerpos tuvieran una fuerza interna *fuerza motriz* que los movilizaba dando continuidad a los cuerpos lanzados por una fuerza externa.

A partir del siglo XIV, a esta fuerza motriz se le llamó ímpetu y el problema fue retomado hacia el año 1350 por Juan Buridán, rector de la Universidad de París que, en lugar de tomar el aire como propulsor del proyectil, como sostenía Aristóteles, prefiere poner el ímpetu para dar impulso y continuidad al proyectil o piedra lanzada. Ese ímpetu sería el responsable de continuar movilizándolo al proyectil una vez que dejaba de tener contacto con la fuerza de origen. Paulatinamente el ímpetu disminuía por rozamiento con el aire o por gravedad hasta su caída a su lugar natural, en un sentido aristotélico.

Un discípulo de Juan Buridán, Nicolás de Oresme replanteó la idea de unicidad del modelo aristotélico al no disponer de pruebas empíricas que lo sustentaran, sobre todo los movimientos en el modelo geocéntrico.

Oresme también cuestionó la noción de inmovilidad de la Tierra, ya que, con la suposición del ímpetu, la Tierra en su movimiento hacia el este transmitía propulsión a los cuerpos en contacto con ella, propulsión que continuaría aún después de perder contacto con ella.

Este razonamiento demostraba lo contrario de lo sostenido por Aristóteles que, partiendo del supuesto central de su teoría, la inmovilidad de la Tierra, todo cuerpo lanzado hacia arriba ya sea proyectil, piedra, debía retornar al mismo lugar por naturaleza. En caso que la Tierra tuviere movimiento, el cuerpo lanzado no acompañaría el desplazamiento de la Tierra, cayendo en otro lugar diferente al de partida.

También fue discutido por Oresme el movimiento aparente de las estrellas argumentando que este movimiento podía ser una ilusión óptica y no producto de la rotación de la esfera, lo que ponía en cuestión a la observación.

Se puso en discusión si la observación como método era fiable a la hora de proponer y sostener enunciados que explicaran la realidad, por tal motivo, la observación debía ser complementada con una explicación desde las sagradas escrituras.

Otra de las debilidades detectadas en la cosmología aristotélica se refería al conflicto de su concepción de universo constituido a partir de las dos esferas regidas por diferente física. Además, el modelo propuesto de epiciclos y deferente de la teoría Ptolemaica, que continuaba siendo compleja no había resuelto el gran problema de la astronomía, el de explicar las retrogradaciones de los planetas, por ejemplo (Lindberg, 2002; Boido, 1996).

EL PENSAMIENTO GEOGRÁFICO ENTRE EL COSMOS PAGANO Y EL COSMOS CRISTIANO

Durante esta última etapa comprendida desde el siglo VII hasta el siglo XV, XVI, en los inicios de la revolución científica, el conocimiento geográfico continuó enmarcado en la concepción de estudios corográficos o descriptivos y estudios generales sobre la ecúmene. Conservaba su campo cognitivo afianzado en la jerarquía de conocimientos de la física aristotélica, la astronomía y de la geometría desde la época griega.

La primera fractura en el campo del saber geográfico en lo que respecta a su faceta teórica comenzó hacia fines del Imperio Romano de occidente, afectando su vinculación con la geometría y la astronomía, específicamente en los siglos V y VII. La desvinculación casi total entre la geografía con estas disciplinas se produjo durante la época bizantina.

El lado práctico vinculado a una función más política y estratégica presente desde los tiempos estrabonianos continuaba siendo productiva. Los bizantinos incentivaron, lado descriptivo, dedicándose solo a transmitir el conocimiento antiguo más que a generarlo.

Durante esta época contribuyeron a anexar lugares desconocidos a la ecúmene heredada, incorporando los nuevos datos obtenidos según el viejo esquema de los griegos. Se retomaron las informaciones de viejos periplos, y de antiguas y nuevas excursiones. El incentivo de la presente configuración y diseño del espacio ecuménico se vio interrumpido por convulsiones en lo político, económico, impactando en el orden social y obstaculizando las exploraciones y viajes.

El espacio ecuménico desde lo político se rediseñó bajo el nuevo centro esta vez desde Constantinopla. La información como descripción de nuevas zonas administrativas o divisiones de obispados se agregaban al conocimiento geográfico de este periodo.

Estrabón y Ptolomeo fueron las más importantes del periodo bizantino. La obra de Estrabón fue base en lo que se refería al conocimiento geográfico debido a la riqueza de sus descripciones corográficas en referencia a los lugares y aspectos etnográficos. En cuanto a la obra geografía en la que representaba a la ecúmene de Claudio Ptolomeo tuvo gran influencia, sobre todo en ámbito cartográfico, aunque fue más consultado como astrónomo que como geógrafo.

Una de las obras destacadas por su visión paradigmática del mundo habitado más que por su rigor científico fue la topografía cristiana de Cosmas, marino griego que recorrió las costas de Etiopía, la India hacia la primera mitad del siglo VI.

La topografía era una descripción del espacio cósmico desde una versión cristiana, por consiguiente, ponía en duda la esfericidad del universo de Aristóteles, ya que se trataba de una visión pagana del mundo.

Para Cosmas el universo existía por obra de Dios y como tal estaba formado por dos espacios superpuestos.

El espacio superior, el celestial donde reinaba la inmortalidad y lo perfecto, mientras que la esfera inferior era hábitat de los seres humanos, un lugar para la evolución del alma para alcanzar y gozar de la inmortalidad.

Esta doble visión del mundo era tomada de la escuela de Antioquia cuyo máximo representante fue el teólogo Teodoro de Mopsuestia o Teodoro el intérprete, durante el siglo V d. C. Se la conoció como doctrina nestoriana.

La negación de la esfericidad del mundo por parte de esta doctrina sostenía que el círculo era la figura menos apropiada para representar un mundo superior y otro inferior, En la doctrina nestoriana la Tierra tenía forma plana y no esférica, representando el mundo inferior y por encima, el universo abovedado. En esta representación, la Tierra no ocupaba el centro del universo.

Cosmas conservó como premisa el universo finito, un universo limitado por sí mismo dentro del cual se hallaba toda la materia existente, y el límite lo establecía el cielo y la Tierra abajo (como lo indica la figura 2).

En la concepción griega, el universo tenía como límite la esfera de las estrellas fijas y la Tierra permanecía en equilibrio en el centro de la esfera debido a que la misma se encontraba a igual distancia de todos los puntos del universo por la ley de simetría mencionada por Anaximandro. Los estoicos explicaban ese equilibrio a causa de la presión atmosférica ejercida de manera uniforme en todas sus partes. Toda la materia liviana contenida en el universo giraba de manera circular por la gravedad de la Tierra. Tanto la Tierra misma como su masa líquida no se perdían en el vacío, esto se debió a la atracción ejercida desde todos los sectores de la esfera.

Para Cosmas, contradiciendo en parte el sistema de conocimiento griego, la estabilidad de la Tierra que no ocupaba el centro del universo, sino que podía ocupar el fondo de un vacío y permanecer en equilibrio, ya que en el vacío no era posible el movimiento.

Para explicar los movimientos del Sol sobre el horizonte, Cosmas elevaba a la Tierra desde el cuadrante sureste hacia el noroeste, destacando su centro con un relieve elevado y abrupto en forma de cono y de suave pendiente hacia el sureste respecto a las tierras aledañas y al océano ubicado a un nivel más bajo.

En esta representación esquemática, las regiones al norte estaban deshabitadas tanto por el frío, como por el relieve montañoso y abrupto. Por otra parte, al tratarse de una Tierra plana la trayectoria del Sol, sería paralela a esa superficie plana de la Tierra, con un movimiento regular de levante por el este y ocultamiento por el oeste. El sector que aparecía oculto detrás de la montaña no reflejaba la luz del Sol, representaba el norte lo que hacía suponer que el Sol era un planeta pequeño en relación con la Tierra.

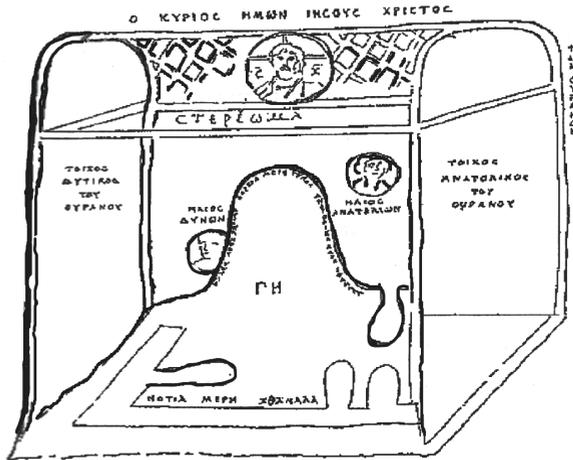


FIGURA 2. EL UNIVERSO DE COSMAS

Fuente: Sánchez, Caballero cit. en Pérez Jiménez et al, 1998

De la teoría de los climats se podía inferir que, como en la zona comprendida entre Siena y Axum —Egipto— el Sol no proyectaba sombra a través de los cuerpos durante el solsticio de verano, entonces la Tierra era plana, ya que de ser esférica las sombras debían variar.

Sobre la elevación del centro trazó tres círculos, el superior representaba la duración de los días, correspondiendo los de mayor duración con el solsticio de verano. El círculo central indicaba la igual duración del día y la noche, o sea los equinoccios y con el círculo inferior explicaba la duración de los días más cortos, es decir el solsticio de invierno.

Cosmas conservó para la ecúmene la tradicional forma oblonga, aunque no la situó geográficamente como tampoco dio crédito a la división climática, ni a la esfericidad de la Tierra.

Respecto de los límites coincidía con los sabios antiguos en que era el océano el que marcaba el fin de las tierras por el este como por el lado oeste. Desde la Escuela Jónica y también los egipcios, babilónicos aceptaban la concesión de una masa hídrica rodeando a la Tierra, cuestionada solo por Heródoto. El lado norte como el lado sur de la Tierra conocida, se hallaba sujeta a la teoría de los mares cerrados presentada por Aristóteles, Hiparco, retomada por Ptolomeo. La gran masa continental de la ecúmene tenía en su interior mares interiores y cerrados. Los mares interiores eran pensados como golfos navegables del océano, por ejemplo, el Mediterráneo comunicado con el Ponto Euxino y lago Meótide, el mar Hircanio, el golfo pérsico, el golfo Árabe que desembocaban en el océano Indico.

La existencia de un único océano que bañaba las tierras conocidas comenzaba a ser dudosa. Eratóstenes y Estrabón defendían esta posición basándose en relatos de viajeros que nunca avistaron ninguna porción de tierra frente

a la ecúmene. La presencia de mar abierto los hacía imaginar una masa oceánica continua a los lados sur y norte.

Cosmas aceptaba la existencia de otras tierras *enfrente* a la ecúmene que dividían a la ecúmene en un sistema de coordenadas, en donde la longitud del mundo habitado sería establecida dibujando una cuerda que iba desde China hasta Cádiz y su latitud, mediante el trazado de otra cuerda desde las regiones hasta Sasu, en África.

Otra división efectuada por Cosmas era la del mundo tripartito, representados por Asia en el hemisferio oriental, y en el hemisferio occidental, Europa al norte y al sur Libia.

Durante la Edad Media la representación cartográfica del mundo tripartito se correspondía con la cartografía circular en forma de T-O —*Orbis Terrarum*— un tipo de mapamundi colmado de religiosidad representando un mundo plano, donde Jerusalén ocupaba el centro. La forma orbicular de T ubicada dentro de O, representó a tres continentes separados por el mar interior llamado mediterráneo. La T representaba la red hidrográfica del río Nilo con extensión al río Don. La O representaba a las tierras emergidas rodeadas del océano, que según Cosmas, el mundo tripartito era el relicto de un diluvio.

Con respecto a las fuentes del río Nilo que desde épocas de Posidonio constituía un enigma, Cosmas sostenía que este río tenía sus nacientes hacia el oriente de la Tierra de enfrente, se refería a Etiopía, donde las lluvias de invierno alimentaban las nacientes de una serie de cauces que iban a la cuenca del río Nilo.

A este lugar, por ideas religiosas lo relacionaba con el paraíso, atravesaba el océano por medio de un canal subterráneo resurgiendo en el mundo habitado para dirigirse hacia el golfo del Mediterráneo. De sus viajes hacia estas regiones subecuatoriales había observado que estaban habitadas razón por la cual siempre había rechazado la existencia de un clima tórrido.

Aun desconocían las técnicas cartográficas para precisar la imagen de la ecúmene. Recién en el siglo XV cuando fue traducida la obra de Claudio Ptolomeo, *Geografía* al latín se conocieron las técnicas matemáticas para representar un cuerpo esférico sobre una superficie.

Esta concepción del universo presentada por Cosmas, con fundamentos geográficos de la antigüedad, reavivaron las ideas hipotéticas de Eratóstenes, Hiparco y Estrabón, de la posible existencia de otras tierras más allá del mundo conocido, separadas por la faja oceánica y supuestamente inhabitada.

Tal como había sucedido durante los tiempos de Alejandro Magno, donde las expediciones hacia el oriente por el mundo conocido abrieron las puertas a un sinnúmero de datos e informaciones que fueron a engrosar la geografía práctica o descriptiva, algo similar había sucedido en el mundo, pero del lado oriental.

Tras el surgimiento del islam, la expansión política, económica de oriente comenzó por Asia, África que, al contacto con otras culturas tomaron la información que pudo haber sido con fines expansivos, pero también sirvió

para conformar el conocimiento geográfico descriptivo durante el califato de los abbasíes.

El tratado *Surya-siddanta* de origen indio pero con influencia del saber griego también sirvió de fuente del saber geográfico sobre el cual se basó la sabiduría árabe durante este califato y con posterioridad, durante los siglos VIII y IX.

Estos antecedentes nutrieron a la cultura árabe de una imagen del mundo, donde, la Tierra rotaba alrededor de su propio eje, creando la ilusión de una rotación diaria de los cielos aristotélicos, a una escala menor. El único hemisferio habitado era el norte y la Tierra conocida se hallaba rodeada de mar continuo con forma de cúpula sostenía al monte Mem, cuya ubicación coincidía con el polo norte.

Durante el siglo IX, el saber geográfico en Arabia recibió las influencias tanto de Grecia como aquellas que venían desde el oriente, como, por ejemplo, desde Irán.

En el siglo IX, varias obras geográficas referidas al mundo en general fueron traducidas a la lengua árabe especialmente bajo la modalidad de itinerarios en los cuales se describía la topografía del lugar con detalles sobre vías de accesos. Sin embargo, esta forma de alimentar y sostener el saber geográfico desde lo descriptivo solamente ocultaba su carácter profano, aquella parte de la disciplina vinculada con los aspectos matemáticos, astronómico, físico, desarrollados durante la época de los griegos.

La escuela Irakí también estuvo presente reconociendo a Bagdad, como centro desde el cual se organizaba el mundo, teniendo a la ciudad de la Meca como el eje del mundo.

El siglo X, fue el momento más destacado para el desarrollo de la geografía árabe. Sobresalió la figura del geógrafo teórico al-Biruni, en el siglo XI por sus estudios comparativos. Efectuó cálculos de latitud en ciertas ciudades como también supuso conexiones entre los océanos Atlántico e Índico (Lindberg, 2002; Sánchez Caballero, 1998; De Santiago Simón, 1998).

LA GEOGRAFÍA DE LA EDAD MEDIA

La nueva imagen del mundo se venía construyendo desde una visión religiosa que polemizaba con el paganismo o la razón. Solo cabían las verdades incuestionables de la Biblia.

La geografía de la edad media aún tenía reminiscencia de la teoría aristotélica, limitaba su campo a la región terrestre, o mundo sublunar, donde sucedían los intercambios de los cuatro elementos. Según su orden natural comenzando por el centro del cosmos, se disponían el fuego en forma de esfera concéntrica, le seguía el aire, ambos por ser ligeros ascendían. En cambio, el agua y la tierra por ser más pesados descendían hacia el centro,

que por intervención del Sol y los demás planetas esos cuatro elementos sufrían alteraciones.

El debate de los siglos XII, XIII sobre la supremacía de la fe cristiana por sobre cuestiones filosóficas no había terminado por cuestionar el lugar que aún conservaba la Tierra en el centro del universo, como tampoco su esfericidad ni la del universo. Tampoco fueron cuestionadas las medidas asignadas en tiempos de Posidonio o Eratóstenes, las que parecían continuar casi intactas en lo que respecta al saber geográfico.

La superficie de la Tierra continuaba con su imagen traída de los griegos, dividida en tres continentes rodeados por el mar, Asia, Europa y África.

La línea estraboniana que nos acercaba con la descripción de contextos naturales políticos o estratégicos seguía nutriendo su aspecto corográfico desde los relatos. y bibliografía recuperada de la época grecorromana como por ejemplo la historia natural de Plinio el viejo. Información y nómina de lugares diferentes seguían engrosando el saber geográfico, cuyas fuentes variaban, desde viajeros, periplos, trovadores hasta fugitivos, información que era completada con referencias etnográficas, históricas o culturales.

Aun se mantenían antiguas teorías como los climas, también llamada de los climas en donde el planeta era dividido en zonas climáticas frías, en la zona ártica y su antípoda —gente que camina cabeza abajo— la posible zona antártica que aún era tema de debate sobre las posibilidades de habitabilidad, dos zonas templadas limitando con las anteriores, una en el hemisferio norte, habitada por ellos y su antípoda correspondiente al hemisferio sur. Por último, una zona tórrida, en ambos lados del ecuador considerada inhabitada bajo la antigua creencia que estaba dividida por un brazo del océano.

La geografía como en los tiempos griegos continuaba con el mismo significado, el de cartografiar el mundo conocido, vinculada con la matemática y la geometría.

Simplificar la información recogida recurriendo a los principios geométricos continuaba alimentando la concepción cartográfica de su significado a pesar que la noción de escalas cartográficas no eran algo frecuente en la cartografía del medioevo.

Varias eran las versiones que circulaban como aquellas del siglo XIII que simbolizaba el cuerpo de Cristo, o las del siglo XV mostrando el mundo dividido en los tres continentes cada uno bajo la tutela de los hijos de Noé o los mapamundis bajo la forma de T-O, *Orbis Terrarum*. Los portulanos para la navegación marina significaron un avance en materia cartográfica en ellos estaban señalados los derroteros, las líneas costeras, las distancias, direcciones entre otras informaciones de importancia.

A principios del siglo XV la cartografía se vio convulsionada por la incorporación de principios geométricos sobre cómo representar el sistema de coordenadas sobre la superficie esférica inmóvil, cuando se conoció la *geografía* de Claudio Ptolomeo, al ser traducida al latín y más adelante con el descubrimiento de América cuando la información de lo nuevo rebasó el

conocimiento del mundo habitado tal como era concebido, replanteando el modo de hipotetizar, deducir e integrar el nuevo mundo (Lindberg, 2002; Sánchez Caballero, 1998; De Santiago Simón, 1998; Boido 1996).

LA INVERSIÓN DEL MOVIMIENTO DESDE LA TIERRA AL CIELO

Si bien la inmovilidad de la Tierra tampoco había sido cuestionada en los debates de filósofos y teólogos, el fantasma de una Tierra en movimiento pensada desde tiempos anteriores a Aristóteles seguía presente. Juan Buridán y Nicolás Oresme comenzaron a imaginar un movimiento de rotación diario y único para la Tierra, sin que dejara de ser el centro del universo.

Pensar el movimiento desde la Tierra significaba la independencia entre la astronomía y la geografía. Desde la antigüedad griega la geografía había construido su saber articulado desde de la línea científica con la astronomía, la física y la geometría pero considerar a la Tierra un planeta más atentaba con la unidad del conocimiento.

La inversión del movimiento significaba un quiebre entre geografía y astronomía ya que, por otro lado, esta incipiente hipótesis de una Tierra en movimiento debía construirse en función a una nueva física, pensada esta vez desde la Tierra más que desde el universo. El centro del universo ahora tenía movimiento y los cielos comenzaban a ser imaginados en absoluta quietud. A pesar que tanto Buridán como Oresme habían intentado idear argumentos racionales que rechazaran la quietud de la Tierra sostenida por la Biblia terminaron y en el caso de Oresme rectificándose y retomando los argumentos bíblicos.

La astronomía era parte del cuádrivio —eran la música, la geometría, la matemática y la astronomía— entendida como un arte matemático, no tuvo demasiado avance debido a que las fuentes teóricas de Hiparco y Ptolomeo aún no se encontraban traducidas al latín, durante la Edad Media inicial.

En el siglo XI, debido al contacto con la ciencia del islam se pudo acceder a información por medio del astrolabio que les permitió mayor precisión en sus observaciones permitiendo que la astronomía avanzara, pero les faltaba la base teórica.

Recién en el siglo XII cuando algunas obras fueron traducidas desde el árabe y desde el griego al latín, especialmente el *Almagesto* de Claudio Ptolomeo y el *Manual elemental de astronomía* de al-Farghani, entonces la astronomía siguió su curso en la producción y avance del conocimiento.

La difusión del nuevo cuerpo teórico fue puesta a disposición en las universidades y el gran problema suscitado en este ámbito fue el de cómo conciliar con la teoría aristotélica y ptolemaica la conformación de una ciencia astronómica cuantitativa.

Con respecto a la astrología, durante la Edad Media aún se manejaba la creencia de que el cielo y la Tierra físicamente seguían conectadas, y la regularidad observada en los movimientos de los planetas durante la época griega continuaba intacta. Los movimientos del Sol a lo largo de la eclíptica y los de la Luna seguían siendo los responsables de los cambios, de las estaciones en la Tierra, de las mareas en el mar.

Estas conexiones causales eran apoyadas por ideas religiosas, de una presencia divina permanente sobre la Tierra, que venían desde épocas babilónicas.

En la época de los griegos las creencias astrológicas tenían fuertes bases teóricas. Una de ellas era el *Timeo* y el *Demiurgo* de Platón, obras en las cuales quedaba a cargo de los planetas dar origen a las cosas en la Tierra. En la Mesopotamia Antigua era muy difundida la práctica de la adivinación y presagios sobre la Tierra mediante lectura de las estrellas y planetas.

San Agustín fue uno de los que mostró una postura hostil contra la astrología sobre todo por su determinismo, fatalismo. Su credibilidad recién fue recuperada durante el siglo XII, cuando fueron traducidas al latín algunos tratados de astrología del griego y del árabe al latín como por ejemplo el *Tetrabiblos* de Claudio Ptolomeo.

El conocimiento geográfico fue ajustado con la revolución científica de los siglos XVI–XVII, con la migración hacia un paradigma heliocéntrico a partir del cual la Tierra pasa a ser un planeta más y el Sol ocupa el centro del universo.

El conocimiento durante esta época de transición, antesala de la revolución científica estuvo tensionado en conciliar las ideas aristotélicas, las bíblicas, en enfrentar la amenaza de la desjerarquización del saber griego y la inevitable conformación de una nueva ciencia.

En este escenario la geografía permaneció como un saber necesario porque tenía asignada la tarea de representar el mundo concreto en analogía con el universo. El problema estuvo cuando se independizó de la astronomía y de la geometría en la nueva ciencia que comenzaba a delinearse y que tendría que ajustarse al nuevo paradigma que se estaba gestando (Lindberg, 2002; Kuhn, 1996).

Consideraciones finales

El geógrafo requiere de una reflexión sobre la cosmovisión filosófica o paradigmas que oficiaron como marco de referencia teórico y metodológico a partir del cual se fue moldeando el objeto de análisis, el campo de estudio y la interpretación de los fenómenos. Interrogantes tales como: ¿dónde?, ¿para qué? o ¿qué?, hacen al aspecto filosófico de una disciplina y a la actividad de quienes inician el acto de conocer.

La acción de conocer tiene lugar en una sociedad y un contexto histórico que en el caso de la Geografía se remonta a más de 20 siglos, a partir de donde comienza a gestarse como sistema cognitivo de referencia, destituyendo la creencia que nuestra disciplina tiene un origen reciente, cercano al nacimiento de las ciencias sociales. En realidad, con el primer interrogante del ser humano en sus comienzos sobre el dónde, la Geografía irrumpió en el pensamiento humano. El ¿dónde estoy? y hasta ¿dónde llegan los límites? nos conecta con los principios de la disciplina, el de la localización y extensión. El pensamiento geográfico se activó con los primeros hombres y se perpetuó con los sabios que supieron encuadrar aquellos interrogantes en una racionalidad, posterior al misticismo que rodeó a la disciplina en sus comienzos.

Vinculada en sus orígenes a la Escuela Jónica en el siglo VI a. C. a la idea de localización y escala se le agregó el para qué querían saber dónde estaban y en referencia a qué se estaban moviendo que indefectiblemente nos aproxima a su historia de evolución como episteme y el qué, implica conocer cuál fue el aspecto de la realidad sobre el que debió informar. Desde la visión griega, era tarea del geógrafo representar la ecúmene cartográficamente, moldeando una imagen lo más coherente y representativa de su unión con el universo. Debían representar las tierras conocidas en un pequeño espacio, pero guardando fidelidad de las formas cartografiadas con las proporciones del universo. Lograr aquella síntesis representativa entre el cielo y la Tierra, exigía una preparación del geógrafo en astronomía, geometría, matemática y física.

La episteme de aquel momento se construyó en dos dimensiones, aquella vinculada con la astronomía, matemática, geometría y la física para saber en relación con qué se estaban moviendo. El método de la deducción, la observación del movimiento de las estrellas y planetas les proporcionó la idea de regularidad y orden sobre el que pudieron trazar imaginariamente en el cielo las primeras líneas que, por analogía fueron proyectadas a la

Tierra, actualmente conocidas como los paralelos y meridianos, una parte de la base teórica sobre la que se sustenta la Geografía general.

La otra dimensión epistémica fue la empírica llamada corográfica con la que se identifica a la Geografía regional. El objetivo era aportar información recurriendo a diferentes fuentes informativas como las expediciones, periplos, viajes de campañas, referencias místicas. El objetivo además de contribuir con información para el cartografiado de pueblos, ríos, montañas, también tenía fines estratégicos-políticos, para alentar la expansión y dominios de tierras. La descripción funcionó como método, aunque las fuentes hayan sido dudosas.

Aceptar la finitud del modelo geocéntrico los llevó a un problema esencial en el pensamiento geográfico ya sea por desajustes teórico o técnicos de aquel modelo. Para interpretar el mundo desde aquella concepción, antes debieron comprenderlo y para ello comenzaron por intentar definir su forma, localización y escalas, tornándose en un problema donde fijar los límites, la forma, las dimensiones de esa ecúmene dentro de un modelo geocéntrico. El propósito fue hallarlos ya sea por imaginación recurriendo a fuentes místicas, analogía con el cielo, observación o formulando hipótesis donde se trató de corroborarlas apelando a la imaginación alimentada desde las fuentes de misticismo o buscando analogía con el cielo.

La finitud y la esfericidad desencadenó una estructura conceptual cualitativa, la de centro-periferia, un límite por lógica, sobre el cual debía corresponderse y proyectarse el orden en la ecúmene.

El geógrafo debió ajustarse a ese orden y organizar la ecúmene en base a un centro y a una periferia, integrando la península Ibérica y Asia como periféricos y Grecia como lugar central. Durante el apogeo del Imperio Romano, Roma fue el centro privilegiado de la ecúmene por considerar que estaba situada en el medio del mundo habitado. Esa ubicación le daba derechos al dominio universal e inclusive mantuvo ese lugar privilegiado dentro de la cartografía. La idea de centro quedó instalada en las culturas, bajo la idea de etnocentrismo.

Entre los grandes problemas además de dónde fijar los límites de la ecúmene, establecer su forma y dimensiones, también estaba cómo integrar cartográficamente Asia y la península Ibérica a esa ecúmene.

Retornar a las raíces del conocimiento geográfico es recuperar las bases teóricas y prácticas de su origen sustentado en el vaivén de esquemas de explicación mitológica a esquemas de explicación más racionales. Su finalidad inicial no fue descubrir sino dibujar o representar el mundo en un papel conservando relación de parecido o semejanza con el cielo. Su esencia en un principio fue práctica, sustentada por el aporte de información desde lo deductivo y lo empírico en el marco de una teoría de sentido común, el aristotelismo. Esa estructura epistémica tiene sus cimientos en la idea de un conocimiento unificado y jerarquizado durante la época griega, en donde para ser geógrafo se debía antes, saber astronomía, matemática, geometría y física.

El espacio epistémico de la Geografía se formalizó con la teoría geocéntrica desde la cual se interpretó y se configuró el mundo hasta la revolución científica de los siglos XVI y XVII. La comprensión del mundo que siguió posterior al abandono paulatino de la teoría geocéntrica, la visión geográfica se reinició debiendo ajustar su posición meta epistemológica a un nuevo paradigma, el heliocéntrico. Desvinculada de la astronomía, debió diseñar una figura epistemológica propia, al lado de la ciencia general, delineando nuevamente su objeto, su campo de estudio y su alcance. La desvinculación del universo la privó de la información aportada desde la astronomía motivo por el que estimuló su dimensión descriptiva. El cartografiado paulatinamente fue redefinido, quedando expuesto un vacío de conocimiento en cuanto a qué sector de la realidad enfocarse.

De aquella unión entre el cielo y la ecúmene quedó como vestigio la Geografía general y la Geografía regional, relictos de aquel vínculo entre la Tierra y el cielo y testimonio de un conocimiento unificado.

Referencias bibliográficas

- ARISTÓTELES** (1993). *Física libros I-II*. Biblos.
- ARISTÓTELES** (1995). *Física libros III-IV*. Biblos.
- ARISTÓTELES** (1996). *Acerca del cielo. Meteorológicos*. Gredos.
- ARISTÓTELES** (2003). *Física libros VII- VIII*. Biblos.
- ARISTÓTELES** (2004). *Metafísica* (trad. Hernam Zucchi). Sudamericana.
- AUJAC, GERMAINE** (1966). *Strabon et la Science de son Temps*. Société D'Édition Les Belles Lettres.
- AUJAC, GERMAINE** (1975). *La Géographie dans le Monde Antique*. Presses Universitaire de France.
- AUJAC, GERMAINE** (1993). *Claude Ptolémée, astronome, astrologue, géographe*. Connaissance et représentation du monde habité. Editions du CTHS (Comité des Travaux historiques et scientifiques).
- BERMEJO BARRERA, JOSÉ CARLOS** (1998). Sobre las dimensiones significativas del espacio. En Pérez Jiménez, Aurelio y Andreotti, Gonzalo Cruz (Eds.). *Los límites de la tierra: el espacio geográfico en las culturas mediterráneas* (pp. 1-22). Ediciones Clásicas.
- BOSQUE, MAUREL JOAQUÍN** (2000). Granada: mapas y diseños reales virtuales. En *Documentos de nuestra historia* (pp. 239-270). T.G. Arte juberías y cía SL.
- BOERI, MARCELO** (2007). *Apariencia y realidad en el pensamiento griego*. Colihue.
- BOIDO, GUILLERMO** (1996). *Noticias del planeta tierra*. A. Z. editora.
- CABALLERO, SÁNCHEZ RAÚL** (1998). Literatura geográfica y cultura bizantina. En Pérez Jiménez, Aurelio y Andreotti, Gonzalo Cruz (1998) (Eds.). *Los límites de la tierra: el espacio geográfico en las culturas mediterráneas* (pp. 221-247). Ediciones Clásicas.
- DELGADO LÓPEZ, ENRIQUE Y CARETTA, MIGUEL NICOLÁS** (2008). *Imaginación y cartografía: un estudio sobre el proceso del descubrimiento americano*. Vol. 15(43) (pp. 111-136)
- [HTTPS://WWW.RESEARCHGATE.NET/PUBLICATION/317477789_IMAGINACION_Y_CARTOGRAFIA_UN_ESTUDIO SOBRE_EL_PROCESO_DEL_DESCUBRIMIENTO_AMERICANO](https://www.researchgate.net/publication/317477789_IMAGINACION_Y_CARTOGRAFIA_UN_ESTUDIO SOBRE_EL_PROCESO_DEL_DESCUBRIMIENTO_AMERICANO)**
- DE SANTIAGO SIMÓN, EMILIO** (1998). El imago mundi del medioevo islámico: realidad y fantasía. En Pérez Jiménez, Aurelio y Andreotti, Gonzalo Cruz (Eds.). *Los límites de la tierra: el espacio geográfico en las culturas mediterráneas* (pp. 249-257). Ediciones Clásicas.
- ESTRABÓN** (1992). *Geografía*. Libros III y IV. Gredos.
- ESTRABÓN** (2001). *Geografía*. Libros II y III. Gredos.
- FARRINGTON, BENJAMIN** (1979). *La civilización de Grecia y Roma*. Siglo XX.
- FRONTERA, FRANCESCO** (1998). Sobre la delineación de Asia en la geografía helenística. En Pérez Jiménez, Aurelio y Andreotti, Gonzalo Cruz (Eds.). *Los límites de la tierra: el espacio geográfico en las culturas mediterráneas* (pp. 77-105). Ediciones Clásicas.
- GEYMONAT, LUDOVICO** (1961). *El pensamiento científico*. Eudeba.

- GEYMONAT, LUDOVICO** (1998). *Historia de la Filosofía y de la Ciencia*. Editorial Crítica.
- GRANT, MICHAEL** (2002). *Atlas Akal de historia clásica del 1700 a. C. a 565 d. C.* Akal.
- HAWKING, STEPHEN** (2005). *A hombros de gigantes*. Crítica.
- HAWKING, STEPHEN** (2006). *Historia del tiempo*. Crítica.
- HOMERO** (2006) *La Ilíada*. Gradifco.
- HOMERO** (2006). *Odisea*. Losada.
- JANI, PIETRO** (1998). Los límites del mundo Entre el mito y la realidad. Evolución de una imagen. En Pérez Jiménez, Aurelio y Andreotti, Gonzalo Cruz (Eds.). *Los límites de la tierra: el espacio geográfico en las culturas mediterráneas* (pp. 23–40). Ediciones Clásicas.
- LINDBERG, DAVID** (2002). *Los inicios de la ciencia occidental*. Paidós.
- MARTINO, ADRIANA BEATRIZ** (1995). *El mundo griego*. Fundación Universidad a distancia Hernandarias.
- MARTINO, ADRIANA BEATRIZ** (1995). *El mundo romano. Perspectiva sociopolítica*. Ed. Docencia.
- PEDECH, PAUL** (1964). *La méthode historique de Polybe*. Les Belles Lettres.
- PEÑA EGUREN, ESTEBAN** (2005). *La Filosofía política de Guillermo Ockham*. Ediciones Encuentros.
- PLATÓN** (1993). *República*. Eudeba.
- PLATÓN** (1999). *Timeo*. Ediciones Colihue.
- PÉREZ JIMÉNEZ, AURELIO** (1998). La imagen celeste de la ecúmene. Geografía zodiacal y planetaria. En Pérez Jiménez, Aurelio y Andreotti, Gonzalo Cruz (Eds.). *Los límites de la tierra: el espacio geográfico en las culturas mediterráneas* (pp. 117–219). Ediciones Clásicas.
- PTOLEMY** (1980). *Tetrabiblos*. Fletcher & Son Ltd, Norwich.
- POPPER, KARL** (1999). *El mundo de Parménides*. Paidós.
- KHUN, TOMAS** (1996). *La revolución copernicana*. Ariel.
- REALE, GIOVANNI Y ANTISERI, DARIO** (2004). *Historia del Pensamiento Filosófico y Científico*. Tomo I. Antigüedad y Edad Media. Herder.
- ROMERO, JOSÉ LUIS** (2006). *La edad media*. Grafnir.
- SERVINAS, MARCELO LEONARDO** (2006). *Las imágenes del universo*. Siglo XXI.
- GUTIERREZ MAS, JOSÉ MANUEL; GRACIA, JAVIER; LUJAN, MARÍA; SÁNCHEZ BELLON ANGEL** (2016). Geología del Campo de Gibraltar. *Geología 16* Cádiz. DOI:10.13140/RG.2.1.4563.6724.
- TORRES CIPRÉS, PILAR Y CRUZ ANDREOTTI, GONZALO** (1998). El diseño de un espacio político: el ejemplo de la península Ibérica. En Pérez Jiménez, Aurelio y Andreotti, Gonzalo Cruz (Eds.). *Los límites de la tierra: el espacio geográfico en las culturas mediterráneas* (pp. 107–145). Ediciones Clásicas.

Fuentes

ATLAS DEL UNIVERSO (2006). Scyla Editores.

Sobre la autora

GRACIELA MUGICA. Profesora en Geografía. Magíster en Metodología de la Investigación Científica y Técnica. Doctoranda (Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional del Litoral). Docente investigadora. Profesora adjunta en la cátedra de Epistemología y Metodología de la Investigación (Facultad de Humanidades y Ciencias, UNL). Ejerce docencia de posgrado en la Facultad de Ciencias Agrarias, en la Maestría en Extensión Agropecuaria en la cátedra de Investigación Social, de la misma casa de estudios. Maestría en Extensión Rural para el Desarrollo.

**HISTORIA Y TEORÍA
EN EL PENSAMIENTO
GEOGRÁFICO**
DESDE HOMERO
HASTA COPÉRNICO
Graciela Mugica

C Á T E D R A

El libro de Graciela Mugica, una estudiosa de la filosofía de la ciencia, nos propone un paseo por las etapas en que el conocimiento geográfico tuvo su gestación y desarrollo como dimensión epistémica. Conocer esa historia de la Geografía es clave para entender el proceso posterior acontecido en la disciplina y, sobre todo, para comprender el presente de la Geografía en el campo de la ciencia. A lo largo de siete capítulos sintetiza las ideas, paradigmas, modelos, enunciados y representaciones en una sucesión cronológica de hechos que reflejan la historia de una episteme legitimada y construida desde la observación y la descripción, pero también desde lo teórico y lo hipotético entre los siglos VII a. C. y XV d. C. Tal período se inicia con la contribución de los griegos (época helénica clásica y helenismo) y atraviesa la dilatada, asombrosa, oscura, diversa y cambiante Edad Media, en cuyas postrimerías se lograban divisar algunas concepciones y planteos que más tarde, en la Modernidad, llevarían a una impactante revolución científica y geográfica con la aceptación del paradigma heliocéntrico.