

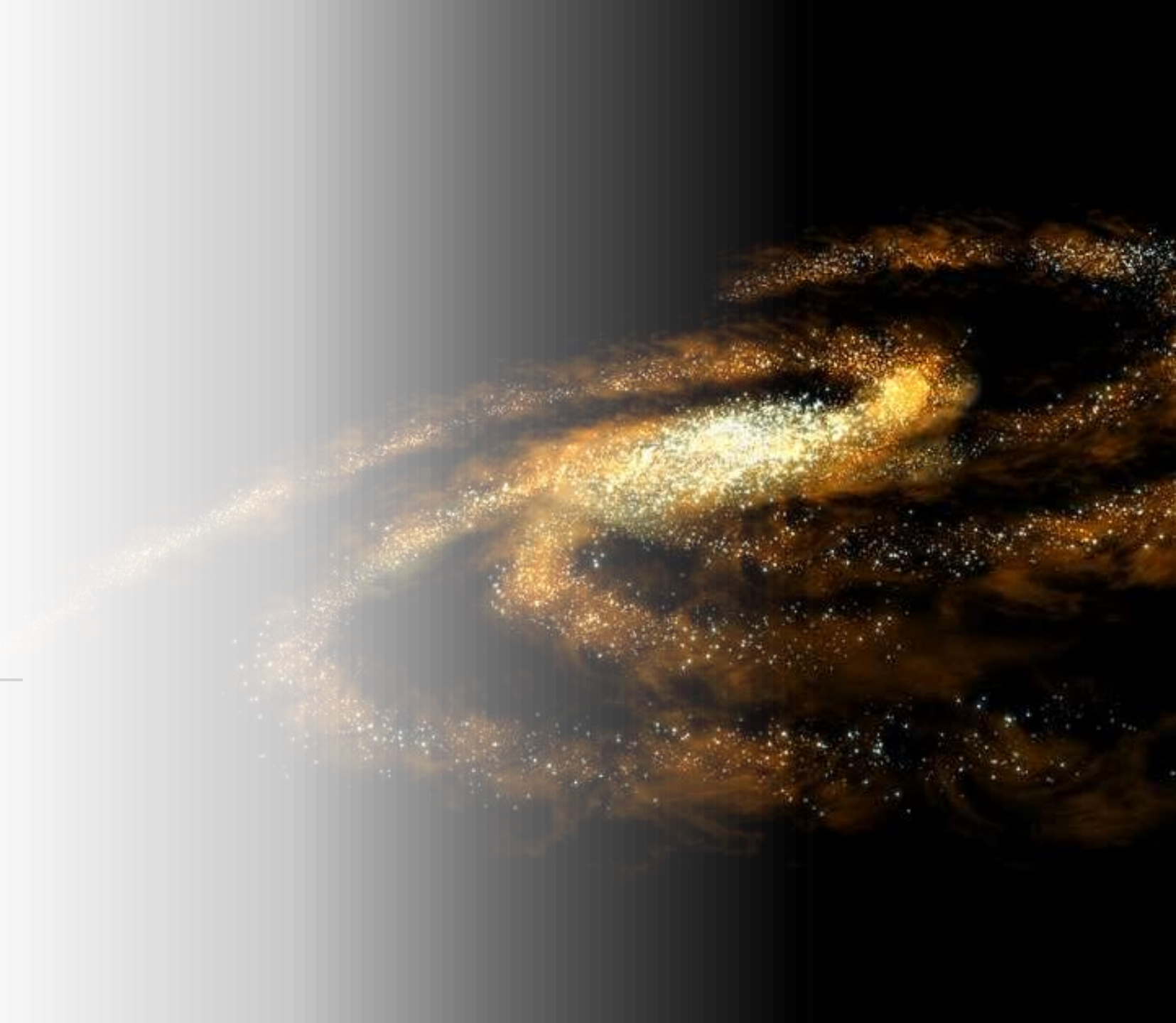
# TEMA 1.2

## La Revolución Cosmológica

---

Antecedentes y desarrollo de la Inteligencia  
Artificial

Grado en Inteligencia Artificial



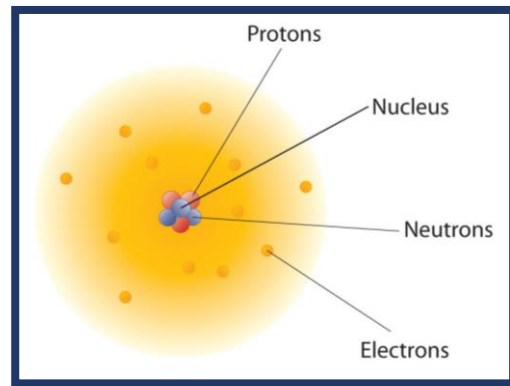
## La Ciencia a partir del Renacimiento (siglos XV – Actualidad)

Con el renacimiento llega la denominada **revolución científica** y con ella se produce el resurgimiento y auge de la gran mayoría de las disciplinas tradicionales (física, química, biología y geología). También se desarrollan otras ramas científicas como las matemáticas, la astronomía o la ingeniería.

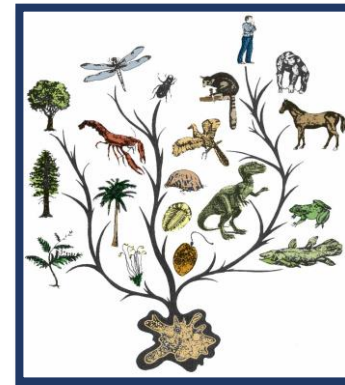
Para poder abarcar y estudiar de forma estructurada los principales avances científicos y el desarrollo de las distintas disciplinas, vamos a estudiar la historia de la ciencia abarcando las grandes teorías que han moldeado nuestro conocimiento sobre el mundo. Para ello vamos a centrarnos en las siguientes disciplinas:



**COSMOLOGÍA**



**TEORÍA ATÓMICA**



**TEORÍAS EVOLUTIVAS**

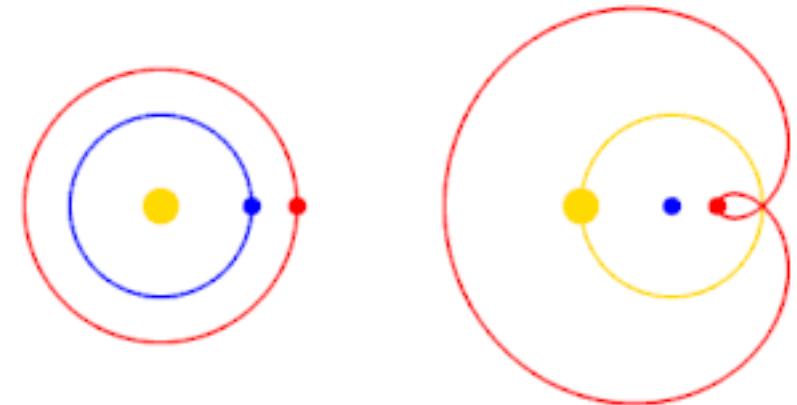
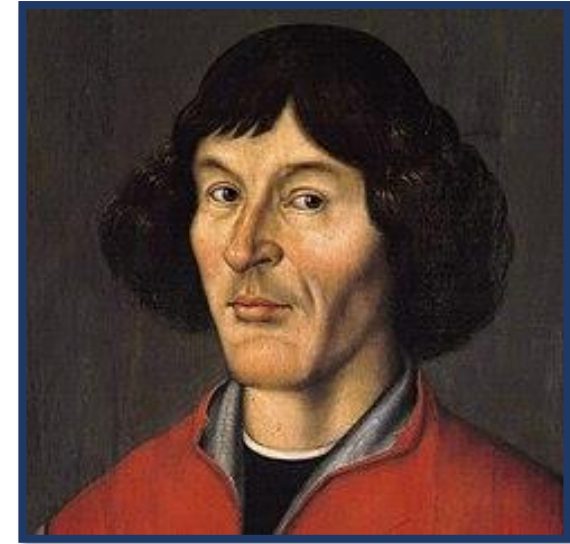


**EVOLUCIÓN TIERRA**

## La Revolución Cosmológica

### Copérnico (1473 – 1543 d.C.)

Durante más de 15 siglos se había mantenido la idea de un universo geocéntrico, con la Tierra en el centro de todo. El **modelo Ptolemaico** requería de una serie de movimientos retrógrados (**epiciclos, deferentes y ecuantas**) para poder explicar el movimiento de los astros en el cielo nocturno. La llegada de Copérnico y el denominado **giro Copernicano** supusieron un cambio hacia un modelo menos enrevesado que solo implicaba un cambio de paradigma: **poner al Sol en el centro** del sistema y dejar a la Tierra por fin en un segundo plano.



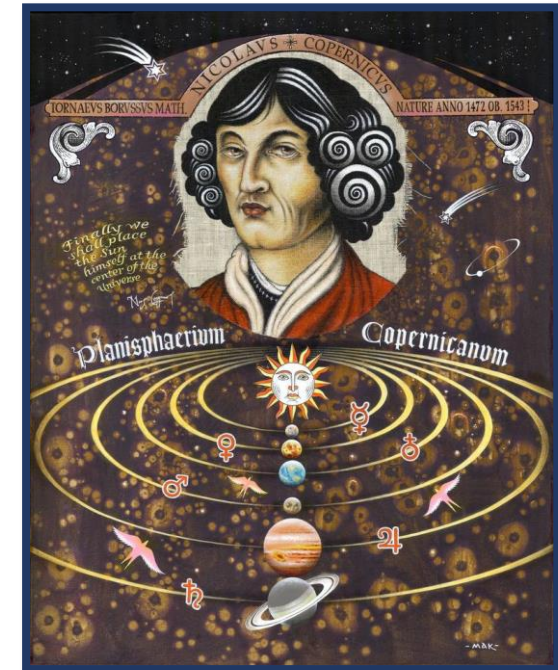
## La Revolución Cosmológica

### Copérnico (1473 – 1543 d.C.)

Copérnico es considerado como el **fundador de la astronomía moderna**, proporcionando las bases que permitieron a **Newton** culminar la revolución astronómica, al pasar de un cosmos **geocéntrico** a un universo **heliocéntrico** y cambiando irreversiblemente la visión del Cosmos que había prevalecido hasta entonces.

#### Principales aportes:

1. Dió lugar a la reforma del calendario de 1582 (Gregorio XIII)
2. Propone el sistema heliocéntrico.
3. Resuelve:
  - ✓ Movimiento diurno hacia el oeste de las estrellas, Sol, Luna y planetas.
  - ✓ Movimiento anual del Sol hacia el Este.
  - ✓ Retrogradación de los planetas.

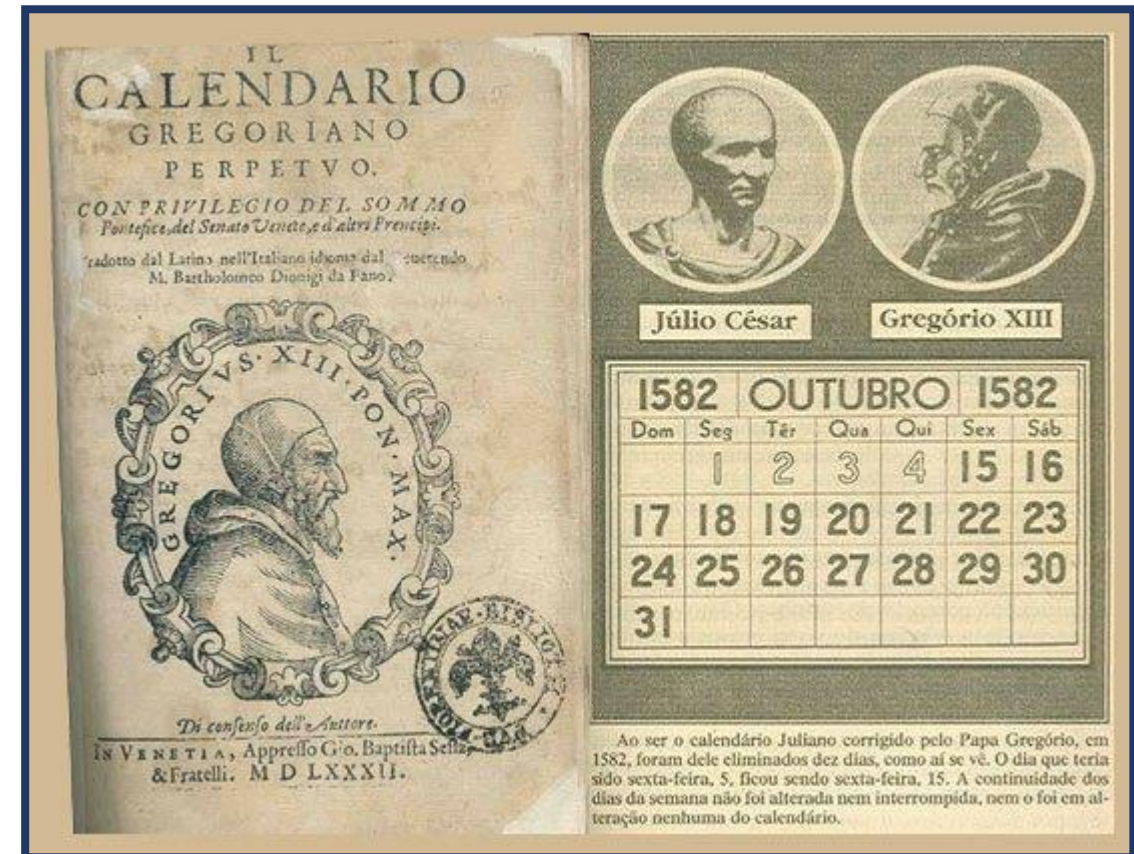




## La Revolución Cosmológica

### Calendario Juliano y Gregoriano

Gracias al nuevo modelo heliocéntrico propuesto por Copérnico se pudo realizar un ajuste más preciso de la duración del año. Esto motivó entre otras cosas la **reforma del calendario Juliano**, que se había utilizado hasta entonces, y que fue sustituido por el **calendario Gregoriano de 1582** promulgado por el Papa Gregorio XIII (aunque motivado por Felipe II que quería extenderlo por todo su imperio).



El año 1582 tuvo tan solo 21 días en el mes de octubre para compensar las pérdidas que había provocado el calendario Juliano tras más de 1500 años

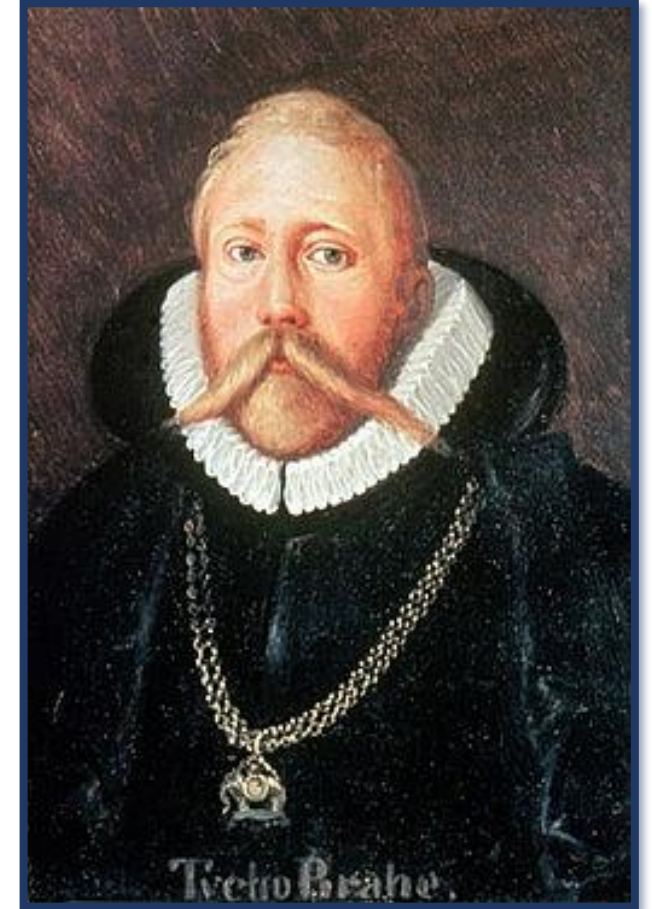
## La Revolución Cosmológica

### Tycho Brahe (1546-1601 d.C.)

Se le reconoce como el observador astronómico más meticuloso de su tiempo. Brahe se dispuso a resolver el problema astronómico más apremiante de la época: *determinar si era la Tierra o era el Sol el que estaba en el centro del Sistema Solar.*

#### Principales aportes:

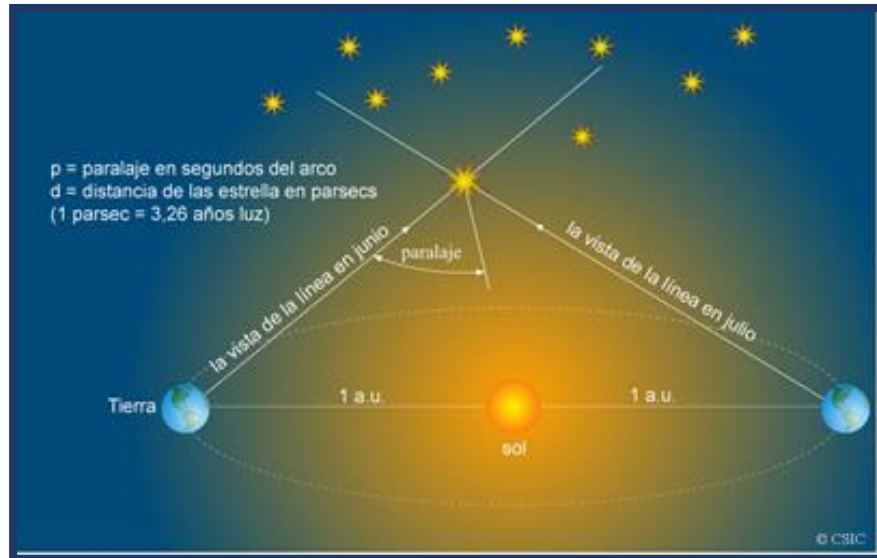
1. Diseño de nuevos **instrumentos ópticos**.
2. Descripción de un **catálogo estelar** de más de 1000 estrellas.
3. Mediante el método del **paralaje** describe el movimiento de astros cercanos.
4. Describe el fenómeno de la **refracción de la luz**.
5. Encontró que los **cometas** se mueven entre las órbitas de los planetas.



## La Revolución Cosmológica

### Tycho Brahe y el método del paralaje

El **método del paralaje** sirve para **medir la distancia a la que se encuentran las estrellas**. Consiste en determinar el ángulo que forman las visuales con que se ve un objeto, una estrella en este caso, desde dos posiciones distantes, por ejemplo desde dos puntos diferentes de la órbita de la Tierra en torno al Sol. **Si el objeto observado está suficientemente cerca** (por ejemplo Marte) **se puede determinar toda su trayectoria con gran precisión**. En cambio, si el objeto está muy lejos, el paralaje es muy pequeño. Esto es, justamente, lo que **les pasó a los griegos con las estrellas**. Como estaban mucho más lejos de lo que ellos creían, su paralaje era tan pequeño que no pudieron detectarlo. Creyeron por ello que eran inmóviles.

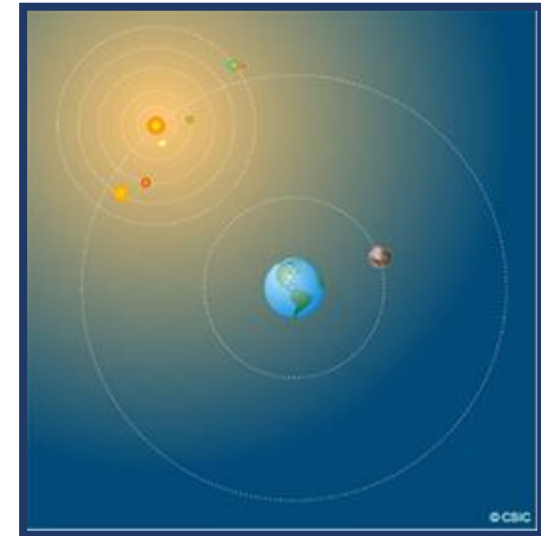
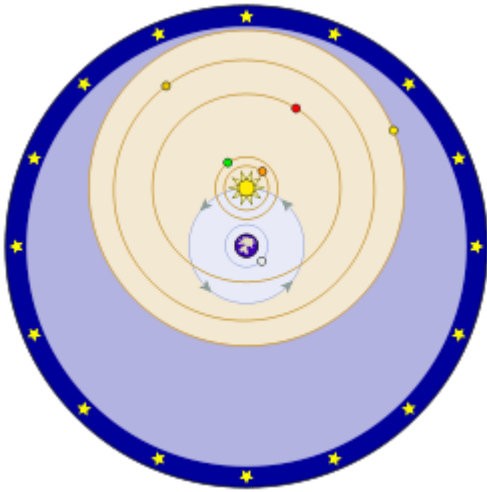




## La Revolución Cosmológica

### Tycho Brahe y el método del paralaje

El sistema del Universo que presenta Tycho Brahe es una transición entre la **teoría geocéntrica de Ptolomeo** y la **teoría heliocéntrica de Copérnico**. En la teoría de Tycho, el Sol y la Luna giran alrededor de la Tierra inmóvil, mientras que Marte, Mercurio, Venus, Júpiter y Saturno girarían alrededor del Sol.



*El Modelo **Geoheliocéntrico** fue el último intento de mantener la idea de la Tierra en el centro del Universo.*



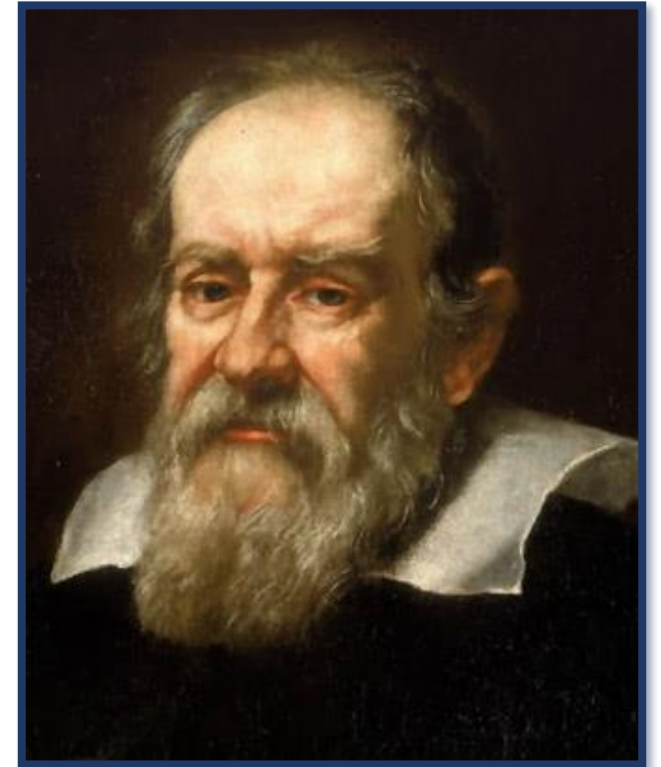
## La Revolución Cosmológica

### El Telescopio y Galileo Galilei (1564-1642)

Después de su escepticismo inicial, adoptó el modelo de Copérnico ya que las evidencias empíricas lo apoyaban.

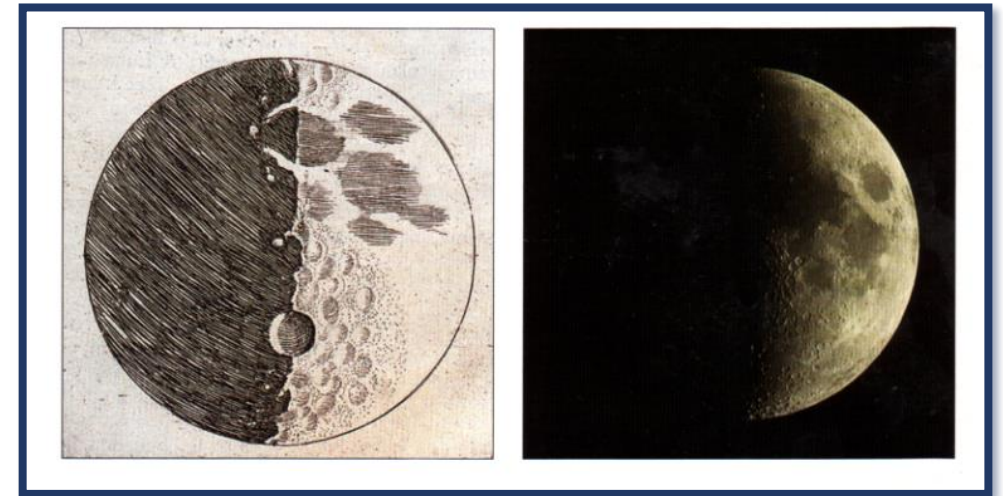
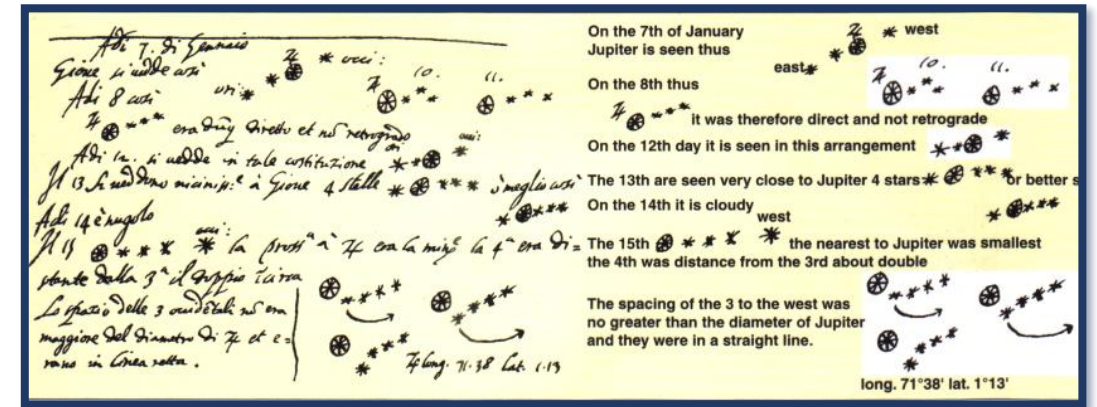
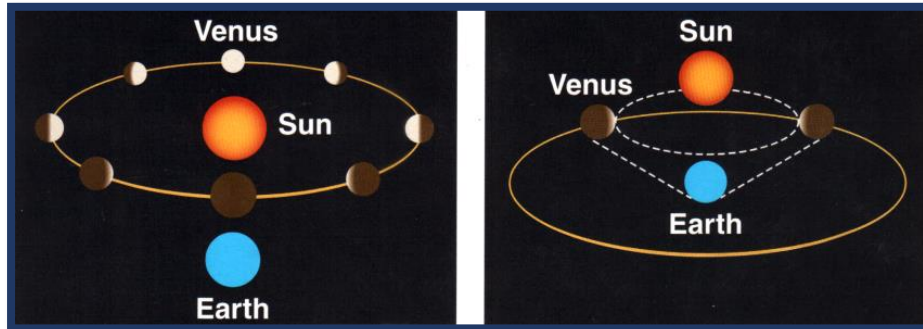
#### Principales aportes:

1. Detectó que la **Vía Láctea** estaba compuesta por numerosas estrellas.
2. En 1609 Galileo había construido **telescopio de veinte aumentos**.
3. Los **cuerpos celestes no son perfectos**: existencia de montañas, valles y cráteres sobre la Luna; manchas solares; anillos de Saturno.
4. La Tierra no es el único centro de rotación: descubre los **cuatro satélites mayores de Júpiter**.
5. Descubre la **fases de Venus**: ésta pasa por el frente y por detrás del Sol (no puede ocurrir si el sistema de Tolomeo fuese correcto).



## La Revolución Cosmológica

### El Telescopio y Galileo Galilei (1564-1642)



## La Revolución Cosmológica

### El Telescopio y Galileo Galilei (1564-1642)



*... Eppur si muove*  
(y sin embargo se mueve)



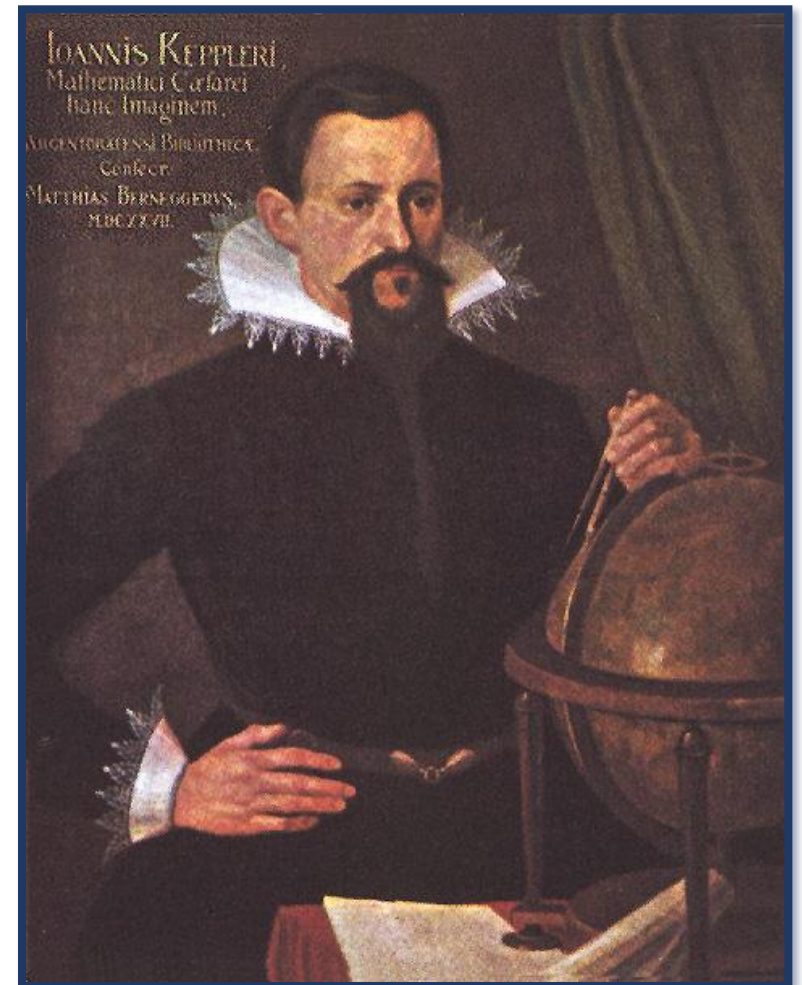
## La Revolución Cosmológica

### Johannes Kepler (1571-1630)

Kepler fue un matemático y astrónomo, colaborador de Tycho Brahe y conocido por sus **leyes sobre el movimiento de los planetas alrededor del Sol**.

A partir de los abundantes datos recogidos por Tycho Brahe y su equipo consiguió deducir que los planetas realizaban órbitas elípticas alrededor del Sol, rescatando una antigua fórmula para la elipse propuesta por **Apolonio de Perge**.

*Kepler no entendió las bases físicas de estas leyes (el sospechaba que surgían debido a que el Sol atraía a los planetas posiblemente a través de un magnetismo).*





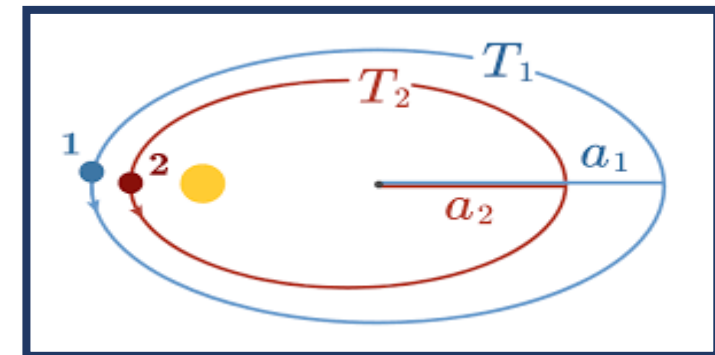
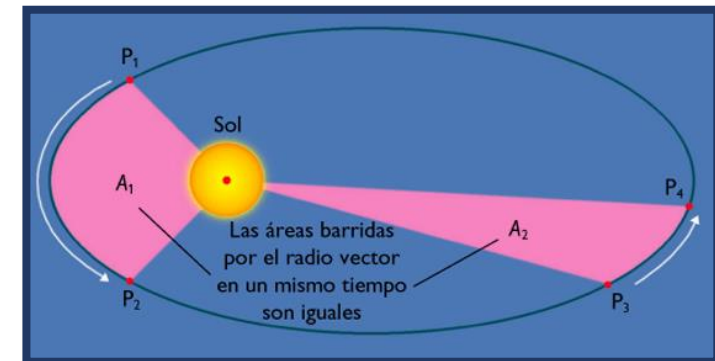
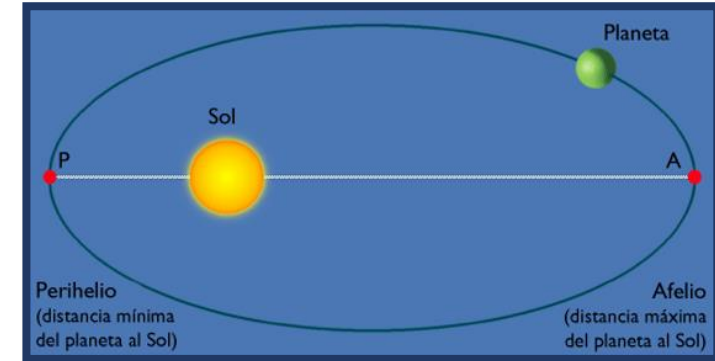
## Johannes Kepler (1571-1630)

**Primera:** Los planetas se mueven en órbitas elípticas, con el Sol en uno de los focos.

**Segunda:** Una línea entre un planeta y el Sol barre áreas iguales de una elipse en tiempos iguales.

**Tercera:** El periodo orbital de un planeta es proporcional a su semieje mayor de acuerdo con la relación  $T^2 \sim a^3$ .

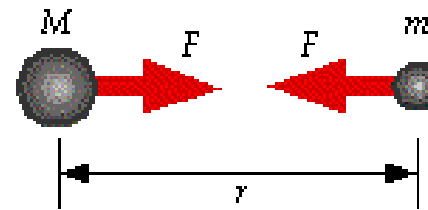
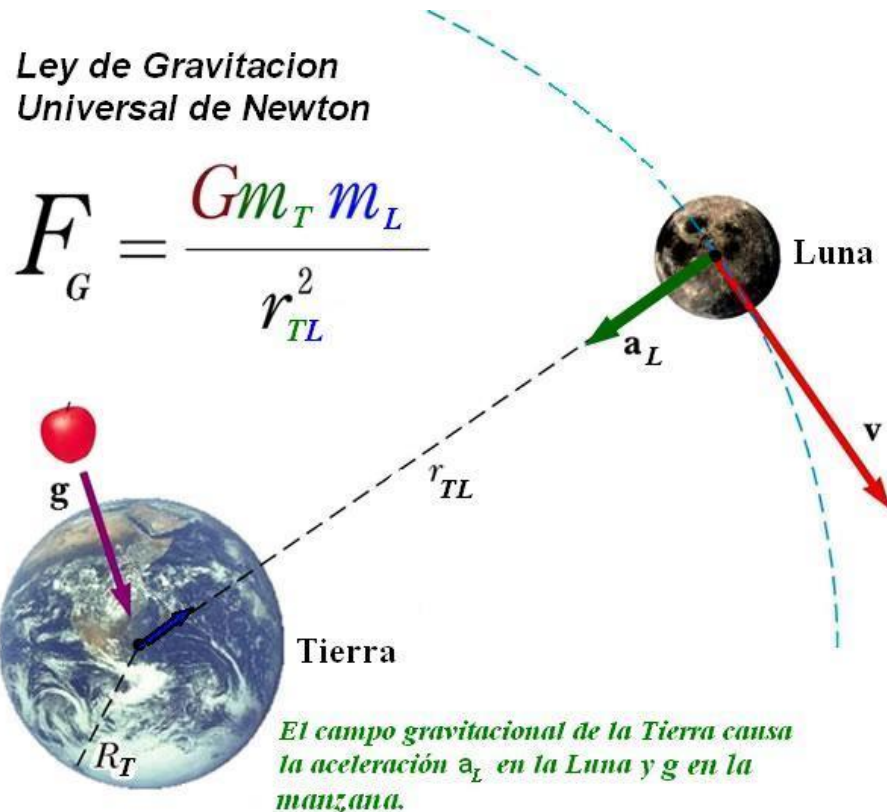
### La Revolución Cosmológica



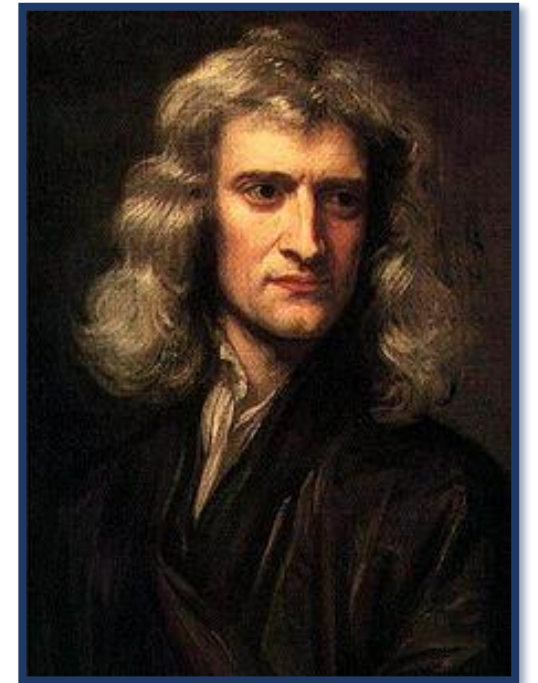
## La Revolución Cosmológica

### Isaac Newton (1642-1727)

Conociendo el comportamiento básico de los planetas a partir de las leyes de Kepler, **Newton** pudo determinar una ley de fuerzas de carácter universal.



$F$  es la fuerza gravitacional  
 $M$  y  $m$  son las masas de los dos objetos  
 $r$  es la separación entre los dos objetos  
 $G$  es la constante de gravitación universal



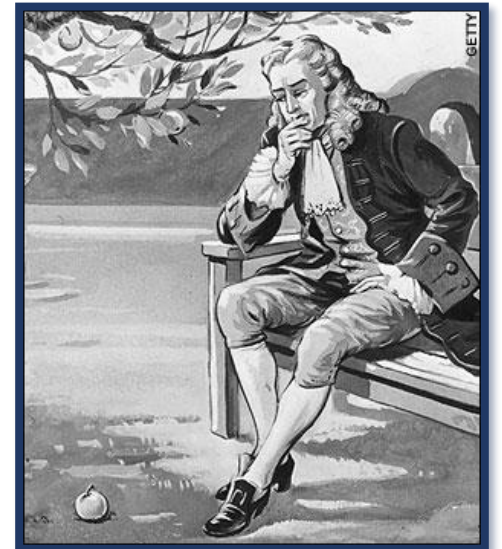
## La Revolución Cosmológica

### Isaac Newton (1642-1727)

La **Ley de la Gravitación Universal** de Newton establece que la fuerza que ejerce una partícula puntual con masa  $M$  sobre otra con masa  $m$  es directamente proporcional al producto de las masas, e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia  $r$  que las separa. **Mediante una única ley matemática explicó los fenómenos físicos más importantes del universo observable** hasta el momento. Unificó la física terrestre y la física celeste bajo el concepto de la gravitación universal.

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

- Describió el **significado físico de las tres leyes de Kepler** sobre el movimiento planetario.
- Resolvió el intrincado problema del **origen de las mareas**.
- Explicó la curiosa e inexplicable observación de Galileo Galilei de que el movimiento de un objeto en **caída libre** es independiente de su peso. David Scott – Martillo y Pluma - Luna    Martillo y Pluma – Cámara de vacío



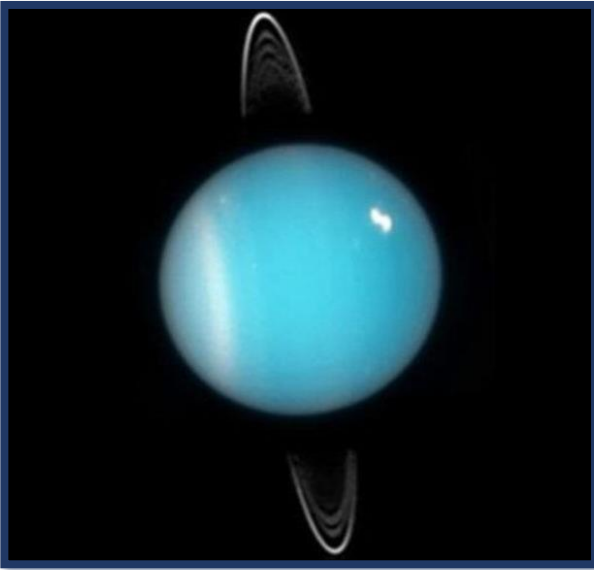
## La Revolución Cosmológica

### Otros descubrimientos de interés...

Durante los siguientes siglos **se descubrieron varios planetas** de maneras diversas. Estos son los descubridores de los planetas que aún no se conocían en el sistema solar en tiempos de Isaac Newton.

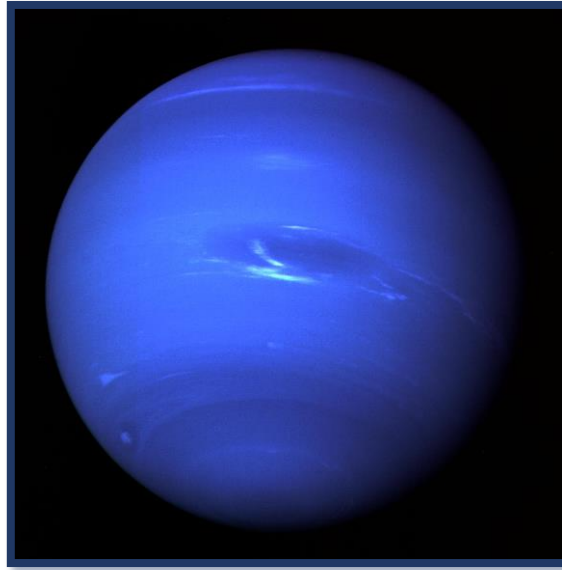
**William Herschel** en 1781:

Urano



**Adams, Le Verrier y Galle** en 1846:

Neptuno



**Clyde William Tombaugh** en 1930:

Plutón (planeta enano)



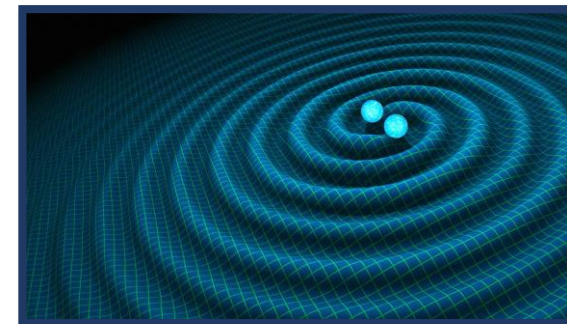
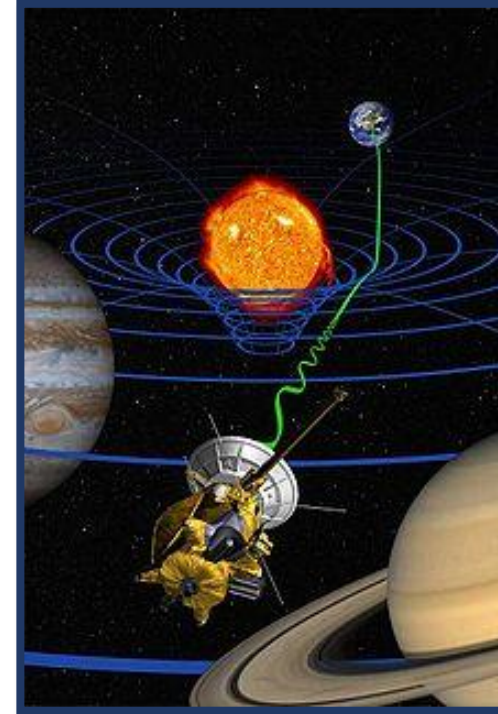


## La Revolución Cosmológica

### Albert Einstein y la Teoría de la relatividad

La Teoría de la **Relatividad Especial** fue publicada en 1905. Lo que postula básicamente es que **la luz viaja a través del espacio vacío a 300 mil kilómetros por segundo** y que nada es capaz de igualar esa velocidad y menos aún superarla. Además, **el espacio y el tiempo no son absolutos**, su percepción es **relativa al observador**.

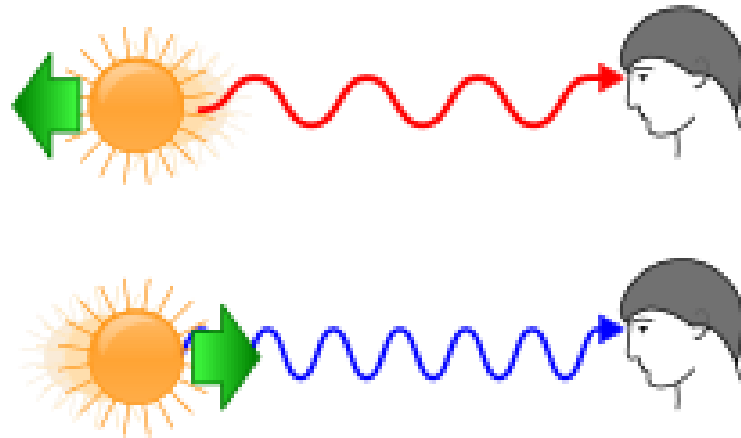
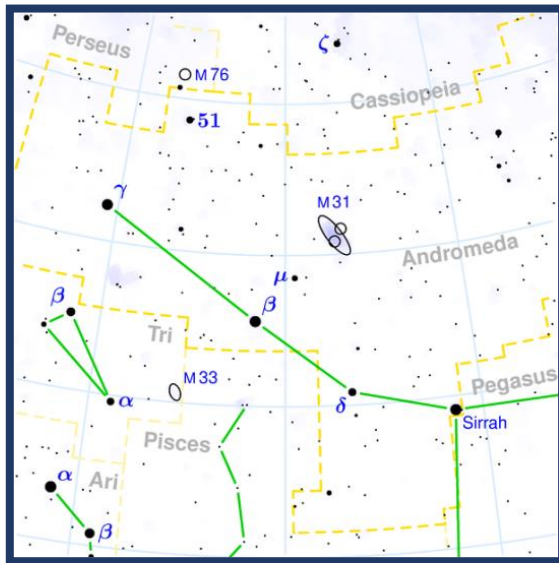
Es la Teoría de la **Relatividad General** la que hizo famoso a Albert Einstein. Publicada en 1915, en ella propone que el **tiempo y el espacio** son dos aspectos de **un mismo tejido**. Además, dijo que los **grandes volúmenes**, como los planetas, **curvan el espacio-tiempo** y que esta curvatura es la **gravedad**.



## La Revolución Cosmológica

### Edwin Hubble (1889-1953) y el observatorio del Monte Wilson

Edwin **Hubble** se incorpora en 1919 al **observatorio de Monte Wilson** (California). Entre 1923 y 1924 descubre que las débiles nebulosas son galaxias y realiza un catálogo de estas. Descubre el “**corrimiento al rojo**” de la luz de las galaxias lejanas y gracias a esto en 1929 establece la “**Ley de Hubble**” según la cual **las galaxias se alejan unas de otras tanto más deprisa cuanto más alejadas se encuentran**.

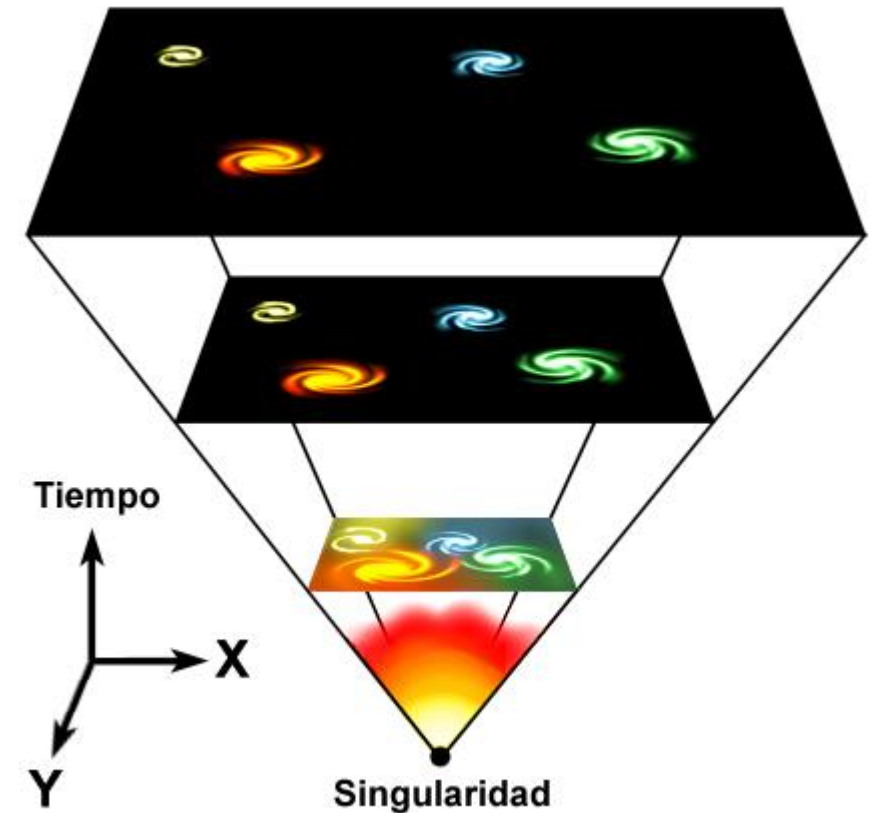


## La Revolución Cosmológica

### Georges Lemaître y la teoría de la expansión del universo. El Big Bang



A partir de los descubrimientos de Hubble, el sacerdote y científico **Lemaître** propuso por primera vez que el **universo estaba en expansión** y por tanto, retrocediendo en el tiempo, debió estar cada vez más unido. Esto dio lugar a la conocida como teoría del **Big Bang** que actualmente cuenta con una enorme variedad de evidencias científicas que parecen confirmar su veracidad.

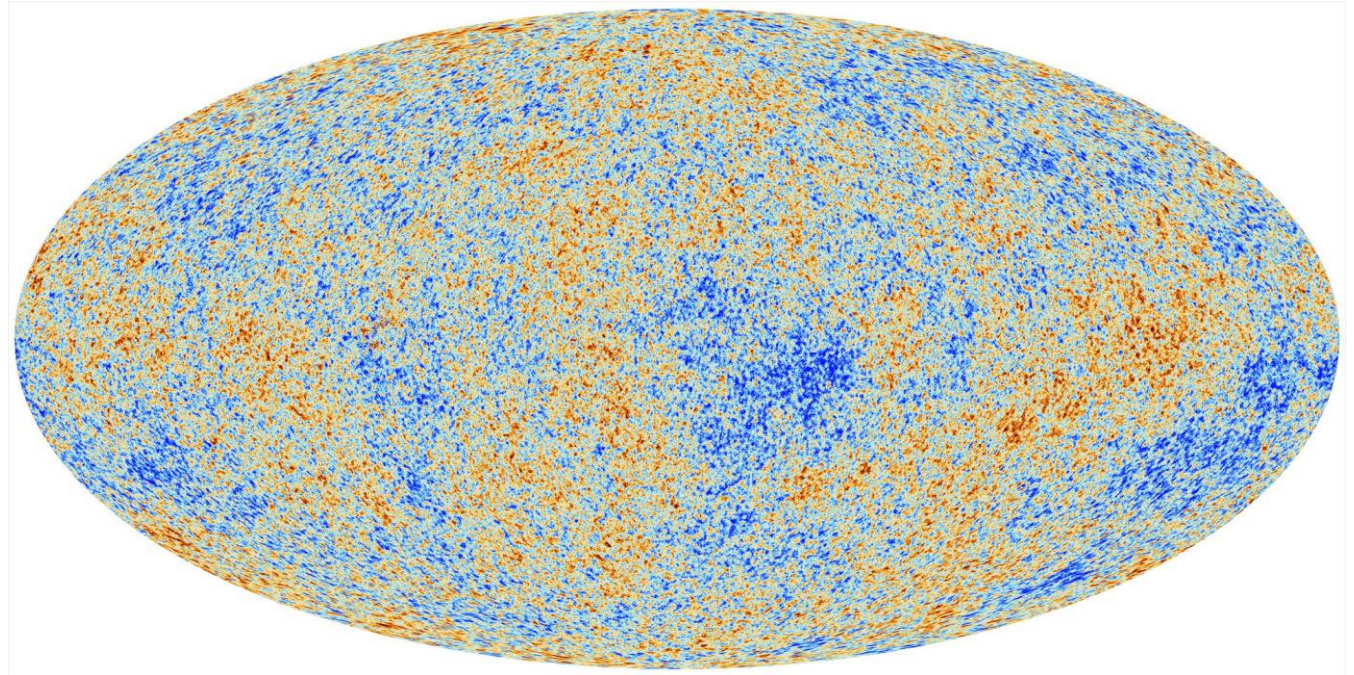
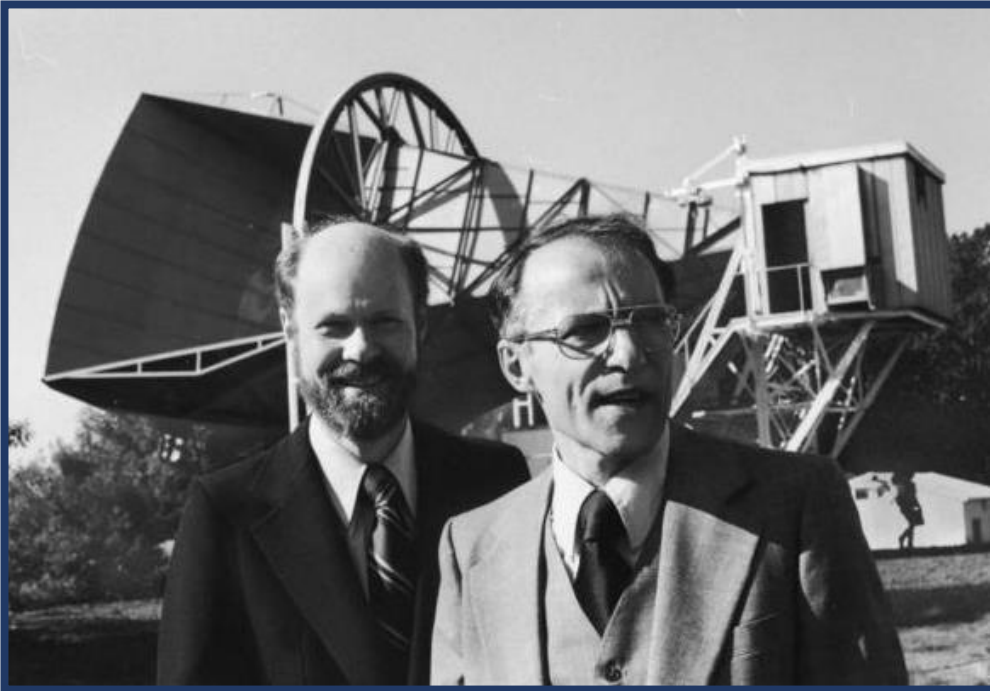




## La Revolución Cosmológica

### Arno Penzias y Robert Woodrow Wilson. El Fondo de Microondas.

Tras varias propuestas sobre la existencia de una **radiación cósmica de fondo de microondas** (CMB), **Penzias y Wilson** descubrieron este fenómeno mientras trabajaban en un nuevo tipo de antena. El CMB (Cosmic Microwave Background) confirmó varios de los supuestos planteados por la Teoría del Big Bang.





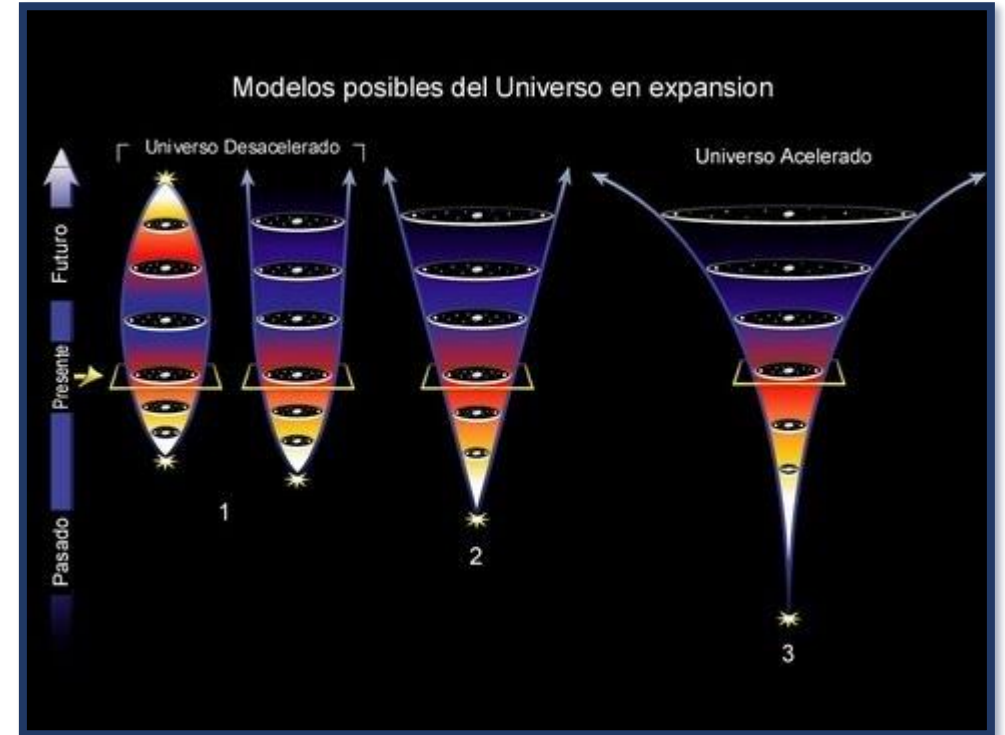
## La Revolución Cosmológica

### Los posibles destinos del universo

Sabemos que el universo comenzó hace unos 13.700 millones de años con el **Big Bang**, sin embargo durante gran parte del siglo XX se discutió sobre cual sería su destino. Aunque originalmente se estudiaron todas las posibilidades (**universo desacelerado, en expansión continua y acelerado**), desde 1998 sabemos que el universo se expande de forma acelerada y que su futuro pasa por el denominado **big rip** o **big freeze** (probablemente el segundo).

### Radiación de Hawking

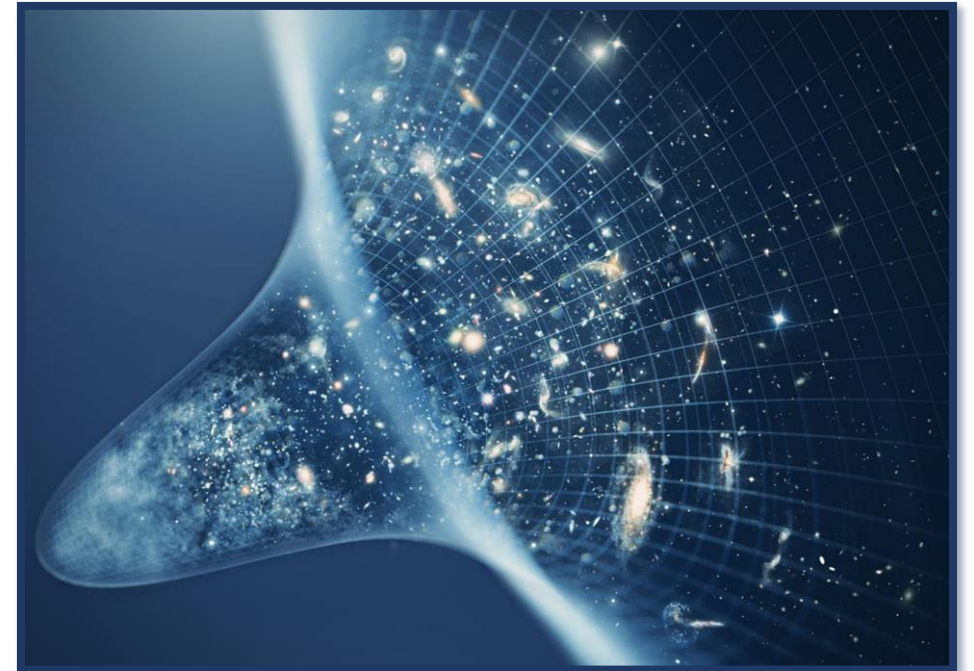
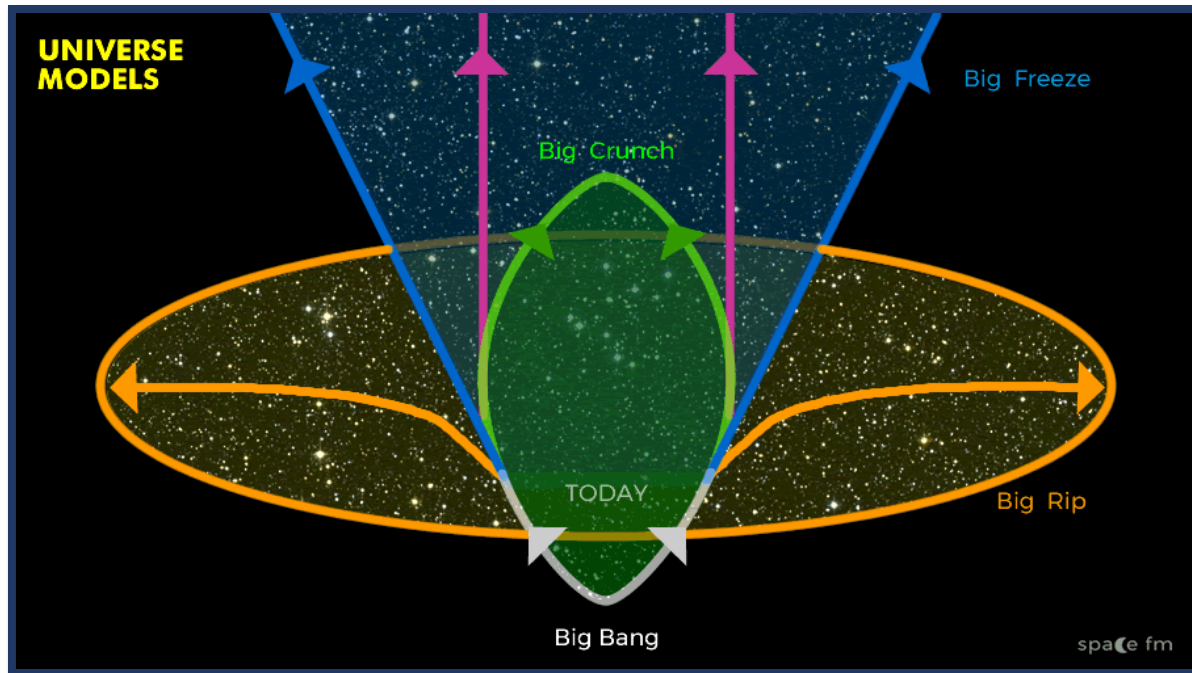
El descubrimiento de que los **agujeros negros emitían radiación** revolucionó su búsqueda. En la actualidad se cree que muchas galaxias suelen tener uno en su centro, incluida la nuestra.



## La Revolución Cosmológica

### El Big Freeze

Es una hipótesis cosmológica sobre el destino final del universo en la que se supone este **se seguirá expandiendo infinitamente**. Está marcada por el **triunfo de la segunda ley de la termodinámica** (irreversibilidad de los fenómenos físicos) y posiblemente acabará con la **muerte térmica del universo**.





## La Revolución Cosmológica

### Agujeros negros y Radiación de Hawking

Un **agujero negro** es una región finita del espacio en cuyo interior posee una **concentración de masa** lo suficientemente elevada como para generar un campo gravitatorio tal, que **ninguna partícula** (ni siquiera la luz) **puede escapar de él**. El descubrimiento de que **los agujeros negros emitían radiación** revolucionó su búsqueda. En la actualidad se cree que muchas galaxias suelen tener uno en su centro, incluida la nuestra.

