

¿qué hay entre las estrellas?



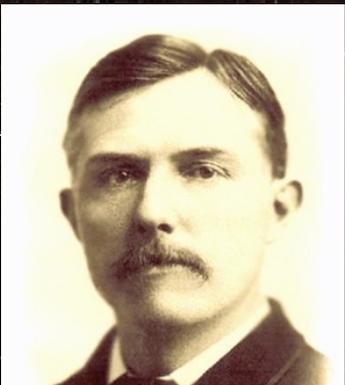
Vía Láctea: en una noche oscura podemos ver miles de estrellas y estructuras extendidas

Hasta principios del siglo XX se pensaba que el MIE estaba vacío

Alnitak (ζ Orionis) del Cinturón de Orión

Nebulosa cabeza de caballo
(Barnard 33)

IC 434



Barnard interpretó correctamente los llamados agujeros en el cielo por Herschel en el siglo XVIII.

El medio interestelar

El medio que se encuentra entre las estrellas



Ultra alto vacío (laboratorio): $10^{-9} - 10^{-11}$ torr

(1 torr \approx 0.0013 atm)



MIE: 10^{-17} torr

medio de muy baja densidad

Está compuesto por gas (~99%), granos de polvo (~1%), campos magnéticos y partículas cargadas.

Aproximadamente el 90% del gas es hidrógeno y el resto es principalmente helio (~1% otros elementos)

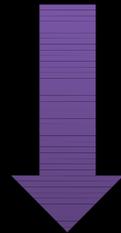
Básicamente está distribuido en nubes frías de hidrógeno atómico y molecular (cuna de nuevas estrellas) y gas caliente ionizado (cerca de las estrellas)

Estructuras interesantes e importantes del MIE:

Estrellas de muy alta masa

Regiones HII

Remanentes de Supernova



etapas de la vida/muerte de una estrella
con gran influencia en su entorno

Estrellas de gran masa
(mayores a 8 masas solares)



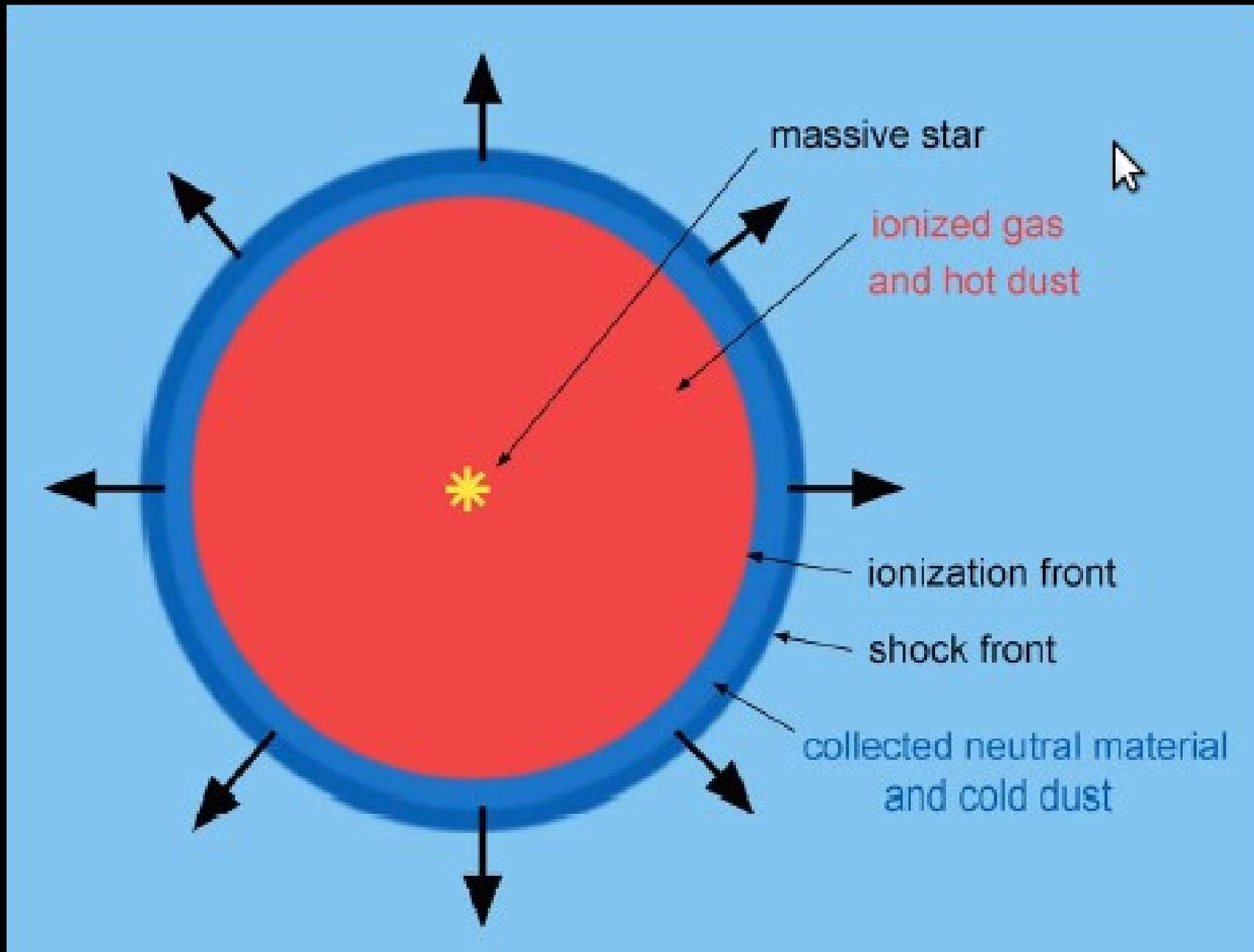
Regiones HII: gas ionizado

Fuertes vientos y altas tasas de fotones: barren e ionizan el medio circundante.

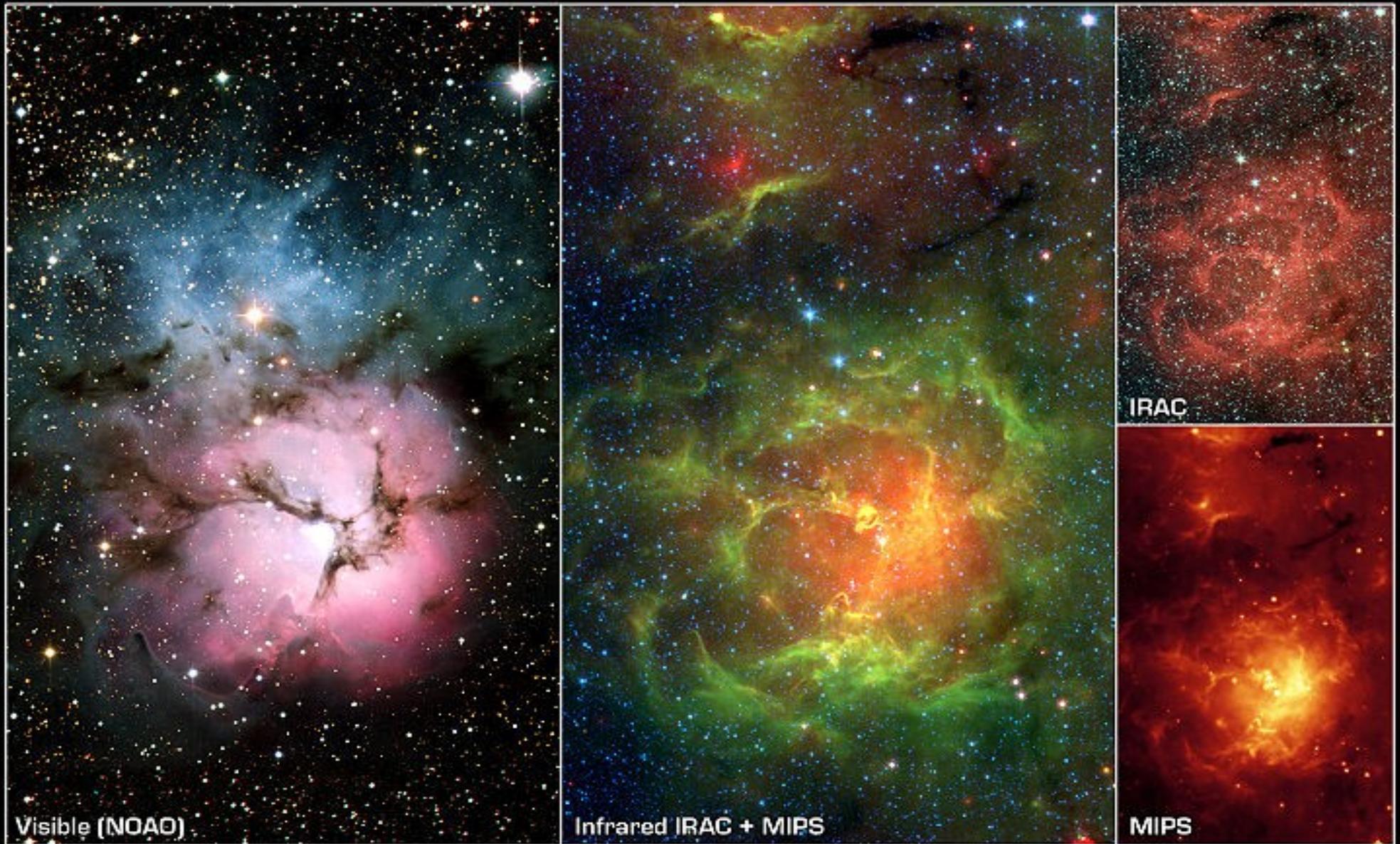
Ondas de choque que pueden inducir la formación de nuevas estrellas

Nebulosa Roseta y el cúmulo abierto NGC 2244

Esquema simplificado de una región HII



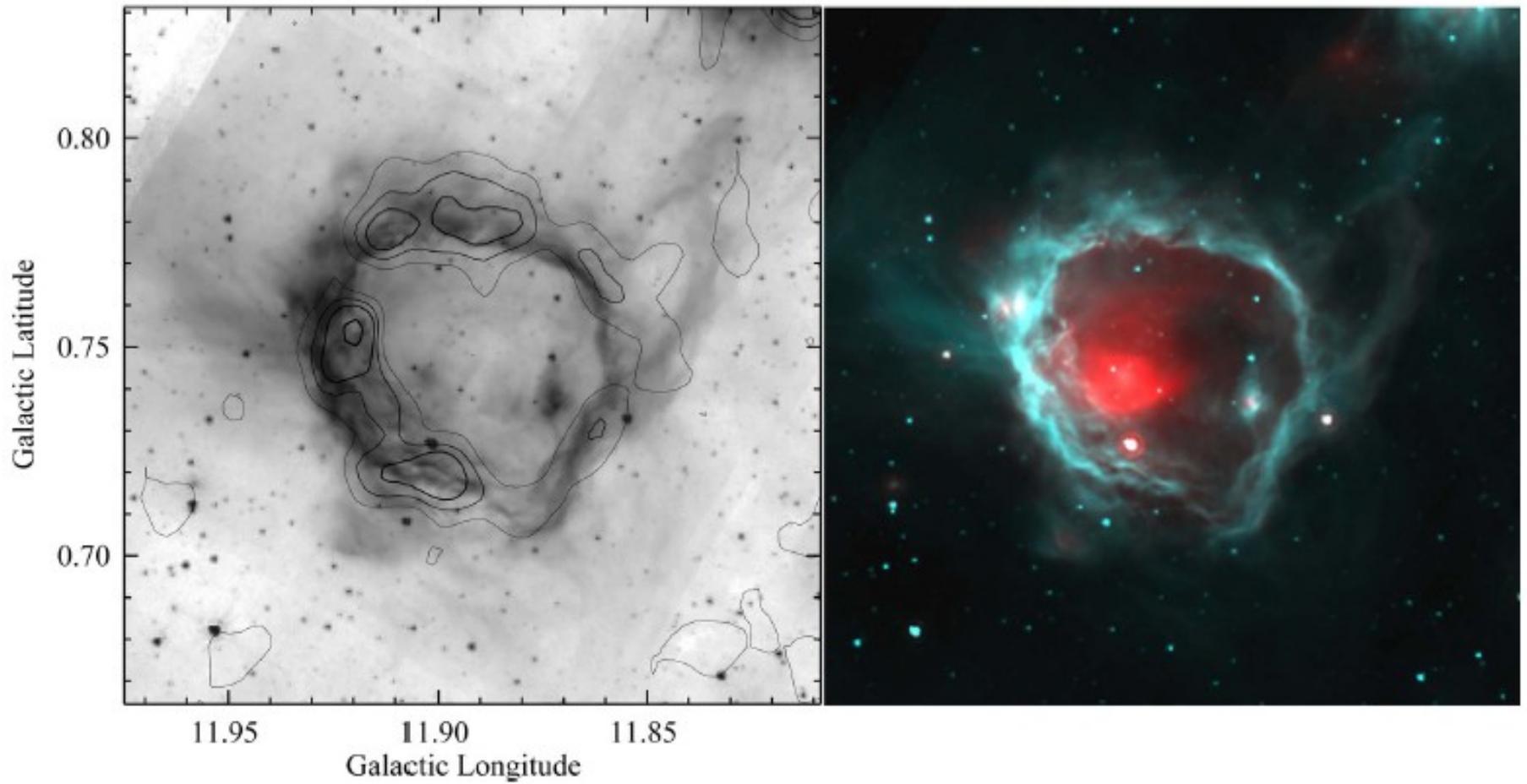
Como se ven las regiones HII en el infrarrojo medio con el satélite *Spitzer*



Trifid Nebula/Messier 20
NASA / JPL-Caltech / J. Rho (SSC/Caltech)

Spitzer Space Telescope • IRAC + MIPS
ssc2005-02a

Burbuja N4



La enorme cantidad de datos disponibles hace que la ayuda de todos sea importante

THE MILKY WAY PROJECT

FOLLOW ON TWITTER
VISIT THE BLOG
MILKY WAY TALK

HOME TAKE PART ABOUT TUTORIAL LOG IN

BUBBLES

Click to draw bubbles and other amazing objects in beautiful Spitzer images.

CLOUDS

Ready for quick-fire cloud spotting? Click here to play with Herschel images.

<http://www.milkywayproject.org/>

Las nubes moleculares



Clasifiquemos las Nubes moleculares

Tabla 1.2: Propiedades físicas de las nubes moleculares (de Goldsmith 1987).

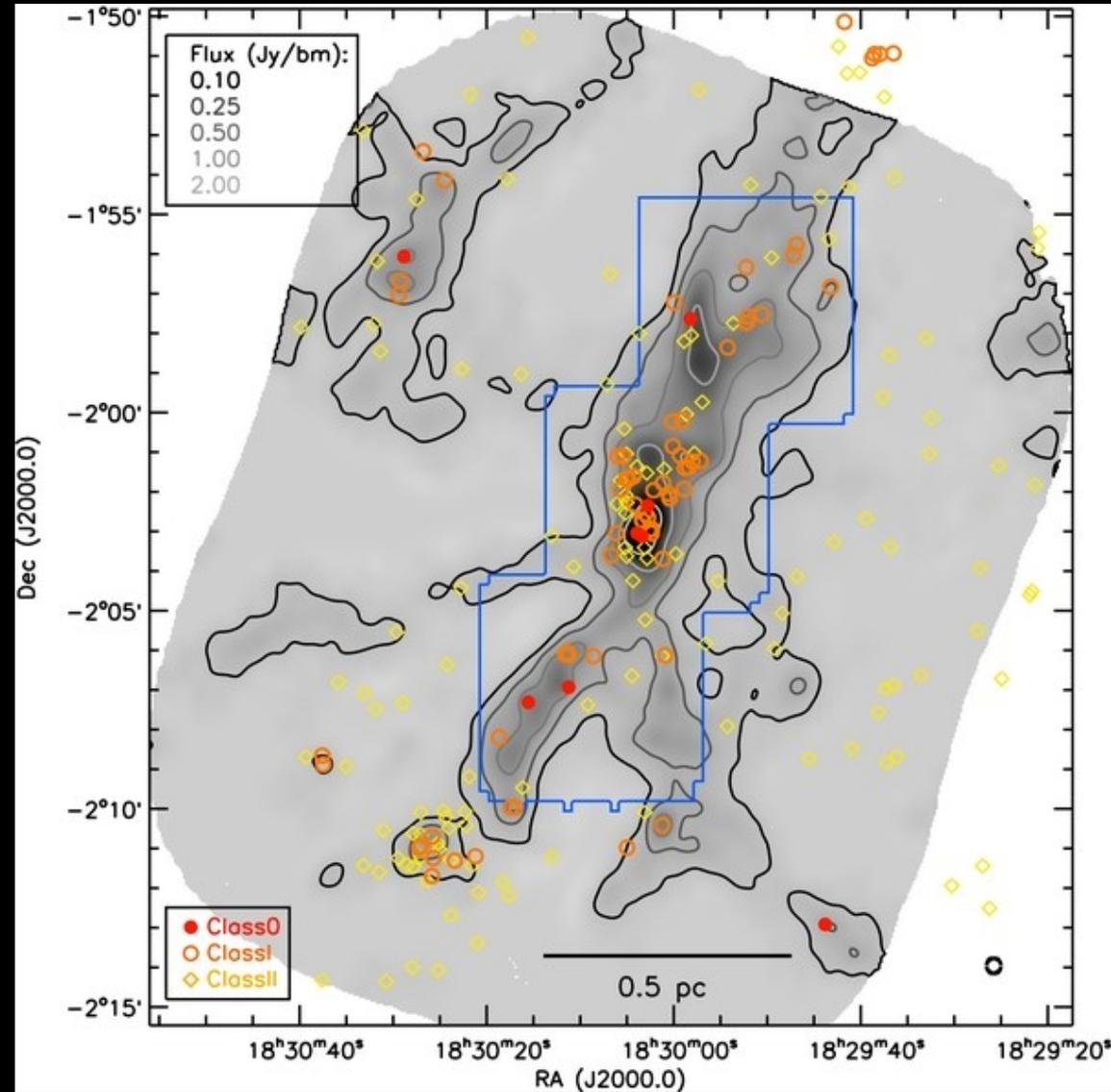
	Nubes moleculares gigantes	Nubes frías-oscuras
COMPLEJO		
Tamaño (pc)	20 – 80	6 – 20
Densidad (cm^{-3})	100 – 300	100 – 1000
Masa (M_{\odot})	$8 \times 10^4 – 2 \times 10^6$	$10^3 – 10^4$
Temperatura (K)	7 – 15	~ 10
NUBE		
Tamaño (pc)	3 – 20	0.2 – 4
Densidad (cm^{-3})	$10^3 – 10^4$	$10^2 – 10^4$
Masa (M_{\odot})	$10^3 – 10^5$	5 – 500
Temperatura (K)	15 – 40	8 – 15
NUCLEO		
Tamaño (pc)	0.5 – 3	0.1 – 0.4
Densidad (cm^{-3})	$10^4 – 10^6$	$10^4 – 10^5$
Masa (M_{\odot})	10 – 10^3	0.3 – 10
Temperatura (K)	30 – 100	~ 10

Estructura jerárquica

1pc ~ 3 a. l.

Masa solar

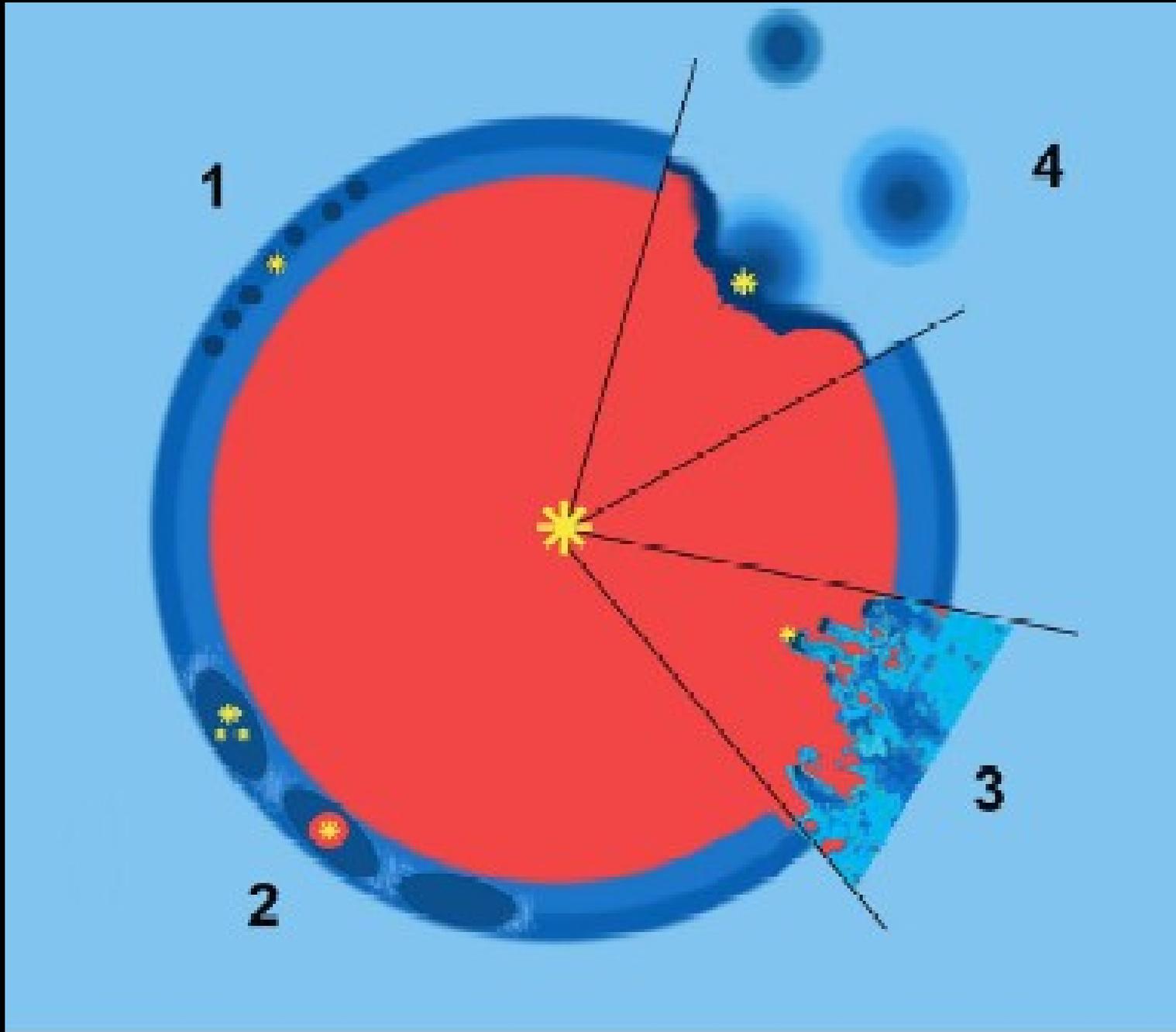
La Galaxia está llena de nubes oscuras pero también existen los llamados agujeros en el MIE. A partir de imágenes en el espectro visible es muy difícil distinguir entre ambos; sin embargo usando imágenes en el infrarrojo se puede discernir perfectamente entre ambas estructuras.

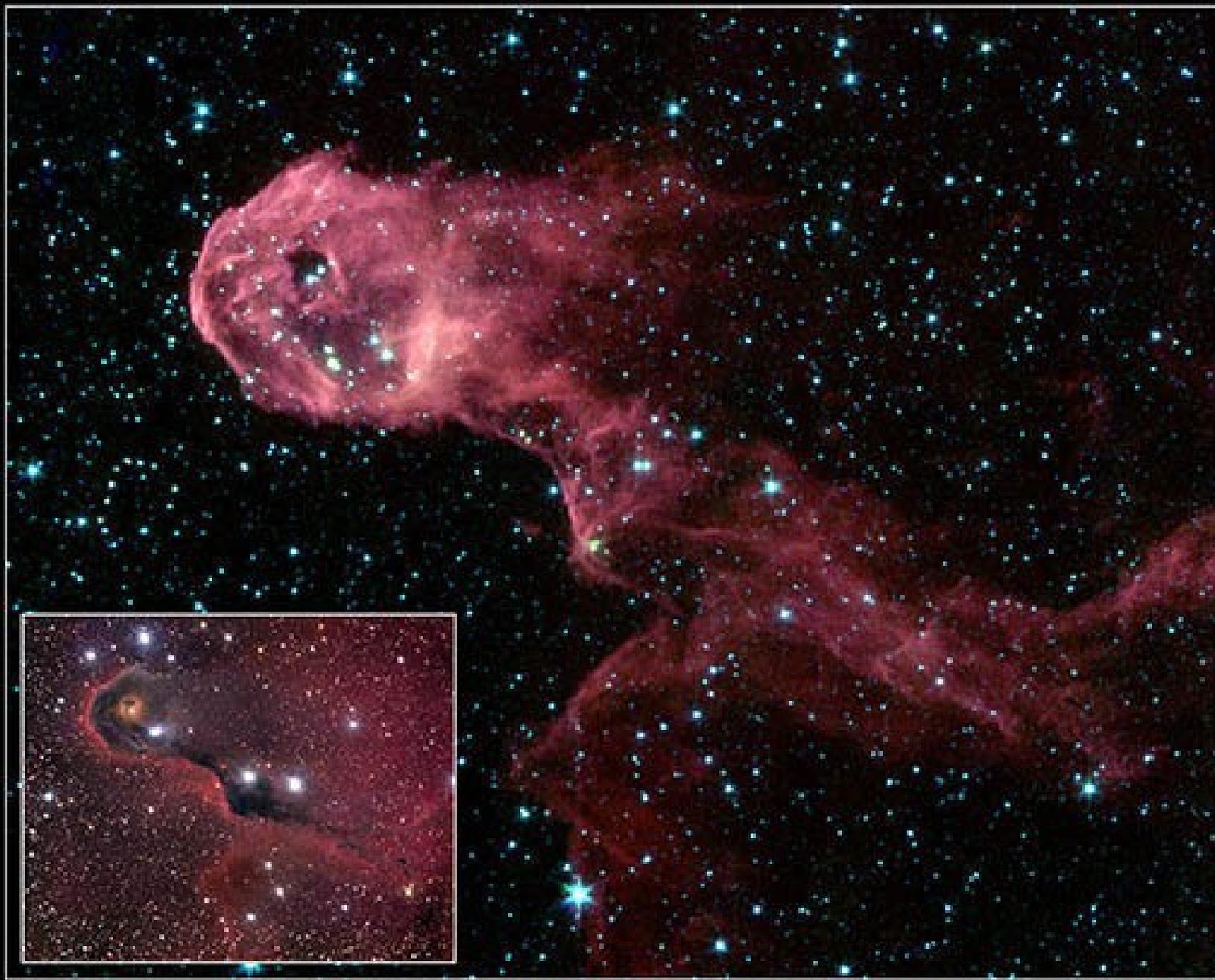


IC1396



Esquema simplificado del proceso de formación estelar disparada en la periferia de una región HII





Dark Globule in IC 1396

Spitzer Space Telescope • IRAC

Inset: visible light composite (CFHT & DSS)

NASA / JPL-Caltech / W. Reach (SSC/Caltech)

ssc2003-06a

Imagen artística del proceso de formación estelar a pequeña escala



La proto-estrella en formación se halla en el centro del gas. Está rodeada por el disco de acreción del cual obtiene el material. Parte de dicho material es expulsado a través de chorros de partículas colimados por los campos magnéticos por ambos polos.

La emisión en verde corresponde a 4.5 micrones que muestra las regiones de gas chocado.



Embedded Outflow in HH 46/47

Spitzer Space Telescope • IRAC

Inset: visible light (DSS)

La explosión de Supernova

libera muchísima energía

libera todos los elementos que la estrella formó

genera nuevos elementos (más pesados)

Estos elementos liberados participarán en la formación de

nubes interestelares

nuevas estrellas

nuevos planetas

posibles seres vivos

Lo que queda luego de la explosión

Kepler
~ 5 kpc



Crab
~ 2 kpc



Remanentes de Supernova



Onda de choque que avanza.

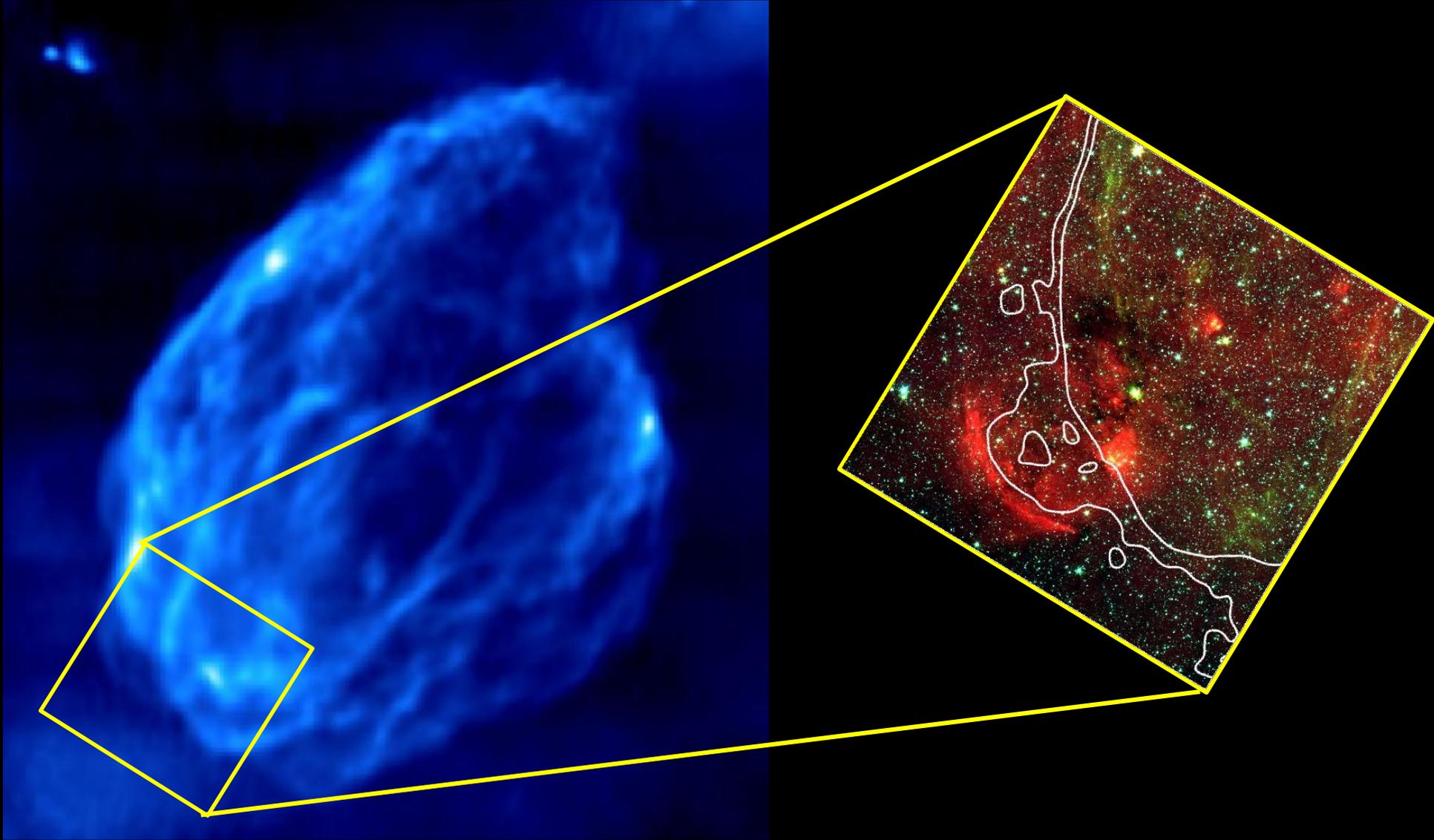
Estrella de neutrones.



Inyecta turbulencia en el MIE.

Crea y destruye moléculas y granos de polvo.

Remanente de Supernova W44 en continuo de radio a 1420 MHz



Existen pocos RSN que emitan en 8 y 24 micrones (en general destruye los granos de polvo), la gran mayoría lo hace en 4.5 micrones que es una banda que traza el gas chocado.

Las estrellas nacen en los grumos moleculares densos al abrigo del intenso campo de radiación de las estrellas

Alta extinción principalmente en el visual

¿Cómo estudiamos los procesos que ocurren en el interior de las nubes moleculares?

Las nubes moleculares están formadas mayormente por gas en la forma de hidrógeno molecular

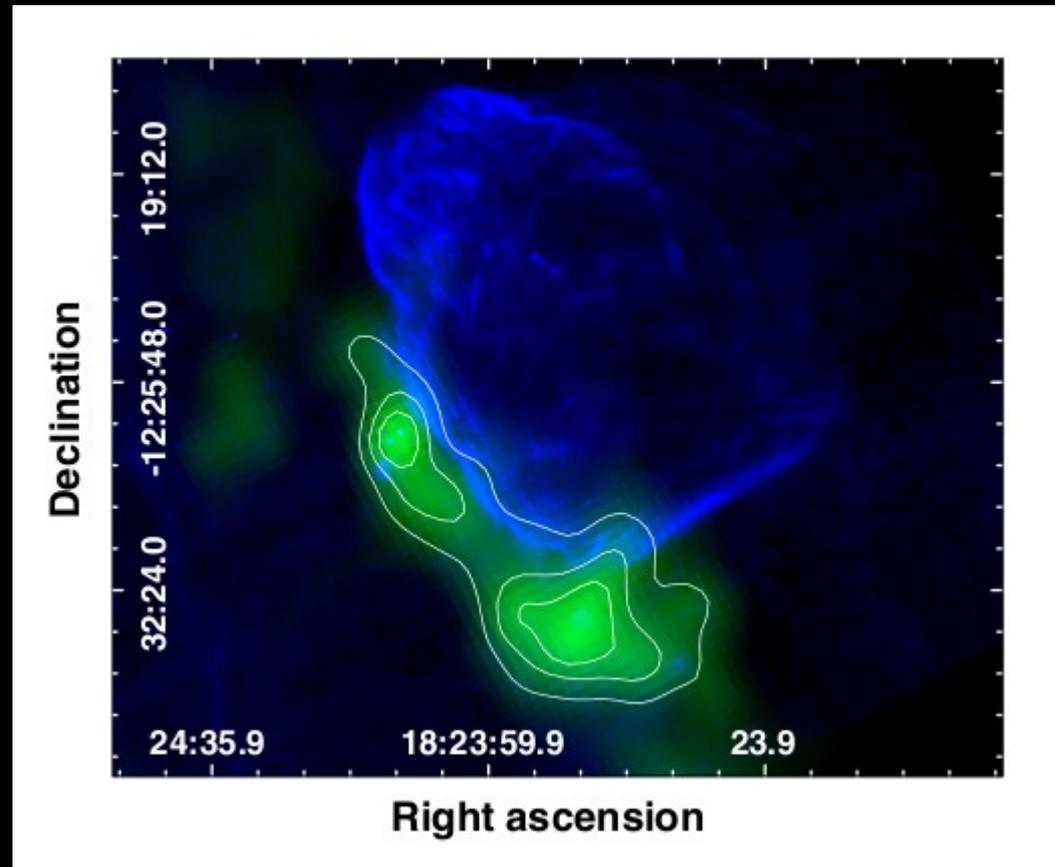
Bajo ciertas condiciones físicas, las moléculas que la forman pueden emitir radiación

La complicación es que la molécula de hidrógeno es muy difícil de detectar

La molécula de CO es un excelente trazador del hidrógeno molecular presente en la nube.

El relevamiento del ^{13}CO del GRS es una excelente herramienta para estudiar el gas molecular.

Se busca el rango de velocidades en donde exista alguna correlación morfológica entre el objeto (región HII o RSN) y el gas molecular. Dicha correlación es una de las posibles evidencias de la interacción con la nube molecular.



¿Para qué?



Es uno de los requisitos para estudiar formación estelar inducida

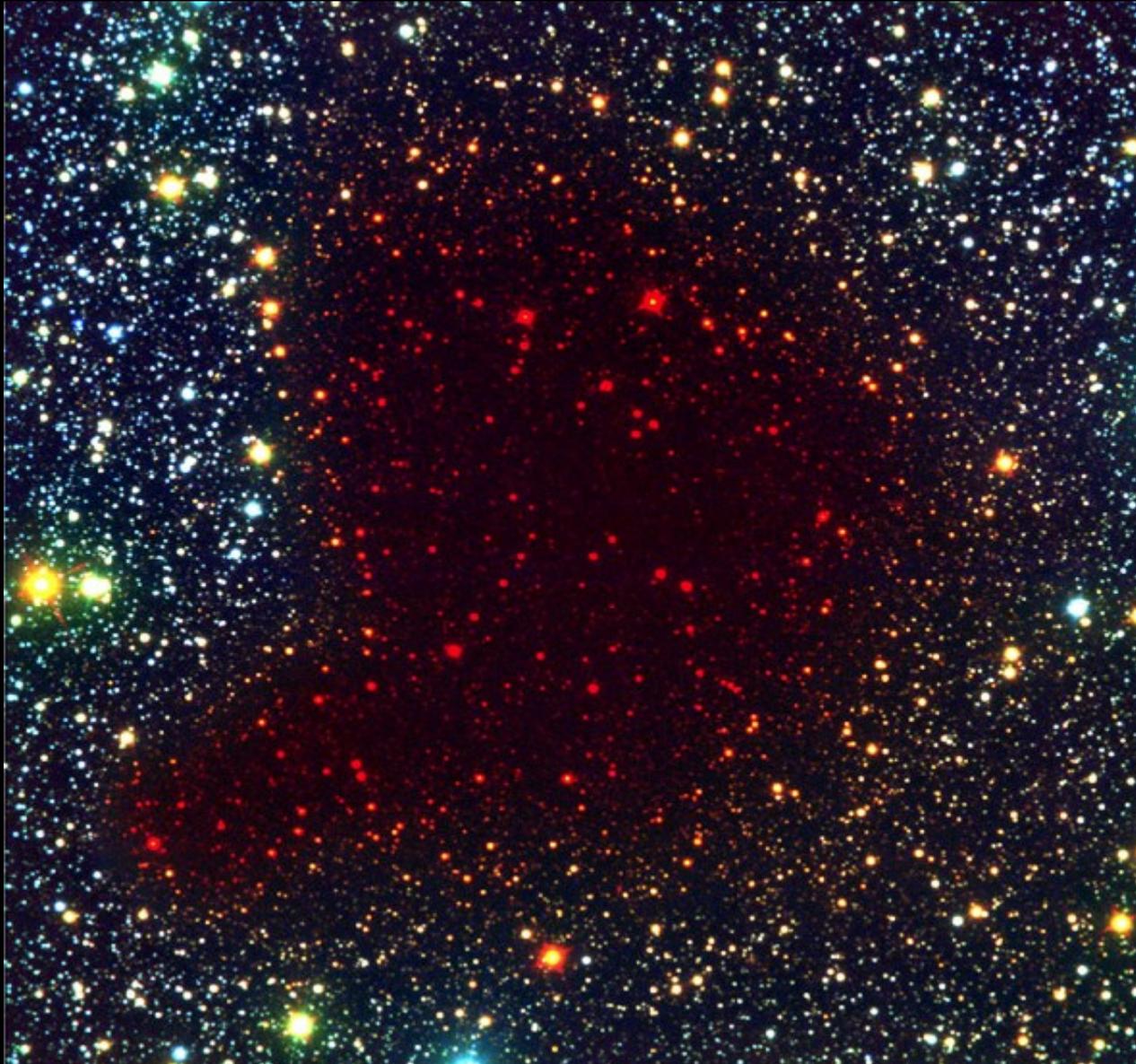
Mirando el interior de las nubes moleculares



Barnard 68



Barnard 68



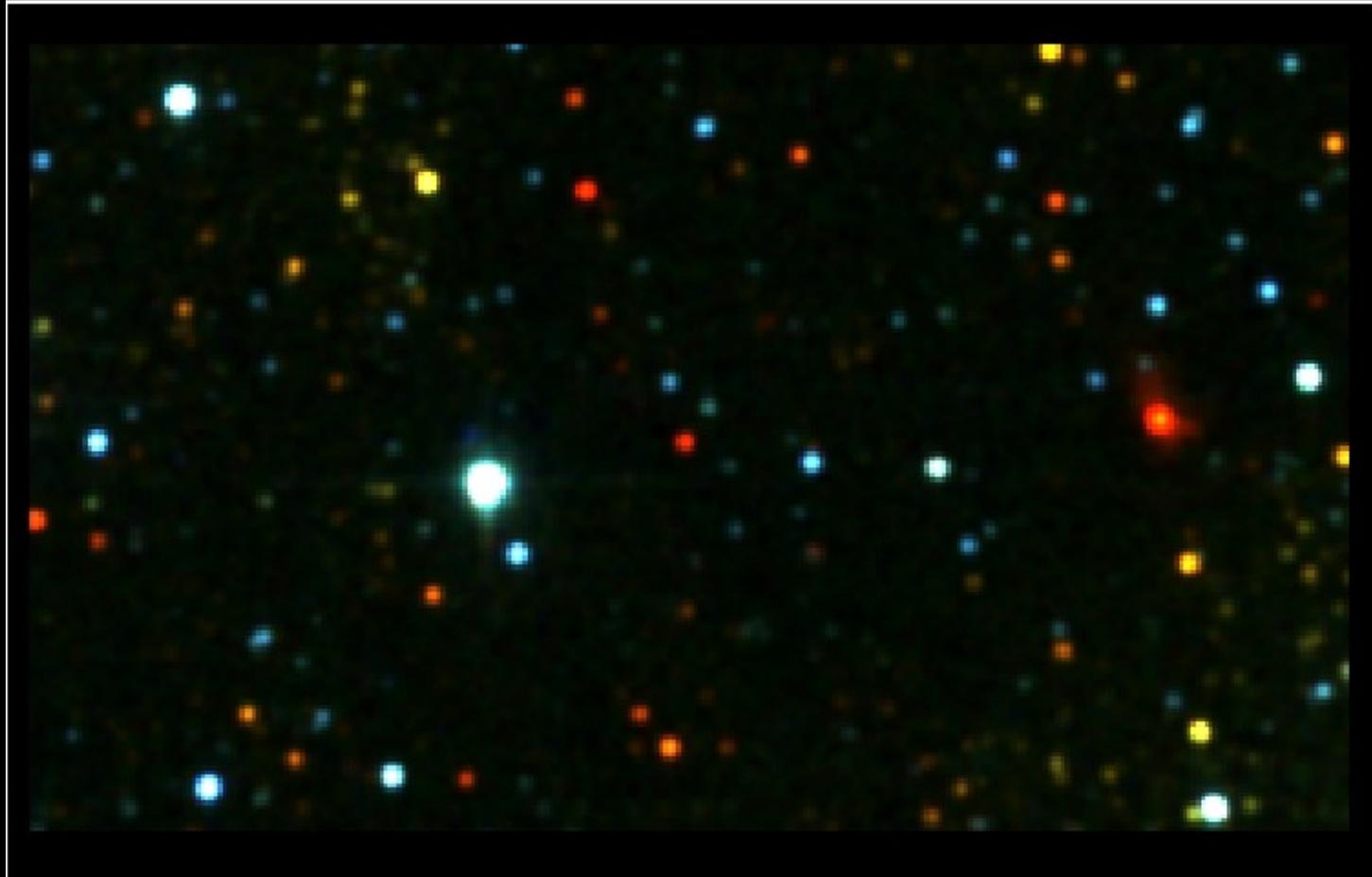
Alto enrojecimiento intrínseco: las proto-estrellas son estrellas en formación que aún se hallan embebidas en una condensación de gas molecular denso y polvo.

La importancia del infrarrojo cercano ~0.8 a 2.5 micrones

2MASS

J-band = (1.25 μm), H-band = (1.65 μm) y K-band = (2.17 μm)

J-band = azul
H-band = verde
K-band = rojo



Las fuentes rojas son estrellas intrínsecamente enrojecidas