



Nuestro lugar en el Universo

"Cada época ha encontrado la forma de explicar, ya que no de comprender" Hubert Reeves



Decía Borges que para los chinos, el cielo es hemisférico y la Tierra es cuadrangular; por ello descubren en las Tortugas una imagen o modelo del Universo.



El conocimiento del Universo siempre ha preocupado al pensamiento humano. Todas las culturas han propuesto una interpretación del Cosmos, de tipo religioso o mitológico primero, y desde un punto de vista científico después.

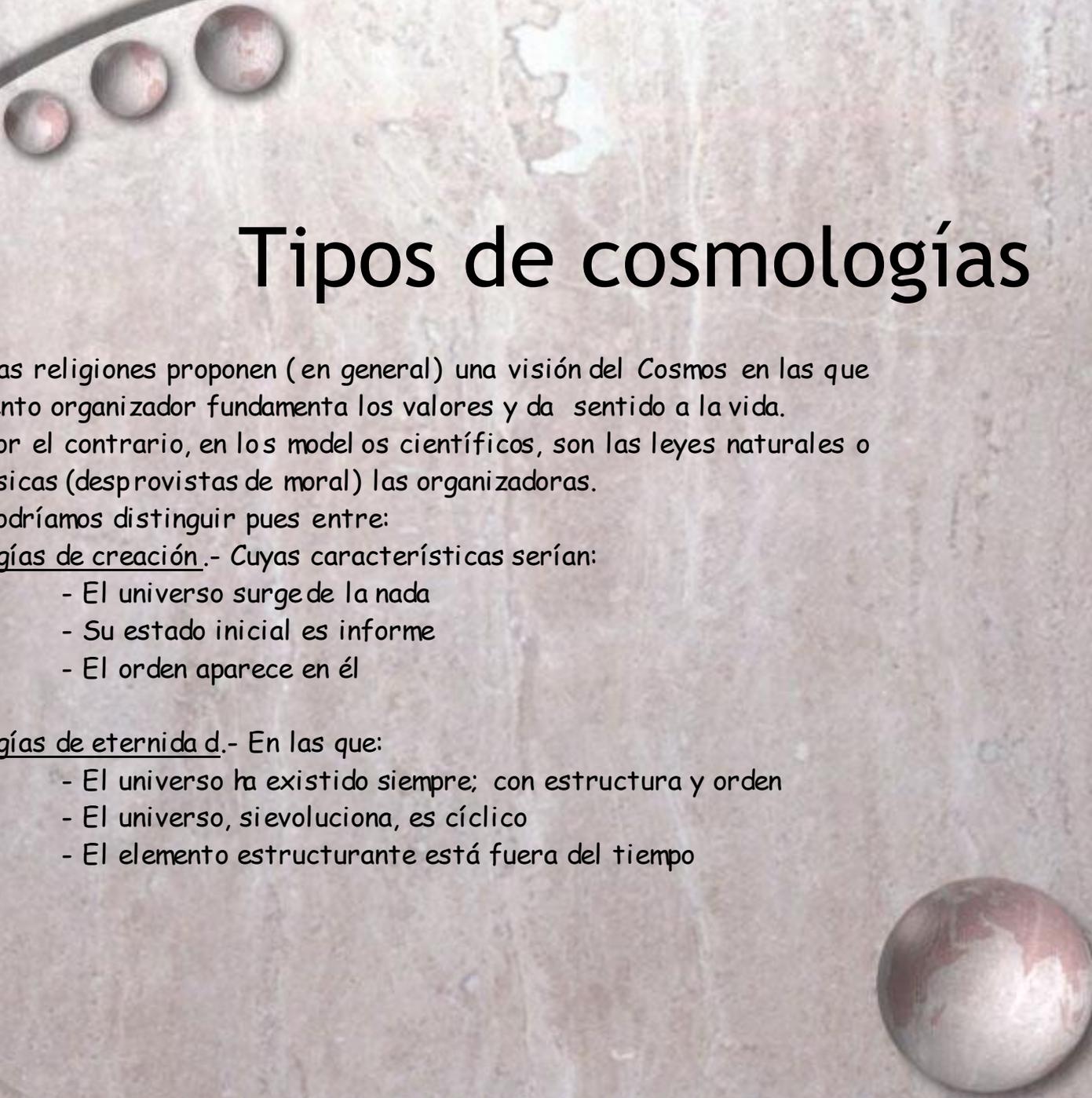
El problema del origen

El físico debe lanzar sobre la creación una mirada rigurosa, alejada de mitologías; sin embargo, los interrogantes que suscita la palabra "creación" se sitúan en el nivel metafísico.

Decía Leibnitz: "¿por qué hay algo en lugar de nada?". Esta pregunta equivale a esta otra: ¿por qué hay leyes?

Por tanto, aquí el problema de la creación es el problema del origen intemporal de las leyes físicas.





Tipos de cosmologías

Las religiones proponen (en general) una visión del Cosmos en las que el elemento organizador fundamenta los valores y da sentido a la vida.

Por el contrario, en los modelos científicos, son las leyes naturales o leyes físicas (desprovistas de moral) las organizadoras.

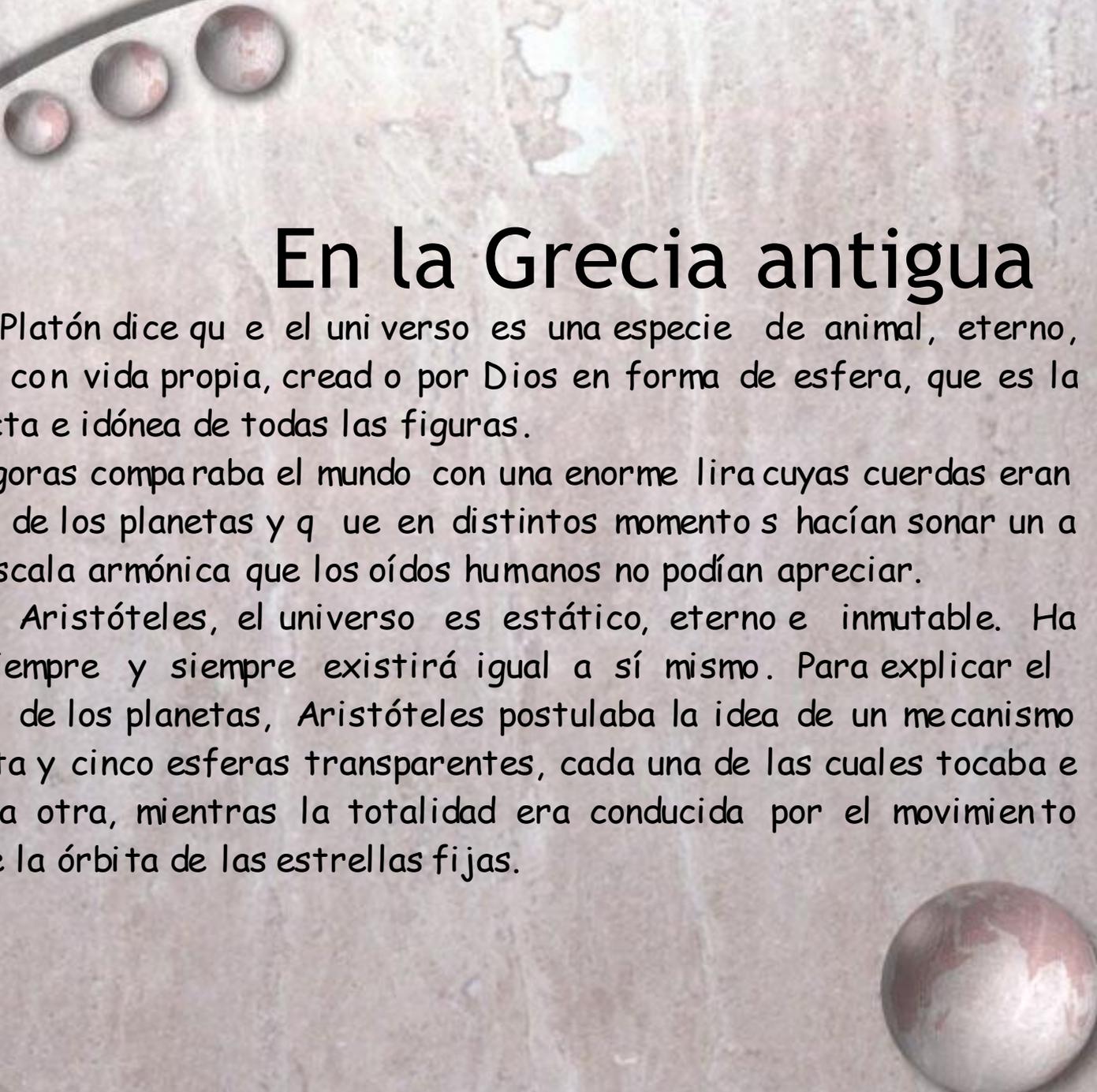
Podríamos distinguir pues entre:

cosmologías de creación.- Cuyas características serían:

- El universo surge de la nada
- Su estado inicial es informe
- El orden aparece en él

cosmologías de eternidad.- En las que:

- El universo ha existido siempre; con estructura y orden
- El universo, si evoluciona, es cíclico
- El elemento estructurante está fuera del tiempo



En la Grecia antigua

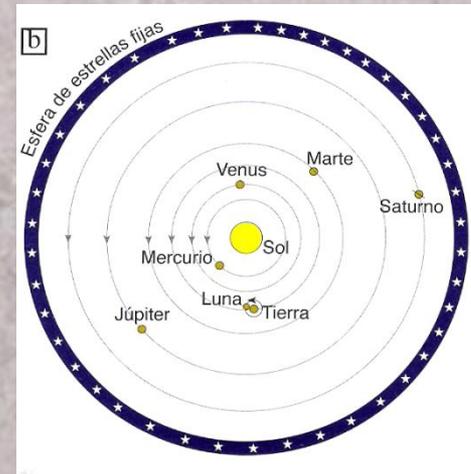
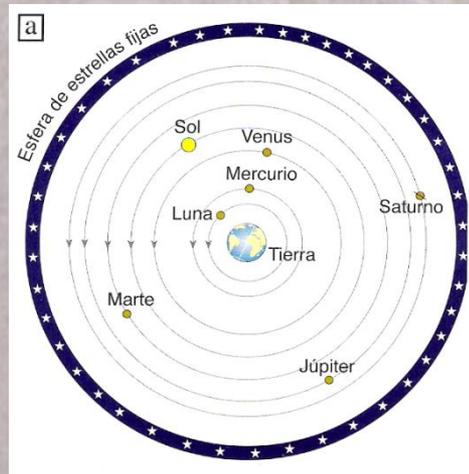
En *Timeo* Platón dice que el universo es una especie de animal, eterno, perfecto y con vida propia, creado por Dios en forma de esfera, que es la más perfecta e idónea de todas las figuras.

Pitágoras comparaba el mundo con una enorme lira cuyas cuerdas eran las órbitas de los planetas y que en distintos momentos hacían sonar una perfecta escala armónica que los oídos humanos no podían apreciar.

Para Aristóteles, el universo es estático, eterno e inmutable. Ha existido siempre y siempre existirá igual a sí mismo. Para explicar el movimiento de los planetas, Aristóteles postulaba la idea de un mecanismo de cincuenta y cinco esferas transparentes, cada una de las cuales tocaba e impulsaba a otra, mientras la totalidad era conducida por el movimiento primario de la órbita de las estrellas fijas.

Claudio Ptolomeo

Astrónomo y geógrafo egipcio del siglo II a. C. Elaboró el *Almagesto*, un compendio del conocimiento astronómico inspirado en Platón e Hiparco, cuyos trabajos se conservaban en la biblioteca de Alejandría. Es un modelo *geocéntrico* del universo. Explicaba con éxito los movimientos aparentes observados de los planetas y permaneció incuestionado hasta la *revolución copernicana* en el siglo XVI





Cosmología científica moderna

En el modelo actual conocido como **Big-Bang** o modelo de la **Gran explosión**, la Relatividad y las observaciones modernas (como veremos) han conducido a un universo en evolución, que tuvo un origen, se está expandiendo con una densidad y temperatura que disminuyen con el tiempo y que tendrá un final que dependerá de su masa (y falta aún por conocer la naturaleza de un 90% de la masa total: *masa oscura*).

La cosmología científica moderna de forma “pasmosa”, vuelve a ser de creación: un universo primordial caótico con fuerzas físicas que juegan el papel de organizadoras y con unas leyes (inmutables) que, desde el principio, poseen la capacidad de engendrar al observador.



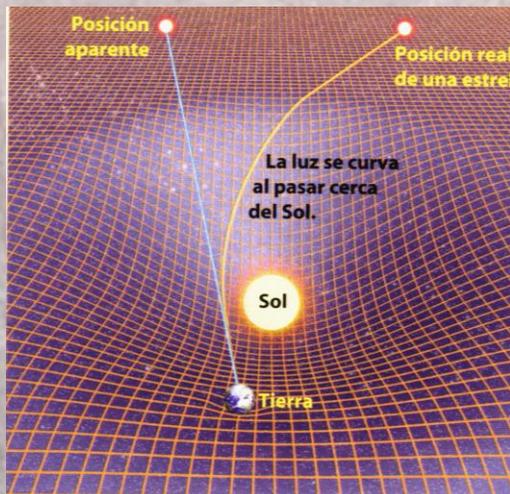


Descubrimientos clave



La gravedad

Todos los cuerpos que forman parte del universo están en continuo movimiento.



Todo gira: La Luna gira alrededor de la Tierra, la Tierra gira en torno del Sol. El Sol gira alrededor del centro de la Vía Láctea, que con los demás miembros del Grupo Local, giran hacia el centro del supercúmulo llamado Gran Atractor, etc.

Isaac Newton en el siglo XVII explicó estos giros con su ley de gravitación universal: los cuerpos se atraen, tanto más cuanto más próximos estén y mayor sea su masa.

Albert Einstein en el siglo XX propuso en su teoría de la relatividad general, que las grandes masas actúan sobre el espacio a su alrededor deformándolo. Como se observa en la figura, la Tierra gira alrededor del Sol en un espacio deformado (curvo) por la masa del Sol

Las galaxias se alejan

A principios del siglo XX los astrónomos descubrieron en el espectro de la luz que nos llega de las galaxias, que las líneas que representan diferentes elementos químicos no estaban en su sitio, sino que aparecían desplazadas. Esto significa que las galaxias se están alejando unas de otras, como explica el llamado **efecto Doppler**:

Cuando un objeto, da igual que sea una moto o una galaxia, emite ondas mientras está moviéndose, estas ondas son distorsionadas. Concretamente, si el emisor se acerca, la onda se acorta y si se aleja, la onda se estira.



Las ondas aparecen desviadas hasta la longitud de onda más larga: el rojo. Se habla del *desplazamiento hacia el rojo*.

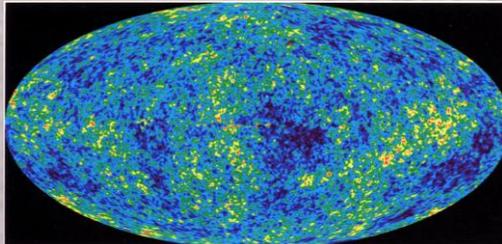
Entre galaxias próximas hay movimientos relativos, por ejemplo Andrómeda se está acercando hacia nosotros pues su luz está desviada hacia el azul.

La radiación de fondo cósmico

Si las galaxias se están alejando, cabe pensar que en el pasado todo estuviera más cerca. Es la teoría de la Gran Explosión (Big Bang) según la cual, el universo se originó hace 13700 millones de años con una gran explosión. Pero, ¿cómo pudieron confirmarlo?

En 1964 **Arno Penzias** y **Robert Wilson**, trabajando en un nuevo tipo de antena comercial, descubren que hay una radiación muy débil y que procede de todos los puntos del universo. ¿Qué podía ser esta radiación?

Se trata del "eco" de aquella gran explosión y, que a medida que el universo se ha ido expandiendo, aparece ahora débil y uniforme. Pero...¿uniforme?

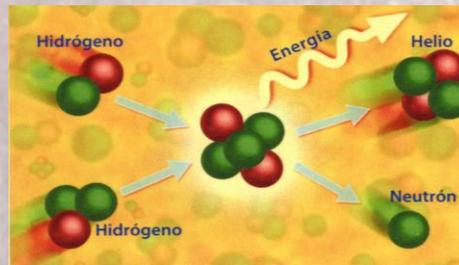


En enero de 1990 el satélite COBE encontró la primera evidencia de pequeñas variaciones en esta radiación. ¿Por qué son tan importantes las inhomogeneidades? Porque representan las "semillas" de las actuales galaxias.

En la fotografía obtenida en 2003 por la sonda WMAP, los distintos colores indican las imprescindibles diferencias de densidad del universo primitivo.

El origen de los elementos

En las estrellas se fabrican los elementos. Por ejemplo, cada segundo el Sol crea 695 millones de toneladas de helio a partir de hidrógeno. Veamos como



Los núcleos de hidrógeno contienen un protón (carga positiva). Por repulsión, los núcleos se mantienen lejos unos de otros. Pero en una estrella hay una temperatura tan alta que los átomos de hidrógeno se mueven a unos 1000 km/s y al chocar

vencen la repulsión y se fusionan desprendiendo una enorme energía.

Estrellas mayores que el Sol producen carbono, silicio, aluminio o hierro.

El resto de elementos químicos se origina en las explosiones de **supernovas**.



Cuando una estrella muy masiva forma un núcleo de hierro, ya no puede seguir fusionando núcleos para obtener energía. Entonces, trillones de toneladas de materia caen miles de kilómetros hacia su núcleo. Se origina un colapso gravitatorio que provoca una fusión nuclear que genera el resto de los elementos químicos.

La energía producida en esta fusión causa una violenta explosión (supernova)

que lanza al espacio casi toda la masa estelar con los elementos sintetizados

En la foto vemos a la nebulosa del Cangrejo que es el resto de una explosión supernova observada por los astrónomos chinos en el año 1054.

Historia del universo

| Edad | Temperatura | Acontecimiento |
|--|---|--|
| 1 s | 10000 millones de grados (10^{10} grados) | Partículas subatómicas: e, p, n |
| 3 min | 100 millones de grados (10^8 grados) | Formación de núcleos. Quedan e y luz |
| Cien mil años (10^5 años) | 1000 grados (10^3 grados) | Formación de átomos. Queda luz |
| Mil millones de años (10^9 años) | 15 grados | Forman las primeras estrellas (protogalaxias) |
| 13700 millones años (hoy) | 3 grados | Hay estrellas, galaxias y vida |

