

# Apuntes I1

## Paseo por el Universo - AST1004

### Clase 1

Historiadores mas grandes sobre el universo

1. G. Bruno
2. N. Copernico
3. Johannes Keppler
4. Tycho brae → Conceptos del sistema
5. Galileo → Entiende que es lo que esta lejo (telescopio)
6. Isaac Newton → Fisica del Universo

## Diferencia Astronomia vs Astrofisica

- Astronomia : Posiciones en el Cielo
- Astrofisica: Físicas del Cielo

## El cielo Sur

Chile tiene un gran nivel de astronomía → Por su Bello Cielo

Las tomas del cielo observado desde Atacama se notan detalles

Se ve el **Centro de la vía láctea →** (Se pierde dado la contaminación lumínica)

- Atacama no es el único lugar donde hay observatorios

## Geograficamente

- Los desiertos no están al azar: Están muy **cercanos a la linea del ecuador**
- Los desiertos tienen ciertas condiciones
  - Hay partes de los desiertos que sirven y otras que no
  - Chile es un particularmente bueno
  - Esto esta **RELACIONADO CON EL MAR (Corrientes Marinas)**

- Al lado del desierto de Atacama hay una **banda de color celeste**
  - Lo mismo en california, Africa, etc

**Tenemos gran Astronomía → Tenemos un gran desierto → Tenemos un gran Mar**

- **Corriente fria de humbol : Mar Frio → Atrae las Nubes**
- Genera que el territorio tenga condiciones particulares
- Nuestro desierto esta diseñado, como si las nubes se generaran en el oceano, y no ingresen al desierto

Explicacion

- Un mar frio → Evaporación fria, nubes a baja altura
- Eso produce una **perdida de humedad en la zona central**, y se queda solo en las lateras
- **Camanchaca** solo se da en la costa del norte

Cordillera de los andes → Barrera de humedad

Genera un ciclo de decertificacion → El desierto continuamente se seca

Por eso tenemos **CIELOS LIMPIOS**

## Como cuidamos el cielo estrellado

- No - Fuentes de Luz Artificiales :
  - La luz rebota en el suelo, y se va al cielo → **Compite** con las luces del cielos
  - El Sol también seria una especie de contaminacion
  - El cielo es transparente, la contaminación no la produce solo la luz
    - A nivel de radio (tipo de luz de telescopios) se ve interferido por frecuencias de aparatos electronicos
    - Un celular generaría un foco de luz de estadio
- Otras Amenazas:
  - **Satélites** (starlink por ej) → Genera Red 5g zonas del planeta
    - No afectan tanto a la astronomia
- Se intenta regular solamente las posiciones y orbitas
  - Así sabemos que ocurre sobre el cielo (objetos cruzandose al tomar fotos)

## Formas de disminuir contaminación Lumínca

- Evitar focos que iluminen hacia el cielo, sino hacia el suelo

## Astronomia en Chile

Cielo Despejado + Cielo estable (poca turbulencia)

→ Por eso se ubicaron muchos observatorios astronómicos aquí

Cuales son los profesionales: 2 zonas del desierto de atacama

Norte : Antofagasta

Sur: Coquimbo

REGION ATACAMA:

Observatorio

- **Alma y Paranal**
- Telescopio infrarojo mas grande del mundo (sigue construyendose...)
  **Extremely Large Telescope (ELT) 40 m de diametro**

## Cerro paranal

Es EURPEO: +20 paise que aportan

Domina parte costera del desierto

- 4 Telescopios gigantes
- Telescopio gemelos de 8 metros de espejo
- Simula un telescopio de 100m de diametro
- Varios telescopios se mueven al son, con los cuales se pueden ver lugares de manera mas nítida

## Observatorio Alma

Es EEUU Europa y Japon

Puede ver objetos muy distantes y fenomenos muy Energeticos:

- Como un agujero Negro

- Alma esta compuesto por 66 antenas, pero no generalmente todas trabajan a la vez (es lo comun)
- Pueden trabajar por separados, generalmente de 2 a 3 grupos
- Para observar el agujero negro, se tuvo que utilizar **TODO** EL ARSENAL

## Observatorios Historicos

- **Cerro Tololo** : Tiene una de las camaras mas avanzadas
  - La usamos para entender energia oscura
  - Es un monstruo, sigue vigente luego de tanto tiempo
- **La silla**
  - Montaña con el telescropio en la cima
  - Es muy **antiguo**, sin embargo, busca **PLANETAS**, fuera de nuestro sistema solar
  - también calcula datos sobre aquellos planetas.
- **Las campanas**
- **Gemini**
  - Es un telescopio increíble
    - 8 metros de diametro
    - Desde su parte central arranca uno de los **laseres** mas potentes
  - Gemelo del hemisferio norte (**hawai**)
  - En conjunto exploran el cielo completo: ambos Hemisferios
    - Ilumina una capa a 40 km sobre el telescopio
    - Genera una **ESTRELLA ARTIFICIAL** con la que se mejora la calidad de las fotos

# Clase 2

# Astronomía en Chile: Pasado y Futuro

## Ubicación de Telescopios

Cuales son los mejores sitios?

- Son los que se encuentran en zonas tropicales cercano a la linea del ecuador
  - Cielos claros,
  - Sin Nubes,
  - Estables
  - Sin contaminacion luminica

## Estabilidad

Si uno mira en la misma linea, pero en el par argentino, **no tiene la misma estabilidad**

- Titilar: **Estrella moviendose**
  - No es que la estrella se mueva → Es la atmosfera!
  - Cambios de temperatura bruscos hacen titilar
  - El cielo del norte es estable : **NO TITILA**

*"Hawaii no tiene corriente fría que produce bajas nubes, pero esta construido sobre una cima tan alta, que pasa sobre las nubes"*

## Chile

Casi **40% de Capacidad Mundial de observacion →** EN CHILE!

- Proximamente **60%**

Donde estan los primeros observatorios → **VALPARAISO**

- Ciudad Puerto → Muchas conexiones a lugares del mundo
- ¿Como nace la necesidad de la astronomia? En Chile: Medir el tiempo

## Juan Mouat : Medir el Tiempo

- Mide el tiempo para darle la info a los barcos, y sincronizar operaciones
- Tratará de registrar el tiempo en Valpo
- En su casa (casa cokran), en c**erro cordillera**

> ¿Como Calculó la hora?:
> Mirar el paso de la estrella →
> En que momento pasa la misma estrella en la misma posicion

- Determina el meridiano de Valpo : **COORDENADAS**
  - Linea virtual que coordina el norte centro y sur
  - Con esta info, el instalo una **BOLA DE TIEMPO**
  - Todos los dias a la 1 de la tarde, la bola baja

## James Gillis

- Llega con la necesitaban medir la distancia al sol
- Buscaban Oposicion Orbital !

- **OPOSICION ORBITAL**
  - Oposición orbital ocurre cuando **:**
    - **Un planeta Exterior (como Marte, Júpiter, Saturno, etc.)**
    - **Se encuentra en el lado opuesto de la Tierra con respecto al Sol**.

## Cerro Santa Lucia: 1849

- El cerro Santa lucia fue el mejor lugar
  - en ese momento a fueras de la ciudad
- La función de observar objetos del sistema solar desde Santiago
- La misión no resulto !
- dado que habia que buscar estos datos desde varios lugares del mundo → No coincidian
- El estado, les compra el observatorio y funda
  - **OAN(Observatorio astronomico Nacional)**

## Problema Fisico del Cerro Santa Lucia

Chile tiene mucha Osilacion Termica: Dilata las rocas del cerro y lo hace moverse : Problema para los telescopios

→ Se van a

## Quinta Normal (Era campo en ese momento)

- Desde aqui (OAN en quinta normal) nace la **METEOROLOGIA en Chile**
- Pero la ciudad empieza a crecer → Necesitan moverse

## Cerro San Cristobal: 1903 LIC

Van a hacer uno de los Primeros centros de **ASTROFISICA**

- Recordar que astrofisica: fisica de planetas // y astronomia: Posiciones
- Estudiaran el movimiento de el SOL



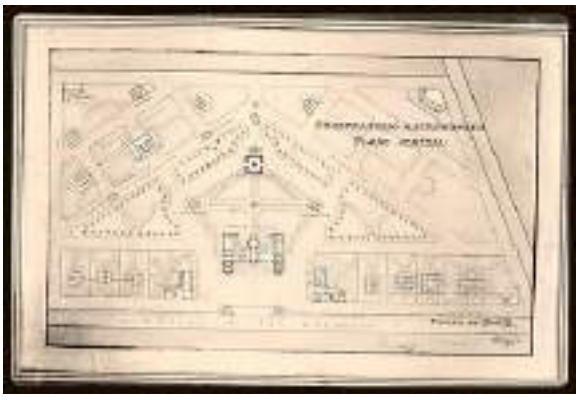



Telescopio de ESPEJO: 1m de Diametro

- Luego esto, va a ser comprado por **Manuel Foster**
- estuvo tomando datos hasta los 80 (a pesar del crecimiento de la ciudad )
- Sigue estando ahi, pero ya no toma datos

### Migra el proyecto de Quinta Normal a El Bosque (metro Observatorio)

- en 1913 - Hoy todo esto es de la fuerza area (no quedaron restos)
- Era el proyecto **MAS GRANDE** del Estado hasta ese momento






### PERO

- **MUERE** el presidente
- Se alcanza a construir el **GRAN ECUATORIAL** y poco de alrededores

## Cerro Calan

Proyecto migra ahora a **Las Condes**

- 1956 por Federico Rutllant : Directorio del proyecto
- Todo lo que estuvo en el Bosque (Domo incluido)
- **Se traslada** y se trae al Cerro

## Federico Rutllant

Necesitamos buscar otros lugares en el pais para desarollar astronomia

- Es el **ENCARGADO de Abrirse al mundo**
- Va a EEUU, les presenta a Chile tratando de vender la idea de que se vengan

Se crea el **CERRO TOLOLO y la SILLA en COQUIMBO**

## Futuros Proyectos

**(ELT) 40 m de diametro :** en un domo de 80 metros de altura: Va a revolucionar la astronomía!:

  - https://www.chile.gob.cl/chile/blog/todos/home/chile-albergara-telescopio-mas-grande-del-mundo
- El observatorio Rubin : En 1 Mes
  - Nos entregara mas información del universo: De lo que tenemos desde galileo a la actualidad

# Clase 3

11/8/2025

La medida del tiempo nace al **tener regularidad** (periodicidad)→ Podemos predecir

## El sol

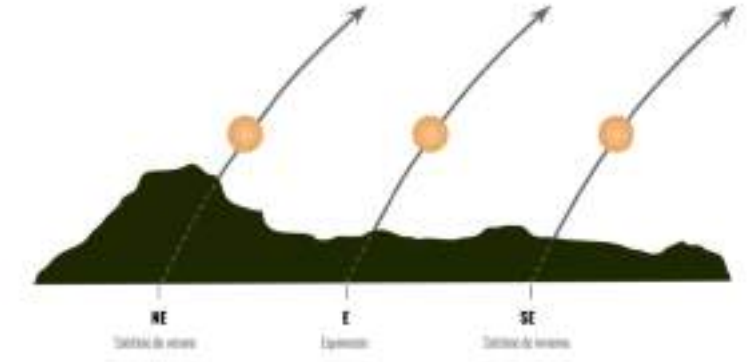
1. Sale por el **Este** - Se pone en el **Oeste**
2. Sigue un camino estable: Arma un arco llamado **ECLIPTICA**

1. El sol sale y se pone por **diferentes posiciones: Segun época del año**
    - Hay un limite para ese movimiento del sol (no se va mas al norte ni mas al sur desde el punto)
    - No sale siempre desde el mismo lugar
    - Hay 3 momentos en el año
        - Invierno: Sale un poco mas al norte (respecto del este)
        - Primavera y Otoño: Exactamente por el punto cardinal este
        - Verano: sale mas al sur respecto al punto cardinal



Como esto se repite

- Antiguamente con esto se trataba de medir el tiempo:
    - Cuanto falta para el solsticio? , cuanto falta para el equinoccio?
- Medimos temporalidad Anual → **Marcamos posiciones**
- Equinoccio: Entremedio del solsticio de verano y de invierno

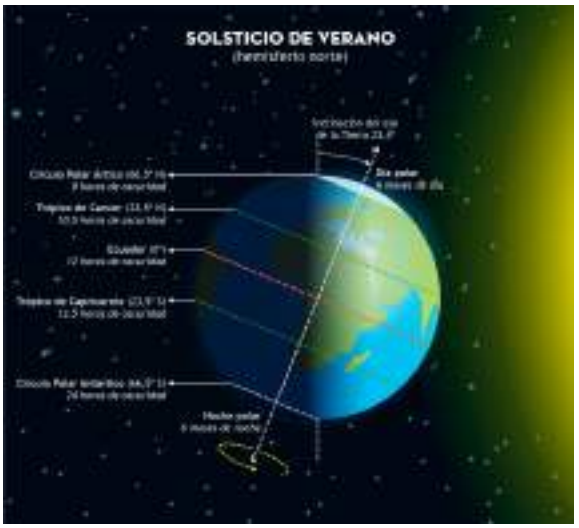



Esto ocurre dado a el **GRADO DE INCLINACION** en el que la tierra rota sobre su eje

## Grado inclinación

Dado la inclinación de la Tierra: 23,5°

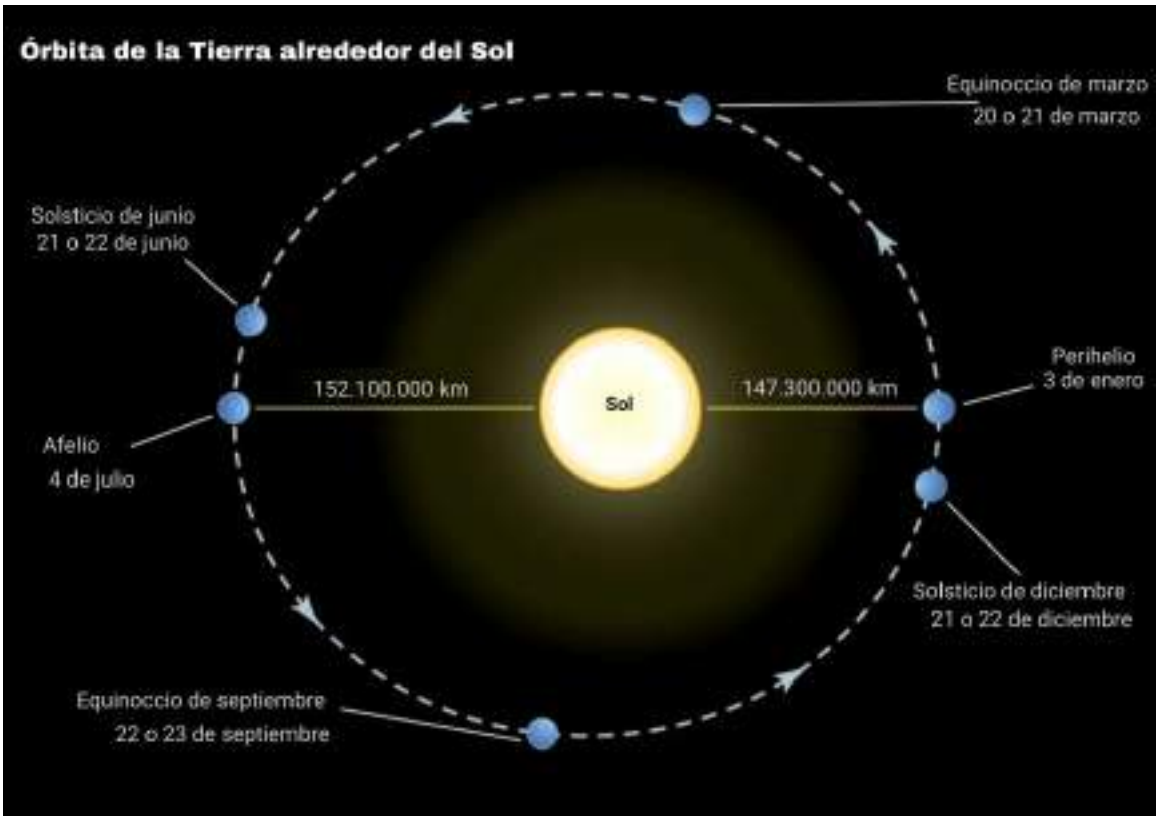
- Dado que rota sobre su eje: El sol aparece por el día
- Por eso sale 23,5° mas al **norte o mas al sur** del punto este




## Rotacion y Traslacion

- La Tierra rota sobre su eje (inclinado 23.5°)
- La orbita de la tierra (traslación con respecto al Sol) : Es una elipse

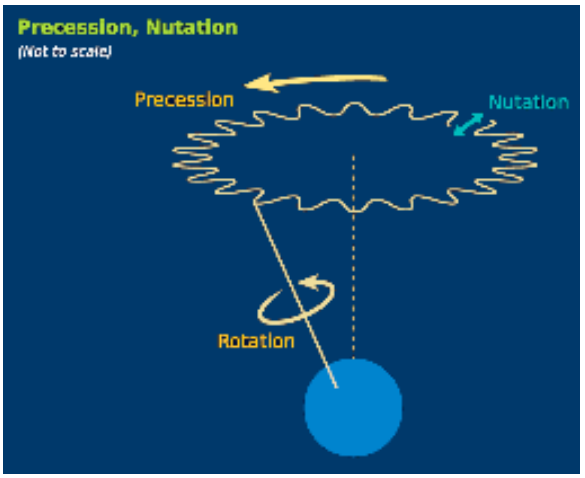
    - de muy **Baja Excentricidad** → No tan apretada → **Muy Circular**
- Las estaciones no se dan entonces por estar mas cerca o mas lejos del sol !
- Estan relacionados a la inclinación de la tierra, hace variar la energia recibida por el sol
    - Genera zonas con mas temperaturas que otras: Cambian cada 3 meses




- El angulo de inclinacion, siempre apunta a un punto en el espacio, no es como que va transladandose y el angulo cambie siempre
- Cambia: Pero en un tiempo demasiado grande → **PRESECIÓN**

**NUTACION:**

- Oscilación periódica del eje de la Tierra, causada principalmente por la atracción lunar.
- **Nutacion**: Cada 19 años
- **Precision**: Cada 26.000 años → Gracias a esto la tierra apunta a distintas posiciones a lo largo del tiempo




El cielo estrellado que vemos, cambia a lo largo del tiempo

- Constelaciones Zodiacales:
  - Conjunto de estrellas, ubicadas en la linea del sol
  - Este marco de constelaciones fue uno de los primeros calendarios que tuvimos

## Constelaciones

Grupo de estrellas que nos daran **regularidad**

- Las constelaciones van variando : Hoy son 13 y son un sistema de medición del tiempo




Dado que la Tierra es redonda, solo podemos ver **medio** cielo por noche

- Cada **mes** se ve una constelación distinta

En 2000 años atras:

- El cielo completo era distinto, por lo tanto el mes tenia una constelación zodiacal distinta!
- Ocutbre era libra (hace 2000 años) → Hoy es virgo

# La Luna

Existen ciclos de la Luna mas estable que del sol

- Por eso algunos median el tiempo con la Luna

1. **FASES**




## La luna llena

Solo se puede ver de noche: De día se puede ver la Luna, **pero nunca llena**

Pero solo la zona oscura puede ver la luna llena

## Cuarto Creciente

Se puede ver de noche y de dia



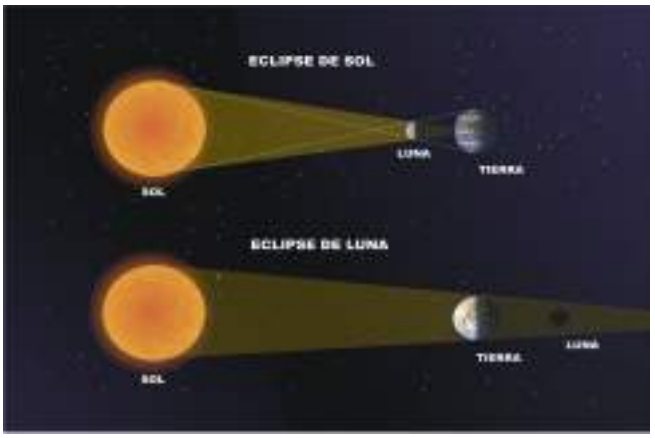

# Eclipses

Solo se produce cuando

- la luna se interpone en la ruta entre el sol y la tierra

### Eclipse de Sol

- La luna se interpone entre el sol y la tierra, dandole sombra a una parte de la tierra y penumbra a otra




### Eclipse de Luna

- La luna pasa dentro de la sombra de la Tierra
- Tiene un tinte rojizo: **Luna de sangre**
- Se tiñe por el color de nuestra sombra: Atmosfera

# Clase 4

### ¿Como conocemos el Universo?

- A partir de la Observación
  - Generamos Ideas
    - Generamos **Modelos**

La repetición nos hace pensar en como podemos entender esos fenómenos

### Formas de Generar Conocimiento

- Por inducción
- Por experimentación
- Por deducción

En conjunto son herramientas de la ciencia moderna

Experimento de la pluma y el martillo: ¿Que cae primero?

- Las plumas son livianas
- Martillos son pesados
- La pluma cae mas lento porque es mas liviano

## Metodo Cientifico

- Conceptualiza el problema, busca todas las variables y hace experimentación cambiando esas variables
  - Cambiemos la forma de la pluma, el angulo, ...

  ¿Que pasa si se experimenta en el Vacío?

## Modelo Aristotelico

Las **características** de los objetos condicionan su movimiento

- Fundamentos: Cada cosa tiene su posicion preferida por **naturaleza**
- “Si yo suelto una piedra → Cae al suelo porque le es natural estar ahi”

Propone que la velocidad de caída de dos objetos idénticos es proporcional a sus pesos!!!

## Metodo Cientifico: Galileo

- Plantea sistemáticamente el experimento de tirar 2 objetos (desde la torre de pizza)

- Las balas llegan al suelo al mismo tiempo
- “La velocidad entonces **no esta relacionado al peso”**

Tiempo despues:

Experimento en la Luna → 1971 Apolo 15

- Ambos caen a la vez (la pluma y el martillo)
- **Si aislamos la variable del aire**, sigue estando el mismo patron
- no hay atmosfera!!

## Metodo Cientifico

- Formulación de una idea
- Experimentación
- Observación
- Formulación de Hlpotesis
- Experimentación
- Modificación del Experimento
- Verificación o refutación de la hipótesis
  - El método científico de base: Requiere estar dispuesto a cambiar las ideas que teníamos

La Astronomía → No tiene laboratiorios: No tiene acceso directo a experimentación

Donde se realizan experimentos ? : En la tierra

Aplican herramientas de la física

Aplican herramientas de estadística

Para trasladarla a esta materia

## Experimentación en la Astronomía

- Requiere Observación Sistemática de fenómenos visibles
- En un comienzo, nuestras ideas de universo → Lo que vemos sobre nuestras cabezas
- Vemos puntos de luz, que cambian de posición en el tiempo : **Planetas**
    - Esa observación las diferencia de las estrellas

Planeta: **ERRANTE** en GRIEGO

- En ese momento: No tenemos telescopios : Solo son puntos brillantes.

# Visiones Sin telescopio

## Vision Ptolomeo:

- **Geocentrica**
    - La tierra es el centro, y todo lo demas gira en torno

## Vision Copernicana:

- **Heliocéntrica**
    - La tierra no es el centro, si no que el Sol.

## Esfericidad de la Tierra?

- No se sabia si era plana o esferica
    - Recien a 20km de altura se logra ver la esfericidad
    - Aviones vuelan a 10km de altura!

Tierra plana? → En muchas culturas

- Cultura Indu → Tambien planteaba que era un plano (sobre una 🦕)

## Pruebas de Tierra Esferica

- Pruebas inmediatas:
    1. Barcos que se alejan en el mar → Donde van a parar?
    2. Eclipses de Luna
    3. Satelites artificiales
    4. Fotografias directas

## Evidencias en Contra

- El largo de las sombras!!! (dependiendo de donde estas)
    - Si no hubiese curvatura
    - Todas las sombras que da el sol, serian iguales
- Fuerza de Coriolis: determina el movimiento de los **Huracanes**
    - El giro de los huracanes depende del hemisferio

## Eratostenes

- Medicion del radio de curvatura
- Ve que un pozo en cierta fecha, el sol alumbraba el fondo del pozo
- Cuando en otro lugar, daba sombra

## Experimento de la Pelota :

- Si ponemos fija la camara , se ve que una peloa lanzada mientras se esta girando sale derecha

- Pero si la camara se mueve con el movimiento, la pelota toma una curvatura!
- Asi explicamos movimientos en la tierra que observamos mientras nos movemos
- Sobre nuestro punto de vista, todo gira sobre nosotros
- Esto cimienta el modelo **GEOCENTRICO!**

## Modelo Geocentrico

- Modelo de Ptolomeo
- La tierra esta **inmovil** en el centro del universo
- El sol, la Luna, los planetas y las estrellas giran al rededor de la tierra
- Los cuerpos celestes se mueven en circulos, siguiendo otra orbita mas grande que rodea la tierra
    - Sin embargo, si vemos el movimiento de los planetas




**MOVIMIENTO RETROGRADO**

Como explicamos ese bucle?

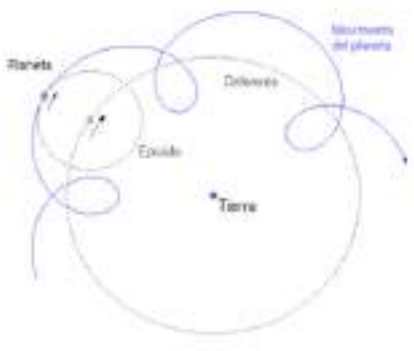
Retrogrado: Es porque se devuelve

- Cambio de sentido en el momento

Los ptolomeicos dijieron que los planetas no se mueven en orbitas

Nace la idea de los **EPICICLOS**

- Esto mantiene a salvo la idea del pensamiento Ptolomeico




Esto nos complico por mucho tiempo, hasta que llego copernico

## Nicolas Copérnico

Publica la Idea de un modelo **HELIOCENTRICO**

- No va a publicar sus postulados si no hasta su muerte
  - (fue considerado hereje por la iglesia)

Propueso que el universo siguen siendo los objetos brillantes que se mueven en torno a la tierra

- Pero ya la Tierra no es el Centro
  - **SINO QUE EL SOL**



**MENCION HONROSA:** Giordano Bruno:

- Intenta entender el objeto que llamamos Universo
- El divulga el **modelo copernicano** y es defensor del pensamiento libre

Sus ideas

- LA tierra gira alrededor del sol y
    - su rotación es la causa de la aparente rotación de los cielos
- Hay otros mundos: Los planetas, al igual que la tierra, eran habitados por seres vivos
    - Rompe idea de la tierra como centro
- Otro Soles: Las estrellas en el cielo eran otros soles como el nuestro, a las que orbitan otros planetas

# Clase 5

## Galileo Galilei

Fue uno de los primeros pensadores que aplico modelos matematicos a comportamientos de la naturaleza

Es considerado el Padre de la Ciencia Moderna!

- Mejoro la capacidad de vísion de objetos del universo
- No solo por descubrimientos astronomicos, sino por:
    - aplicar por **PRIMERA VEZ EL METODO CIENTIFICO!**

### Telescopio

Adapto un monoculo para la observacion astronomica : Tenia un aumento de x30

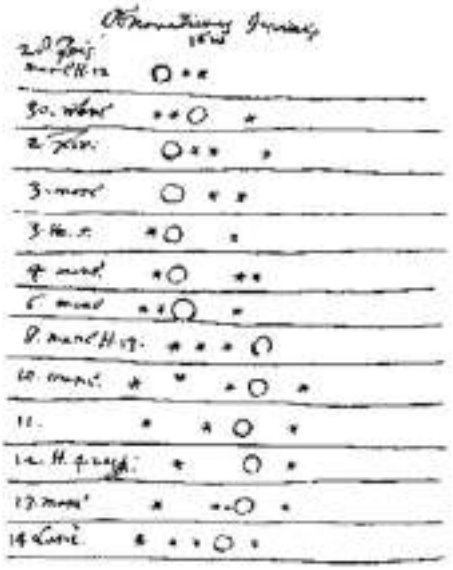
### Descubrimientos

- **Crateres de la luna:**

- Primera evidencia de que los objetos en el universo no son perfectas

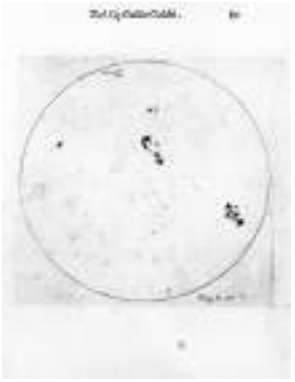
- **Fases de venus**
  - Se da cuenta que Venus esta mas iluminado, pero mas lejano, esto todo dependiendo de su posicion en la orbita

- **4 Lunas de jupiter** → Encontradas en el diario de Copernico
- Jupiter tiene mas de 90 satelites
- Primera evidencia de que nosotros no somos el centro de todo
- Hay objetos girando entorno a otro planeta!!!



- Primero que le apunta a las **manchas blancas** sobre el cielo nocturno
  - Descubrio que la **VIA LACTEA** esta compuesta de miles de estrellas
    - No podemos distinguirlas sin el telescopio
  - Tambien se le atribuye ser de los primeros en observar la **Nebulosa de Orion**

- **Manchas Solares** : Copernico encuentra marcas en el Sol, y que ademas cambian con el tiempo!



(Recordar que esto no lo pudo publicar aun → Herejia en 1600)

**LIBRO**

Publico el primer libro para todo publico, con sus descubrimientos

- Primer libro de ciencia no escrito en latin (italiano)
- En 1633 el libro es prohibido, y galileo condenado a prision perpetua (domiciliaria) y retractarse de sus doctrinas → Cosa que hizo

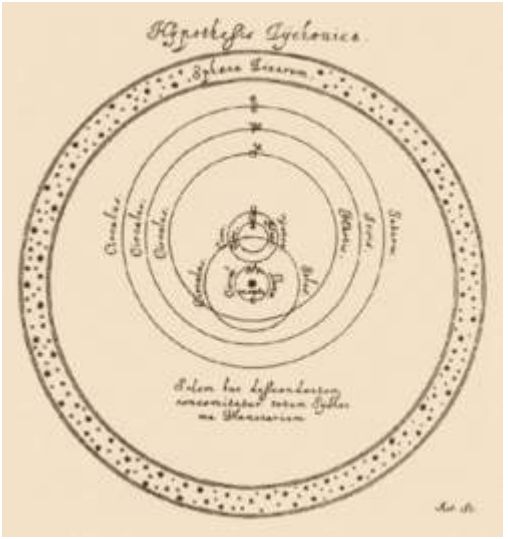
# Tycho Brahe y Johannes Kepler

Tycho → : Astronomo : Esta a cargo de observaciones del cielo

Kepler → Ayudante : Keppler tomara las ideas y les dara forma

## Modelo Tychonico

Modelo intermedio entre Ptolomeo y Copernico; La tierra en el centro pero los planetas en torno el Sol



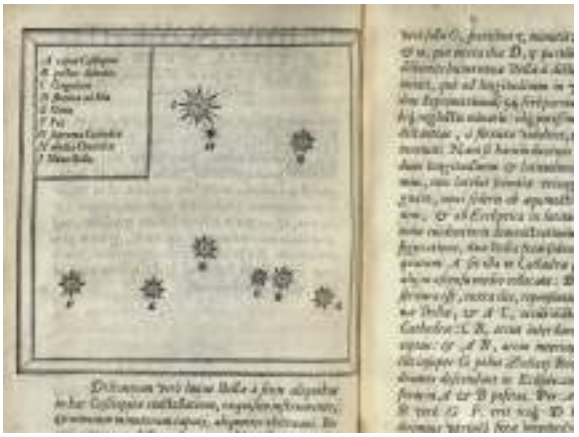
## Tycho

- Hizo mediciones de la posicion de los planteas con una precision de 1 minuto de arco desde su Observatorio:

- Miraba el cielo a ojo (sin telescopios)

Observa la aparición de una **(NOVA): estrella nueva**

- Esto da un conflicto con la IDEA de la Inmutabilidad del Cielo!



Johannes Keppler fue el ayudante de tycho, pero no tenia acceso a toda la informacion de el

- Cuando Tycho muere → Keppler se queda con la informacion

# Keppler

Determina las orbitas de los planetas: Con los datos de Tycho

Establecer la primera ley **CUANTITIVA** para el compotamiento de planetas

- Posibilito efecutar **PREDICCIONES** de Movimientos de los planetas
- Se dio cuenta que todos estos datos, abalan el modelo **HELIOCENTRICO**

## Elipses

Elementos claves de una elipse:

- Focos
- Centro
- Eje Mayor: a
- Eje Menor: b
- Semieje: Eje / 2
- La Circunferencia es una especie particular de una elipse
- Notar que elipses bien alargada, nos da focos mas distantes




## 3 Leyes de Kepler

1. LEY 1: ORBITAS ELIPTICAS
    - Los planetas se mueven en orbitas **Elipticas**en torno al sol
    - El Sol se ubica en uno de los focos de la elipse

2. LEY 2: AREAS IGUALES
    - La linea que une el planeta con el sol
        - Barre areas iguales en iguales intervalos de tiempo
        - Esto tiene relación con la velocidad
        - Mas rapidos cercanos al sol, y mas lentos distantes

3. LEY 3: FORMULA
    - El cuadrado del periodo de traslacion (Vuelta al Sol),
    - es proporcional al cubo del semieje mayor (Distancia al Sol)

$$T^2 = K R^3 \longrightarrow \frac{T^2}{R^3} = K$$




La 3era LEY:

- Relaciona la **DISTANCIA AL SOL**
- con el Tiempo en completar una Vuelta

- Ojo que: La aproximacíon de MERCURIO es menos exacta

Newton: será quien le de Sentido a las leyes de Kepler

- Con la **Ley de Gravedad!**

# Clase 6

## Imannuel Kant

- “Los objetos orbitan en torno a otros objetos”
    - Similar a Idea Aristotélica → Naturaleza de los objetos

- El sistema solar : Es parte de un sistema estelar mas grande
    - Con forma de **DISCO APLANADO !**

    - Nadie sabe de donde saca esa idea!!

- Propone que hay **objetos difusos (NEBULOSAS)**, que se pueden observar con telescopios

  → **Son otros sistemas estelares** similares al nuestro

- Propone que nuestra **GALAXIA tiene tamaño finito**
- + Hay **Galaxias** fuera de nuestra galaxia

  → Universos Islas : Esta idea es muy importante

## Charles Messier

Da un catalogo de (”basura”):

¡Si buscas cometas, no debes buscar estos! → Objetos Difusos

Compuesto por:



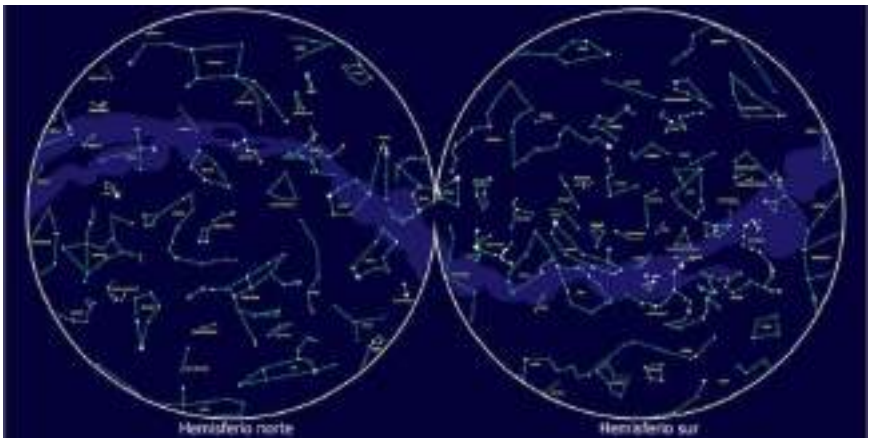
- El estaba buscando nebulosas (confundido con cometas)
- Observando todos los días, entiende que el cometa se va a **mover**
    - Si no se mueve ⟶ Basura

## ¿Como Identificar Catalogos?

- Catalogos son compilados de objetos astronomicos identificados

- *M31 → Objeto 31 del catalogo messier (110 entradas)*
- *NGC 3982 → Objeto 3982 del New General Catalogue (7840 entradas)*
- *IC → Index Catalogue (5000 entradas)*
- *HD → Catalogo estelar de Henry Draoer (360.000 estrellas)*
- *2MASS → Two Micron All-Sky Survey (300 millones de entradas)*
- ***Cumulo Globular 47 Tucanae***

*Al dia de hoy tenemos 88 Constelaciones Modernas*




*El 60% de los nombre provienen de Mitologia del sector*

*En el Hemisferio sur, salen nuevas constelaciones*

## Datos

**Constelaciones:** Areas en el cielo

- ***Asterismo:*** *Lineas entre estrellas que dibujan una forma*
- ***Nombre estrellas:*** *letras griegas ordenadas por el brillo*
- *$\beta$ Tuc → 2da estrella mas brillante de las constelacion del tucan*
- *Tamaño de los circulos: Proporcional al brillo de las estrellas*



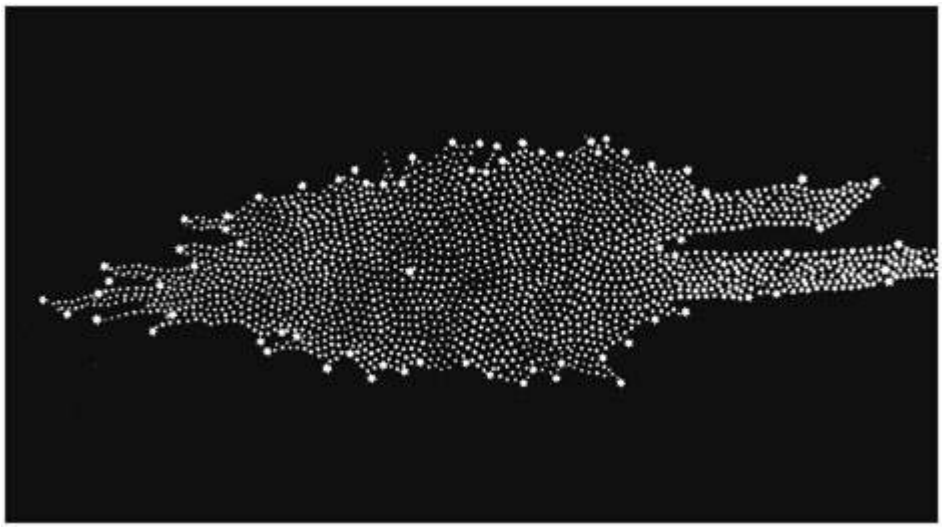

Hasta entonces:

- Las estrellas se distribuyen de manera uniforme
- Dado que seguimos siendo el centro del universo!
- Habitamos una estructura de estrellas de grandes proporciones (galaxia)
    - Estas ideas estan ligadas a avances tecnologicos de observacion

## William herschel

Inventa un metodo para estudiar sistematicamente las estrellas: contando estrellas

- El deriva la forma contando estrellas → Encuentra la siguiente forma de la Vía Láctea:



- Este avance es increíble para la epoca!

1. Encuentra que es Finita
2. Encuentra Forma que no es un disco
3. El sol No parece estar en el Centro!

- ¿Y las Nebulosas de Messier?

## Jacobus Kapteyn

- Se dedica a estudiar **Como se Mueve el Sol**
- Para hacerlo → Mide la velocidad de las estrellas:
  - Descubre que **no se mueven aleatoriamente**
  - Descubre que tienen movimiento preferenciales

Nuestra **Galaxia esta ROTANDO** sobre su EJE →

- **No es estatica**
- **Quien menciono esto? →** ***(Kant: Todos los objetos giran en torno a otro)***

Descubre que hay 2 puntos preferenciales donde todo se mueve !

El propone su universo

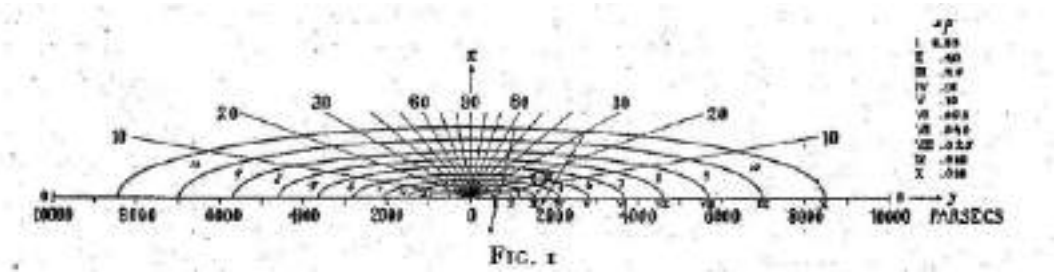


FIG. 1

- Este universo es mucho mas Grande que el que propone Herschel
- Pero con el Sol en el centro

## Cumulos Globulares



Hay muchos y son densos

- Donde se ubican?
- Como se mueven esos objetos???

## Sharpley

Se preguntan donde estan distribuidos

Las estrellas son dificiles verlas

- Pero los conglomerados son mas fáciles de ver

Ubica los objetos, y los pone en un diagrama:

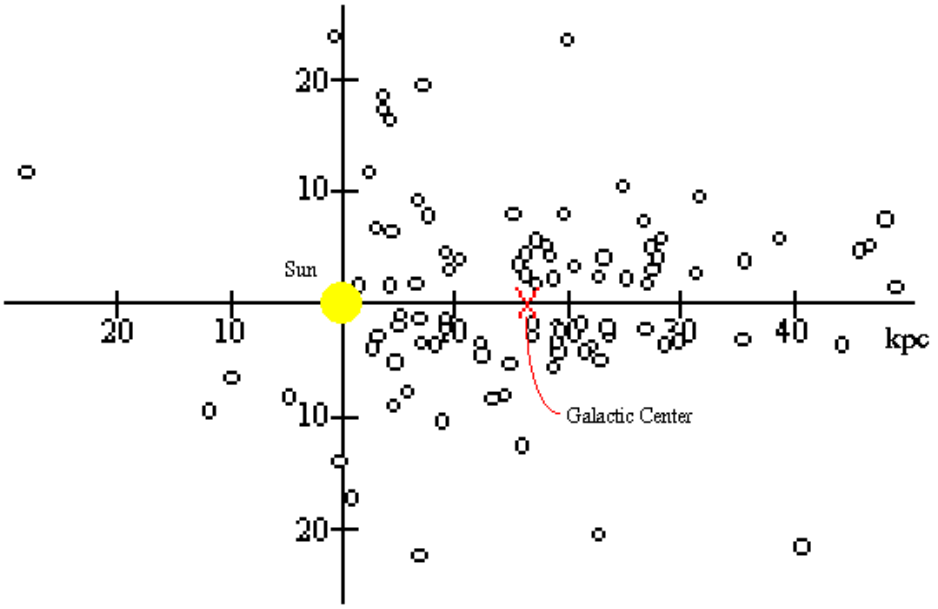
Via lactea vista de lado + El sol ubicado en el centro

- Ubica objetos que tan alejados del sol

**CONCLUCIONES**

Los cúmulos globulares se concentran : **LEJOS DEL SOL**

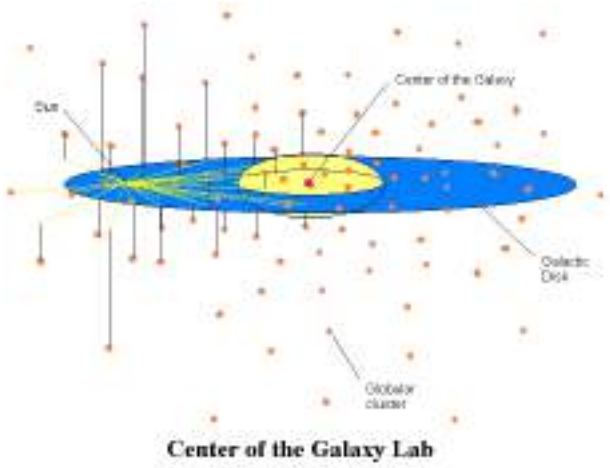
El centro de la Via Lactea **NO ES EL SOL**




La via lactea tiene aparencia de **DISCO PLANO de estrellas** ,

- inscrustado en una **NUBE ESFERICA** de cumulos globulares

El sol esta significativamente **Desplazado** del centro de la distribucion de cumulos globulares



Center of the Galaxy Lab

## Resumen

1500 años pensamos que tierra centro del universo → Ptolomeo

400 años : Sol es el centro del universo → Copernico

A principios del Siglo XX: Nos Ubicamos **FUERA** del centro del Universo

- Sin embargo, aun no sabemos de otras galaxias (islas?)
- Se creía que la Via Lactea ERA el UNIVERSO



Sin embargo, si se nota que el centro esta mas abultado !!!

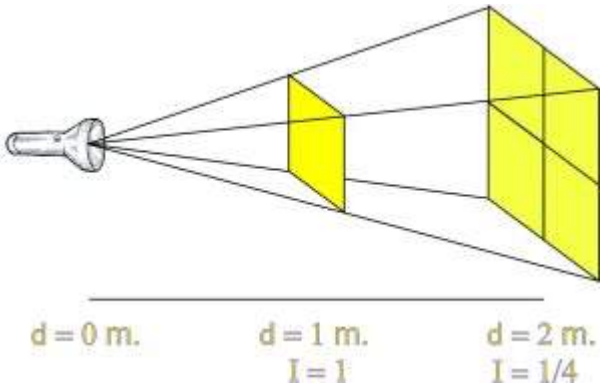
# Clase 7

**¿Como saber que estrella esta mas lejos?**

- No podemos solamente saberlo por el brillo
- Imaginar 2 ampolletas → quizas una esta mas lejos, pero alumbra mas (mas watts)

FISICA: La Luz mientras se aleja cada vez mas, se distribuye

- A medida que se aleja, se expande en mayor área



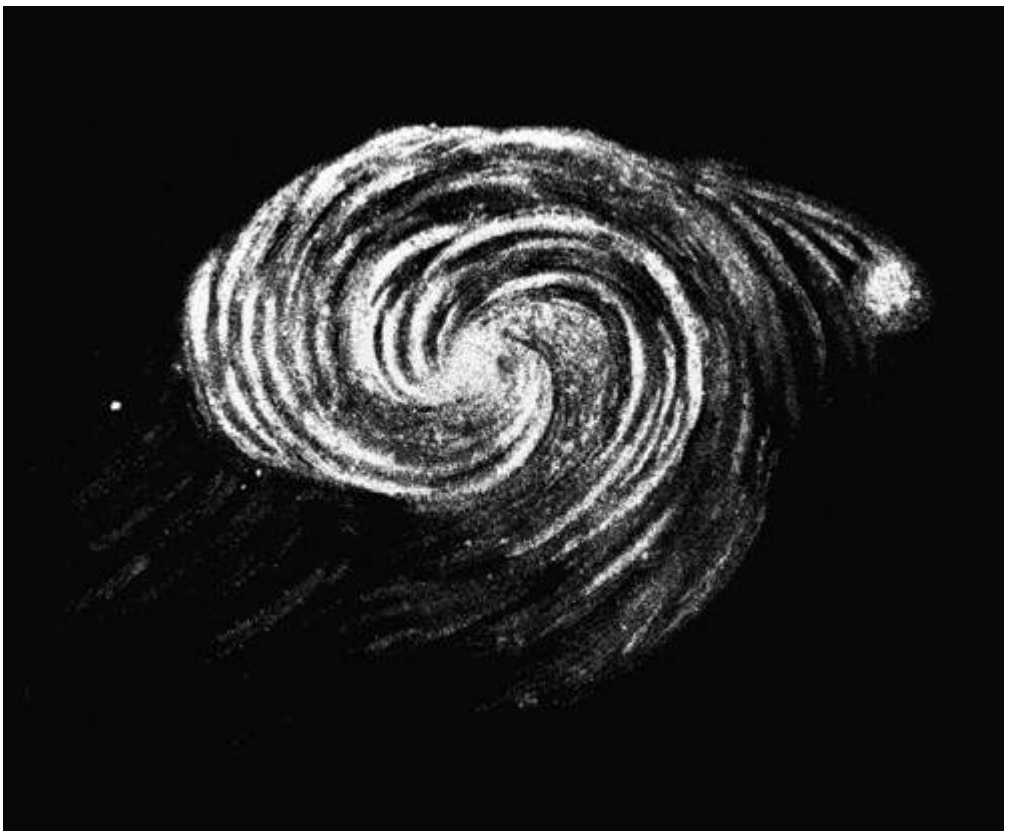

## Es la Via Lactea : Todo el Universo?

- Kant ya proponía que habían galaxias alejadas de otras (universos islas)
- Messier ya tenia un catalogo enorme de cumulos, estan estos dentro de nuestra galaxia?

## Williams Parsons

- Astronomo con mucho dinero, construye uno de los grandes telescopios:
  - **Leviatan de Parsonstown**: Telescopio reflector de 1.8 m de diametro

    - Esto para la epoca era un monstruo, nos dio imagenes que no se habian podido obtener a la epoca
- Observo Nebulosas: Empieza a registrar
    - No habian fotos → Solo hizo dibujos



    - M51 observado en 1845
    - **Esta es la galaxia espiral!!!**

## Nebulosa de Andromeda: **M31**

Estamos en el 1900, se pensaba que era nebulosa → Hoy en dia sabemos que es la

- **GALAXIA DE ANDROMEDA**



Lo que vamos a intentar hacer, es observar objetos sobre esta “Nebulosa”

## Harlow Shapley

- En 1920: Afirmaba que M31 era parte de **Nuestra Galaxia**
- Otros afirmaban que estaba **fuera de nuestra Galaxia!**
- La forma de saberlo es:
  - Sabiendo la distancia a nosotros o
  - Cuanta es la distancia de nuestra galaxia

Pregunta de prueba >>>

# El **GRAN DEBATE 1920**

- Curtis vs Shapley: Discusion sobre la Naturaleza de las Nebulosas (M31 en particular)
  - Shapley: La Via Lactea es el Universo → No hay objetos fuera de el

- Curtis: **Existen galaxias afuera** → M31 esta afuera

## Argumentos de Shapley (adentro)

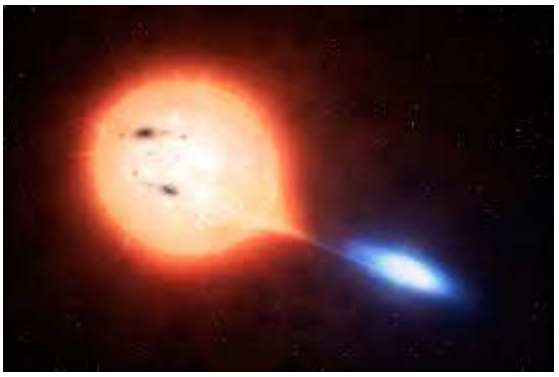
Shapley: Si la vemos rotar, esta cerca

- Se apoya en que los astronómos van a decir que observamos M31 esta rotando
- y como observamos que rota, tiene que estar **cerca**
  - Si el objeto esta tan lejos, no podríamos medir/notar que gira

## Argumentos de Curtis (afuera)

Curtis: No pueden caber Novas adentro!

- Se apoya en la observación de NOVAS dentro de M31
  1. **Cambio de luz drástico** de una estrella (estrellas nuevas que aparecen en el cielo)



  2. “Si M31 fuese parte de nuestra galaxia, seria mas que sorprendente que hubiere tan gran numero de novas en un espacio tan chico en nuestra galaxia”,
     - Básicamente, no puede caber

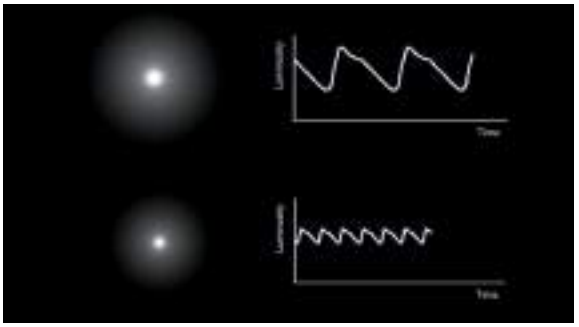
## Punto de Inflexion del Debate: HUBBLE

Este astronomo estudió estrellas que cambian su brillo

Pudo dilucidar distancias gracias a esto

**Estrellas Cefeidas:** Es un tipo de estrella **PULSANTE** que

- **Cambia su BRILLO en el Tiempo**
- *"El sol por ejemplo, no cambia de brillo en el tiempo → Brilla constante"*



**Pulsante** : Se agranda y se achica:

- Desde la tierra no logramos diferenciar el tamaño, **pero si el brillo**

Entonces, lo unico que podemos medir:

1. Brillo
2. Periodo en que cambia

**Relacion matematica** →

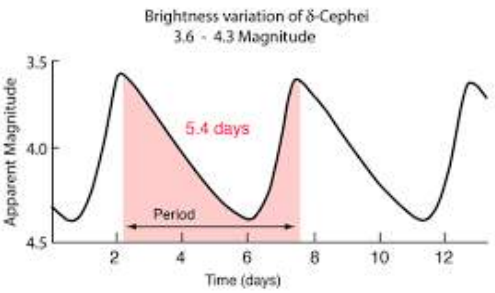
- Con la que podremos saber a que distancia esta
- Derivando el cambio de brillo

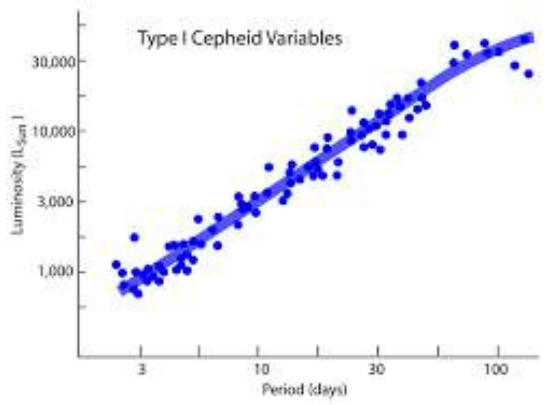
## HENRIETTA LEAVITT

Mujer que demuestra: **Luminosidad Promedio**

- **Es Directamente proporcional al periodo de variacion de brillo**

→ Esto va a **TRIDIMESIONAR** el CIELO!!!






Si me dicen,

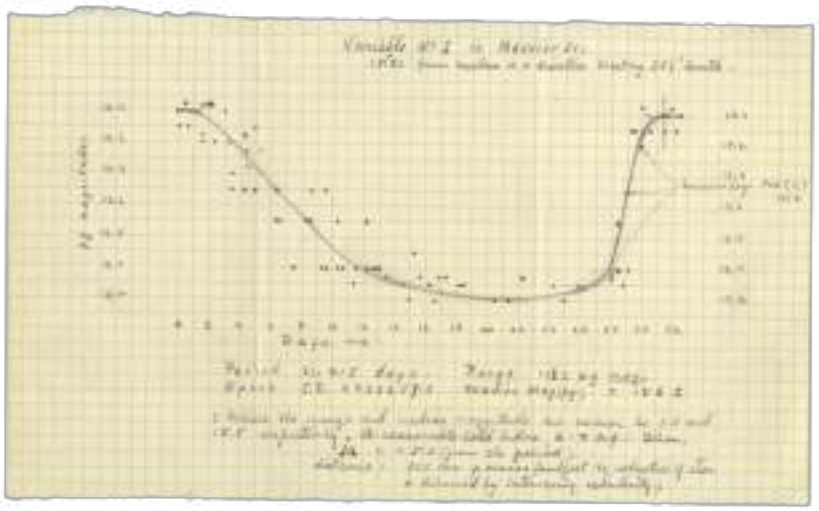
El periodo de cierta estrella es de 50

→ Luminosidad cercana a 10.000

→ Con eso podremos derivar la distancia!!!

**Hubble encuentra cefeicas** cerca de la nebulosa M31

- Levvitt y hubble hacen match, e intentarán **medir distancia a M31**



**HUBBLE: mostro que M31** estaba a no menos de **2 MILLONES DE AÑOS LUZ!!!**

Con esta medicion me muestra que es el objeto mas distante de la epoca

- No concuerda con que pertenezca a nuestra **GALAXIA**

Conclusion

**ANDROMEDA : No es una Nebulsa - Si no que una Galaxia distinta!**

Entonces hay mas galaxias que la Via Lactea

→ Se empieza a investigar los objetos del catalogo de messier y se intentara medir distancias

## M106

Distancia a 22 y 25 millones de años luz

Agujero negro supermasivo de 4×10^7 M_sol

40.000.000 de soles, para calcular la mas del agujero negro dentro de esta galaxia

## M81

Tipo Liner (AGN) → Nucleo galactico Activo : galaxia inmadura con muchas turbulencias

A 12 millones de años luz

Otro agujero negro supermasivo de 7*10^7 M_sol

## M105

Tipo E1 → Eliptica

a 36 millones de años luz

Agujero supermasivo

Eliptica mas brillante de todo el catologo de Messier

## M104

Es una galaxia hermosa → Galaxia de sombrero

31 millones de años luz

Agujero negro supermativo de 10^9 Msol

Es el agujero negro mas cercano a la via lactea



## Hubble: En 1936

Muestra Todas las galaxias se **ALEJAN de la Via Lactea**

Entre mas lejos → mas rapido se alejan

Esto da paso, al concepto del **BIG BANG →** en un inicio todo estaba mas junto

- *Se encontro una porcion de cielo Vacia → El telescopio de Hubble lo investiga, hasta encontrar lo siguiente : Se encontraron 5000 galaxias distantes!!!*



- https://www.xataka.com/espacio/fotografia-tomada-telescopio-espacial-hubble-que-marco-antes-despues-investigacion-astronomica

# Clase 8

## Galaxias

Es un conjunto de Polvo, Gas, Estrellas, Planetas ... y Materia Oscura!

Todas ellas unidas por la Gravedad

Una galaxia tiene C**entenares** de **Millones de Estrellas**

Como se ve la Via Lactea




4.500 años luz de alto por 120.000 años luz de largo

- Disco:
  - Rico en gas y polvo, zona de alta formacion estelar
  - Estructura en brazos espirales
  - Relativamente Plano

Donde estamos nosotros?

---

Cercanos al nucelo (30.000 años luz)

- **Nucleo:**
  - Region vieja de la galaxia 10.000 millones de años
  - Estructura ovalada Bulbo + Barra
  - Contiene un Agujero Negro super masivo → (4.5 millones de Masas Solares)



- **Halo:**
  - Region mas vieja de la Galaxia:
  - Formada por estrellas y cumulos globulares
  - Estructura esferica y muy grande 100.000 años luz de radio
  - Gran cantidad de materia oscura



## Tipos de Galaxias

1. **Espirales**
2. **Difusas** (concentradas en el centro)
3. **Irregula**r: ninguna de las anteriores

Luego de 1920, se produce una explocion de observaciones, para entender estos objetos intragalacticos

## Galaxias Espirales

1. Espirales
2. Barradas




- Son las que mas abundan en el Universo!!!
- Disco plano rotatorio con cientos de millones de Estrellas
- Zona central abultada

> **POSEE GAS:** Genera **Estrellas!!!**

## Elipticas

Su forma es esferoidal, puede ser elongada



- No posee estructura central diferenciadora
- A medida que me acerco es mas densa
- Son las Galaxias **MAS GRANDES**
- **y mas Masivas (10 veces la via lactea)**

## Irregular

Pequeñas

- Carecen de forma
- Gases para formar estrellas
- A diferencia de las otras 2, estas parecieran no poseer **Agujeros Negros!**
- Mas abundantes del universo, despues de las **Espirales**



## Colisiones Colosales

Galaxias Interactuantes:

- Creemos que las Galaxias Elipticas:
  - Se forman a base del choque de galaxias espriales
  - Pero no podemos afirmarlo
- Si bien las galaxias se van alejando:
  - Si están lo suficientemente cerca, la gravedad hace su aparición



## ¿Como se distribuyen las galaxias en el Universo?

Cumulos, Supercumulos y estructuras a gran escala

Las galaxias se agurpan entre ellas:

- Se forman grupitos, donde cada una siente la gravedad de otra
- Andromeda tiene **su conjunto de galaxias que habitan en torno a ella**
- Pensar como: El sol y sus planetas
- Esto tambien funciona a nivel galactico

# El Grupo Local

Conjunto de Galaxias cercanas a la Via Lactea : Entorno galactico mas cercano

Formado por 3 galaxias Mayores

- Andromeda M31 → La mas grande
- Via lactea
- Galaxia del triangulo M33
- Mas de 40 galaxias menores

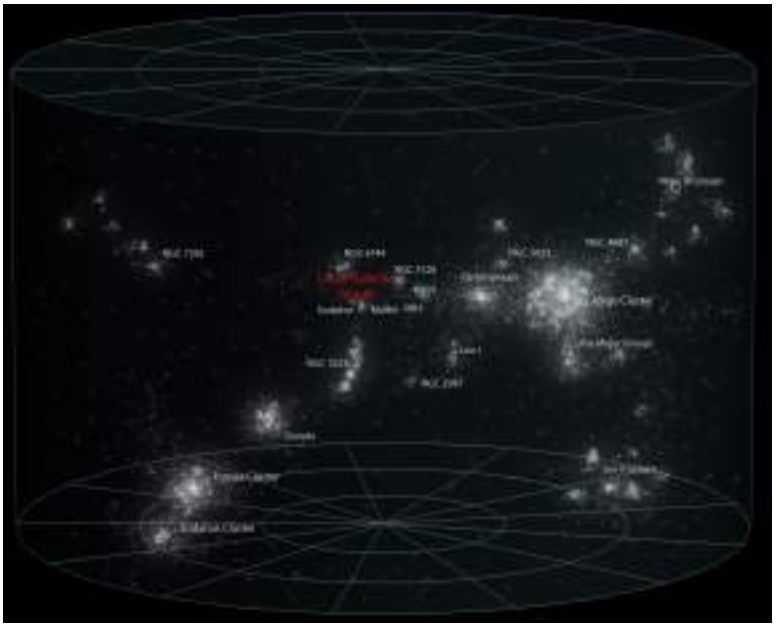
*“El tamaño es de 10 millones de años luz : Esto que es gigantesco, es infimo comparado al universo”*

Mas Lejos Aun

Las galaxias parecen tender a **Agruparse**

- **Grupos de Galaxias:** Decenas de galaxias unidas
- **Cúmulos de galaxias**: Centenas a miles de galaxias
- **SuperCúmulo:** Miles de galaxias que estan formados de cumulos conectados formando filamentos

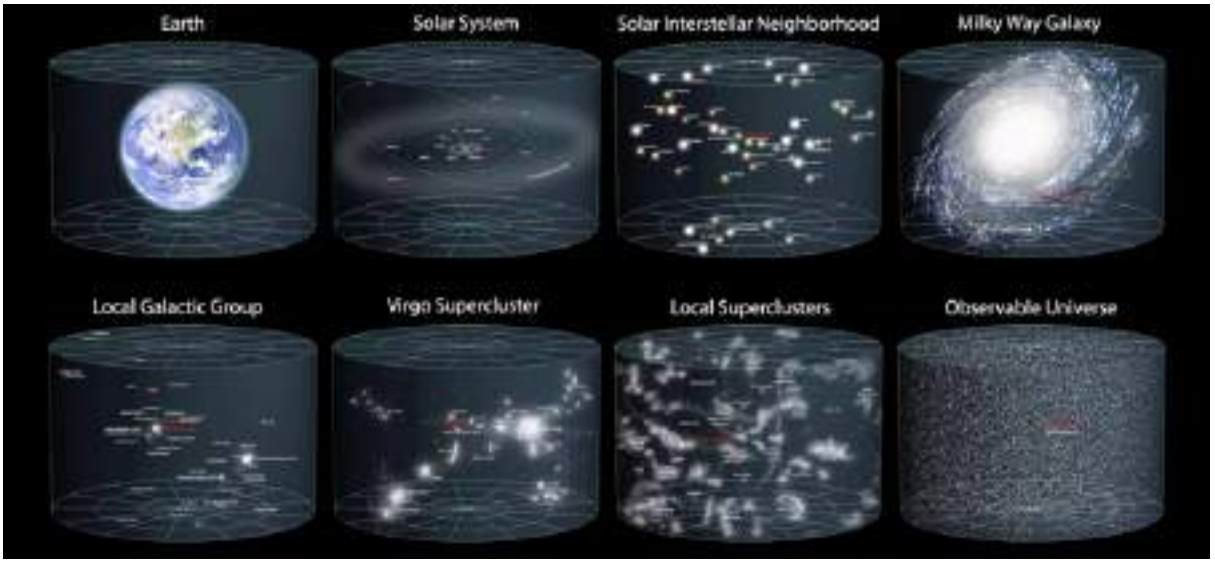
## Virgo Supercluster



**Supercumulos**: Estructuras de mas de 500 millones de años luz de extensión

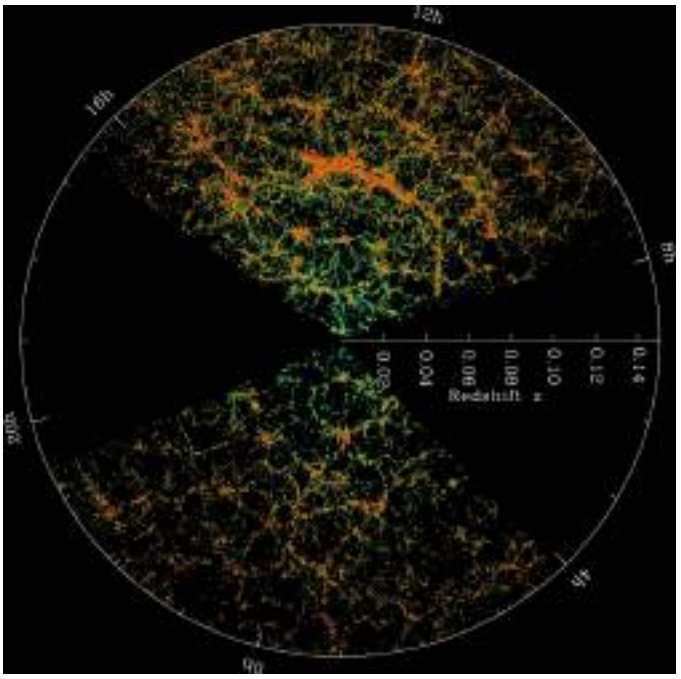
- A diferencias de los cumulos, **estos no tienen forma esferica**
- Algunas regiones podrían colapsar y segregarse, o converger

## Resumen Galaxia



## Red cosmica del Universo

“Midieron la distancia hacia todas las galaxias en una linea: y ese fue el resultado”




- Las galaxias se fistribuyen de forma que generan una red a gran escala
- Esta red esta formada por Materia Oscura, y en las zonas de mayor densidad, se localizan las galaxias y cumulos de galaxias

## Hasta aca llega la i1