

TEMA 5. Las cosmovisiones científicas sobre el universo.

1) LA FILOSOFÍA DE LA NATURALEZA.

Tradicionalmente se define como la rama de la filosofía que trata sobre los fenómenos naturales; su origen, sus causas y su evolución. Si bien, a diferencia de otras disciplinas científicas como la Física o la Astronomía, no trata de buscar leyes específicas formuladas en lenguaje matemática, sino que su propósito es llegar a una comprensión global e integradora de las entidades físicas que constituyen la realidad. Por ello, también se conoce a esta disciplina como **Cosmología filosófica**; entendiendo por “cosmos” un universo ordenado y coherente de entidades y procesos a los que el ser humano quiere encontrar una explicación unitaria, tanto en sentido ontológico como gnoseológico.

Por tanto, se trata de un esfuerzo por comprender la naturaleza, de disfrutar en sentido estético ante el espectáculo del mundo y de encontrar sentido a nuestras vidas en el vasto e inabarcable universo del que formamos parte. Conviene aclarar que la Filosofía de la Naturaleza no es una disciplina científica sino un saber filosófico que:

- a) Reflexiona sobre la estructura, origen y evolución del universo, tomando como base las teorías y modelos explicativos de otras disciplinas científicas como la Astrofísica o la Mecánica Cuántica.
- b) Analiza el alcance y límites de nuestro conocimiento sobre el universo desde una perspectiva gnoseológica y ontológica: Es decir, al reflexionar sobre la naturaleza, combina las preguntas: ¿Qué puedo conocer? y ¿Cuál es la esencia última de todo lo que existe?
- c) No persigue un conocimiento factual o meramente descriptivo de hechos, fenómenos o procesos físicos, ni mucho menos su representación rigurosa en lenguaje matemático (eso será tarea de las ciencias). Lo que busca es una reflexión abierta y multidisciplinar sobre cuestiones de ultimidad que se sitúan en esa frontera difusa entre el conocimiento científico y la reflexión filosófica; entre aquello que se puede decir desde el rigor experimental y aquello sobre lo que, aun no disponiendo aún de datos empíricos y sólidas teorías, es legítimo especular desde la reflexión racional.
- d) Por último, aborda problemas meta-científicos que generan las actuales teorías físicas y modelos de universo: Por ejemplo, cuestiones cuánticas como el principio de incertidumbre y la dualidad onda-partícula que dan lugar a paradojas como el “gato de Schrödinger” o cuestiones cosmológicas como el “principio antrópico”, los límites del universo o la naturaleza del espacio-tiempo.

La **admiración filosófica por la naturaleza** está en el origen del filosofar. De hecho los primeros filósofos griegos, iniciaron el tránsito del *mito* al *logos* precisamente movidos por esta admiración. Fueron conscientes de que el universo reclama una explicación racional que trascienda la visión mítico-poético-religiosa, a la que estuvo aferrado el ser humano durante miles de años. Lo relevante de estos primeros filósofos no son las respuestas que

ofrecieron, sino las preguntas que formularon, muchas de las cuales han orientado el conocimiento humano hasta nuestros días e, indudablemente, seguirán haciéndolo en el futuro:

- ¿Cuál es el origen de todo lo que existe?
- ¿Por qué existe un universo ordenado con seres tan complejos como nosotros?
- ¿Todo es el juego del azar y la necesidad o responde esta complejidad a un plan preestablecido? O sea, ¿tiene el universo un propósito?
- ¿Hasta dónde podemos llegar en el conocimiento del cosmos?
- ¿El universo existe desde siempre o surgió a partir de la nada?
- ¿En el cosmos todo es *physis* (materia) o también hay *logos*?
- ¿Hay uno o muchos universos?

Estas y otras muchas preguntas rebasan ampliamente los límites de la ciencia pero reclaman una explicación racional que puede abordarse desde la Filosofía Natural.

2) EL PARADIGMA CUALITATIVO ORGANICISTA: DEL UNIVERSO ARISTOTÉLICO AL MODELO PTOLEMAICO.

El modelo de universo aristotélico representa la culminación del pensamiento cosmológico griego y tiene una marcada influencia de los pitagóricos y de Platón. De los primeros recoge la teoría de la armonía de las esferas, la esfericidad de los cuerpos celestes (al representar esta figura geométrica la perfección debido a que tiene simetría rotacional completa) y la superioridad del movimiento circular, perpetuo y uniforme, propio de los astros, frente al movimiento discontinuo, lineal y finito propio de los objetos terrestres. De Platón recoge la división del universo en los mundos sublunar y supralunar, la ordenación de los planetas en esferas superpuestas en movimiento perpetuo a través del éter y la idea de que el cosmos responde a un orden teleológico; tiene sus propios fines y su propia razón subyacente o causalidad teleológica.

El universo aristotélico traza una división radical entre dos mundos:

- a) El mundo sublunar, formado por los cuatro elementos (tierra, agua, aire y fuego), está sometido a la generación y a la corrupción; es decir al cambio y al movimiento. Por ello este mundo es finito e imperfecto y a él pertenecen las cosas que nacen y mueren. Cada uno de los 4 elementos ocupa el lugar natural que le corresponde, siendo la tierra el elemento más pesado, por lo que ocupa el centro del planeta, y situándose por encima el agua, el aire y el fuego que, al ser el elemento más ligero, tiende hacia la periferia del mundo. Todos los seres materiales estamos formados por distintas proporciones de estos cuatro elementos. Solo el alma humana escaparía a este esquema y por ello le es posible la racionalidad, el amor, la belleza y, en última instancia, la contemplación de lo "indeterminado".
- b) Al mundo supralunar pertenecen los cuerpos celestes. Esta región está bañada por una sustancia incorruptible llamada *éter*, o *quinta esencia*, en la que se desplazan las esferas celestes siguiendo el modelo de Eudoxo (discípulo de Platón). Las esferas están organizadas del siguiente modo: La Luna, los cinco "cuerpos errantes" o planetas visibles (Mercurio, Venus, Marte, Júpiter y Saturno), el Sol y, a mayor distancia, la esfera de las "estrellas fijas", en la que se sitúan las constelaciones y que constituye el límite superior del universo. Los planetas y las estrellas están sujetas a unas esferas de

éter completamente transparentes que son movidas por el “motor inmóvil”, “causa incausada” o principio rector del universo.



En este modelo el universo es esférico, finito y no existe el espacio vacío. Por otra parte el universo es intemporal, eterno y siempre idéntico a sí mismo. Es decir, no tiene historia porque no se ve sometido a los procesos de degradación y corrupción que tienen lugar en el mundo sublunar. Uno de los problemas a los que se enfrentaba este modelo era explicar la aparente irregularidad de los movimientos, seguidamente veremos qué soluciones se aportaron.

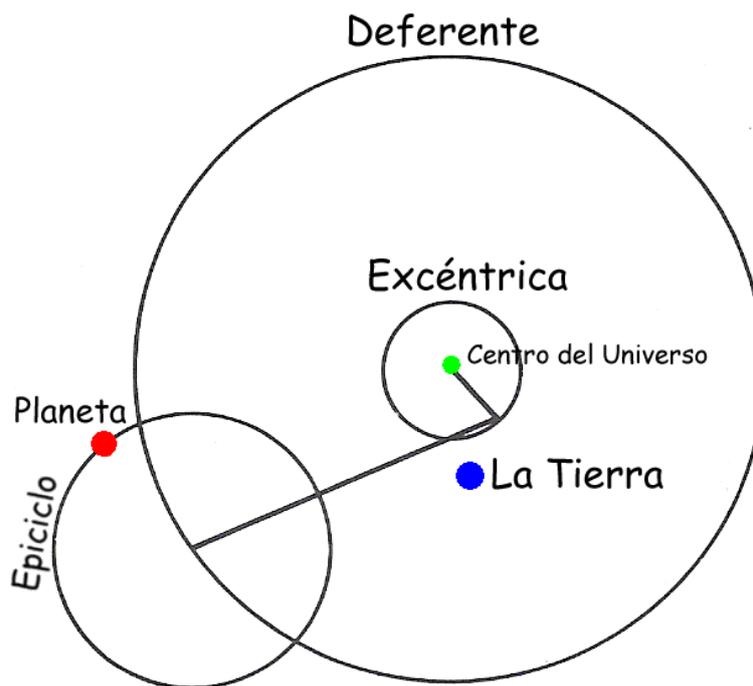
La formulación matemática del modelo aristotélico fue obra de **Ptolomeo de Alejandría**. Este célebre matemático y astrónomo recopiló las observaciones astronómicas de griegos, egipcios y babilónicos para construir uno de los modelos más detallados y precisos de la antigüedad. Su modelo era capaz de explicar y predecir: Los eclipses solares y lunares, el movimiento de los planetas y la posición relativa de las constelaciones. Sus cartas astronómicas fueron utilizadas durante más de 1.500 años por los navegantes para orientarse en el mar, y su obra magna, el *Almagesto*, fue el tratado de astronomía de referencia hasta la aparición de Copérnico y Kepler. Los supuestos de los que parte el modelo ptolemaico son similares a los de Aristóteles:

- a) Esféricidad de la bóveda celeste, la cual se desplaza de este a oeste cada 24 horas y tiene como centro la Tierra.
- b) Esféricidad de la Tierra, basándose en observaciones empíricas como la proyección de la curvatura de la Tierra en los eclipses lunares o la forma en la que sale y se pone el

Sol. Además, estimó con bastante precisión su circunferencia: 180.000 estadios (unos 40.000 Km).

- c) Geocentrismo: La Tierra ocupa el centro del Universo y permanece inmóvil con respecto a los cuerpos celestes.

Para explicar el movimiento aparente de los planetas y sus variaciones en velocidad y dirección introduce dos artificios geométricos: Las deferentes y los epiciclos. La deferente es la órbita circular con centro en la tierra, sobre la que se sitúa otra órbita menor con periodo rotacional diferente, el epiciclo, que describe el planeta sobre la deferente. Ambos movimientos, circulares y uniformes, en general explican bastante bien el movimiento de los planetas, aunque en algún caso hay que introducir un artificio más: La excéntrica, o punto de rotación de la deferente ligeramente alejado del centro de la Tierra. Veamos un esquema:



Con esto se consiguen explicar bastante bien las tres principales anomalías en el movimiento de los cuerpos celestes:

- Los planetas interiores (Mercurio y Venus) vistos desde la Tierra experimentan un movimiento retrógrado. Parecen adelantarse y atrasarse con respecto al Sol en sus respectivas revoluciones zodiacales.
- Los planetas exteriores (Marte, Júpiter y Saturno) experimentan dos movimientos aparentes; recesiones y estaciones. Durante un tiempo avanzan de Oeste a Este siguiendo al Sol, pero luego parecen detenerse (estaciones) e invertir su marcha (recesiones) durante un periodo más breve que el de su movimiento principal.
- El Sol gira de Este a Oeste con una inclinación de $23^{\circ} \frac{1}{2}$ respecto al plano de la Tierra (ángulo de la eclíptica), completando una revolución zodiacal (año trópico) cada 365 d. 5 h. y 48 min. El principal problema del movimiento solar es la llamada *anomalía zodiacal* que consiste en que el Sol parece recorrer los cuartos del Zodíaco en tiempos desiguales. La solución dada por Ptolomeo fue situar la esfera del Sol en un círculo excéntrico.

En realidad todas estas anomalías son meramente observacionales y se producen como consecuencia de que la Tierra ni es el centro de universo ni está inmóvil, sino que gira alrededor del Sol. Por ello, y como veremos en el siguiente apartado, cuando los astrónomos renacentistas (Copérnico, Kepler y Galileo) propusieron el modelo heliocéntrico, el movimiento de los astros se volvió mucho más natural, simple y fácilmente comprensible. Sin tanto artificio geométrico necesario para hacer concordar las observaciones con los presupuestos metafísicos de la cosmología aristotélica de que nuestro planeta es el centro del universo y el movimiento perfecto es el movimiento circular.

Esto nos lleva a la paradoja conocida como la navaja de Ockham: “La naturaleza siempre elige el camino más simple”. Si tenemos varias teorías sobre algo, con análogo poder explicativo y capacidad predictiva, seguramente la más sencilla es la correcta.

3) EL MODELO HELIOCÉNTRICO: LA BÚSQUEDA DE LAS LEYES UNIVERSALES DE UN UNIVERSO INFINITO.

La idea de que la Tierra no es el centro del universo también estuvo presente en el mundo griego. Hacia el año 300 a. C. Aristarco de Samos propuso la teoría de que la Tierra gira alrededor del Sol basándose en observaciones y datos empíricos tan precisos como los del propio Ptolomeo. Sin embargo, tanto la mentalidad de la época como el paradigma aristotélico dominante impidieron el desarrollo de este modelo alternativo de universo.

Fue preciso esperar más de un milenio para descubrir una verdad inquietante: La Tierra no es el centro del universo y este es mucho más grande de lo que pensábamos; virtualmente infinito.

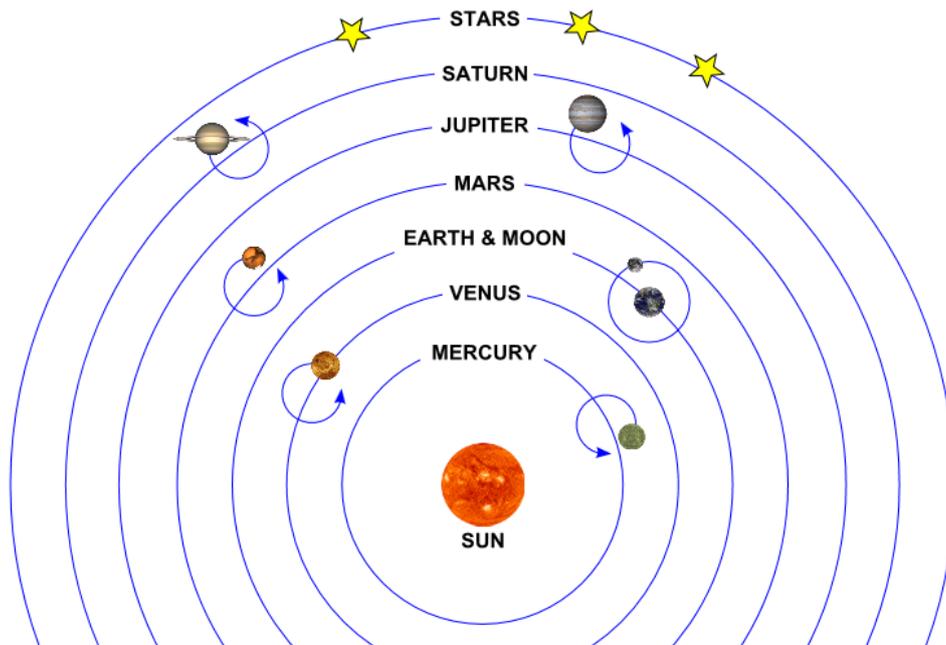
3.1.- La revolución copernicana.

El modelo cosmológico de Copérnico, tal y como se expuso en su célebre obra *De Revolutionibus Orbium Coelestium* (1543), rompe radicalmente con la visión aristotélica vigente durante toda la Edad Media: Sustituye la posición central e inmóvil de la Tierra por el Sol como centro del Universo, siendo la Tierra un planeta más que sigue una órbita circular alrededor del Sol. De este modo los tres movimientos característicos de nuestro planeta: traslación, rotación y declinación del eje polar, explicarían todas las anomalías observadas por los astrónomos antiguos y que fue preciso corregir mediante un modelo basado en esferas y epiciclos cada vez más complejo y abstracto.

Las principales aportaciones introducidas por Nicolás Copérnico son:

- a) El universo es esférico y el movimiento propio de los cuerpos celestes sigue siendo circular, pero su centro no está en la Tierra, sino en un punto próximo al Sol que se denomina baricentro del sistema solar.
- b) Los planetas experimentan un movimiento circular y uniforme. Se mueven en epiciclos (aún se mantiene este concepto) aunque sus deferentes u órbitas están centradas en el Sol.
- c) La única órbita no centrada en el Sol es la de la Luna. Por ello se empieza a considerar a este cuerpo celeste como satélite de la Tierra.

- d) La esfera de las estrellas fijas sigue delimitando los confines del universo, pero se encuentra a una distancia mucho mayor que la de la Tierra al Sol. Por ello no se observa el efecto de paralaje (desviación angular en la posición aparente de un objeto en función del punto de vista en que nos sitiemos) ni variaciones en el tamaño o brillo de las estrellas a medida que la Tierra se mueve en su órbita alrededor del Sol.
- e) Cualquier movimiento planetario no circular o discontinuo (como las retrogradaciones) es solo aparente y se debe al movimiento de la propia Tierra.



En conjunto el modelo de Copérnico es más elegante, simple e intuitivo que el de Ptolomeo. Sin embargo, tardaría todavía muchas décadas en ser aceptado ya que resultaba difícil (como reconoció posteriormente Galileo) encontrar pruebas concluyentes de su realidad y también porque, aunque estaba equivocado, el modelo de Ptolomeo seguía ofreciendo estimaciones muy precisas de los movimientos planetarios.

El modelo copernicano tuvo importantes implicaciones filosóficas:

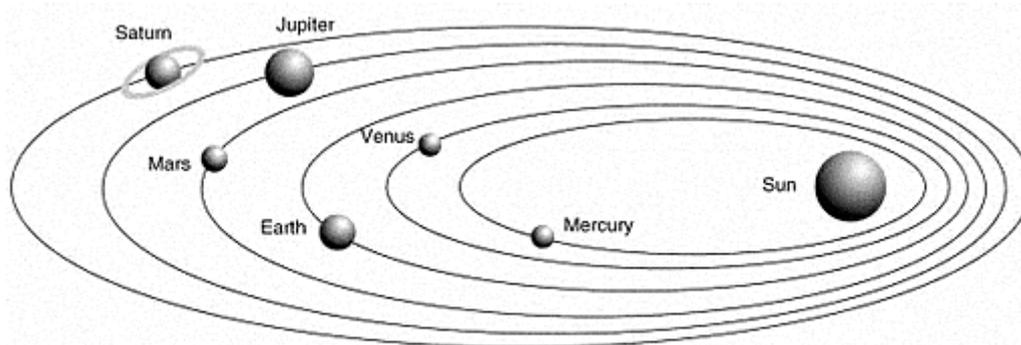
- Transformó por completo la imagen que el ser humano tenía del universo y de su papel en él: No ocupamos un lugar privilegiado en el cosmos ni somos el centro de la creación.
- Invalidó toda la física aristotélica y los supuestos metafísicos en que se asentaba (organicismo, finalismo, superioridad del movimiento circular, eternidad, etc.)
- Socavó la idea antropocéntrica que, en la tradición escolástica, estaba vinculada al creacionismo o idea de que somos seres creados a imagen y semejanza de Dios y, por ello, ocupamos un lugar privilegiado en el orden del mundo.

3.2.- Las aportaciones posteriores de Kepler y Galileo.

Gracias a las observaciones de Tycho Brahe y otros astrónomos **Johannes Kepler** (1571-1630) puso en duda el último elemento que quedaba de la cosmología aristotélica: La circularidad de los movimientos celestes. Empleando tablas astronómicas muy precisas comprobó que bajo el supuesto de una órbita circular era imposible calcular la posición real del planeta Marte, que difería 8 minutos de arco con las observaciones empíricas. También comprobó que este problema ocurría en otros planetas exteriores. Sin embargo, sustituyendo las orbitas circulares del modelo copernicano por órbitas elípticas consiguió que el nuevo modelo encajara perfectamente en las observaciones. Con estas y otras observaciones formuló sus tres conocidas leyes de la dinámica celeste:

- La primera ley: establece que los planetas siguen una órbita elíptica en uno de cuyos focos está el Sol.
- La segunda ley relaciona el periodo orbital con la distancia al Sol: El radio que une el Sol con el planeta barre áreas iguales en tiempos iguales.
- La tercera ley establece una relación matemática entre el cuadrado del tiempo que tarda un planeta en realizar una órbita completa y el cubo de su distancia al Sol.

Inclinando el plano de una elipse obtenemos una parábola. Kepler también descubrió que muchos cometas también siguen órbitas parabólicas de mayor o menor tamaño alrededor del Sol. Luego no son “estrellas errantes” sino cuerpos planetarios con órbitas muy excéntricas que brillan al pasar cerca del Sol.



Con **Galileo Galilei** (1564-1642) el modelo heliocéntrico llega a su culminación. Las principales aportaciones de este célebre astrónomo son de tipo metodológico y empírico. Estableció un método de investigación riguroso asentado en los siguientes puntos:

- 1.- Limitar toda investigación física solo a los aspectos observables y cuantificables de las cosas.
- 2.- Describir los procesos y fenómenos astronómicos observados mediante relaciones matemáticas precisas, evitando las explicaciones meramente cualitativas.
- 3.- Eliminar los supuestos metafísicos y no demostrables de toda investigación.
- 4.- Diseñar instrumentos de observación precisos (de hecho Galileo fue pionero en la construcción de telescopios) y procedimientos rigurosos de recogida de información.

En el terreno astronómico hizo descubrimientos relevantes como las manchas solares, los satélites de Júpiter, las fases de Venus o la rotación del Sol.

3.3.- La física de Newton.

Isaac Newton (1642-1727) está considerado el mayor científico de todos los tiempos. Con él culmina la revolución cosmológica iniciada por Copérnico. Sus dos principales aportaciones a esta nueva visión del Cosmos son la dinámica y la gravitación universal.

- a) Con la **dinámica** Newton describe las leyes del movimiento de los cuerpos en el espacio. Estas leyes serían universales y no establecen diferencia alguna entre los movimientos de los objetos terrestres y de los astros, como ocurría en la física aristotélica. Los tres principios de la dinámica son:

1.- *Ley de la inercia*: En ausencia de fuerzas externas un cuerpo permanece en reposo si su velocidad inicial es cero y se mueve con movimiento uniforme, con velocidad constante, si tiene velocidad inicial en el momento que observamos la ausencia de fuerzas.

2.- *Ley fundamental de la dinámica*: Si sobre un cuerpo actúa una fuerza, este sufre un cambio en la velocidad, o aceleración, que modifica el movimiento rectilíneo y uniforme del primer principio. DE tal manera que la fuerza ejercida es igual a la masa por la aceleración: $F = m \cdot a$.

3.- *Ley de acción y reacción*: Si un cuerpo ejerce una fuerza sobre un segundo cuerpo, este ejerce otra fuerza sobre el primero, siendo ambas fuerzas de igual magnitud y sentidos contrarios.

- b) La **gravitación universal** representa la explicación más elegante y sencilla del movimiento de los cuerpos tanto en el firmamento como sobre la superficie de la Tierra. Según esta ley todos los objetos se atraen unos a otros con una fuerza directamente proporcional al producto de sus masas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que separa sus centros. De esta forma, las órbitas descritas por los planetas del sistema solar alrededor del Sol serían debidas a la atracción solar sobre dichos planetas. Del carácter elíptico de las órbitas descrito en el modelo de Kepler, Newton dedujo que las fuerzas ejercidas por los astros estaban relacionadas con la distancia de cada planeta al Sol y eran proporcionales al producto de sus masas gravitatorias. La teoría de Newton también consigue explicar con precisión otros efectos de la atracción gravitatoria observados en la Tierra como las mareas y la caída libre de los cuerpos.

Por último, el cuadro cosmológico de Newton se completa con la idea de que los estados de reposo y movimiento de los cuerpos solo pueden determinarse en relación con los estados de otros cuerpos, y todo ello en un marco de un espacio y un tiempo absolutos. Es decir, sería posible encontrar un marco espacio-temporal inmóvil a partir del cual expresar todas las medidas e interacciones entre partículas con la precisión requerida. Por ejemplo, la luz, es entendida como corpúsculos infinitesimales o partículas lumínicas moviéndose en este espacio absoluto. Estos planteamientos de la física newtoniana serán los que más controversia generen y abrirán las puertas a la teoría relativista de Einstein a comienzos del S. XX.

Como ya vimos en el tema 3, estos y otros desarrollos posteriores de la física newtoniana darán lugar al **paradigma mecanicista** que dibuja un modelo de universo enteramente mecánico en el que todo se explica por la interacción de las partículas moviéndose en un espacio-tiempo absoluto. Es decir, desde un **determinismo causal** extremo.

Esta visión se sintetiza en la conocida frase del matemático y físico francés del S. XIX Pierre-Simon Laplace:

Podemos mirar el estado presente del universo como el efecto del pasado y la causa de su futuro. Se podría concebir un intelecto que, en cualquier momento dado, conociera todas las fuerzas que animan la naturaleza y las posiciones de los seres que la componen; si este intelecto fuera lo suficientemente vasto como para someter los datos a análisis, podría condensar en una simple fórmula el movimiento de los grandes cuerpos del universo y del átomo más ligero; para tal intelecto nada podría ser incierto y el futuro, así como el pasado, estarían frente a sus ojos.

4) La visión contemporánea del Universo. El reencuentro de la Filosofía y la Física en la Teoría del Caos.

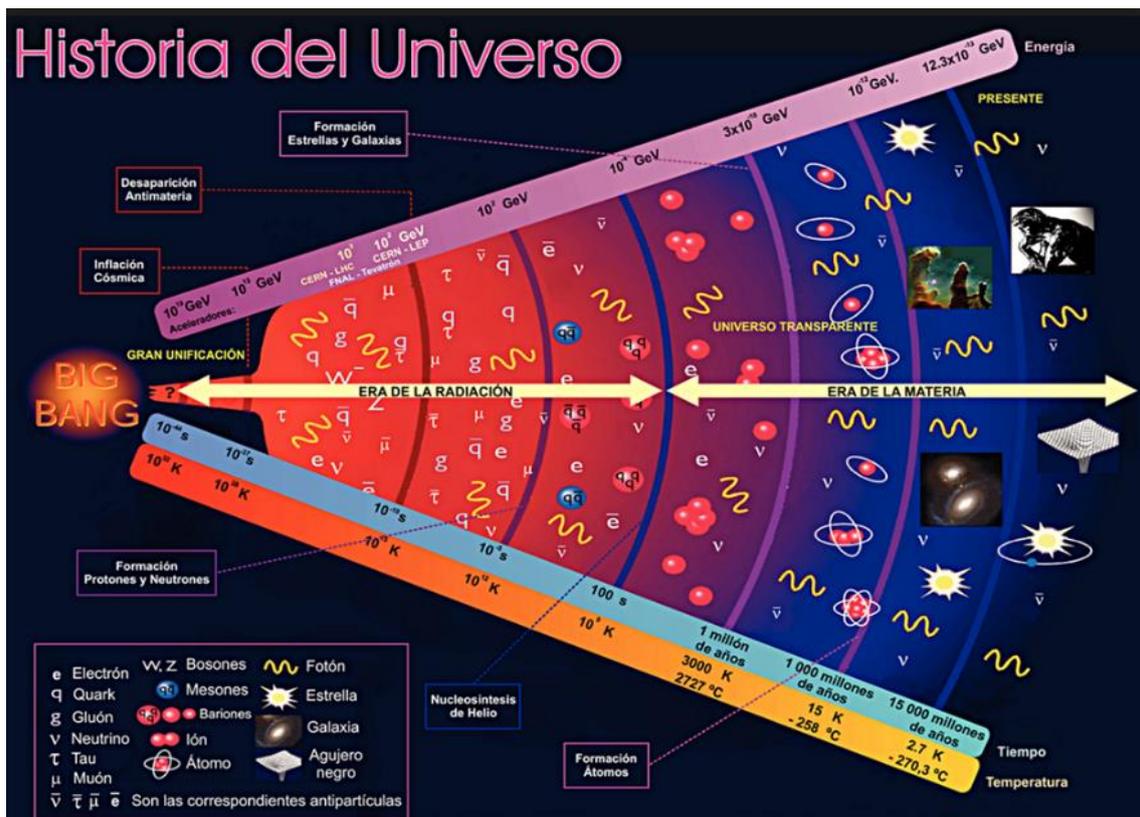
Como ya vimos en el Tema 3 los desarrollos científicos contemporáneos, y en particular las teorías de la relatividad y la mecánica cuántica, dibujan una nueva imagen del universo muy diferente a la del modelo mecanicista newtoniano. Veamos algunas de estas diferencias:

- a) La reversibilidad de los procesos físicos es cuestionada por la termodinámica. No se puede transformar íntegramente la energía térmica en energía mecánica, siempre hay pérdidas y disipación de calor. Esto condujo a la formulación del **principio de entropía** que establece un creciente desorden en cualquier sistema cerrado. Esto implica que existe una flecha del tiempo, una direccionalidad en el Universo: La entropía solo puede aumentar; las estrellas y galaxias disipan calor y ello conduce a la muerte térmica del universo.
- b) Como hemos visto, en el modelo newtoniano existe un determinismo causal. Sin embargo la mecánica cuántica cuestiona este postulado con su **principio de incertidumbre**: No es posible conocer con total precisión la posición y el movimiento de las partículas. Por tanto, a escala microfísica el Universo es inherentemente indeterminista. Ni siquiera el “demiurgo” de Laplace podría conocer el futuro: La aleatoriedad e indeterminación de los procesos cuánticos se lo impedirían.
- c) El espacio y el tiempo ya no son magnitudes absolutas e independientes de los objetos. Ahora la **relatividad** de Einstein postula que el espacio se crea a medida que el universo se expande y que su geometría puede variar drásticamente en presencia de objetos masivos. El tiempo es relacional; está vinculado a las interacciones físicas y a los sistemas de referencia inerciales. Se dilata o se contrae a velocidades relativistas o ante campos gravitatorios intensos.
- d) Las fuerzas e interacciones en la mecánica clásica son proporcionales y lineales. Sin embargo la **teoría del caos**, propuesta por Edward Lorenz e Ilya Prigogine, sostiene que pequeñas variaciones en las condiciones iniciales de un sistema físico pueden provocar cambios enormes e impredecibles en dicho sistema. Esto es lo que se conoce como *efecto mariposa*. Así mismo, los sistemas complejos tienen cierta capacidad de *auto-organización*; pueden emerger procesos y fenómenos nuevos que responden a leyes distintas a las que explicaban los estados previos del sistema.
- e) El universo no es estático ni uniforme; está en permanente expansión y en el pasado era mucho más denso y con mayor concentración de energía. El descubrimiento de la

radiación de fondo y la expansión de las galaxias (ley de Hubble) dio pie a la formulación de la **teoría del Big-bang**, según la cual el universo es el resultado de una expansión cósmica iniciada hace unos 15 mil millones de años, cuando toda la materia y la energía estaban concentradas en un punto de una densidad virtualmente infinita. Esto implica que tuvo un origen en el tiempo y que, posiblemente, tendrá un fin. Los científicos han logrado describir con bastante precisión la **cosmogénesis**; es decir el proceso evolutivo que va desde estas etapas iniciales hasta la formación de las galaxias y estrellas tal y como las vemos en la actualidad.

Según esta visión, ampliamente aceptada por la comunidad científica, la historia del universo está caracterizada por la expansión y el enfriamiento. En las etapas primordiales del Big-bang emergen las fuerzas naturales (gravedad, interacción nuclear fuerte, interacción nuclear débil y electromagnetismo) y las partículas primordiales (quarks, electrones, fotones y neutrinos) que darán lugar a los primeros núcleos atómicos (hidrógeno y helio). Cuando la temperatura desciende aún más el universo se vuelve transparente; los electrones se combinan con los núcleos de hidrógeno y helio dando lugar a los primeros átomos que serán la base de las primeras galaxias y estrellas.

Nótese que este proceso es exponencial, las primeras etapas ocurren muy deprisa, en fracciones infinitesimales de tiempo, las siguientes hasta la formación de las primeras estrellas llevarán cientos de millones de años.



Esta visión contemporánea del universo genera numerosas PREGUNTAS DE TIPO FILOSÓFICO que nos limitaremos aquí a enumerar y que pueden ser objeto de debate en el aula:

- 1) ¿Cuál es el origen del Big-bang? ¿Por qué se produjo? ¿De dónde procedía toda esa inmensa cantidad de energía?
- 2) Principio Antrópico: ¿Por qué las magnitudes fundamentales de la física son exactamente las necesarias para un universo que favorece la vida inteligente?
- 3) ¿Cuál será el final del universo?
- 4) ¿En un universo determinista hay espacio para la libertad?
- 5) ¿Tienen alguna aplicación la teoría del caos a nuestra vida cotidiana?

TEXTOS

Platón (*Timeo*, 47a-b)

"Si los hombres no hubiesen podido ver el cielo, el sol y los astros, no tendrían ni idea sobre el mundo. En nuestro estado actual son el día y la noche, los meses, los períodos regulares de las estaciones, los equinoccios, los solsticios, todas estas cosas que vemos las que nos han permitido la invención del número, nos han proporcionado el conocimiento del tiempo y nos han permitido especular sobre la naturaleza del universo"

Aristóteles (Acerca del cielo, Libro II, 12, 291b-292^a)

"Y, siendo muchas las <dificultades> de este tipo, no es la menos llamativa la de por qué causa los <astros> no se mueven con mayor número de movimientos cuanto más distantes se hallan de la primera revolución, sino que los intermedios <tienen> más. Pues parecería lógico que, al moverse el primer cuerpo con una sola traslación, el más próximo a él se moviera con el mínimo de movimientos, pongamos dos, el siguiente con tres, o cualquier otra ordenación semejante. En realidad ocurre lo contrario: pues el Sol y la Luna se mueven con menos movimientos que algunos de los astros errantes: y sin embargo, <estos últimos> se hallan más lejos del centro y más cerca del primer cuerpo que aquéllos."

GALILEO GALILEI, Carta de retractación.

"Yo, Galileo Galilei, hijo del difunto Vincenzo Galilei, florentino, de setenta años de edad, constituido personalmente en juicio y arrodillado ante vosotros, eminentísimos y reverendísimos cardenales de la Iglesia Universal Cristiana, inquisidores generales contra la malicia herética, teniendo ante mis ojos los Santos y Sagrados Evangelios que toco con mis manos, juro que he creído siempre, y que creo ahora, y que, Dios mediante, creeré en el futuro, todo lo que sostiene, practica y enseña la santa Iglesia Católica Apostólica Romana. Pero en vista de que -después haberme impuesto judicialmente este Santo Oficio el mandato de que yo debía abandonar por completo la falsa opinión de que el Sol es el centro del mundo y está inmóvil y de que la Tierra no es el centro del mundo y se mueve, y de que yo no debía sostener, defender o enseñar de ninguna manera, verbalmente o por escrito, dicha falsa doctrina, y después de haberseme notificado que dicha doctrina era contraria a las Sagradas

Escrituras- escribí y publiqué un libro, en cual discuto esta nueva doctrina ya condenada, y aduzco argumentos grandemente convincentes a favor de ella, sin dar ninguna solución de ellos, he sido juzgado, vehementemente, sospechoso de herejía, es decir, por haber sostenido y creído que el Sol era el centro del mundo e inmóvil, y que la Tierra no era el centro y que se movía.

... abjuro, maldigo, y detesto los antedichos errores y herejías y, en general, todo error, herejías y secta contrarios a la Santa Iglesia.

Yo, el dicho Galileo Galilei, he adjurado, jurado, prometido y obligándome según he acabado de expresar, y en testimonio de cuya veracidad he suscrito de mi propia mano el presente documento de mi abjuración y recitándolo palabra por palabra, en Roma, en el convento de Minerva, este día 22 de Junio de 1633.”

Albert Einstein y Leopold Infeld (*La evolución de la física*, Salvat, Barcelona, 1993)

“La teoría general de la relatividad da un análisis aún más profundo del continuo espacio-tiempo. La validez de esta teoría ya no está restringida a los sistemas inerciales de coordenadas. Ataca el problema de la gravitación y formula nuevas leyes que dan la estructura del campo gravitatorio. Nos induce a analizar el papel que desempeña la geometría en la descripción del mundo físico. Considera la equivalencia entre la masa inerte y la masa gravitatoria como una clave esencial y no como una coincidencia accidental, según era considerada en la mecánica clásica. Las consecuencias experimentales de la teoría de la relatividad generalizada difieren sólo levemente de la mecánica clásica y han concordado con la experiencia cada vez que se pudo establecer la prueba. Pero el valor de la teoría reside en su coherencia interna y en la simplicidad de sus hipótesis fundamentales.”

Stephen Hawking (*Historia del tiempo*, Ed. Crítica, 1988)

“Dado que existe una ley como la de la gravedad, el universo pudo crearse a sí mismo de la nada, como así ocurrió. La creación espontánea es la razón de que exista algo, en vez de nada, de que el universo exista, de que nosotros existamos. No es necesario invocar a Dios para que encienda la mecha y ponga el universo en funcionamiento.”

(.....)

“Einstein se equivocaba diciendo que "Dios no juega a los dados con el universo". Considerando las hipótesis de los agujeros negros, Dios no sólo juega a los dados con el universo: a veces los arroja donde no podemos verlos.”

Prigogine y Stengers (*La nueva alianza*)

"No solamente hay similitud entre las fuerzas que unen los planetas y aquellas que aceleran la caída de los cuerpos, hay identidad; la atracción no es específica de cada planeta, es la misma, ya se trate de la Luna alrededor de la Tierra, de los planetas, o incluso de los cometas que atraviesan el sistema solar".