

ENTRE CIENCIA Y ASTRONOMÍA

José Pedro García Martín

Catedrático Física y Química. I.E.S. Zurbarán.

La revolución copérnica no surgió del vacío. Si Copérnico pudo proponer un sistema del mundo alternativo al de Ptolomeo, fue porque en la astronomía griega la hipótesis heliocéntrica, fundada en presupuestos de la metafísica pitagórica, ya había sido formulada en sus líneas generales. Y la astronomía griega tampoco surgió de la nada: los babilonios, los egipcios, ya habían escudriñado atentamente el cielo y suministraron a los astrónomos griegos un banco de observaciones importantes sobre el que construir sus propuestas.

Las nuevas puertas que hoy se abren a la astronomía con las investigaciones radioastronómicas, han sido posibles porque ya en unos orígenes que se remontan a más de 90 millones de años a. de C. el hombre observaba el cielo y lo reproducía en lo que hoy son restos arqueológicos. El primer ser racional que miró al cielo y se extrañó, buscando una explicación que aplacara su inquietud ante la inmensidad de la bóveda celeste, está presente en los espectaculares avances de la astrofísica actual.

"Al principio creó Dios los Cielos y la Tierra" Gen. I.1

La historia de la ciencia, la del pensamiento, es nuestra propia historia. ¿Cómo ha contribuido a ella la Astronomía? Desde siempre, ésta ha poseído un atractivo especial, ocupa a un número no pequeño de especialistas y nos cautiva al resto de mortales, que seguimos asomándonos a esos oscuros abismos de incertidumbre que ante nosotros se despliegan, sin nuestra intervención, que nos asustan por sus números, que difícilmente caben en impresionantes potencias de diez; intrigados por esos miles de puntos nocturnos, luciérnagas misteriosas, al parecer otros mundos como el nuestro. Pero, ¿qué secretos nos esconden?, ¿cómo cuentan nuestra historia?.

En nuestra cultura occidental tenemos inevitablemente que mirar a los griegos,

ellos evolucionaron, en sus concepciones cosmológicas, desde los primitivos mitos organizadoras del universo. Si bien la metodología empleada en ese progreso vendrá condicionada por una serie de ideas y principios que al tiempo que progresan en el terreno de lo especulativo, lo limitan en el de lo natural.

Se pondrán de manifiesto dos metodologías de exploración del mundo, y el deseo de saber se repartirá entre la Filosofía Moral y la Filosofía Natural. La historia del pensamiento y la de la Astronomía aparecerán permanentemente entremezcladas. La gran influencia del desarrollo de la geometría axiomática, personificada en Euclides (quien de algún modo recoge, sintetiza y estructura la geometría de su época), va a inducir la prevalencia de un método sobre el otro. El método deductivo será considerado como el único modo "respetable" de expli-

cación del mundo en esa permanente búsqueda de la verdad, la belleza y la perfección. La experimentación como método de acercamiento al mundo natural, y con ella la metodología inductiva, deberá esperar todavía muchos siglos para abrirse camino entre los pensadores; demasiados rasgos de imperfección como para considerarla válida, alternativa a la deductiva.

La obsesión en la búsqueda de axiomas matemáticos, -Tales, Pitágoras, Euclides...- y la validez probada de sus generalizaciones, será proyectada hacia la filosofía natural y así nacerán para la Tierra y el Universo ese conjunto axiomático de círculos y esferas. La filosofía moral (que podría personificarse en Platón) analizando conceptos como justicia o virtud, va a enfrentarse a la filosofía natural (que podríamos personar en Aristóteles) analizando caída de graves, o movimientos estelares. En esta confrontación de saberes saldrá inicialmente victoriosa la primera.

Pero las "verdades oficiales" ¿serán las auténticas, las únicas? Ciertamente, no. Al tiempo de los unos, otros pensadores irán dejando en el camino huellas de un pensamiento más heterodoxo. La lucha por "la verdad" vendrá asociada, también, a la existencia de personajes de la historia que ejemplifican en su vida, y en sus ideas, lo de revolucionario que tiene el pensamiento. Ir "contra corriente" supondrá desechar moldes, enfrentarse a lo establecido,

luchar contra la represión intelectual, no menos reprochable que las otras, muchos tendrán que batallar para hacer valer sus ideas y esa parte de la historia del conocimiento, de la Astronomía, estará sembrada de sinsabores, condenas (Anaxágoras) o muertes (Bruno), persecuciones (Kepler) o juicios (Galileo), entre otros.

Al final, entre todos consiguieron ampliar nuestro conocimiento, ajustar nuestra visión del mundo y de la posición que ocupamos en él. Ahora, gracias a los "oficiales" y a los "heterodoxos", y yo me atrevería a poner acento en estos últimos, somos capaces de ver muy atrás, así como de prever lo que sucederá muy adelante. No estaría demás hacer un brevísimo recorrido por esta larga historia.

En los orígenes...

¿De qué fuentes ha bebido el hombre, que desde su más tierna infancia como Humanidad ha podido desarrollar habilidades capaces de explorar el Universo, primero con su pensamiento y luego con los instrumentos y vehículos por el mismo contruidos? Difícil imaginar el origen de la inteligencia, pero algunos de sus "chispazos", conducidos por la curiosidad, otra de las manifestaciones de aquella, debió orientarse hacia la supervivencia, entendida no solamente como conservación de la especie.

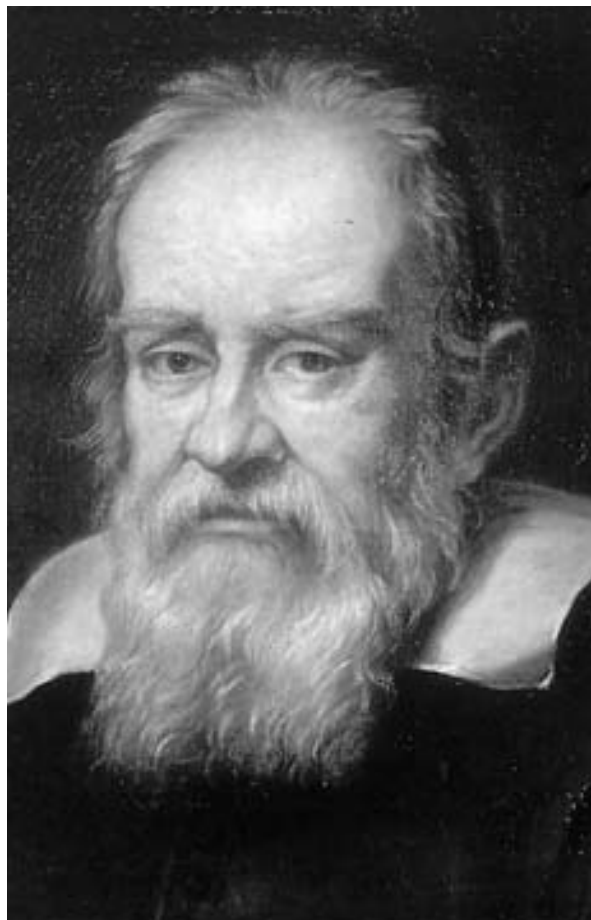
Percibir la existencia de regularidades y la influencia de éstas sobre su entorno iría abriendo el camino de preguntas y respuestas sobre la Naturaleza; ¿qué serán esas bolas de fuego que vemos moverse repetidamente por el firmamento, caliente una, fría la otra? ¿quién las mueve?. El nacimiento de los mitos estaba

produciéndose; las analogías irían surgiendo y con ellas el rayo sería visto como la rigurosa lanza de Zeus, enviada por el dios enfurecido contra los mortales, o el trueno como el impresionante martillo de Thor; armas sobrenaturales manejadas por seres sobrenaturales. El mito surgiría como primer mecanismo de explicación y conocimiento, tal y como nos cuentan algunos:

"Al principio el Universo no existía, llegó a existir" (tradición hindú de los Upnishad)

"No había ninguna mansión sagrada, ninguna mansión de los dioses había sido erigida. Ningún junco había brotado, ningún árbol había sido plantado... Eridú no estaba todavía construido; la sede de la mansión santa, la mansión de los dioses, no había sido erigida. Toda la Tierra era mar" (texto babilonio).

Todavía hoy sobrecogen algunos mitos vivos, de culturas indígenas, como los de alguna tribu amazónica: *"...los machiguengas todavía no comenzábamos a andar. La luna vivía entre nosotros, casado con una machiguenga. Insaciable, sólo quería estar encima de ella. La preñó y nació el sol. Kashiri se la montaba más y más. El seripagiri le advirtió <<Un daño ocurrirá en este mundo y en los de arriba si sigues así. Déjala descansar a tu mujer, no seas tan hambriento>>. Kashiri no le hizo caso pero los machiguengas se asustaron pues el*



sol perdería su luz, tal vez. La tierra se quedaría a oscuras, fría; la vida iría desapareciendo, quizás. Y así fue... la luna, envidioso de su hijo, detestaba el sol. Tasurinchi sopló, siguió soplando. No mató a Kashiri, pero lo apagó, dejándolo con la luz débil que ahora tiene..." (relato machiguenga).

Con el mito se inicia la interpretación del mundo y la reconciliación con los dioses, apaciguables con ritos y ceremonias. Pero poco a poco el pensamiento del hombre va a ir rompiendo ese "cordón umbilical" que le une con los dioses y mediante

su inteligencia, al tiempo que busca la seguridad que le dan sus concepciones mágicas o religiosas, va a iniciar una búsqueda de explicaciones más "rationales" del universo en el que vive.

Egiptios y babilonios...

Ellos inician nuevos métodos de exploración del mundo, la observación sistemática, la construcción y uso de instrumentos, etapas estas insustituibles de un método que pretende acercar el conocimiento a la realidad.

Restos arqueológicos que se remontan al siglo 90 a. de C. nos relacionan la astronomía caldea con la agricultura y la ganadería, lo que impondría la elaboración de buenos calendarios, obtenidos a partir de rigurosas observaciones efectuadas desde los primeros observatorios astronómicos -los zigurats-. A los babilonios debemos la concepción del zodíaco, la observación de la presencia de los planetas, y midiendo la periodicidad de los eclipses, obtuvieron el "saros", ese período de 18 años y 11 días de los eclipses solares.

Entre mitos y realidades propusieron uno de los primeros modelos acerca de la estructura del universo: *"La tierra, en forma de disco plano, flotaría sobre una inmensa bolsa de agua, aguas inferiores, protegida por un firmamento de bronce, del que estarían colgando las estrellas, por encima del firmamento se encontrarían las aguas superiores. Una intervención sobrenatural habría separado la tierra del agua"* ¿Podríamos calificar a los babilonios como los primeros defensores de la astronomía científica?.

Los egipcios, por su parte, fuertemente dependientes de una economía agraria,

harían aportaciones importantes en la construcción de instrumentos, en observaciones astronómicas y en la confección de mejores calendarios. Hacia el siglo 25 a de C. ya habían establecido un año de 365 días, con doce meses iguales de 30 días, a los que sumaban 5 días extras y que comenzaban a contar desde el solsticio de verano.



Los egipcios, hacia el siglo 25 a de C. ya habían establecido un año de 365 días, con doce meses iguales de 30 días, a los que sumaban 5 días extras y que comenzaban a contar desde el solsticio de verano



En Grecia... y Alejandría

En las aguas del mar Jónico va fraguándose el origen del pensamiento filosófico de nuestra civilización y en ese atrevimiento de interpretar por sí mismos la realidad observable participaron muchos, partiendo casi siempre de las concepciones astronómicas previas. Entre ellos:

Tales (S. 7-6 a. de C.) Sabedor y transmisor del conocimiento babilónico a la civilización griega. Conocedor del "saros", predijo el famoso eclipse de sol del 585 a. de C. Según su visión cosmológica: *"En el origen de todo está el agua, de ella se separa-*

rían el aire, la tierra y los seres vivos. El Universo sería la tierra, plana como un disco flotando sobre el agua y con el cielo (agua evaporada) a su alrededor. La tierra y el agua estarían apoyadas en un pedestal, este sobre otro y así interminablemente".

Tales había introducido por primera vez el concepto de universo sin la necesidad de un creador.

Anaximandro (S. 6 a. de C.): Introdujo el gnomon en Jonia con el que habría podido deducir la oblicuidad de la eclíptica. Según su modelo geocéntrico: la tierra se encontraría suspendida en el centro del cielo a igual distancia del resto. Su forma sería la de una columna de altura igual a un tercio de su anchura. En ella los hombres ocuparían la mitad superior. Este modelo geocéntrico perviviría unos 23 siglos y en él cristalizaría la primera y más importante de las contradicciones entre el "sentido común" y el sentido científico.

Pitágoras (S. 6 a. de C.): Potenció la matemática y encontró la *"armonía asociada a números enteros o racionales"*. Según su *visión del mundo "los astros al girar en torno a la Tierra describen órbitas circulares sobre esferas concéntricas. Las longitudes de esas circunferencias estarían relacionadas entre sí como las cuerdas de una lira"*.

Por primera vez se introducen las matemáticas en la descripción del mundo físico. El orden cósmico queda expresado mediante números y relaciones entre ellos.

Anaxágoras (S. 5 a. de C.): En sus observaciones de la Luna llegó a apuntar que esta tenía valles, planicies y montañas como la propia Tierra, que la parte iluminada siempre está enfrentada al Sol y que

es fría y su luz producto del reflejo de la solar. Explicó por primera vez las fases lunares, asignándoselas a los cambios de posición de la Luna respecto de la Tierra y el Sol. Propuso la primera "hipótesis astronómica" del origen del universo, según la cual *"los cuerpos celestiales provendrían de la condensación de una materia caótica en remolino"*. En su opinión, en el Universo habría otros mundos habitados por seres inteligentes.

No reconociendo la naturaleza divina del universo ni aceptando su creación, fue encarcelado, juzgado y condenado a muerte. Finalmente su amigo Pericles lo salvaría con el destierro. Surgía así un conflicto permanente entre el dogma y la razón.

Filolao (S. 4 a. de C.): De origen filológico pitagórico y expatriado, es el primero en concebir la existencia de una influencia central sobre el conjunto del universo: *"Allí se encontraría el "Fuego Central", núcleo del universo, morada de los dioses y fuente de toda actividad cósmica. A su alrededor girarían la anti-Tierra, la Tierra, la Luna, el Sol, los cinco planetas conocidos y una esfera fija con las estrellas"*. Modelo que implica como principal aportación el abandono del geocentrismo.

Platón (S. 5-4 a. de C.): Eligiendo entre la percepción del mundo a través de las ideas o de los sentidos opta por lo primero. Opta por la especulación frente a la experimentación. Dios, ser perfecto, crea un mundo asimismo perfecto. Parte del dogma del círculo y la esfera (formas perfectas): *"Dios creó el universo esférico, liso, plano y en todas partes equidistante del centro, compuesto de cuerpos perfectos en continuo movimiento de rotación uniforme"*. El axioma de la perfección necesaria se impuso.



Tablilla Astrológica Babilónica

Aristóteles (S. 4 a. de C.): Coloca a Dios como primer motor inmóvil originador del movimiento del mundo y propone la existencia de dos mundos. El de abajo, sublunar, representando lo imperfecto y perecedero, con cuatro elementos y cuatro cualidades, y el de arriba, referente a lo perfecto e inmutable, con un elemento que lo impregna todo, el éter o "quintaesencia". En este modelo, el movimiento de los astros superiores se comunicarían entre sí y a los inferiores a través del éter, deformando estos caminos, por lo que necesitó introducir hasta 56 esferas.

Queda por tanto un complejo modelo necesitado de una permanente intervención divina exterior y con ello pervivirá,

durante casi 21 siglos, la idea de una causa exterior necesaria para la existencia del movimiento.

Eratóstenes (S. 3 a. de C.): La idea de la esfericidad de la Tierra se había ido imponiendo, sería él quien mediría por primera vez el tamaño de la esfera terrestre, realizando la famosa experiencia de las sombras proyectadas simultáneamente en Alejandría y en Siena. Obtendría un arco de separación entre estas ciudades de $7^{\circ} 12'$ ($1/50$ de circunferencia), que unido a una distancia de unos 800 km, le permitiría obtener un diámetro total de unos 40.000 km (circunferencia media 40.087 km). Mediría también la inclinación de la eclíptica, determinando para ésta un valor de 23°



Los griegos, evolucionaron, en sus concepciones cosmológicas, desde los primitivos mitos hasta creer en la existencia de ciertas leyes organizadoras del universo



51' (valor muy próximo a la del momento; hoy es de 23° 26').

Propuso la adopción del calendario de 365 días por año y uno extra cada cuatro (bisiesto), que sería adoptado y conocido como "Juliano". En el actual, el "gregoriano", además de lo anterior se quitan tres bisiestos cada cuatrocientos años.

Aristarco (S. 3 a. de C.): En su época no se conocían ni tamaños ni distancias de los objetos celestes más destacados. Fue el primero en determinarlas, comprendiendo el efecto de la perspectiva en el tamaño aparente de los mismos. Encontró una distancia angular TS-TL de 87° de donde dedujo que la proporción de distancias TS/TL era de 20/1, relativamente alejada de la real (alrededor de 500/1, valor aquel condicionado por el error en la medida de la distancia angular señalada). También, a partir de estos valores y de los tamaños aparentes de Sol y Luna dedujo la proporción entre el tamaño de estos. De otra parte calculó el ta-

maño del Sol para el que encontró un valor 7 veces mayor que el de la Tierra (el real es de 109 veces mayor).

Aristarco, uno de los más osados astrónomos griegos, a partir de sus medidas, llegó a considerar la imposibilidad de que un cuerpo pequeño gire alrededor de uno mayor, proponiendo que *"La Tierra debe girar alrededor del Sol, inmóvil en el centro del universo"*. Fueron ideas rechazadas y fuertemente contestadas. El conocimiento científico frente al sentido común y este asociado a la observación pura y simple, al mito, a la religión, a la política, al poder.

Más adelante...

Conservada, y transmitida por los árabes, las figuras de Aristóteles y Ptolomeo serán redescubiertas al final de la época medieval. Tomás de Aquino, S. XIII, aplicará la lógica y razón de Aristóteles a su Teología y a lo largo del renacimiento se trasladarán los intereses intelectuales desde la Teología a las Humanidades y surgirán nuevas visiones de la Filosofía Natural.

La revolución copernicana del siglo XVI cambiará los axiomas, y lo que Aristarco ya tenía propuesto unos 2.000 años antes será aceptado, trasladando el centro del mundo desde la Tierra hasta el Sol, si bien siguiendo aferrados aún a la noción de órbitas circulares.

Otros profundizarían en esta revolución. La experimentación como metodología del conocimiento comenzará a hacerse aceptable en Europa con las aportaciones de Roger Bacon (contemporánea de Tomás De Aquino) y después con Francis Bacon, para llegar a la figura de

Galileo quien con sus observaciones, cálculos y experimentos, introducirá la medida como forma sistemática para el conocimiento y situará la inducción por encima de la deducción como método de la Ciencia.

Por tanto, la disputa entre método deductivo, que deduce sus conclusiones a partir de esas "verdades evidentes", axiomas, y método inductivo, que toma como punto de partida las observaciones concretas de las que hará derivar sus generalizaciones, irá desencantándose hacia éste.

Las nociones cosmológicas irán creciendo y estableciéndose en cimientos cada vez más sólidos. Las numerosas aportaciones de Galileo, las precisas observaciones astronómicas de Brahe, los cálculos matemáticos y las teorías de Kepler, abrirán las puertas para que ese mismo siglo XVII culmine con la síntesis final de la mecánica celeste, que supone el establecimiento de la Ley de la Gravitación universal por Newton.

Cerrando las puertas del pasado se abren nuevos capítulos de la historia de la Astronomía y con ella de la del pensamiento. Muchos seguirán contribuyendo a ello (Halley, Romer, Cassini, Bradley, Herschel, Leverrier, Hubble.. etc, etc.). A principios del siglo XX Einstein formalizará su revolución relativista, en la que todavía estamos inmersos. El mundo de la física irá oscilando entre lo inmensamente grande y lo inmensamente pequeño. Y así seguimos, entre hipótesis, observaciones y teorías, con la física de partículas, la radioastronomía, los agujeros negros, el hiperespacio,...

Pero esto es otra historia.