

Cúmulos Estelares y Nebulosas

Ernesto Nicola

Palma de Mallorca, 25-11-2021



Contenido de la charla

- 1 Clasificación de los Objetos del Cielo Profundo
- 2 El Medio Interestelar
- 3 Nubes de Polvo
 - Nebulosas de Absorción
 - Nebulosas de Reflexión
- 4 Nubes de Gas
 - Nebulosas de Emisión
 - Nebulosas de Eyección: Nebulosas Planetarias y Remanentes de Supernovas
- 5 Regiones de Formación Estelar
 - Cúmulos Abiertos
 - Asociaciones Estelares
 - Cúmulos Globulares
- 6 Resumen de la Charla

Clasificación de los Objetos del Cielo Profundo

¿Cómo clasificamos los objetos del cielo profundo?

Los objetos del cielo profundo galácticos que podemos observar se pueden clasificar en:

1 Nebulosas (estructuras difusas)

- Nebulosas de Emisión
- Nebulosas de Reflexión
- Nebulosas Oscuras (o Nebulosas Absorción)
- Nebulosas Planetarias (o Nebulosa de Eyección)
- Remanentes de Supernova

2 Cúmulos Estelares (acumulaciones de estrellas)

- Cúmulos Abiertos (o Cúmulos Galácticos)
- Cúmulos Globulares
- Asociaciones Estelares (ejemplo: Asociaciones OB)

¡El medio interestelar es la clave para entender las diferencias entre los distintos tipos de nebulosas!

Medio Interestelar

Medio Interestelar

- El 90% de la masa de la galaxia está contenido en estrellas y otros objetos densos
- El **medio interestelar** contiene el 10% restante de la masa
- El medio interestelar está compuesto de: Gas, Polvo y trazas de Moléculas
 - Gas Interestelar
 - Consiste en 99% del medio interestelar
 - Formado por átomos de: Hidrógeno 70%, Helio 28%, el 2% restante de C, N, O, Ne, Na,...
La composición del gas interestelar es muy parecida a la composición del sol, de las estrellas y de los planetas gaseosos.
 - El gas interestelar también contiene cantidades muy pequeñas de moléculas: Hidrógeno molecular H_2 , monóxido de carbono CO , etc.
 - Polvo Interestelar
 - Contiene el 1% del medio interestelar
 - En realidad se parece mas al humo que al polvo que conocemos en la tierra (partículas muy pequeñas!)
 - Formado por: Hielo, silicatos, grafitos, ...
- ¡El medio interestelar es la clave para entender las diferencias entre los distintos tipos de nebulosas!

Medio Interestelar: Normalmente no es visible

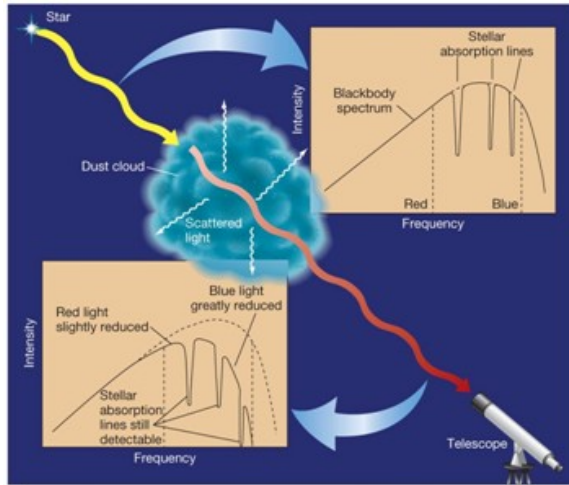


Nebulosa Trífida

- El medio interestelar típicamente contiene el *gas* y el *polvo* bien mezclados, pero hay zonas donde hay más de uno que del otro y viceversa.
- La mayor parte del medio interestelar no es visible directamente. Solo en algunas regiones podemos "verlo":
 - A veces podemos ver el polvo interestelar en forma de nebulosas oscuras o de reflexión
 - Otras veces podemos observar el gas interestelar ionizado en forma de nebulosa de emisión.

Nubes de Polvo

Efecto de las Nubes de Polvo



- El polvo interestelar absorbe preferentemente luz azul
- La luz visible que atraviesa una nube de polvo es atenuada y adquiere un color rojizo
 - El mismo efecto se observa en la atmósfera al atardecer/amanecer

Nubes de Polvo

Nebulosas de Absorción

Las Nubes de Polvo como **Nebulosas Oscuras**

- Las nebulosas oscuras (también llamada nebulosa de absorción) son nubes de polvo que tapan la luz de estrellas lejanas.
- Su presencia sólo es percibida por contraste con un fondo estelar poblado más alejado que la nebulosa.

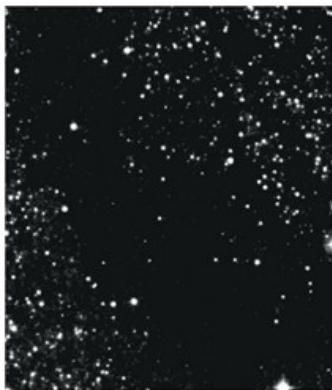


(b)

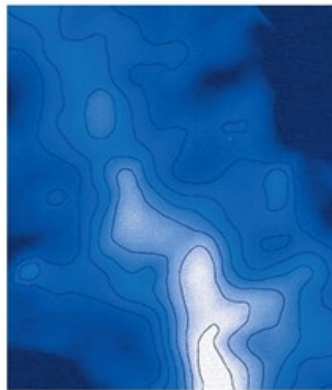


Propiedades de las **Nebulosas Oscuras**

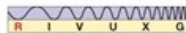
- La temperatura típica de una nebulosa oscura es de unas pocas decenas de grados Kelvin
- Estudiadas en infrarrojo, algunas de ellas muestran estrellas en formación en su interior.
- Estas nubes absorben luz visible y emiten en longitudes de onda de radio



(a)



(b)

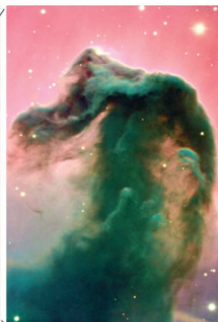


Ejemplos de **Nebulasas Oscuras**

- Nebulosa cercana a Antares y Nebulosa de la Cabeza de Caballo



(a)



(b)

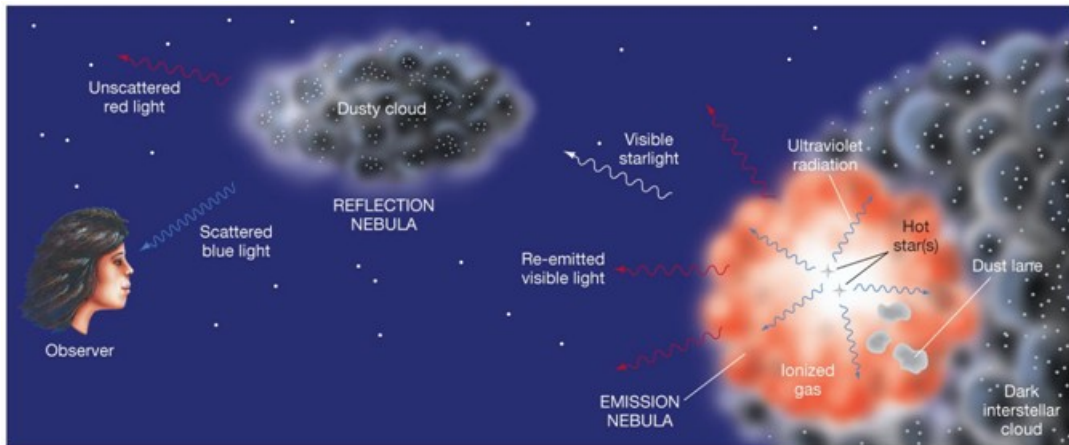


Nubes de Polvo

Nebulosas de Reflexión

Efecto de las Nubes de Polvo

- Si la nube de polvo está cerca de estrellas (típicamente jóvenes y masivas; estrellas azules), la luz de éstas estrellas es dispersada ("scattered") por la nube de polvo, haciéndola visible.



Las Nubes de Polvo como **Nebulosas de Reflexión**

- Una nebulosa de reflexión es una nube de polvo que refleja la energía procedente de una o más estrellas cercanas.
- Esta energía no es suficiente para ionizar el gas que le conforma (y así transformarse en una nebulosa de emisión), pero suficiente para permitir la necesaria dispersión de la luz que la haga visible.
- Como es luz reflejada, el espectro de la nebulosa es similar al de las estrellas que la iluminan.
- Las nebulosas de reflexión son usualmente azules porque la dispersión es más eficiente para la luz azul que para la roja (es la misma razón que explica el color del cielo).

Ejemplos de **Nebulosas de Reflexión**

- IC 2118 o la nebulosa de reflexión "Cabeza de Bruja" (en Eridanus)
- Nebulosa de reflexión rodeando el cúmulo abierto de las Pléyades (en Tauro)



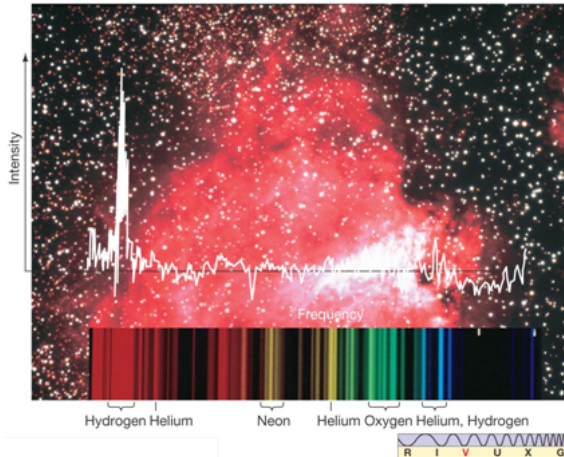
Nubes de Gas

Nubes de Gas

Nebulosas de Emisión

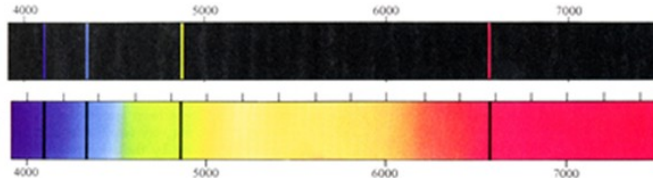
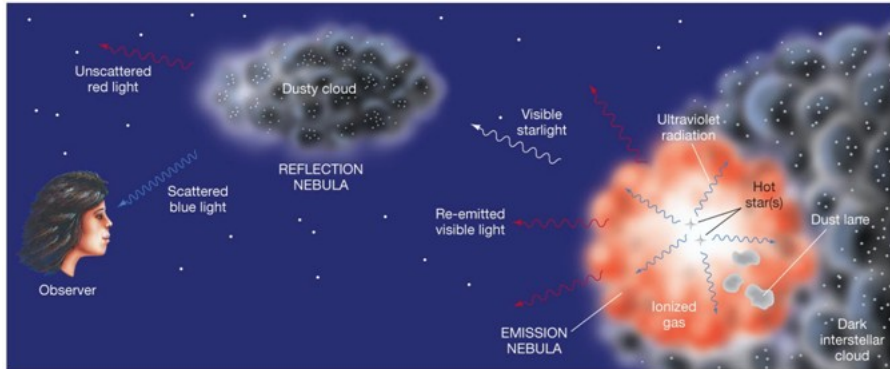
Regiones de Formación Estelar: **Nebulosas de Emisión**

- Las nebulosas de emisión están hechas regiones de gas interestelar muy caliente y diluido y tiene líneas de emisión muy claras
- En estas regiones, el Hidrógeno es excitado por la radiación ultravioleta emitida por estrellas jóvenes y muy calientes re-emite en el visible.



Regiones de Formación Estelar: **Nebulosas de Emisión**

- Las **nebulosas de emisión** emiten luz de **color rojizo** dado que estas nubes están compuestas fundamentalmente de Hidrógeno (fundamentalmente la línea H_α)



The Hydrogen Spectrum

Regiones de Formación Estelar: **Nebulosas de Emisión**



NGC 896 en Cassiopeia (Nebulosa del Corazón)

Nubes de Gas

Nebulosas de Eyección

Nebulosas Planetarias y Remanentes de Supernova

Nebulosas Planetarias

- El nombre de "Nebulosa Planetaria" es un término poco apropiado
- Un nombre mas apropiado es "Nebulosa de Eyección"
- Se forman al final de la vida de una estrella con masa $8 > M/M_{Sol} > 0.5$
- Al acercarse el fin de la vida de la estrella, ésta primero se transforma en una gigante roja y al terminar este período, expulsan gran parte de su materia en forma de plasma y gas ionizado.
- La nebulosa de emisión formada por esta envoltura brillante es llamada "nebulosa planetaria".

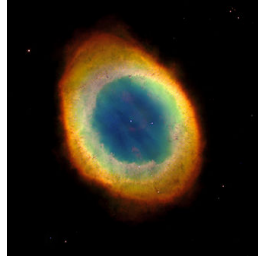
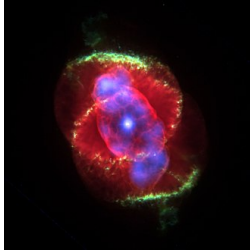
Remanentes de Supernova

- Son nebulosas que resultan de la explosión (en forma de supernova) de una estrella masiva.
- El material eyectado por la supernova se calienta hasta 10,000 K

Nebulosas Planetarias y Remanentes de Supernova

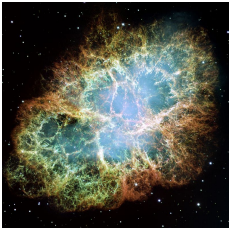
Nebulosas Planetarias

Nebulosa de la Hélice, del ojo de gato y del Anillo



Remanentes de Supernova

Nebulosa del Cangrejo

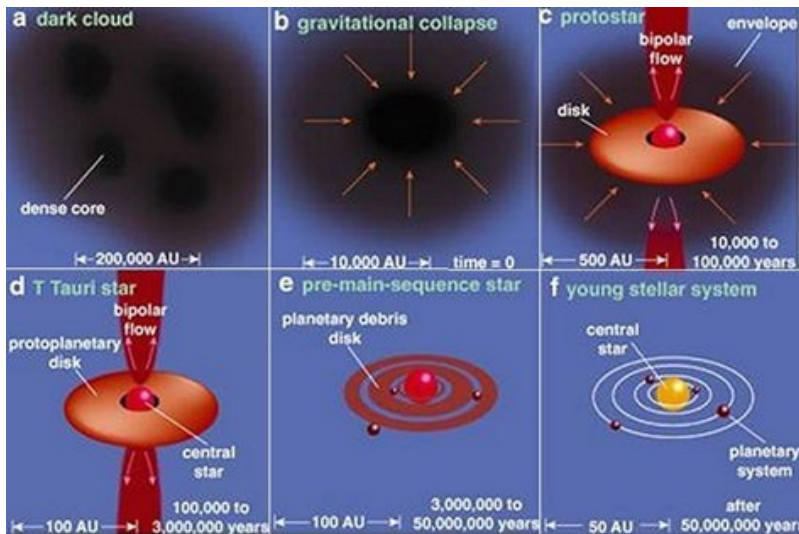


Nebulosa del Velo (Veil Nebula)



Regiones de Formación Estelar

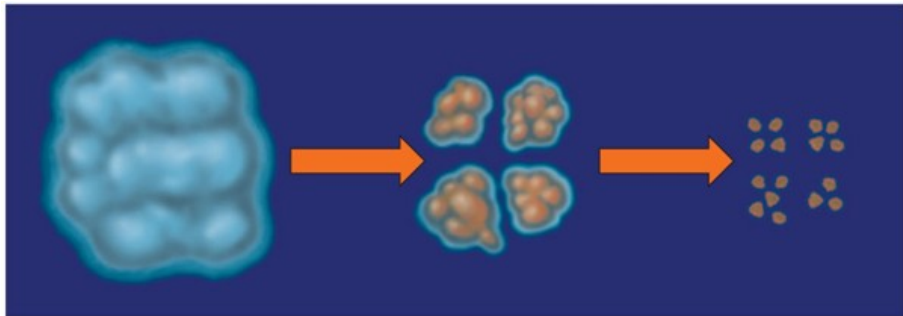
Medio Interestelar: Regiones de Formación Estelar



- Las nubes de medio interestelar (gas y polvo) más densas pueden empezar a contraerse debido a la fuerza gravitacional atractiva entre los átomos que la componen.
- A medida que este colapso ocurre la nube se calienta hasta que las zonas mas calientes comienza la fusión del Hidrógeno: una nueva estrella acaba de nacer.

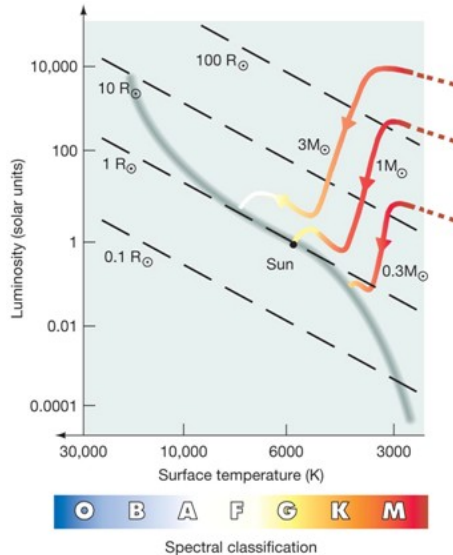
Regiones de Formación Estelar: Fragmentación

Nube de medio interestelar:



- La compactación inicial la nube de medio interestelar se inicia por una onda de choque que la alcanza.
- Normalmente la nube original se fragmenta en muchas partes; algunas de ellas dan lugar a estrellas.
- Las estrellas resultantes
 - nacen todas más o menos al mismo tiempo
 - tienen distinto tamaño entre ellas

Regiones de Formación Estelar: Estrellas con distintas Masas

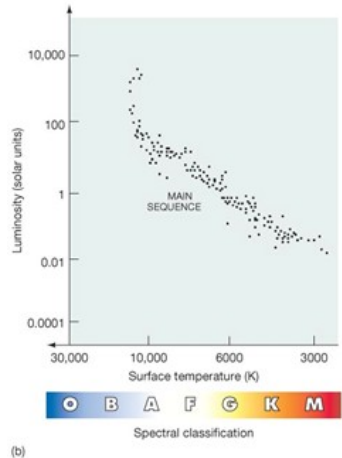


Dependiendo de la masa inicial de cada fragmento, nacen estrellas ubicadas en distintos sitios de la secuencia principal.

Regiones de Formación Estelar

Cúmulos Abiertos

Nacimiento de **Cúmulos Estelares Abiertos**



Ej: El cúmulo abierto de las Pléyades

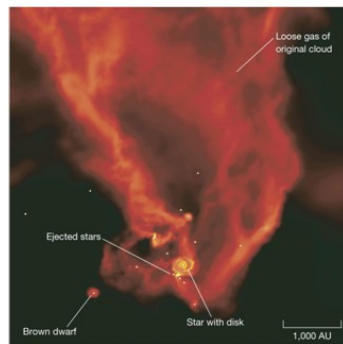
- Una única nube de medio interestelar puede dar lugar a muchas estrellas distintas
- Estas estrellas tendrán todas la misma edad y composición pero tendrán tamaños muy diversos
- Los cúmulos abiertos pueden tener aproximadamente entre 10 y 10,000 estrellas

Regiones de Formación Estelar

Asociaciones Estelares

Asociaciones Estelares

- Las Asociaciones Estelares son cúmulos estelares pequeños (entre 10 y 100 estrellas) y muy jóvenes y calientes que contienen estrellas muy masivas (Tipo O y B) de vida muy corta.
- La presencia de estrellas de vida corta O y B en un cúmulo puede afectar la formación del resto de las estrellas ya que al expirar, pueden disipar la nube antes que la mayoría de las estrellas mas pequeñas se terminen de formar.



Ejemplo: NGC 3603 y Nebula Carina

Regiones de Formación Estelar

Cúmulos Globulares

Cúmulos Globulares

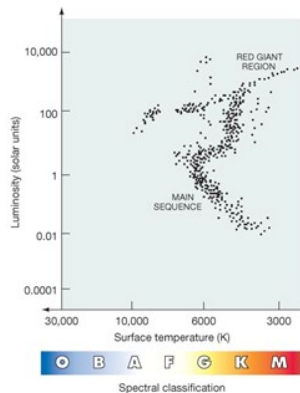
- Están compuestos de estrellas muy viejas (entre 20,000 y 1 millón de estrellas).
- El color rojizo de la luz emitida nos da una pista muy robusta sobre la edad del cúmulo.
 - La mayoría de las estrellas han abandonado la secuencia principal y se encuentran en su fase de gigante roja
 - No hay estrellas masivas de tipo O y B (azules)
- Orbitan al rededor del centro de la galaxia y están ubicados en el halo de la galaxia, lejos del disco



(a)



Copyright © 2010 Pearson Education, Inc.



(b)

Resumen de la Charla

Resumen de Nebulosas y Cúmulos Estelares

- El medio interestelar es la clave para entender como están interrelacionadas las distintas clases de nebulosas y cúmulos estelares.
- Nebulosas
 - El color en el que emiten suele ser característico de cada tipo de nebulosa
 - Nebulosas Oscuras y Nebulosas de Reflexión
 - En ambos casos son producidas por nubes de polvo interestelar
 - Las nebulosas oscuras son zonas negras, con bordes rojizos ya que el polvo interestelar obstruye el paso de la luz de las estrellas que están detrás.
 - Las nebulosas de reflexión está ubicadas típicamente cerca de estrellas jóvenes y masivas y por lo tanto emiten en azul (al igual que las estrellas de tipo O y B)
 - Nebulosas de Emisión
 - Emiten típicamente en un color rojizo
 - Suelen ir acompañadas de nebulosas de reflexión, y y tener embebidos cúmulos abiertos
 - Nebulosas Planetarias (o de Eyección) y Remanentes de Supernovas
 - Las Nebulosas Planetarias mas brillantes suelen emitir en color azul-verdoso
 - Las Remanentes de Supernovas suelen tener colores rojizos como las N. de Emisión
- Cúmulos Estelares
 - Cúmulos Estelares Abiertos y Asociaciones Estelares OB
 - El color de un cúmulo estelar suele depender de la vejez del mismo. Si es joven, tendrá un buen número de estrellas azules (O y B)
 - Mientras si es viejo, tenderá tener una tonalidad mas rojiza
 - Cúmulos Estelares Globulares: Suelen ser rojizos porque son muy viejos