Gestación y vida de las Estrellas

Carlos Román Zúñiga

Instituto de Astronomía, Observatorio Astronómico Nacional

Universidad Nacional Autónoma de México

ENCUENTRO L@S ZAPATISTAS Y LAS CONCIENCIAS POR LA HUMANIDAD. SAN CRISTOBAL DE LAS CASAS, CHIAPAS DIC 2016

La Formación de las Estrellas

La Formación de las Estrellas

- Hasta hace menos de un siglo, la formación de las estrellas se entendía tan poco, que llegó incluso a pensarse que era un fenómeno imposible. La mínima o nula evidencia observacional envolvían al origen de las estrellas en un oscuro halo de misterio.

La Formación de las Estrellas

- Hasta hace menos de un siglo, la formación de las estrellas se entendía tan poco, que llegó incluso a pensarse que era un fenómeno imposible. La mínima o nula evidencia observacional envolvían al origen de las estrellas en un oscuro halo de misterio.
- Y es que en realidad, el nacimiento de las estrellas, **sí** ocurre en regiones frías y oscuras. Y está (o mejor dicho, *estaba*) oculto a la vista del hombre.

La Formación de las Estrellas

- Hasta hace menos de un siglo, la formación de las estrellas se entendía tan poco, que llegó incluso a pensarse que era un fenómeno imposible. La mínima o nula evidencia observacional envolvían al origen de las estrellas en un oscuro halo de misterio.

- Y es que en realidad, el nacimiento de las estrellas, **sí** ocurre en regiones frías y oscuras. Y está (o mejor dicho, *estaba*) oculto a la vista del hombre.

- La formación de las estrellas es todavía uno de los problemas sin resolver en la astrofísica moderna. Aunque hoy, gracias al avance de la tecnología, una enorme producción de trabajos observacionales, analíticos y numéricos, nos acercan ya rápidamente hacia la construcción de una teoría predictiva de la formación estelar.

El Origen de las Estrellas

El Origen de las Estrellas

Las estrellas han sido esenciales para la humanidad desde sus orígenes. Son nuestra primera brújula, nuestro primer calendario, nuestra primera fuente de mitos. Todas las grandes civilizaciones han rendido culto a las estrellas.

El Origen de las Estrellas

¿cómo se dice estrella en...?	
Náhuatl	***citlali***
Chino	***xing***
Inglés antiguo	***sterling***
Árabe	***zeke***
Eslavo	***danica***
Tailandés	***dao***
Ruso	***esfir***
Otomí	***tsö***
Vasco	***izar***
Griego	***astarte***

El Origen de las Estrellas

El Origen de las Estrellas

- De acuerdo a los Yakut, en Siberia, las estrellas son ventanas de cristal por las cuales los Dioses se asoman para ver los actos de los hombres...

El Origen de las Estrellas

- De acuerdo a los Yakut, en Siberia, las estrellas son ventanas de cristal por las cuales los Dioses se asoman para ver los actos de los hombres...
- De acuerdo a los Turco-tártaros, el firmamento es una gran manta con agujeritos -las estrellas-, y esta manta se desliza sobre el cielo, durante la noche...

El Origen de las Estrellas

- De acuerdo a los Yakut, en Siberia, las estrellas son ventanas de cristal por las cuales los Dioses se asoman para ver los actos de los hombres...

- De acuerdo a los Turco-tártaros, el firmamento es una gran manta con agujeritos -las estrellas-, y esta manta se desliza sobre el cielo, durante la noche...

- Para los Paliute, las estrellas son los hijos del Sol y de la Luna. El Sol se come a sus hijos y por eso desaparecen durante el día. Al llegar la noche, la Luna vuelve a danzar con las estrellas por el firmamento.

El Origen de las Estrellas

El Origen de las Estrellas

- De acuerdo a la tradición Seri, el creador Hant Quitzin hizo a la Tierra de un fango hirviente que era inhabitable al principio. Sopló muy fuertemente para enfriarlo. La bola de fango se convirtió en una fogata tan fuerte que iluminó el firmamento, y de las brasas que se desprendían de la fogata, se formaron las estrellas.

El Origen de las Estrellas

- De acuerdo a la tradición Seri, el creador Hant Quitzin hizo a la Tierra de un fango hirviente que era inhabitable al principio. Sopló muy fuertemente para enfriarlo. La bola de fango se convirtió en una fogata tan fuerte que iluminó el firmamento, y de las brasas que se desprendían de la fogata, se formaron las estrellas.

- El pueblo Seri de la hoy Sonora pobló las islas del Golfo de California y de ahí unos pocos Seris emigraron a la Sierra de San Pedro Mártir, donde hoy está el Observatorio Astronómico Nacional.

El Origen de las Estrellas

El Origen de las Estrellas

- Los griegos prefieren dar a los planetas categoría de dioses y a las estrellas la categoría de objetos abstractos de absoluta pureza. Se dan cuenta que están demasiado lejos como para poder entenderlos.

El Origen de las Estrellas

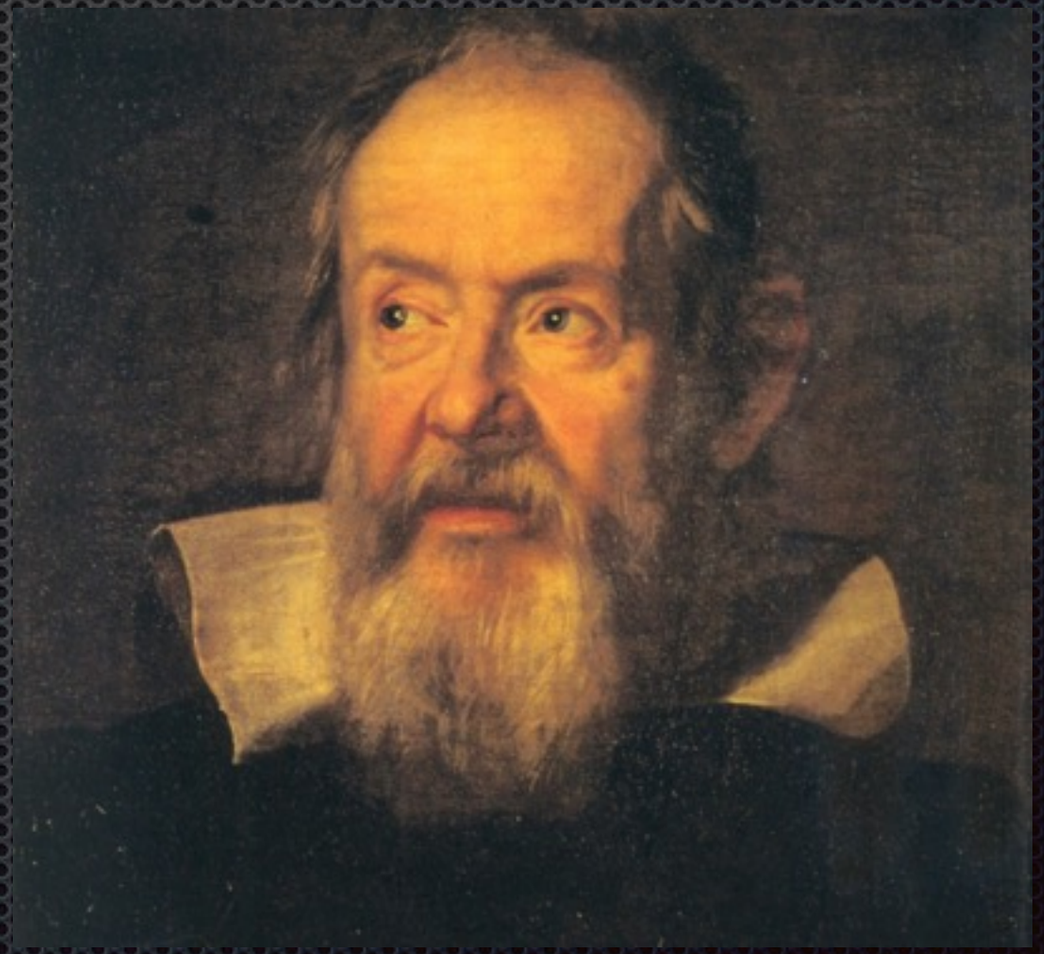
- Los griegos prefieren dar a los planetas categoría de dioses y a las estrellas la categoría de objetos abstractos de absoluta pureza. Se dan cuenta que están demasiado lejos como para poder entenderlos.
- Ptolomeo cataloga las estrellas y las ideas sobre el Universo en *El Almagesto*. Tendrán que pasar cientos de años antes de la siguiente revisión.

El Origen de las Estrellas

- Los griegos prefieren dar a los planetas categoría de dioses y a las estrellas la categoría de objetos abstractos de absoluta pureza. Se dan cuenta que están demasiado lejos como para poder entenderlos.

- Ptolomeo cataloga las estrellas y las ideas sobre el Universo en *El Almagesto*. Tendrán que pasar cientos de años antes de la siguiente revisión.

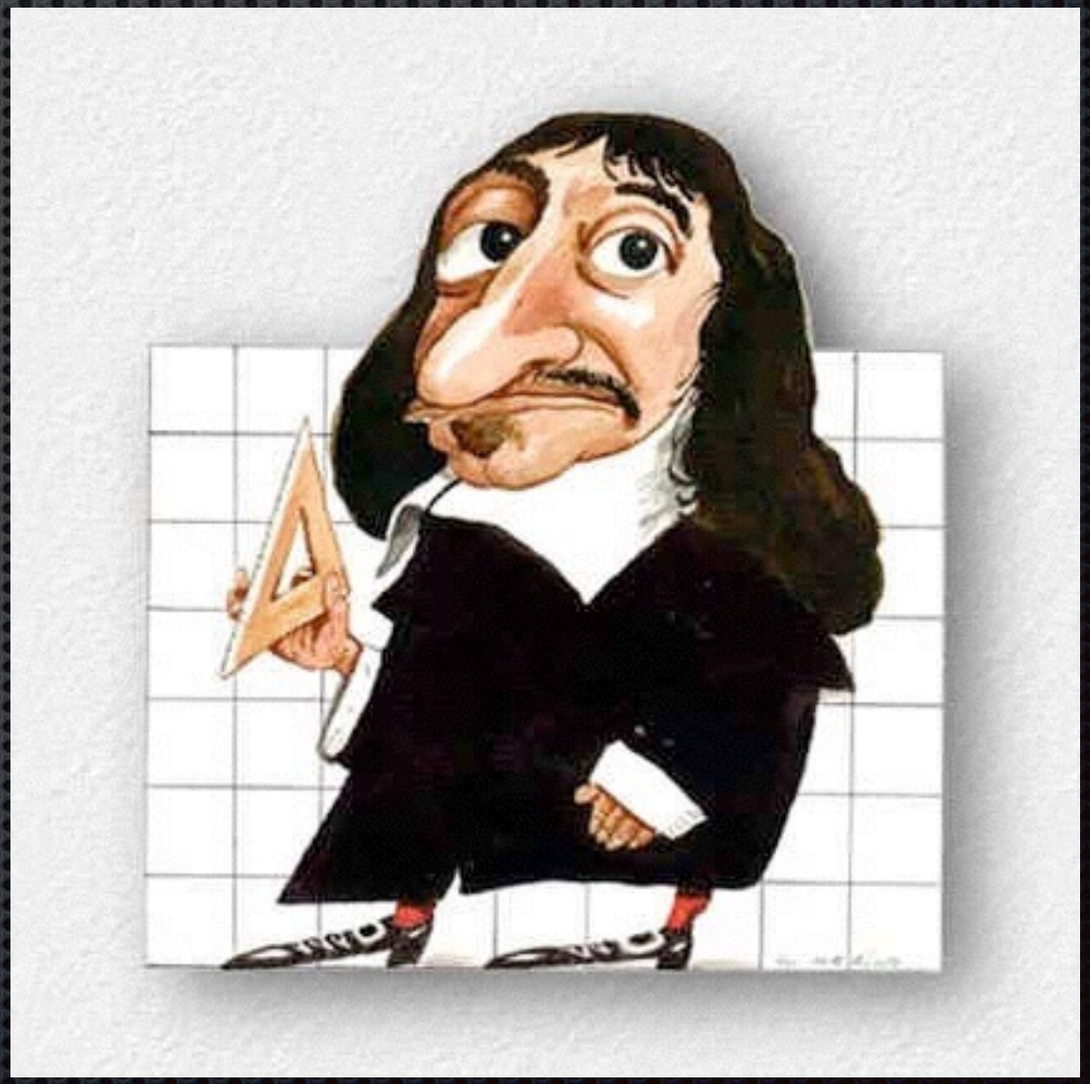
- Galileo Galilei es el primero en hacer público que el número de estrellas catalogadas en *El Almagesto* se queda un “poco” corto.



El Origen de las Estrellas

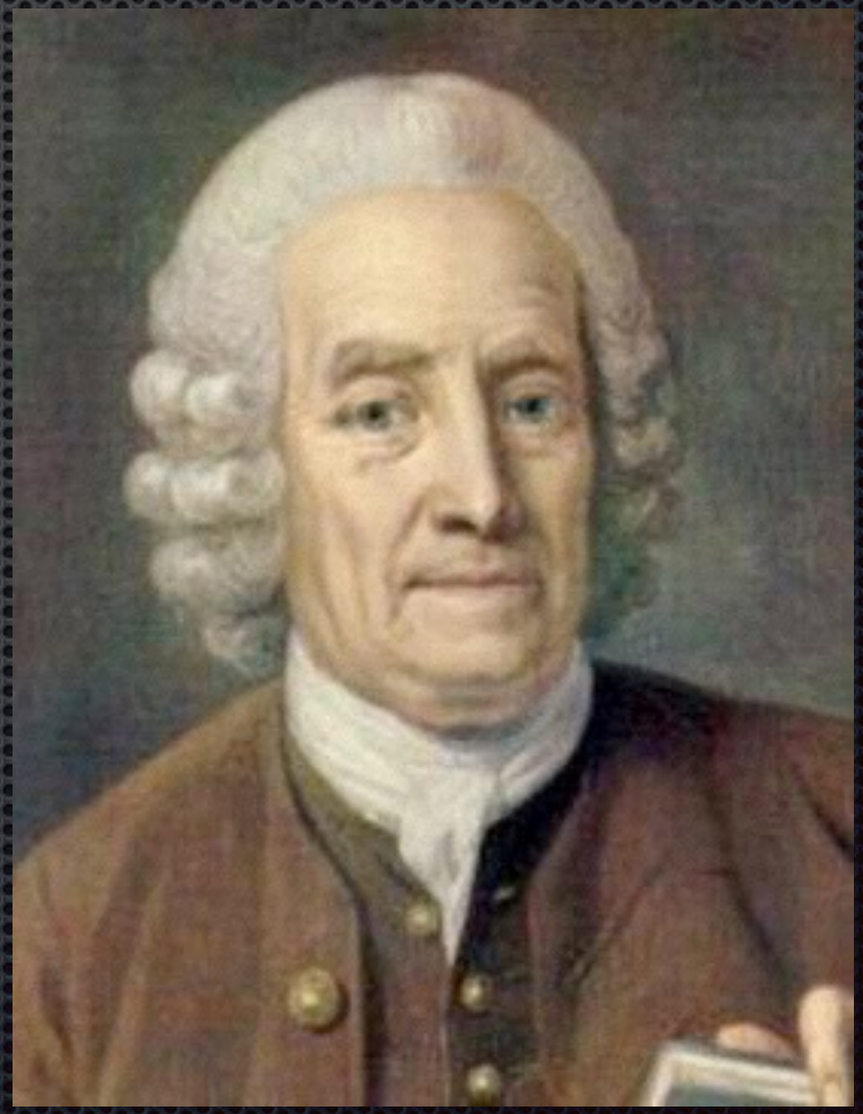
El Origen de las Estrellas

- 1644. René Descartes: *Teoría de los Vórtices.*



El Origen de las Estrellas

- 1644. René Descartes: *Teoría de los Vórtices.*
- 1734. Emanuel Swendeborg: primera *Hipótesis Nebular.*

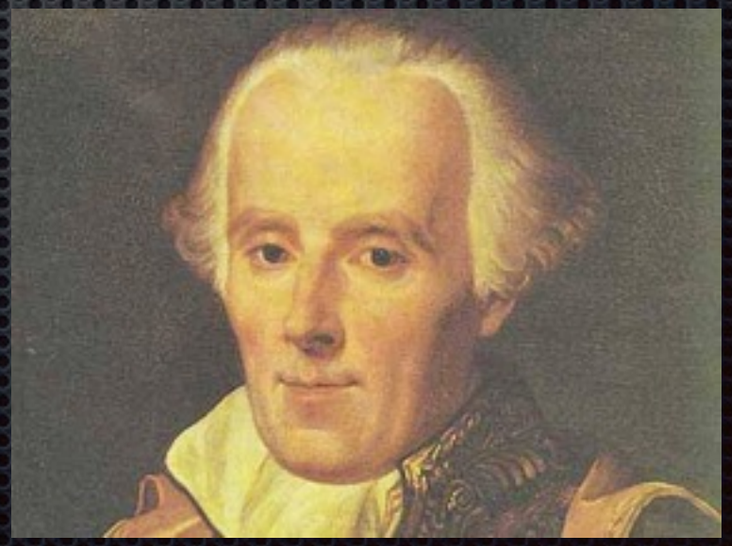


El Origen de las Estrellas

- 1644. René Descartes: *Teoría de los Vórtices.*
- 1734. Emanuel Swendeborg: primera *Hipótesis Nebular.*
- 1754. Georges Buffon: *Teoría del Impacto*.

El Origen de las Estrellas

- 1644. René Descartes: *Teoría de los Vórtices.*
- 1734. Emanuel Swendeborg: primera *Hipótesis Nebular.*
- 1754. Georges Buffon: *Teoría del Impacto*.
- 1755-1798. Emmanuel Kant y Simon de Laplace: *Hipótesis Nebulares Independientes*.

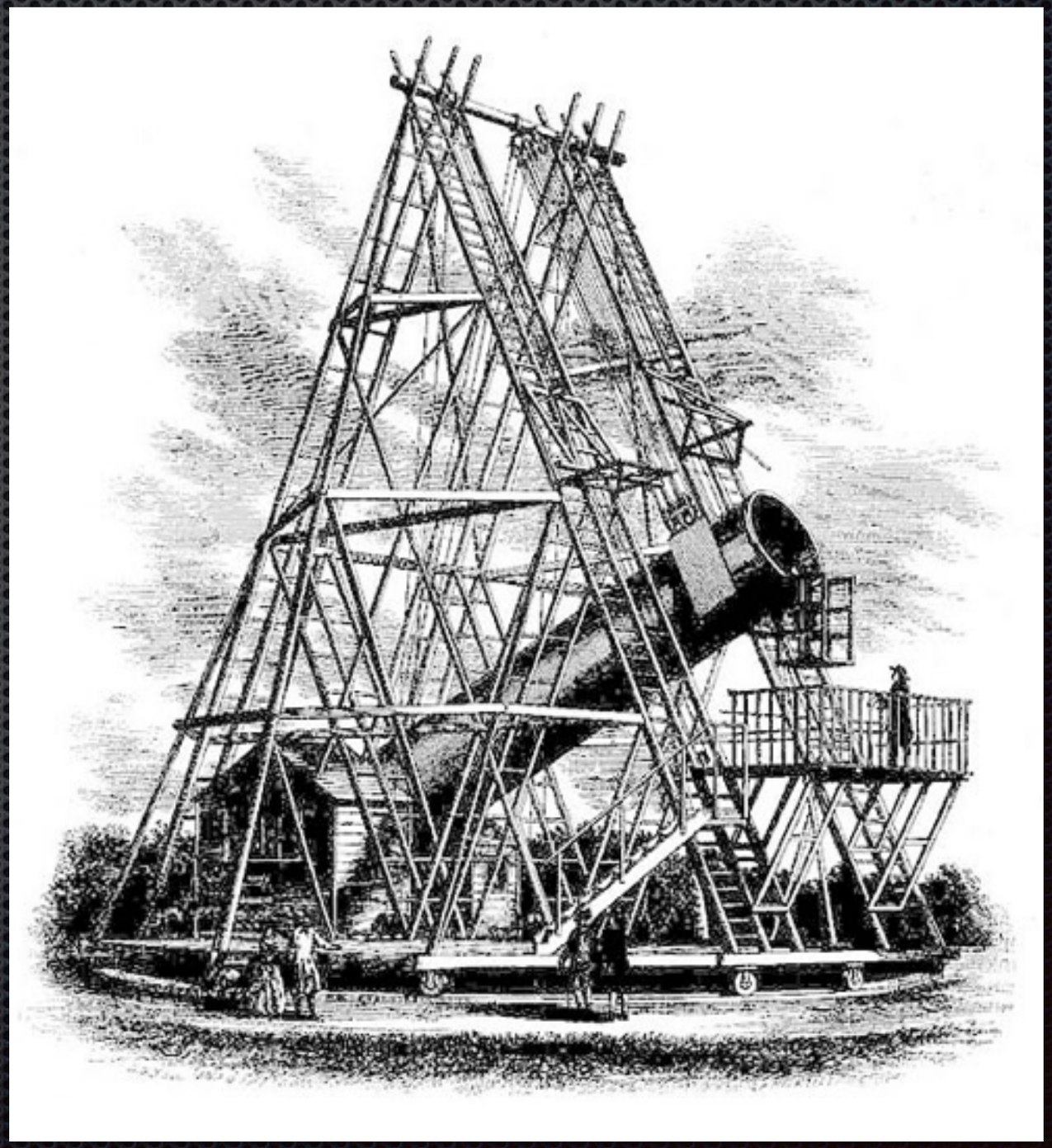


El Origen de las Estrellas

- 1644. René Descartes: *Teoría de los Vórtices.*
- 1734. Emanuel Swendeborg: primera *Hipótesis Nebular.*
- 1754. Georges Buffon: *Teoría del Impacto*.
- 1755-1798. Emmanuel Kant y Simon de Laplace: *Hipótesis Nebulares Independientes*.
- 1771. El catálogo de objetos nebulosas de Messier

El Origen de las Estrellas

- 1644. René Descartes: *Teoría de los Vórtices.*
- 1734. Emanuel Swendeborg: primera *Hipótesis Nebular.*
- 1754. Georges Buffon: *Teoría del Impacto*.
- 1755-1798. Emmanuel Kant y Simon de Laplace: *Hipótesis Nebulares Independientes*.
- 1771. El catálogo de objetos nebulosas de Messier
- Herschel. Primera cartografía de la galaxia. Inaugura la astronomía infrarroja,



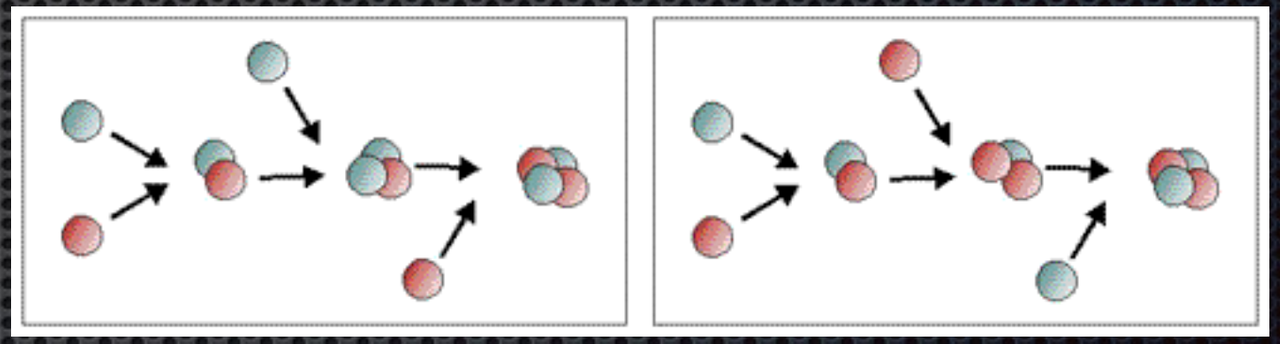
El Origen de las Estrellas

El Origen de las Estrellas

- Teoría de Jeans. 1929. Masa mínima para la contracción de una masa de gas por autogravedad. *¡válida hasta hoy!*.

El Origen de las Estrellas

- Teoría de Jeans. 1929. Masa mínima para la contracción de una masa de gas por autogravedad. *¡válida hasta hoy!*.
- 1930s - se entienden las reacciones termonucleares H-He



El Origen de las Estrellas

- Teoría de Jeans. 1929. Masa mínima para la contracción de una masa de gas por autogravedad. *¡válida hasta hoy!*.
- 1930s - se entienden las reacciones termonucleares H-He
- 1944. Weizsäcker revive la hipótesis de la nebulosa. Añade la *turbulencia* como ingrediente

El Origen de las Estrellas

- Teoría de Jeans. 1929. Masa mínima para la contracción de una masa de gas por autogravedad. *¡válida hasta hoy!*.
- 1930s - se entienden las reacciones termonucleares H-He
- 1944. Weizsäcker revive la hipótesis de la nebulosa. Añade la *turbulencia* como ingrediente
- 1951. Weizsäcker elabora la *Hipótesis del Rejuvenecimiento.*

El Origen de las Estrellas

- Teoría de Jeans. 1929. Masa mínima para la contracción de una masa de gas por autogravedad. *¡válida hasta hoy!*.
- 1930s - se entienden las reacciones termonucleares H-He
- 1944. Weizsäcker revive la hipótesis de la nebulosa. Añade la *turbulencia* como ingrediente
- 1951. Weizsäcker elabora la *Hipótesis del Rejuvenecimiento.*
- 20 años de debates. 20 de desarrollo tecnológico. 20 de avances exponenciales.

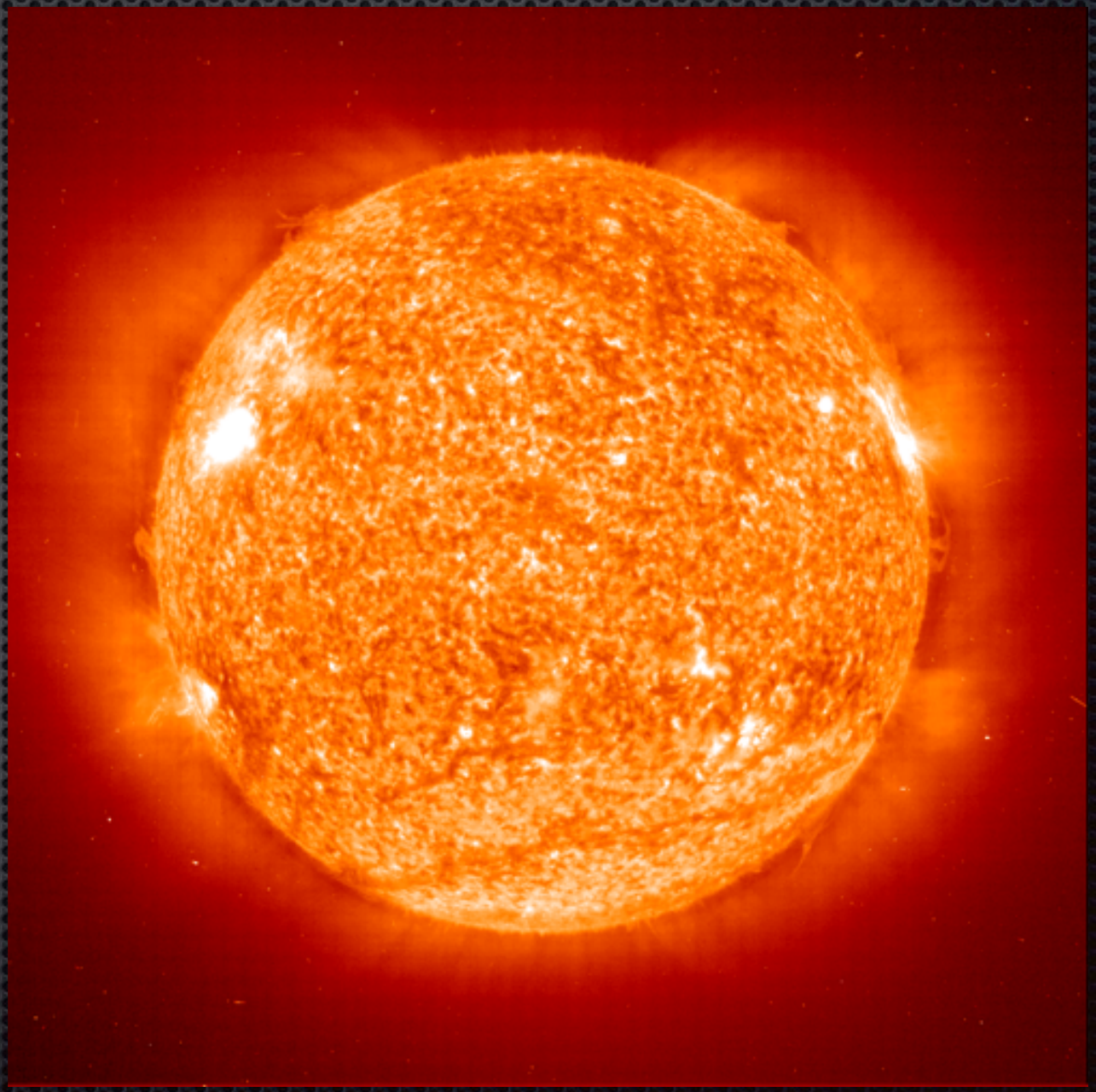
¿Qué es una estrella?

¿Qué es una estrella?

- “Es una gigantesca bola brillante que produce enormes cantidades de luz y energía” - NASA

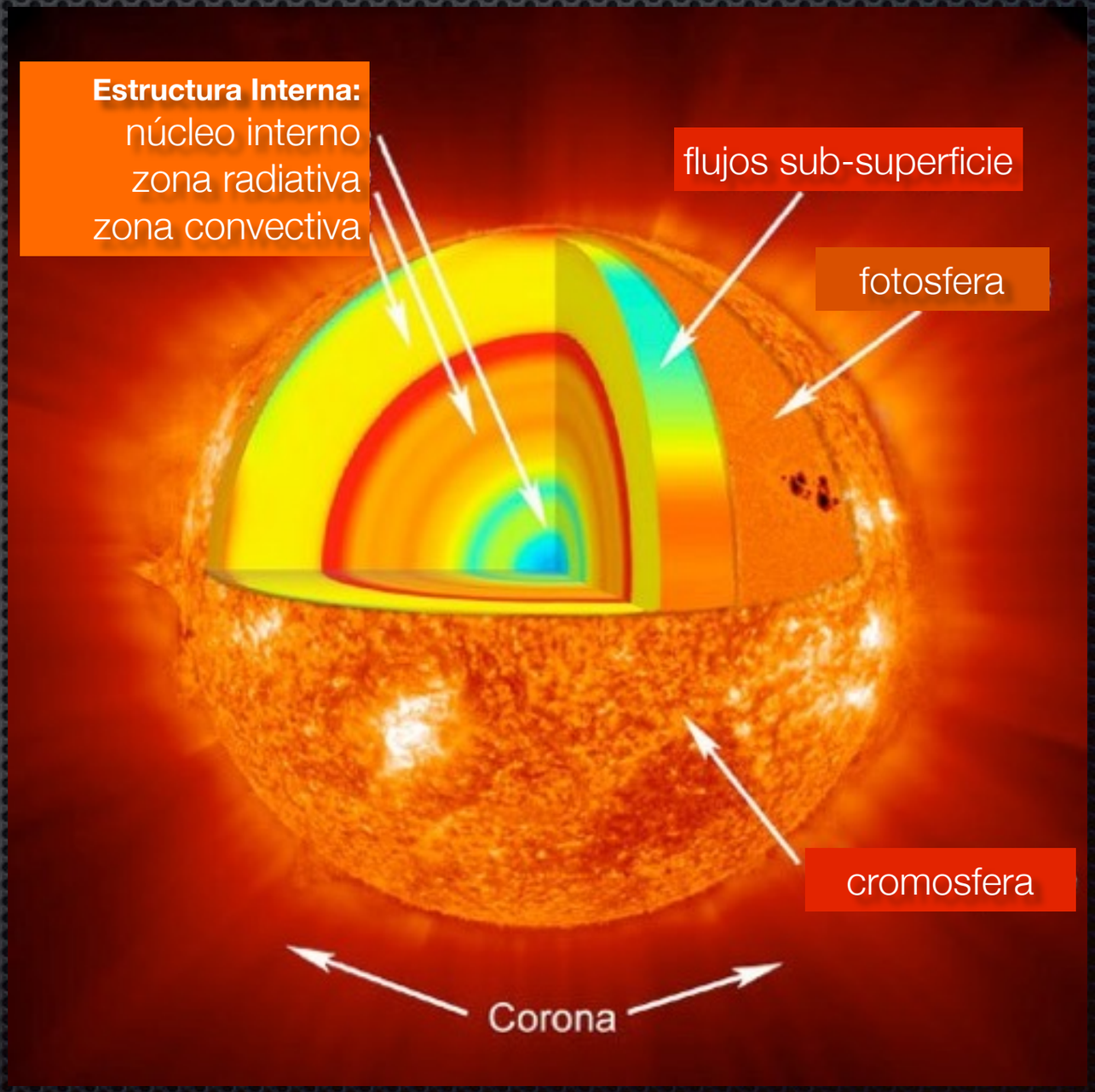
¿Qué es una estrella?

- “Es una gigantesca bola brillante que produce enormes cantidades de luz y energía” - NASA
- Es una masa de gas incandescente capaz de producir, por sí misma luz y energía.

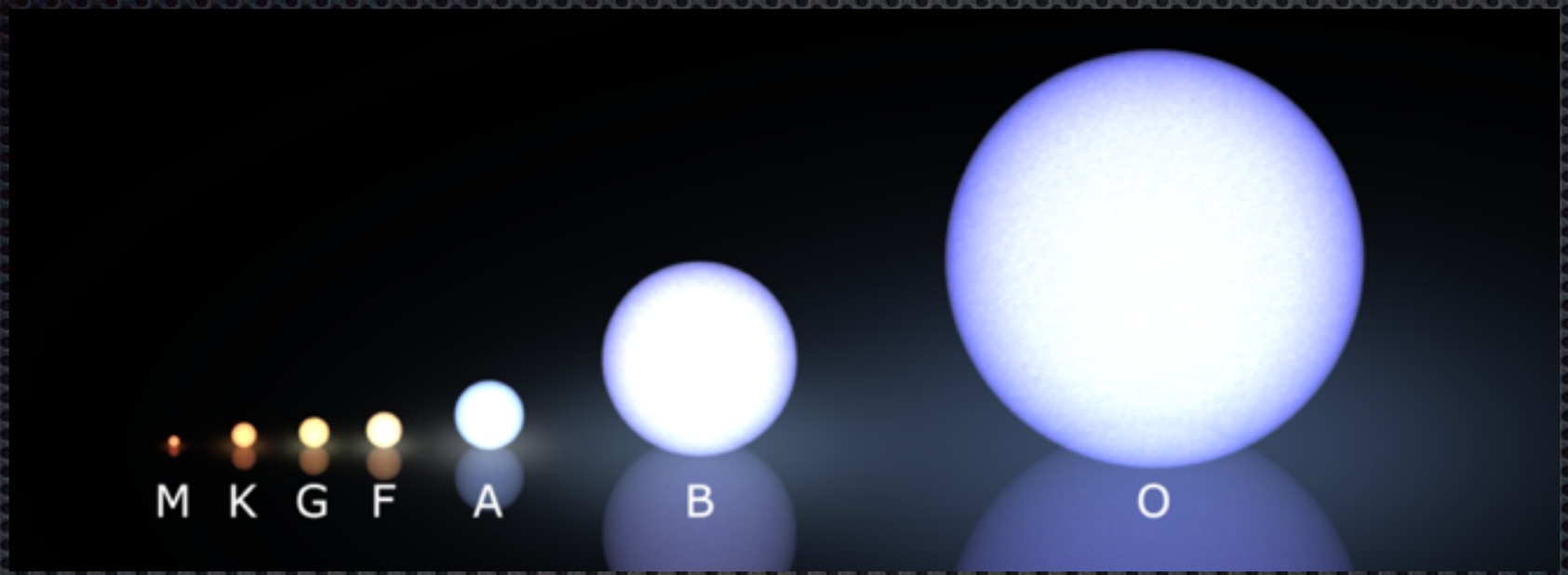


¿Qué es una estrella?

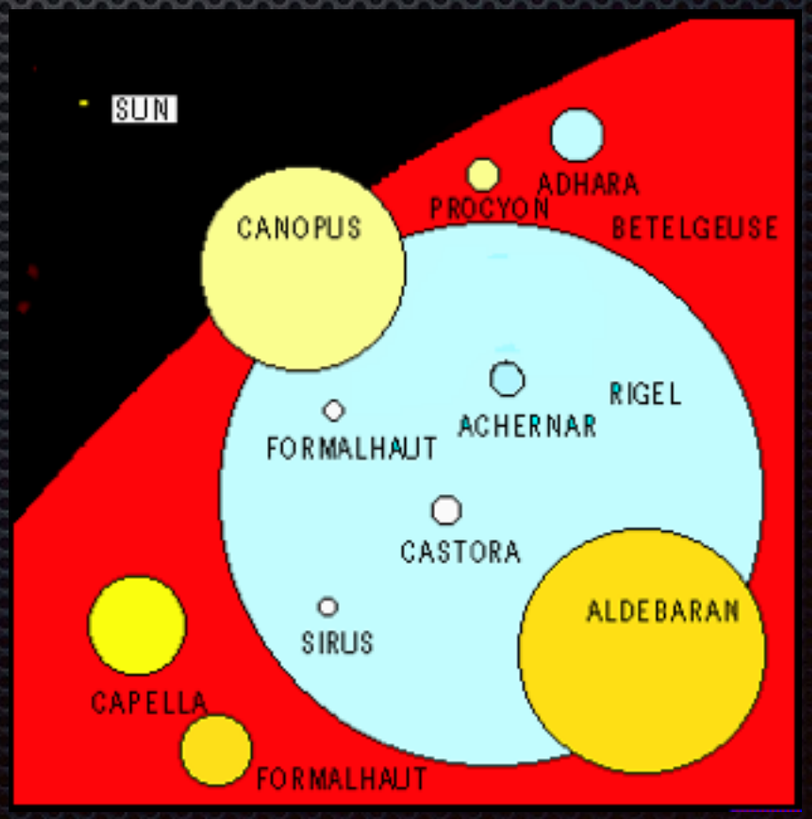
- “Es una gigantesca bola brillante que produce enormes cantidades de luz y energía” - NASA
- Es una masa de gas incandescente capaz de producir, por sí misma luz y energía.
- La energía y la luz de las estrellas proviene de la transformación de elementos ligeros en pesados por medio de reacciones de fusión termonuclear.



¿Qué es una estrella?

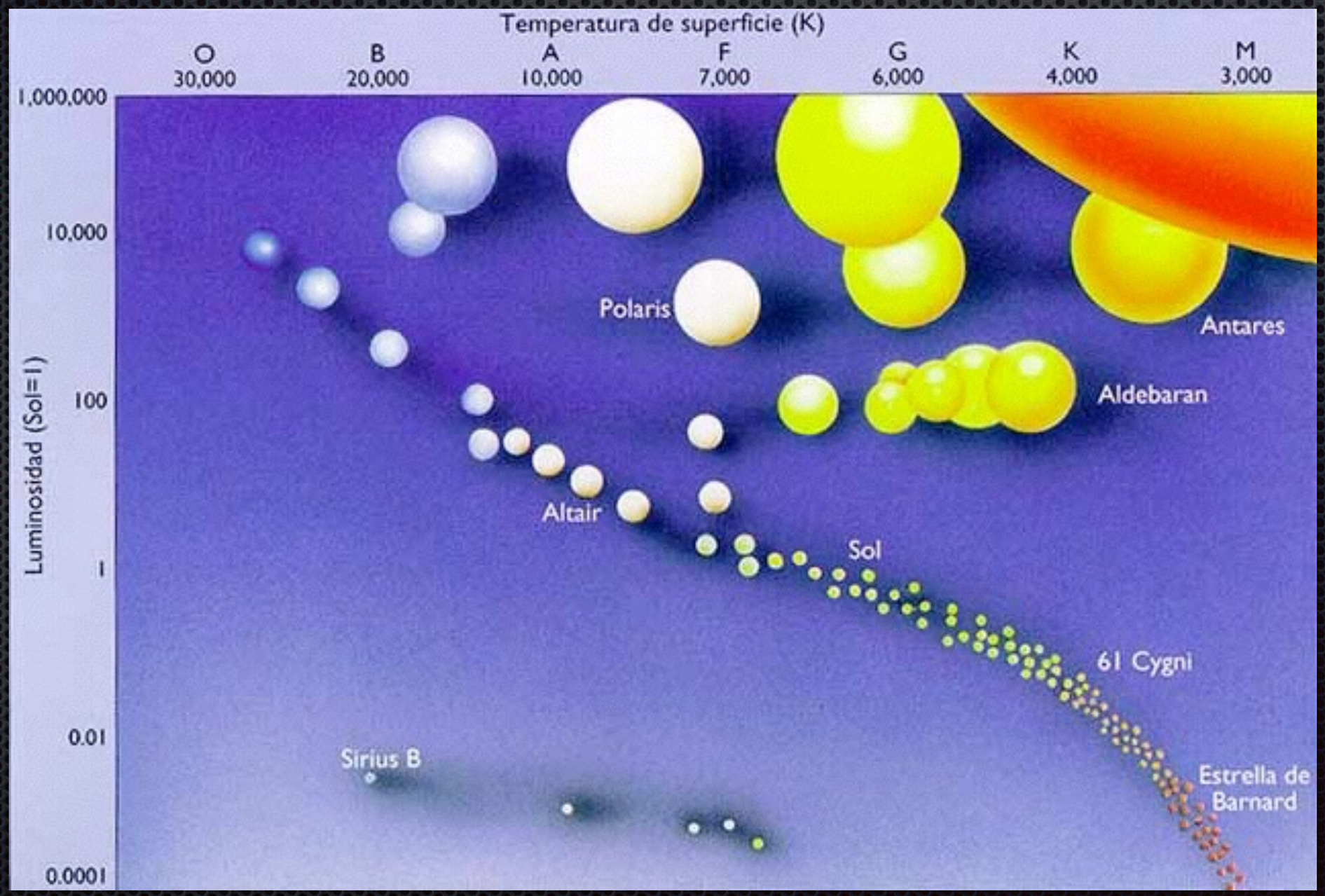


- Las estrellas se clasifican de acuerdo a la luz que emiten. Esto se llama tipo espectral.
- Existe también la clase de luminosidad, que las divide en estrellas supergigantes, gigantes, enanas y subenanas



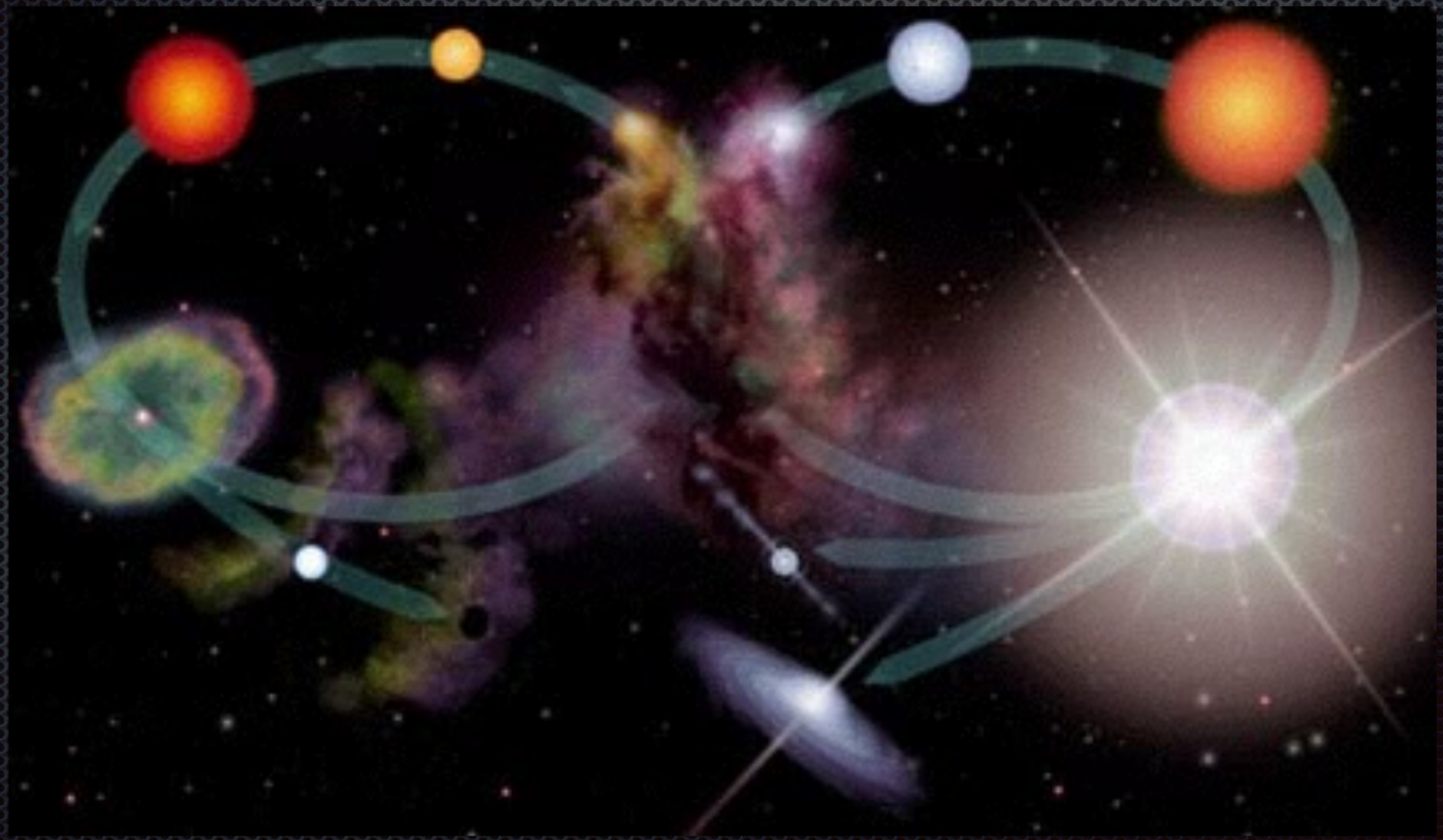
¿Qué es una estrella?

Diagrama Hertzprung-Rusell. Clasificación en dos dimensiones: temperatura y luminosidad



¿Qué es una estrella?

Ciclo de Vida de las estrellas



¿Qué es una estrella?

Ciclo de Vida de las estrellas

¿Qué es una estrella?

Ciclo de Vida de las estrellas

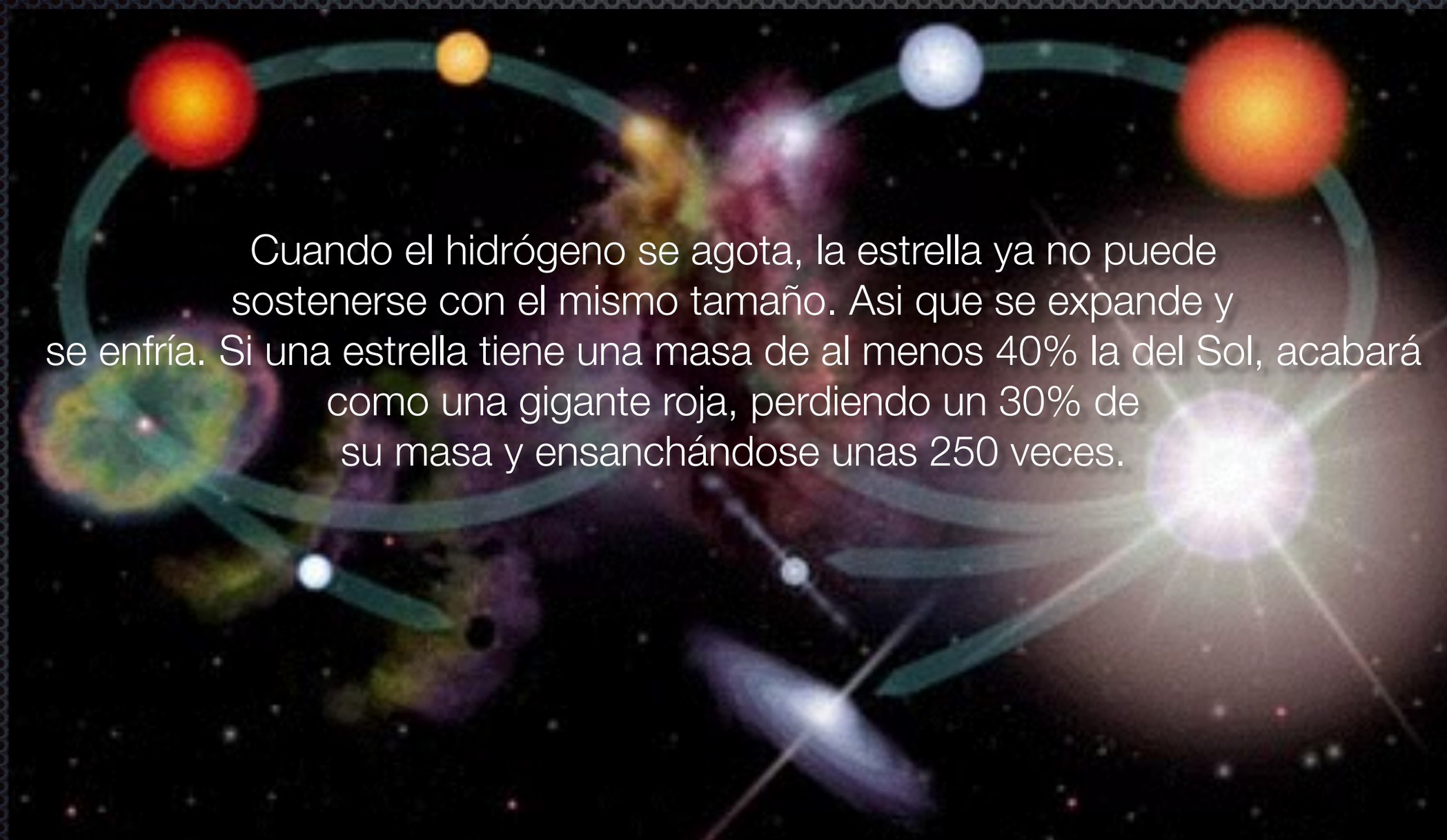
¿Qué es una estrella?

Ciclo de Vida de las estrellas

La duración de una estrella como el Sol en la secuencia principal es del orden de unos 10 mil millones de años.

¿Qué es una estrella?

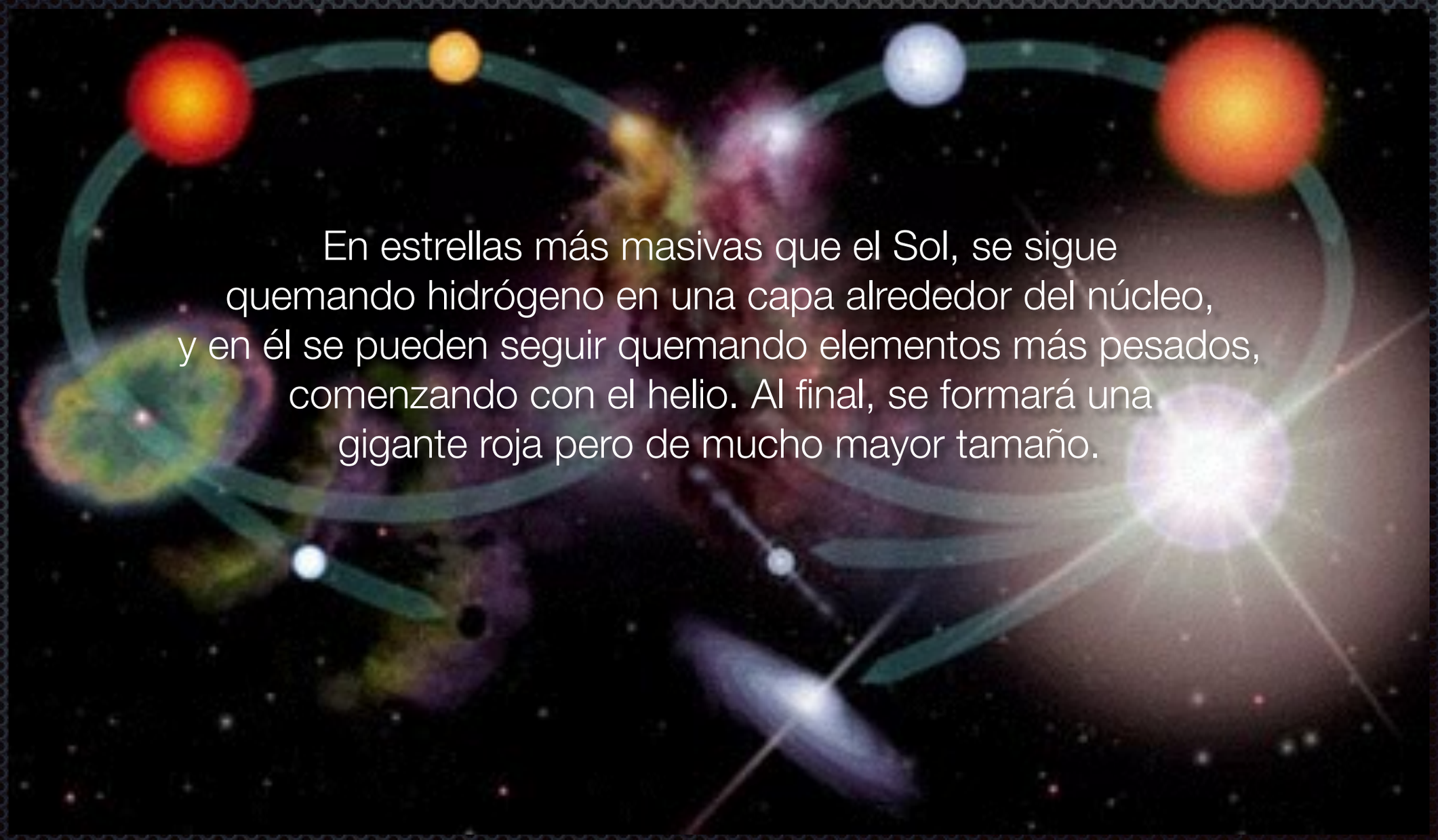
Ciclo de Vida de las estrellas



Cuando el hidrógeno se agota, la estrella ya no puede sostenerse con el mismo tamaño. Asi que se expande y se enfría. Si una estrella tiene una masa de al menos 40% la del Sol, acabará como una gigante roja, perdiendo un 30% de su masa y ensanchándose unas 250 veces.

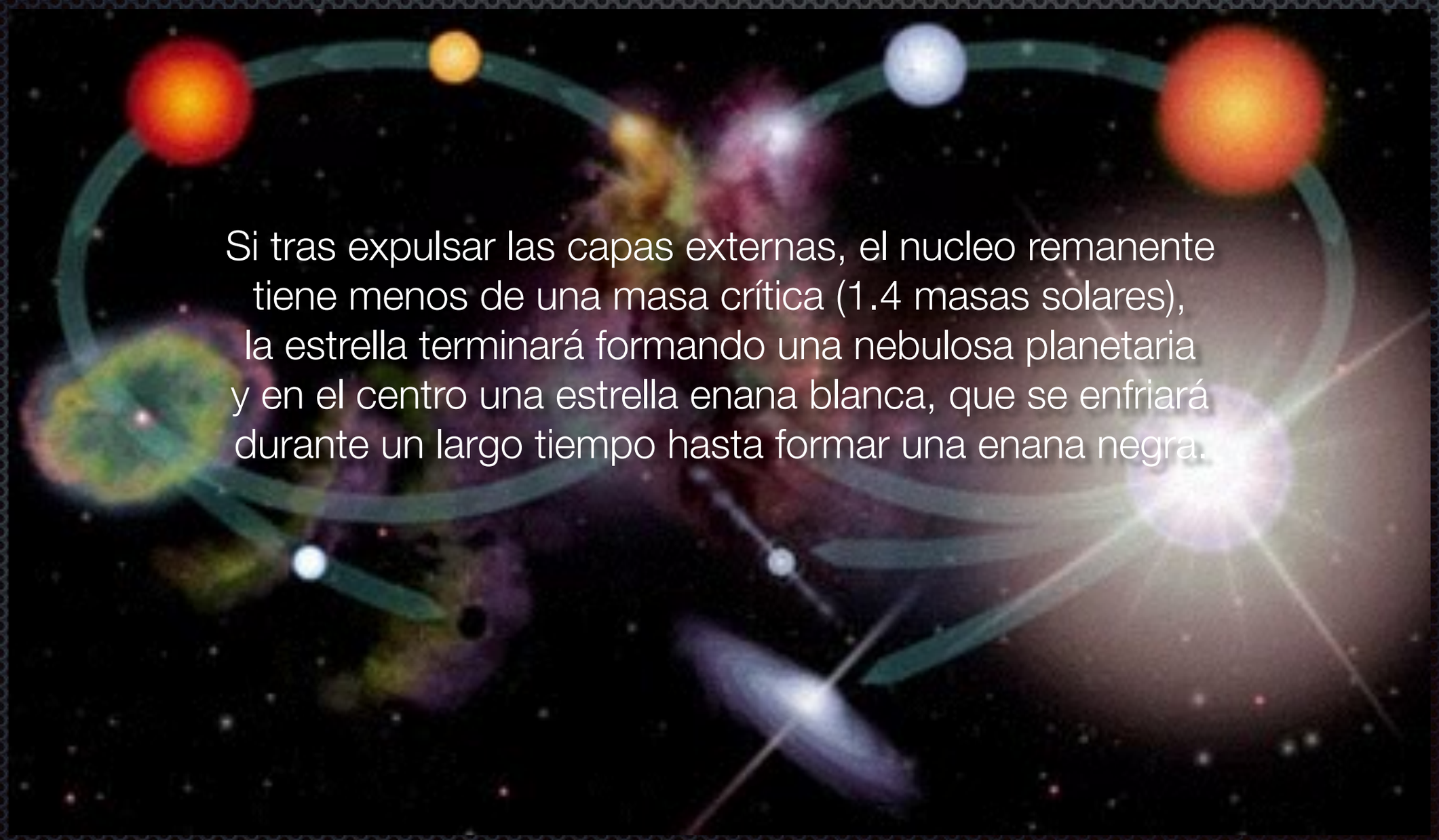
¿Qué es una estrella?

Ciclo de Vida de las estrellas



¿Qué es una estrella?

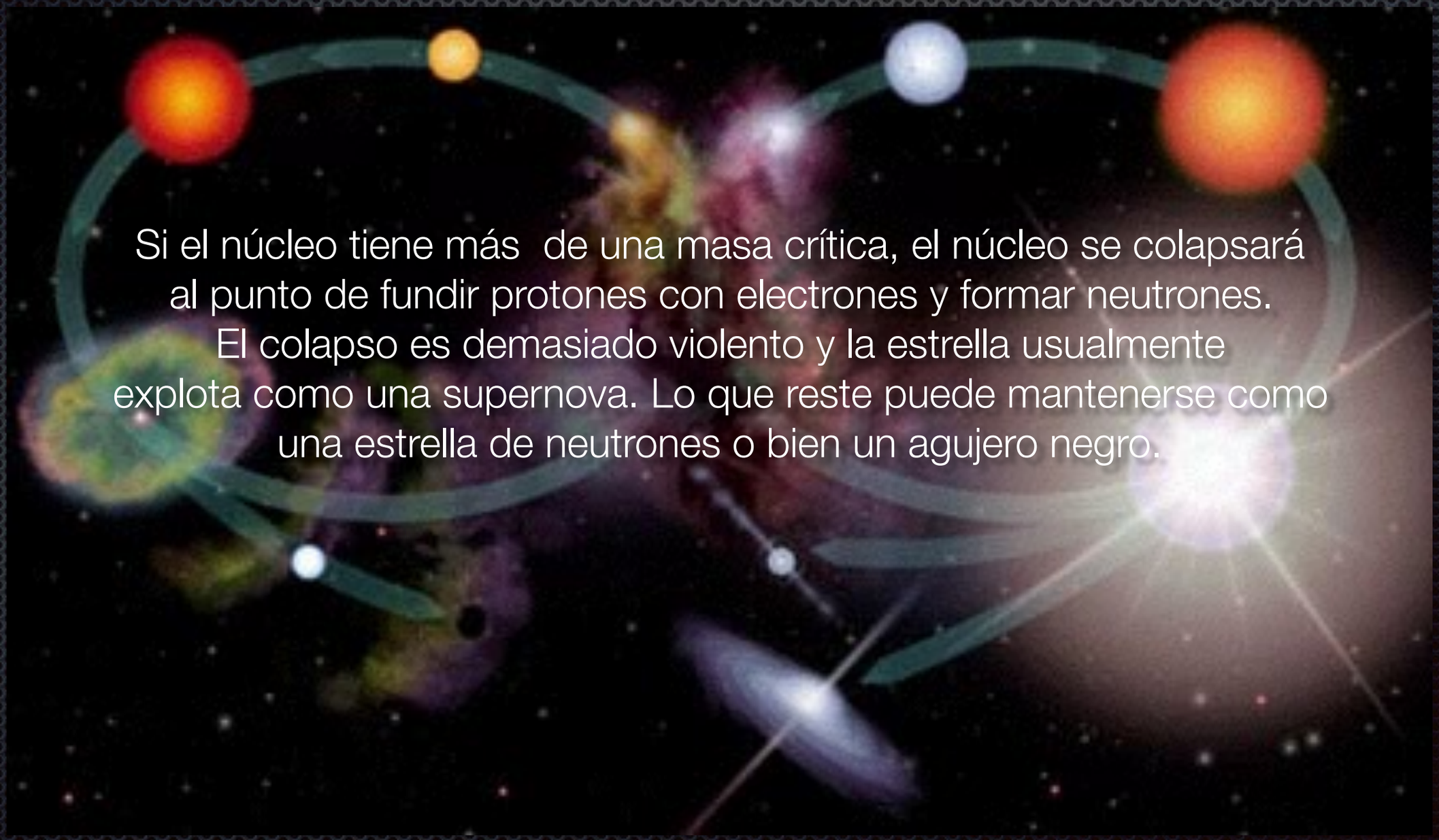
Ciclo de Vida de las estrellas



Si tras expulsar las capas externas, el nucleo remanente tiene menos de una masa crítica (1.4 masas solares), la estrella terminará formando una nebulosa planetaria y en el centro una estrella enana blanca, que se enfriará durante un largo tiempo hasta formar una enana negra.

¿Qué es una estrella?

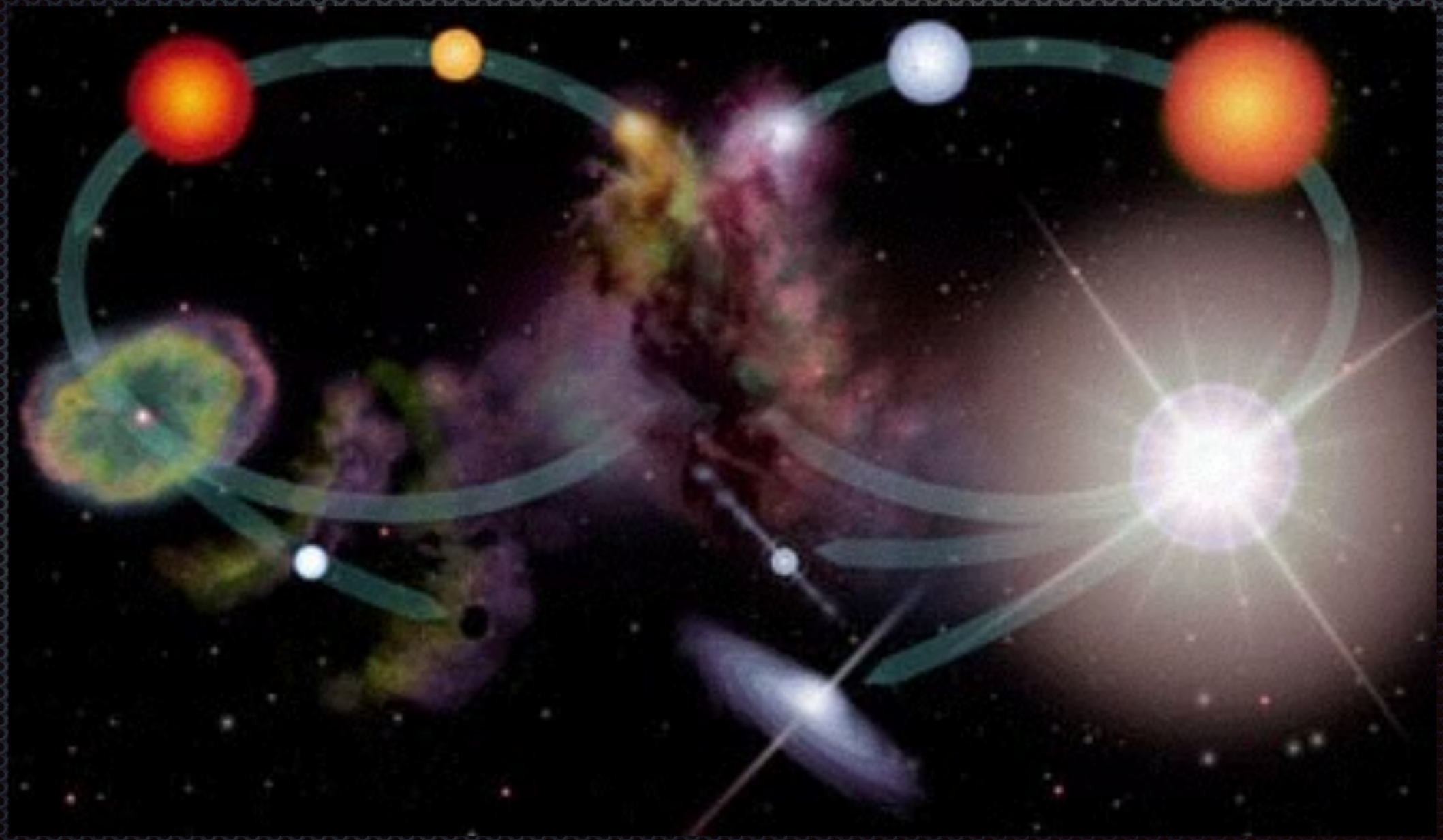
Ciclo de Vida de las estrellas



Si el núcleo tiene más de una masa crítica, el núcleo se colapsará al punto de fundir protones con electrones y formar neutrones. El colapso es demasiado violento y la estrella usualmente explota como una supernova. Lo que reste puede mantenerse como una estrella de neutrones o bien un agujero negro.

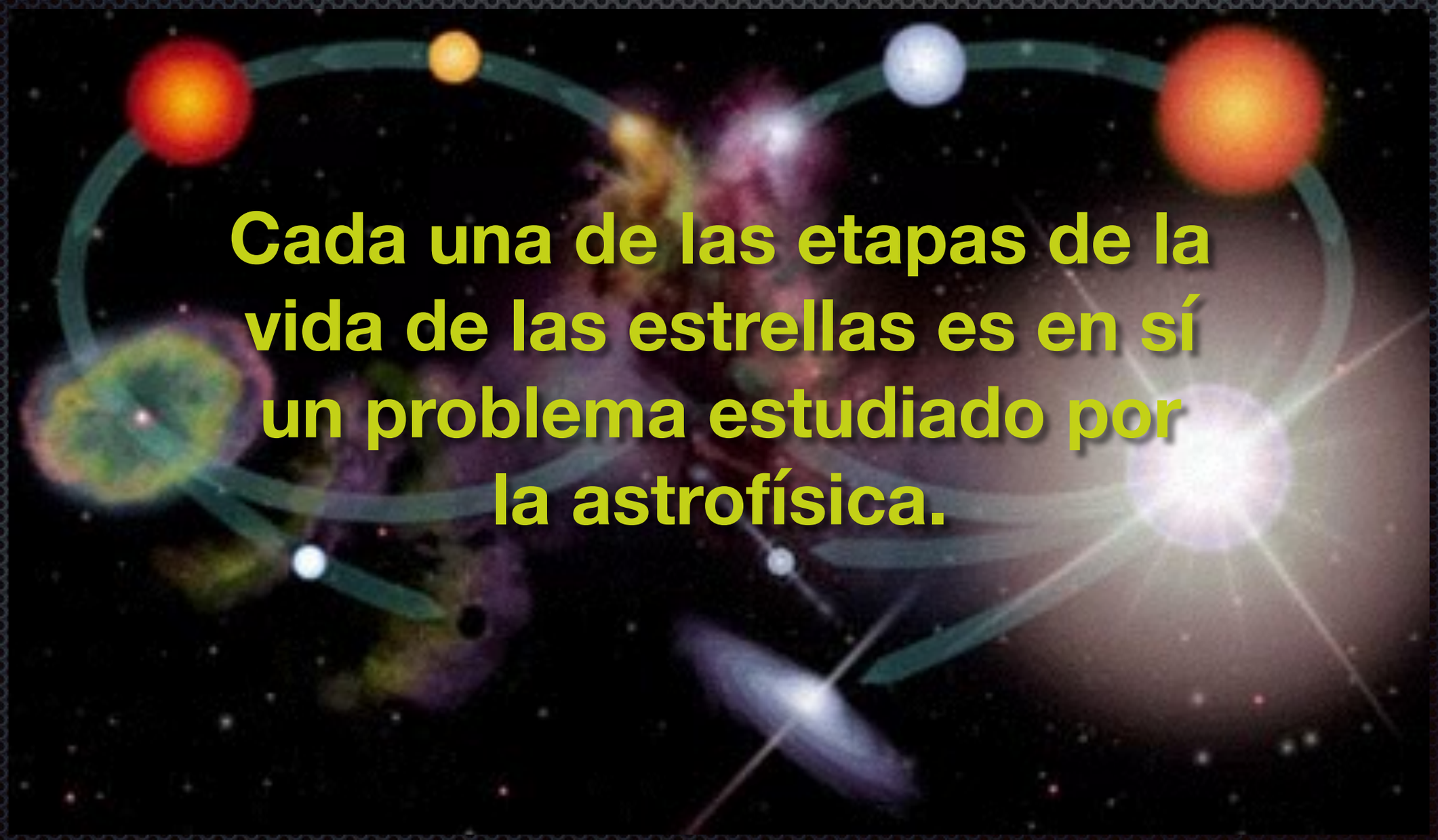
¿Qué es una estrella?

Ciclo de Vida de las estrellas



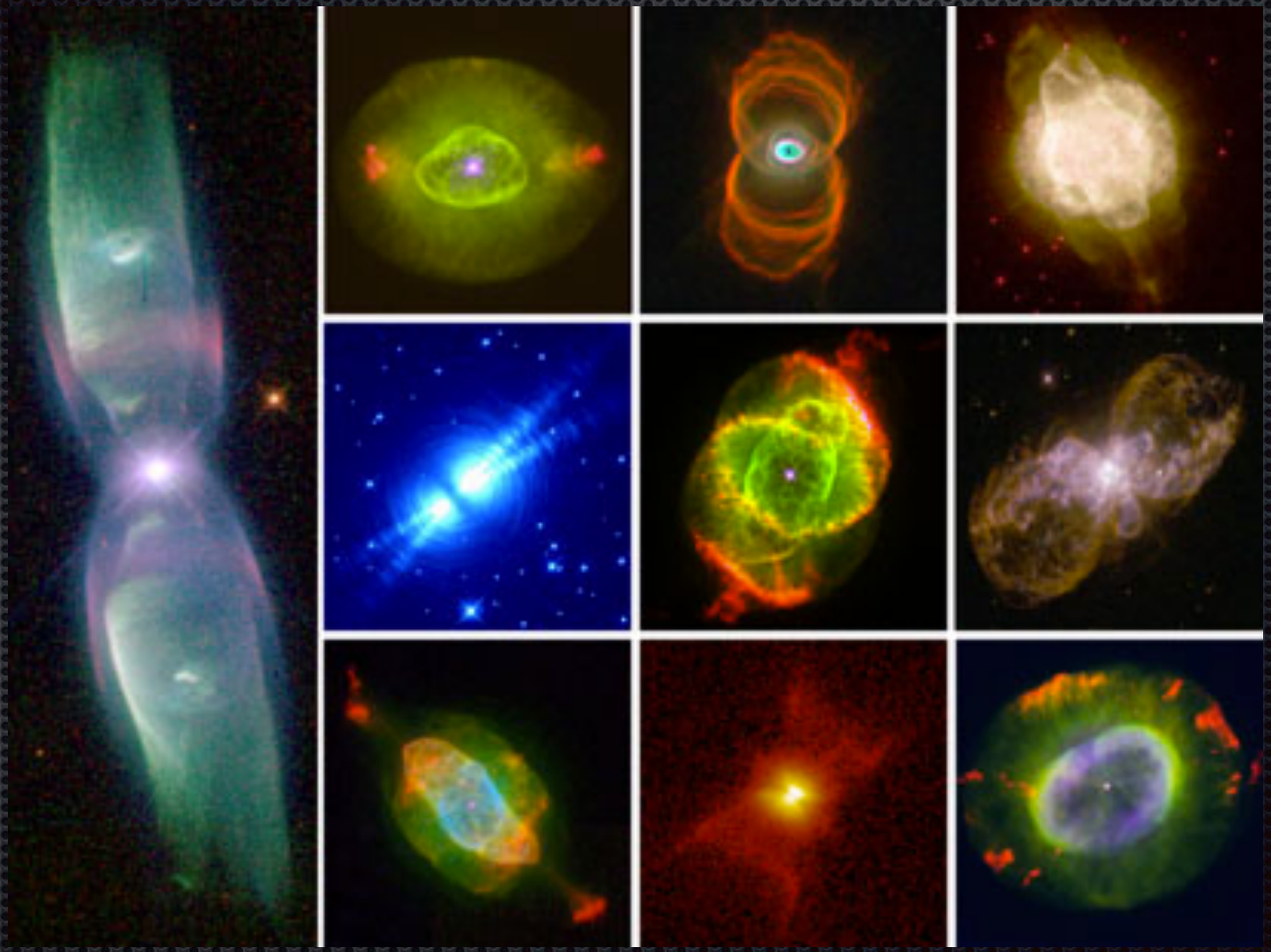
¿Qué es una estrella?

Ciclo de Vida de las estrellas

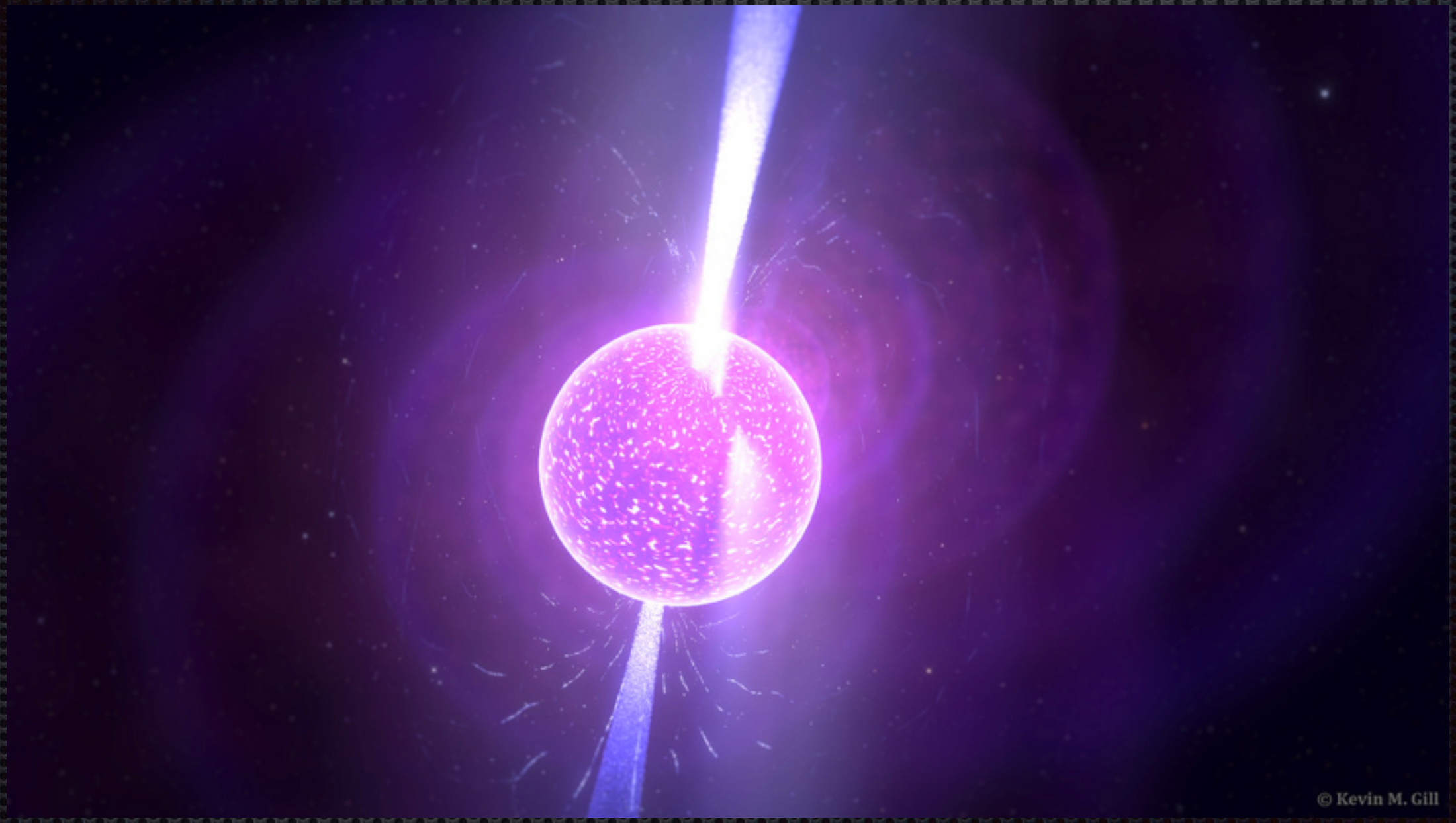


Cada una de las etapas de la vida de las estrellas es en sí un problema estudiado por la astrofísica.

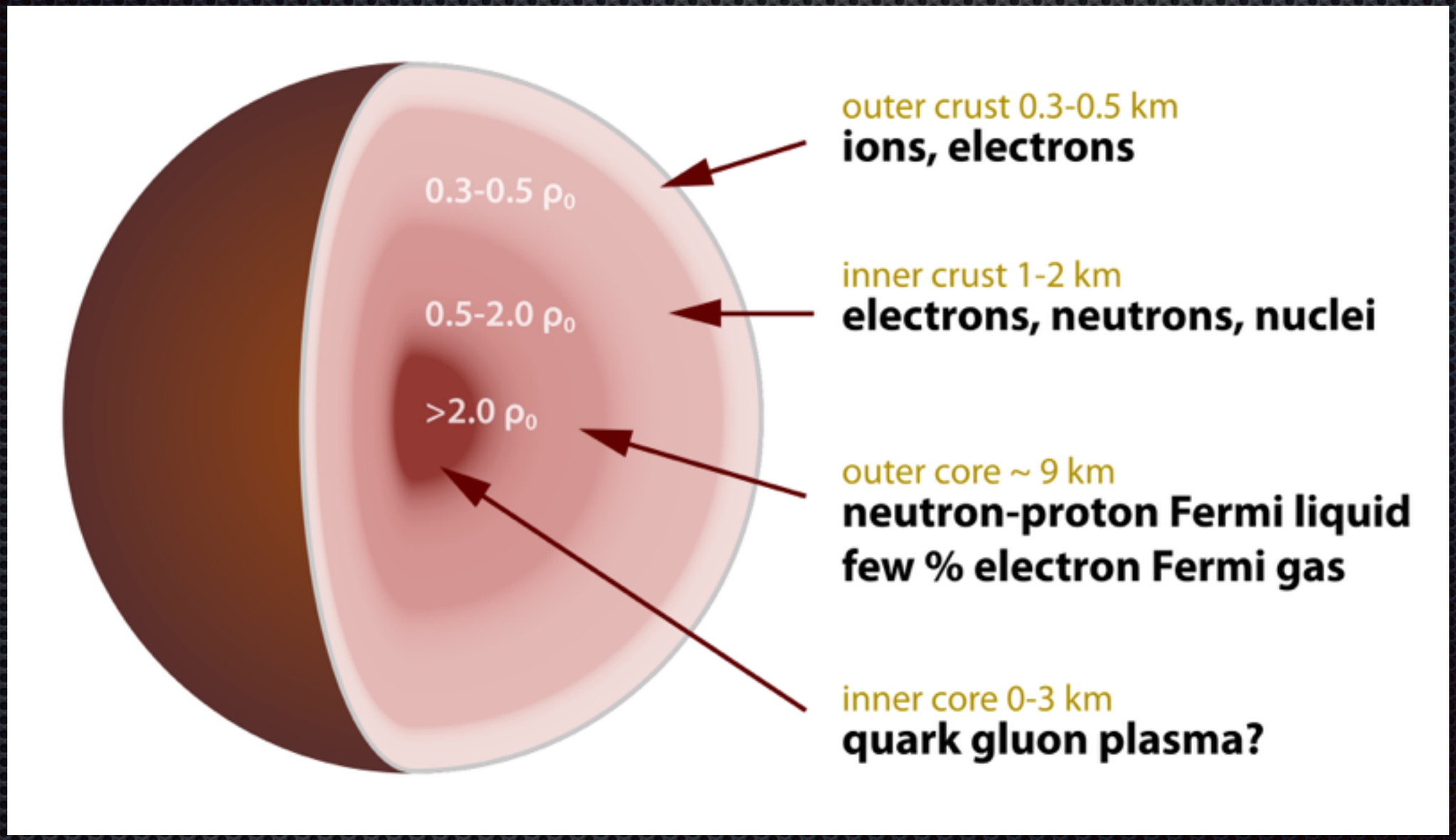
Muerte de las estrellas



Muerte de las estrellas



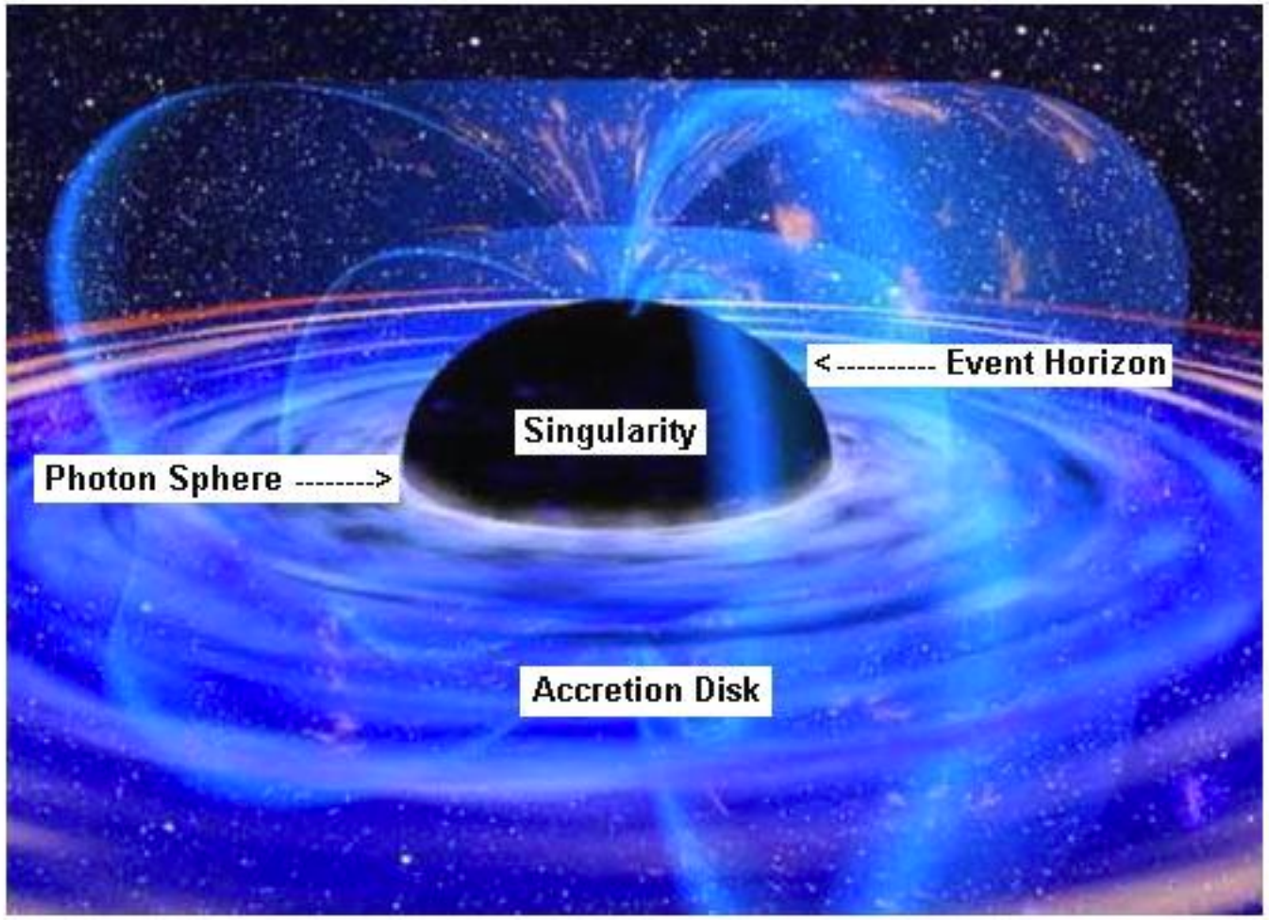
Muerte de las estrellas



Muerte de las estrellas

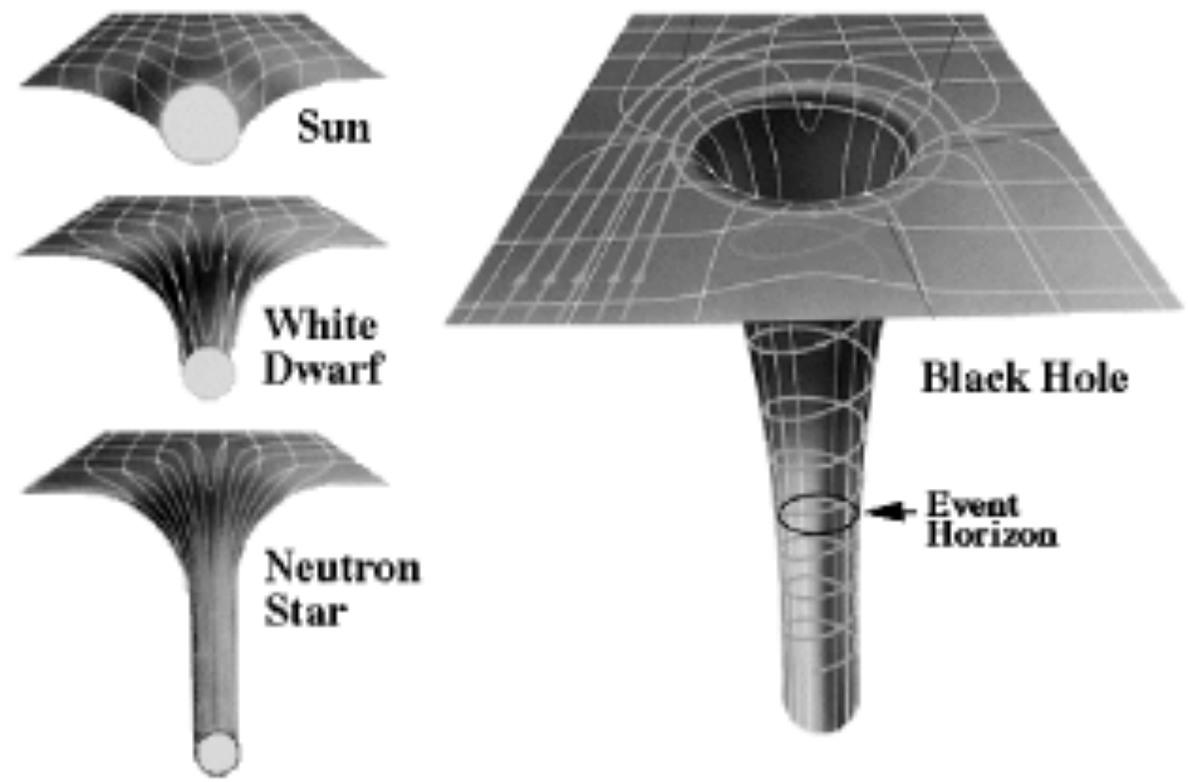
Muerte de las estrellas

Anatomy of a Black Hole

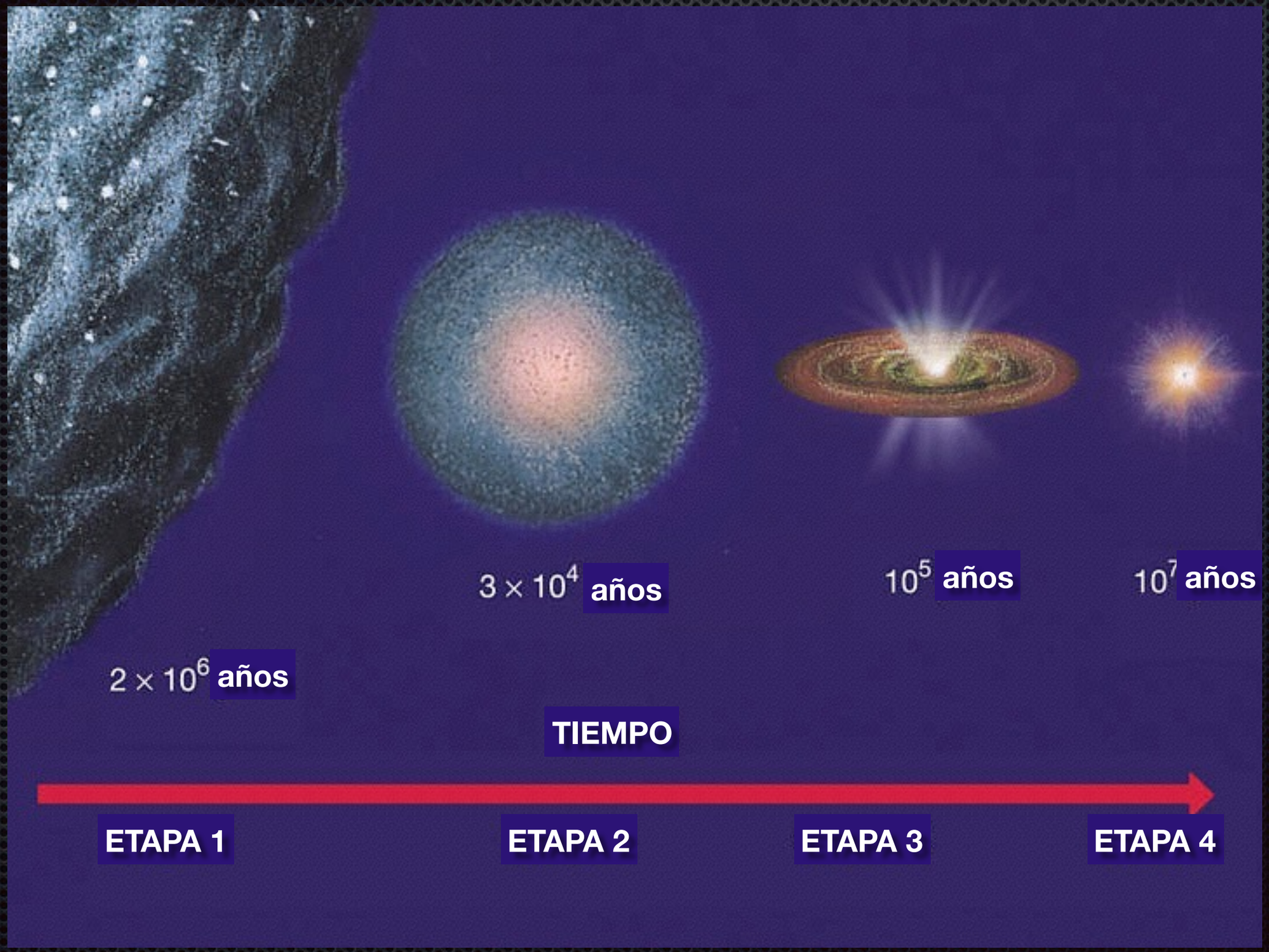


The conventional view of a black hole includes an "event horizon" beyond which nothing can escape. But a new calculation suggests collapsing matter may never get dense enough to form an event horizon, and "black stars" would form instead

(Illustration: XMM-Newton/ESA/NASA)



Gestación e Infancia de las Estrellas



Nubes Moleculares Gigantes

Gestación e Infancia de las Estrellas

Nubes Moleculares Gigantes

Gestación e Infancia de las Estrellas

Nubes Moleculares Gigantes

Nubes Moleculares Gigantes

Nubes Moleculares Gigantes

Nubes Moleculares Gigantes

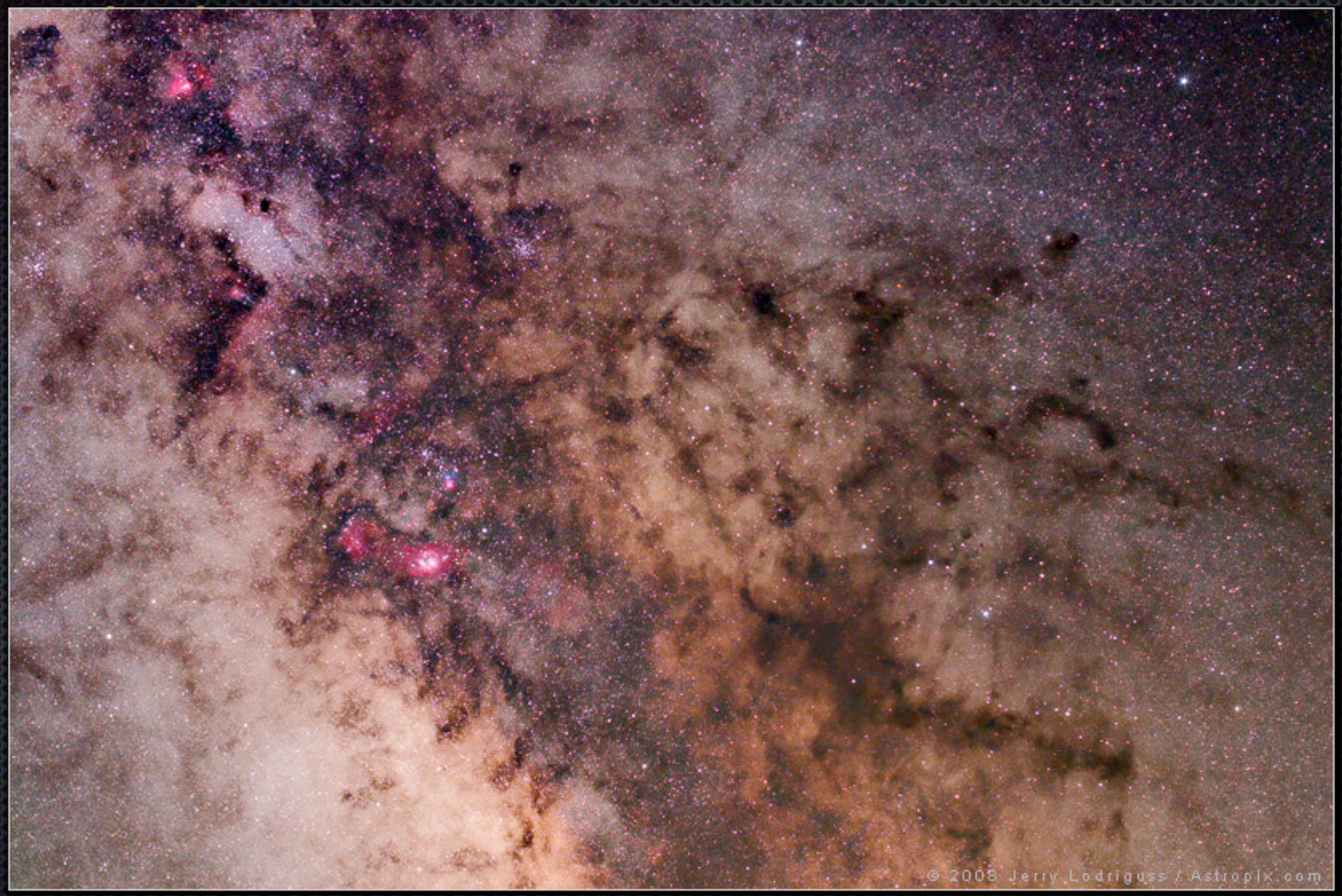
Nubes Moleculares Gigantes

Nubes Moleculares Gigantes

Nubes Moleculares Gigantes

Gestación e Infancia de las Estrellas

Nubes Moleculares Gigantes

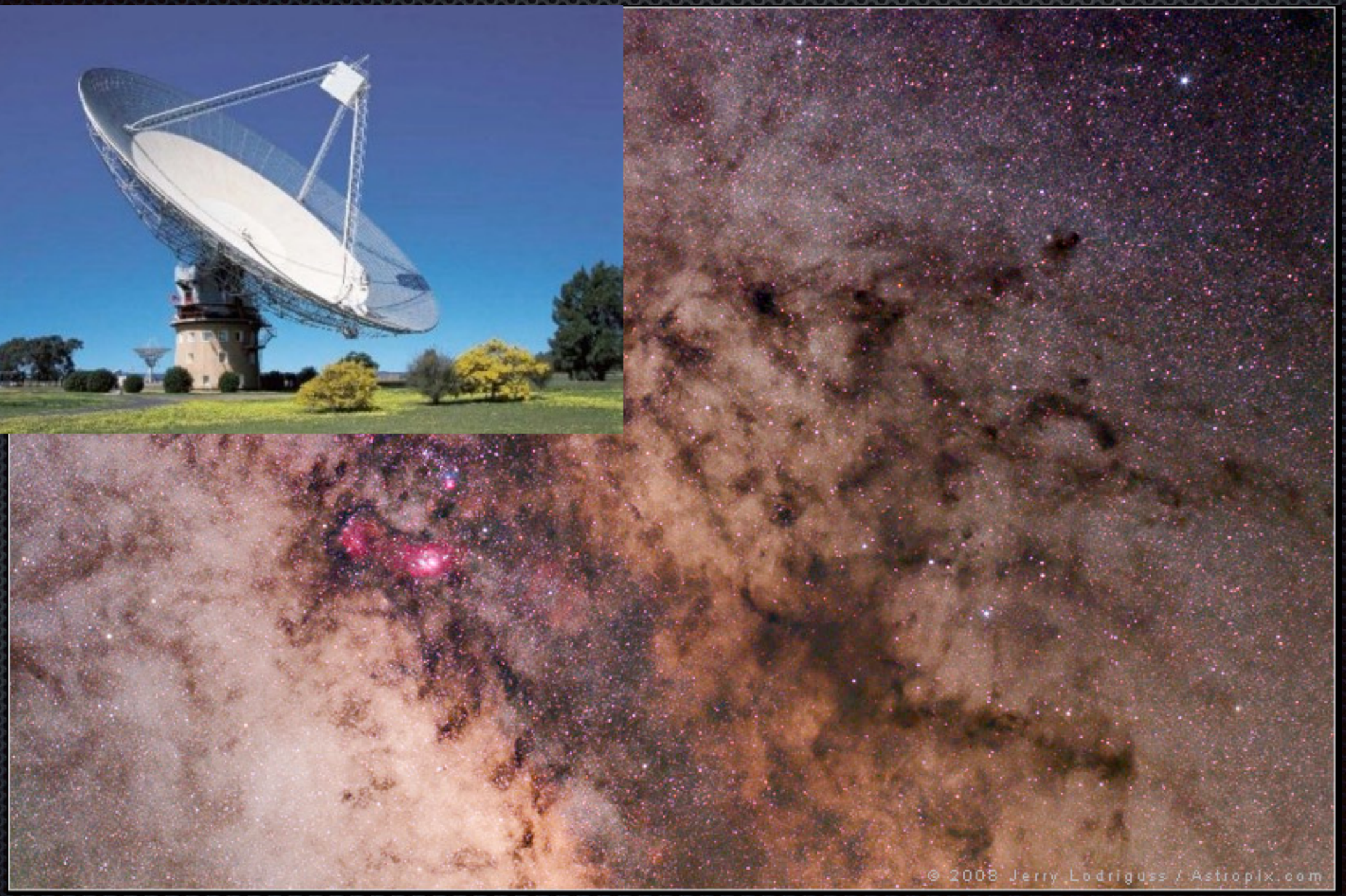


Nubes Moleculares Gigantes

El desarrollo de tecnologías permitió, a partir de la segunda mitad del siglo XX, ampliar la zona del espectro electromagnético disponible para los estudios astronómicos. Particularmente útiles para el campo de la formación estelar, fueron el desarrollo de detectores en radio e infrarrojos.

Gestación e Infancia de las Estrellas

Nubes Moleculares Gigantes



Gestación e Infancia de las Estrellas

Nubes Moleculares Gigantes

Gestación e Infancia de las Estrellas

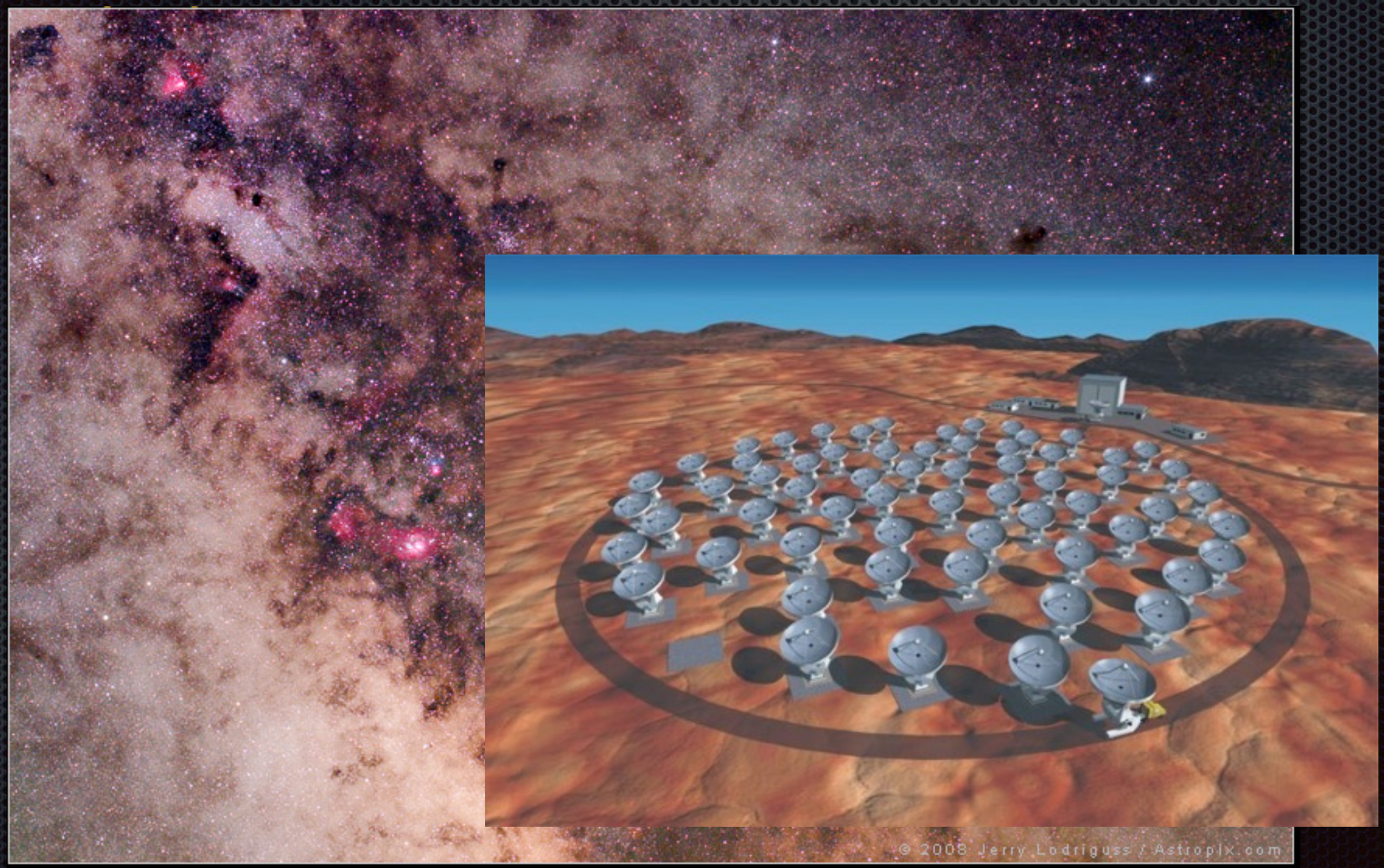
Nubes Moleculares Gigantes

Gestación e Infancia de las Estrellas

Nubes Moleculares Gigantes

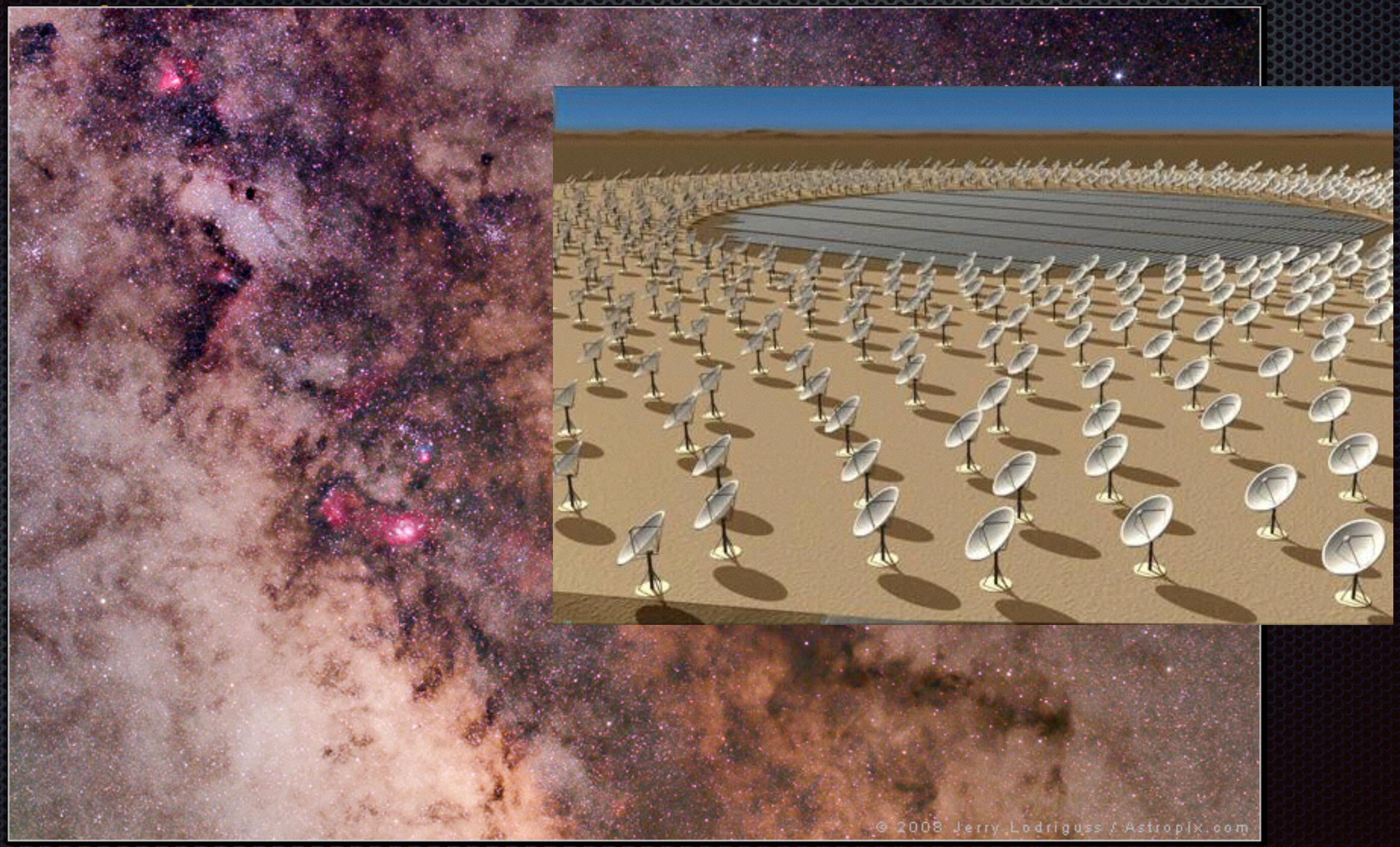
Gestación e Infancia de las Estrellas

Nubes Moleculares Gigantes



Gestación e Infancia de las Estrellas

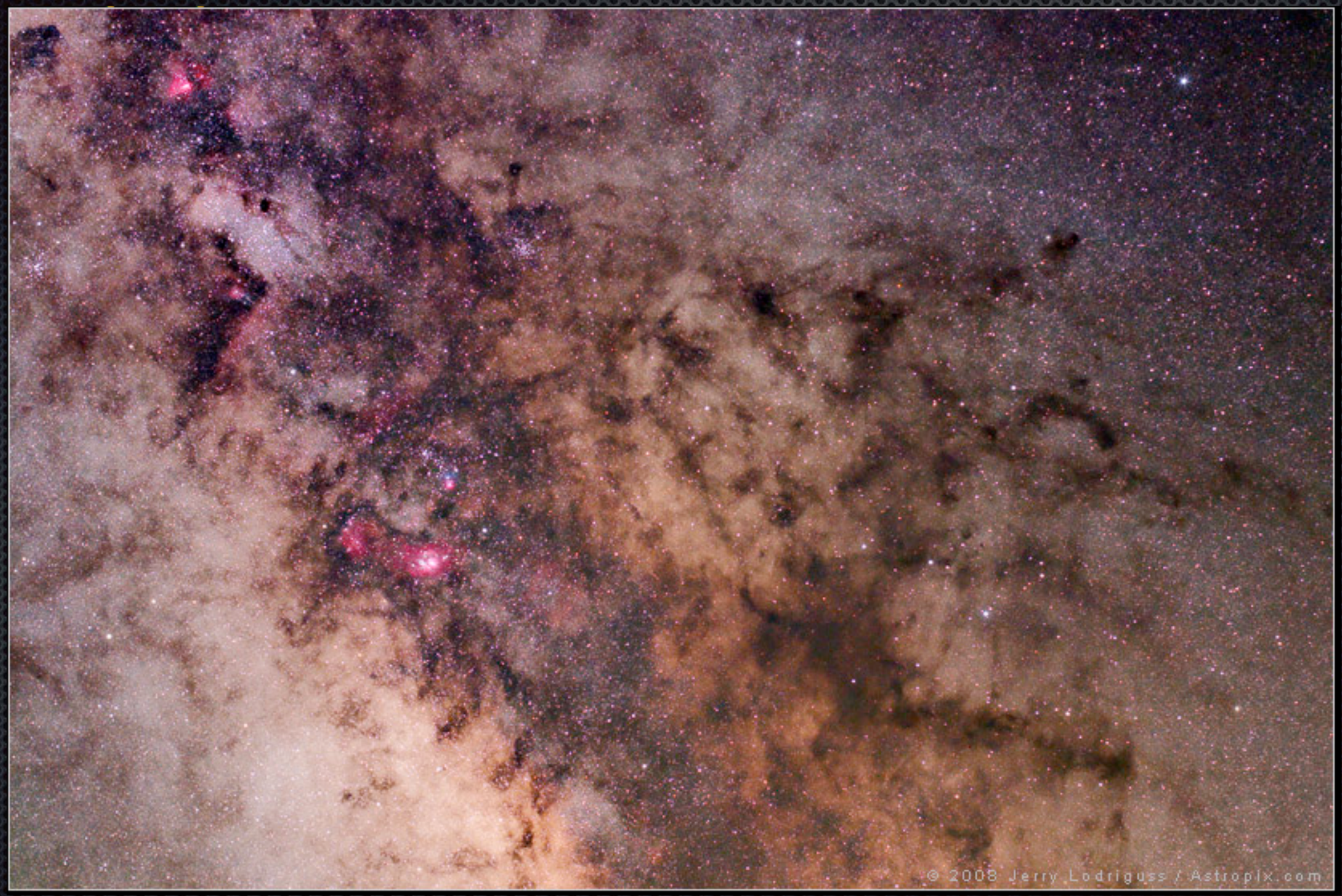
Nubes Moleculares Gigantes



Nubes Moleculares Gigantes

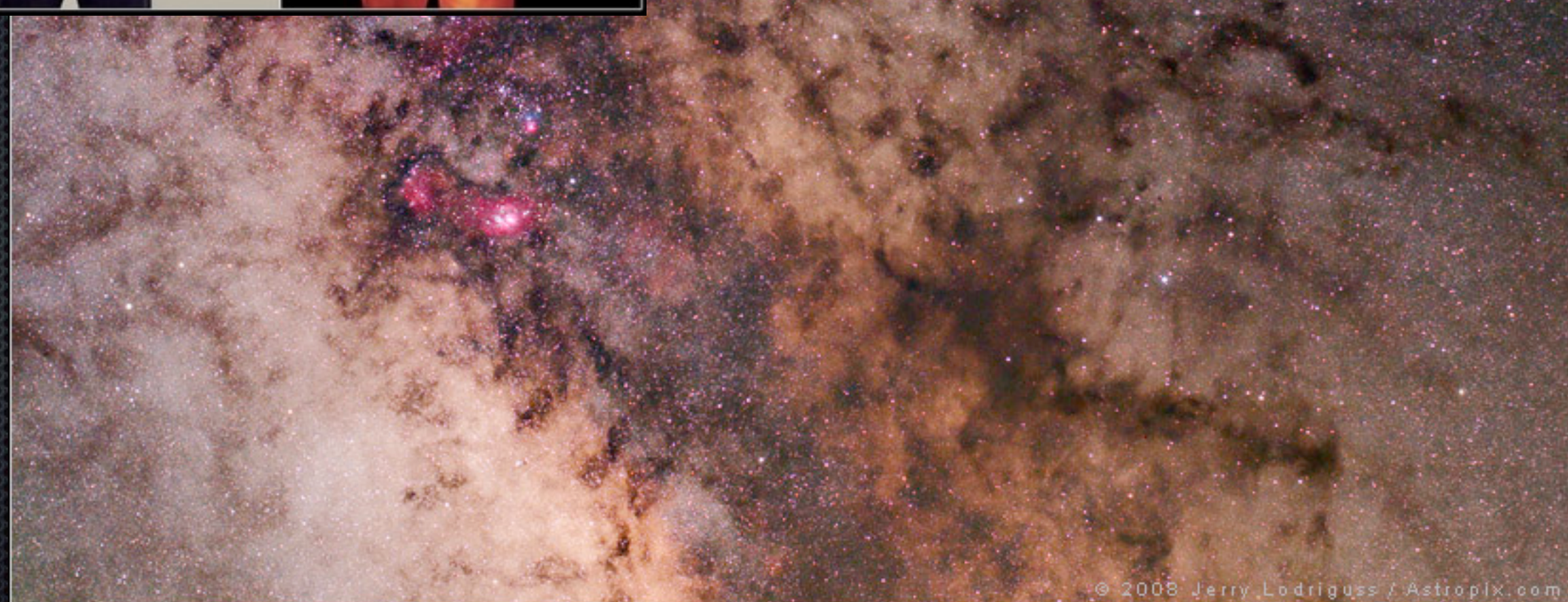
Gestación e Infancia de las Estrellas

Nubes Moleculares Gigantes



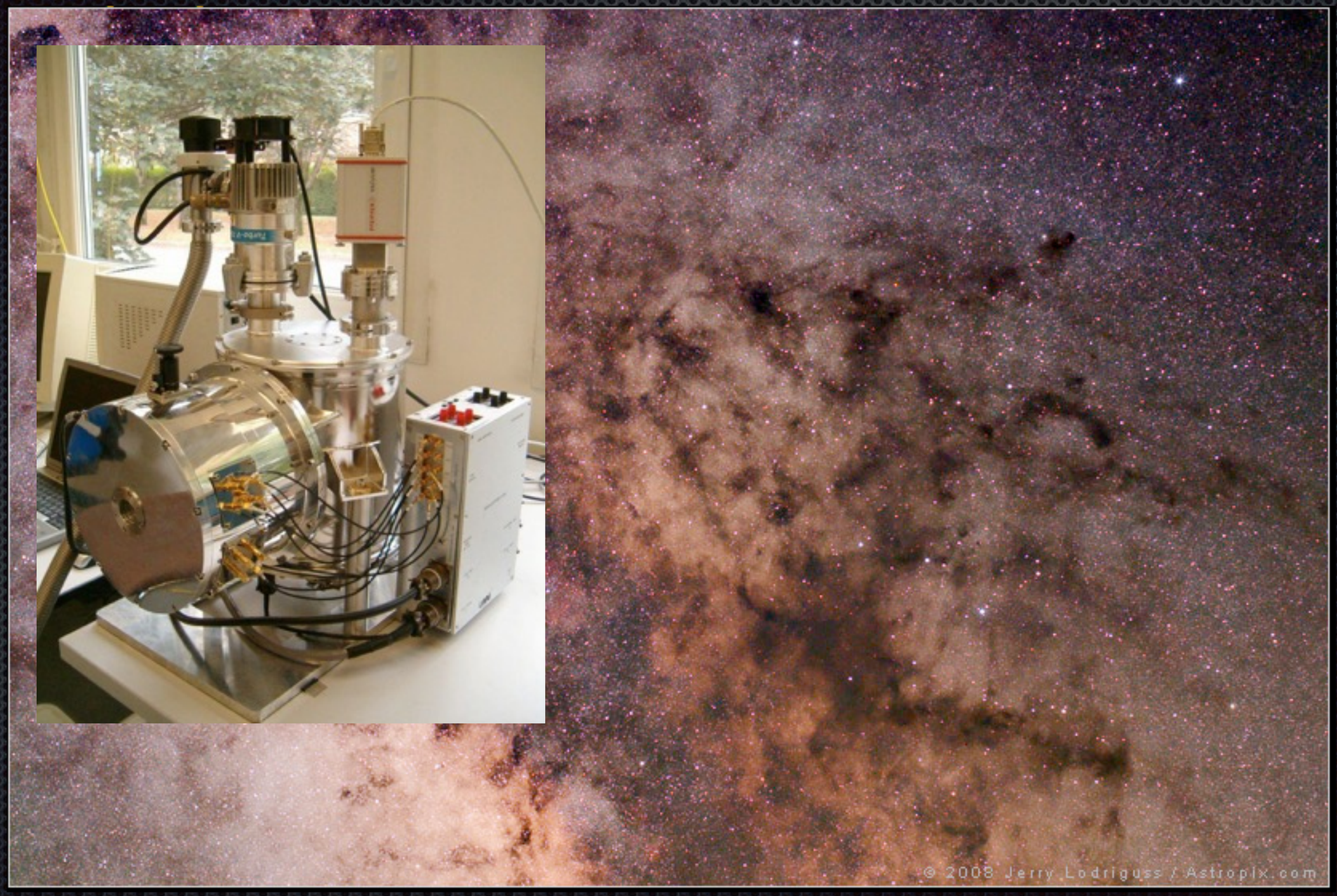
Gestación e Infancia de las Estrellas

Nubes Moleculares Gigantes



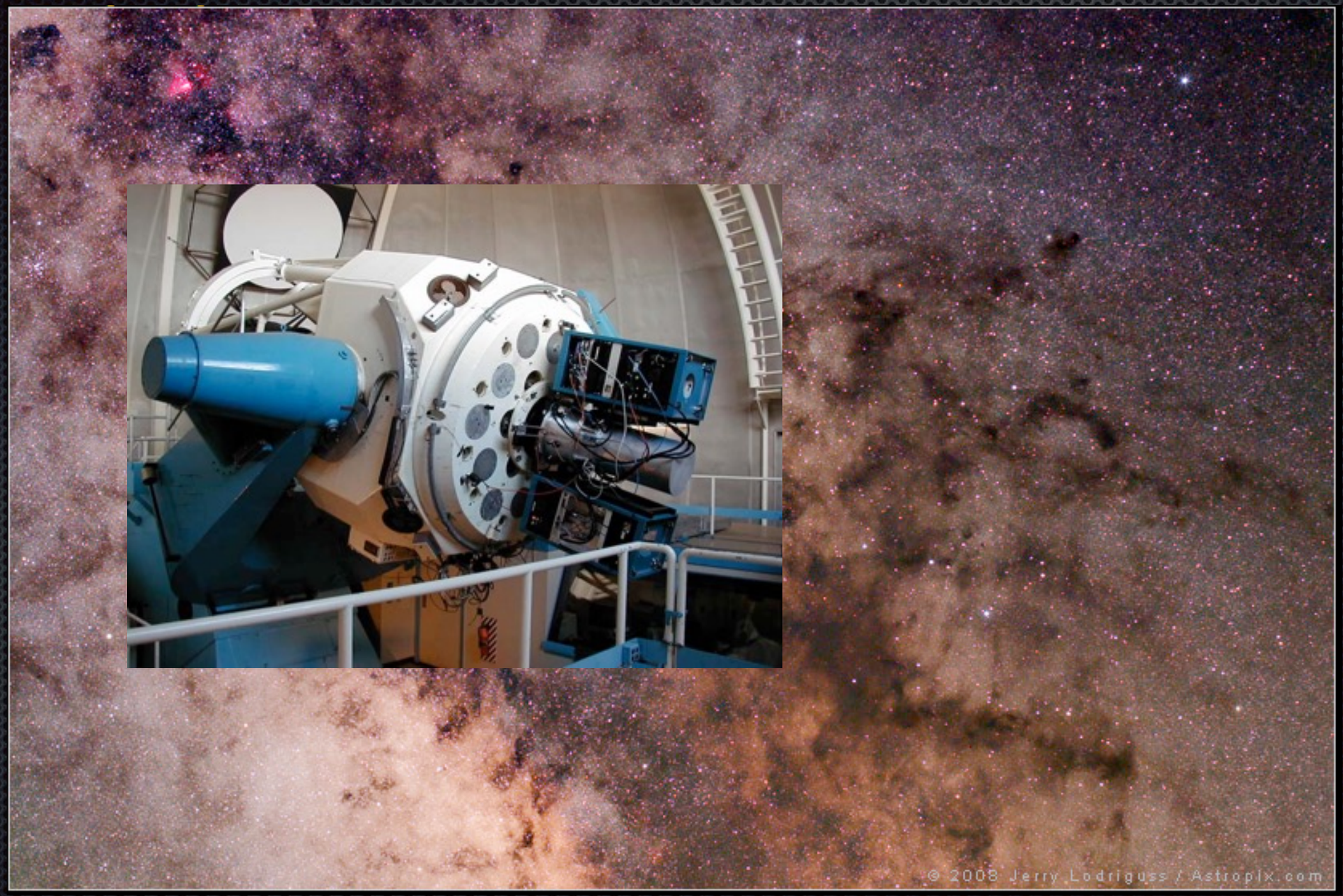
Gestación e Infancia de las Estrellas

Nubes Moleculares Gigantes



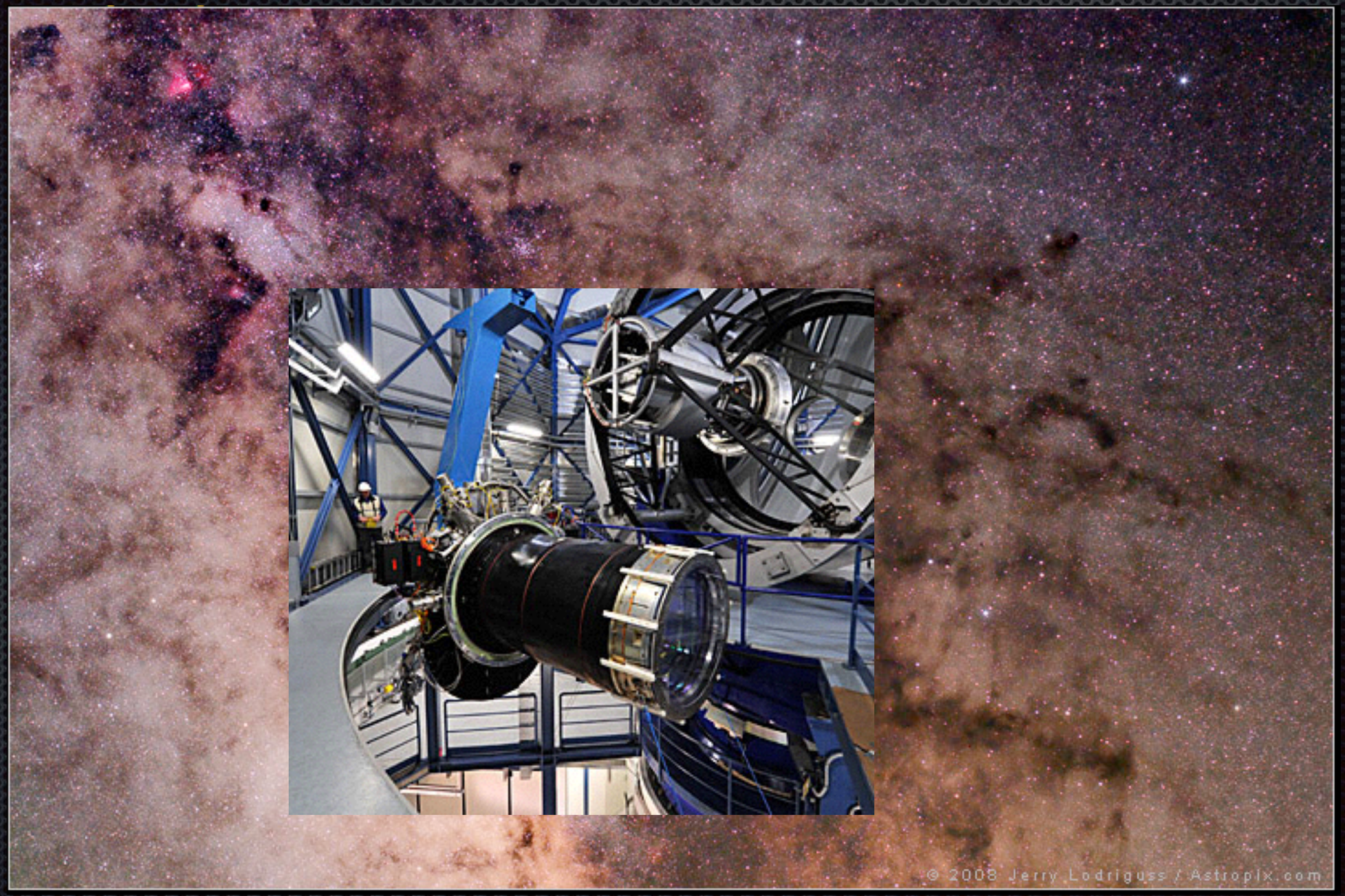
Gestación e Infancia de las Estrellas

Nubes Moleculares Gigantes



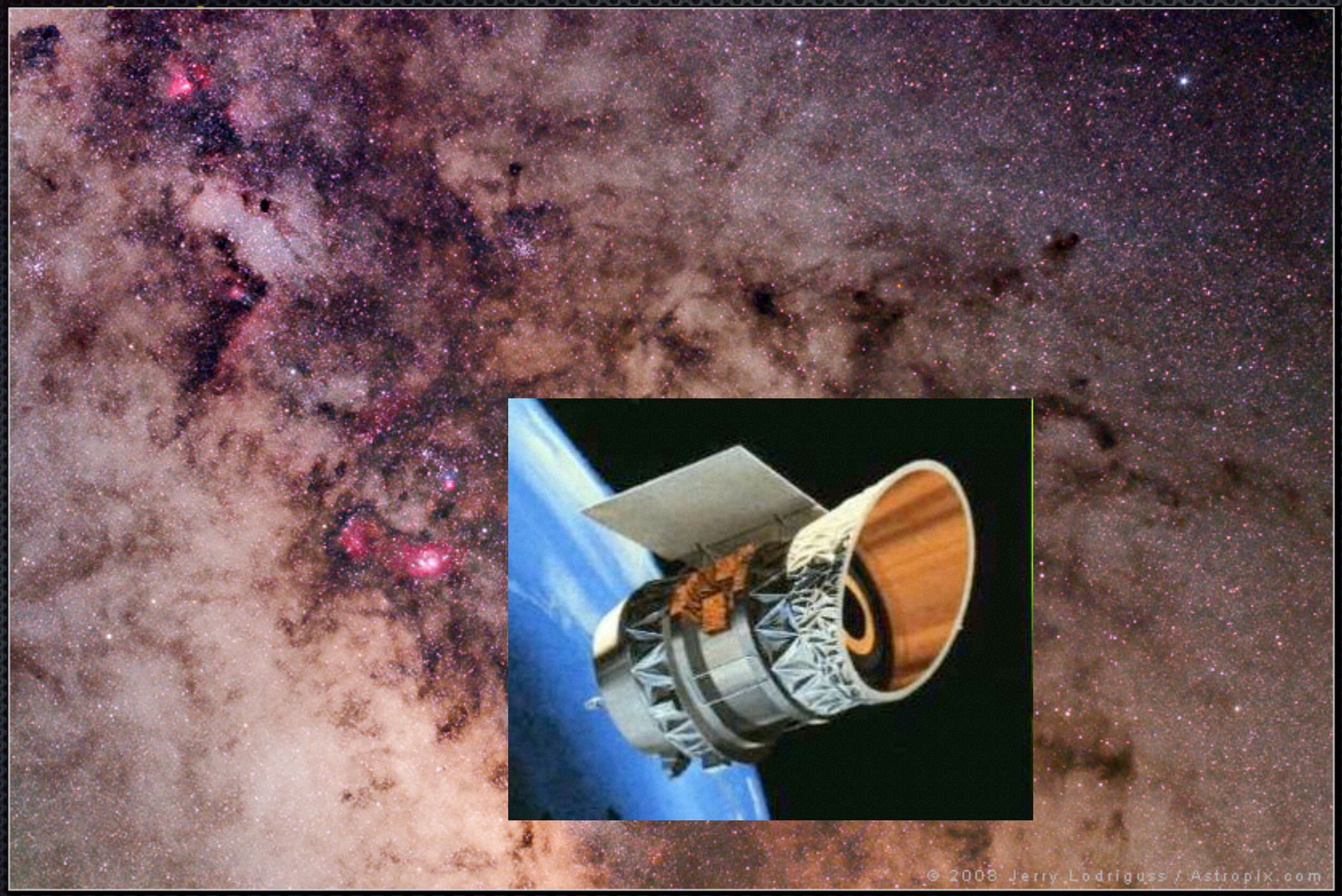
Gestación e Infancia de las Estrellas

Nubes Moleculares Gigantes



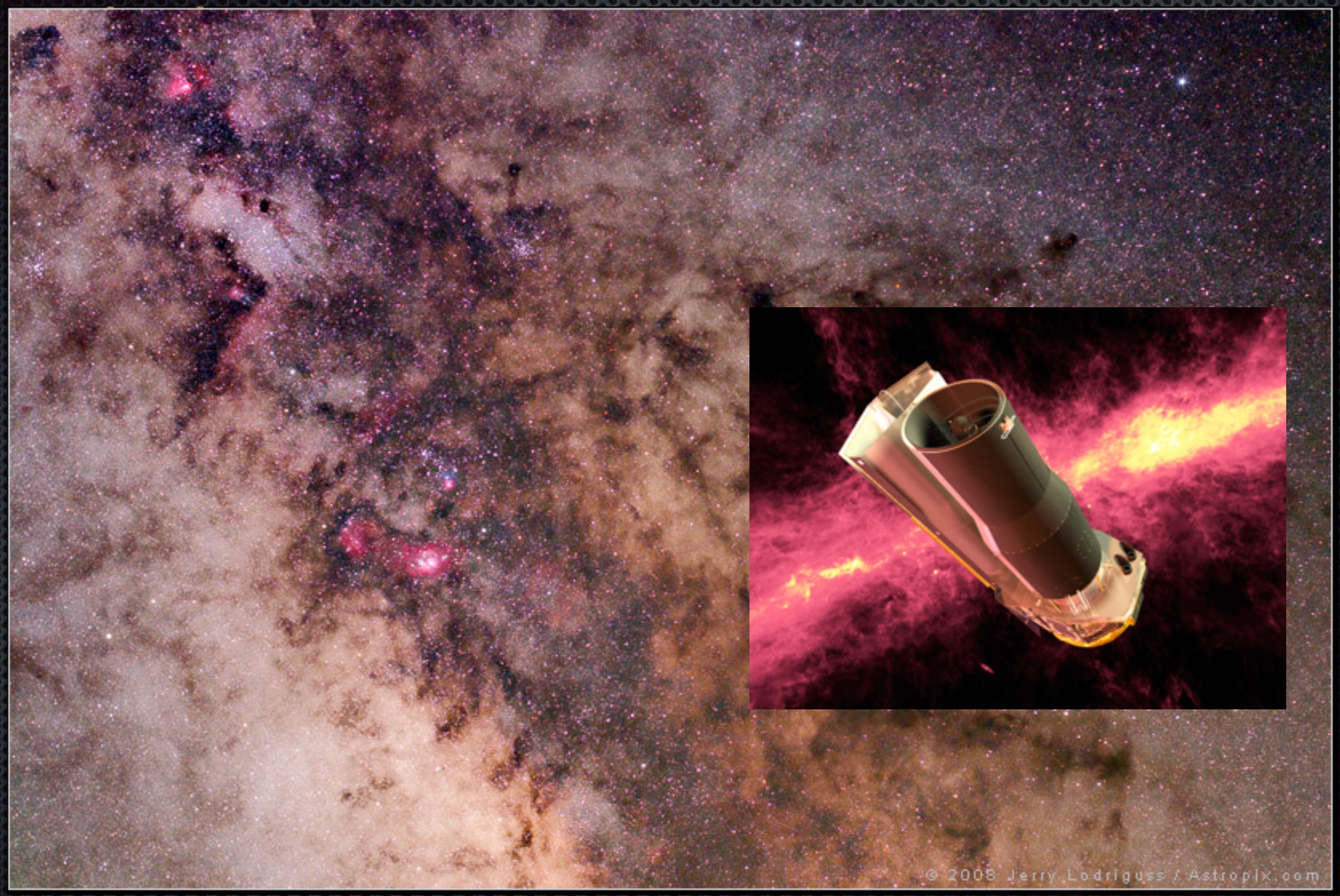
Gestación e Infancia de las Estrellas

Nubes Moleculares Gigantes



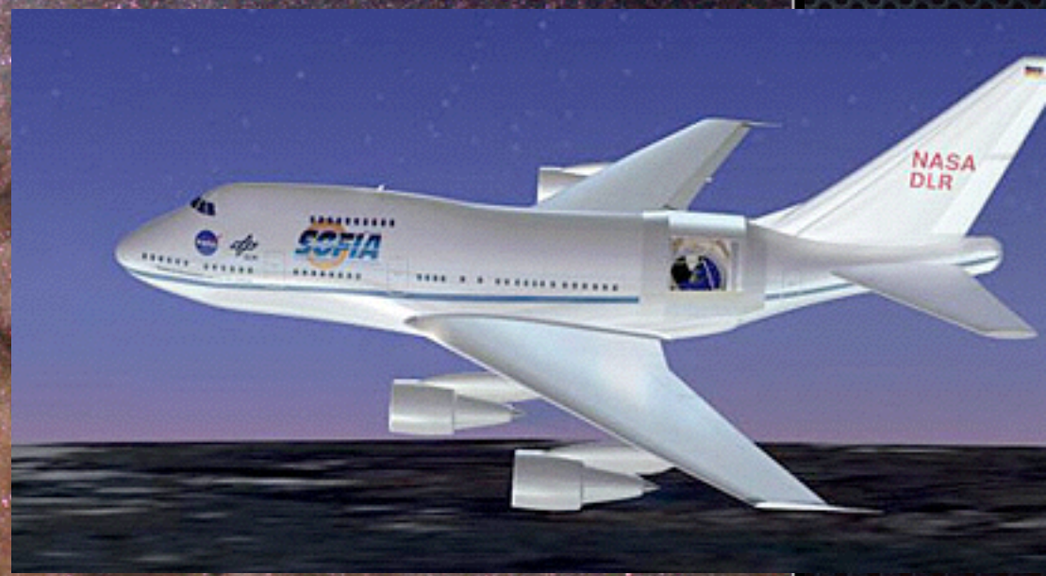
Gestación e Infancia de las Estrellas

Nubes Moleculares Gigantes



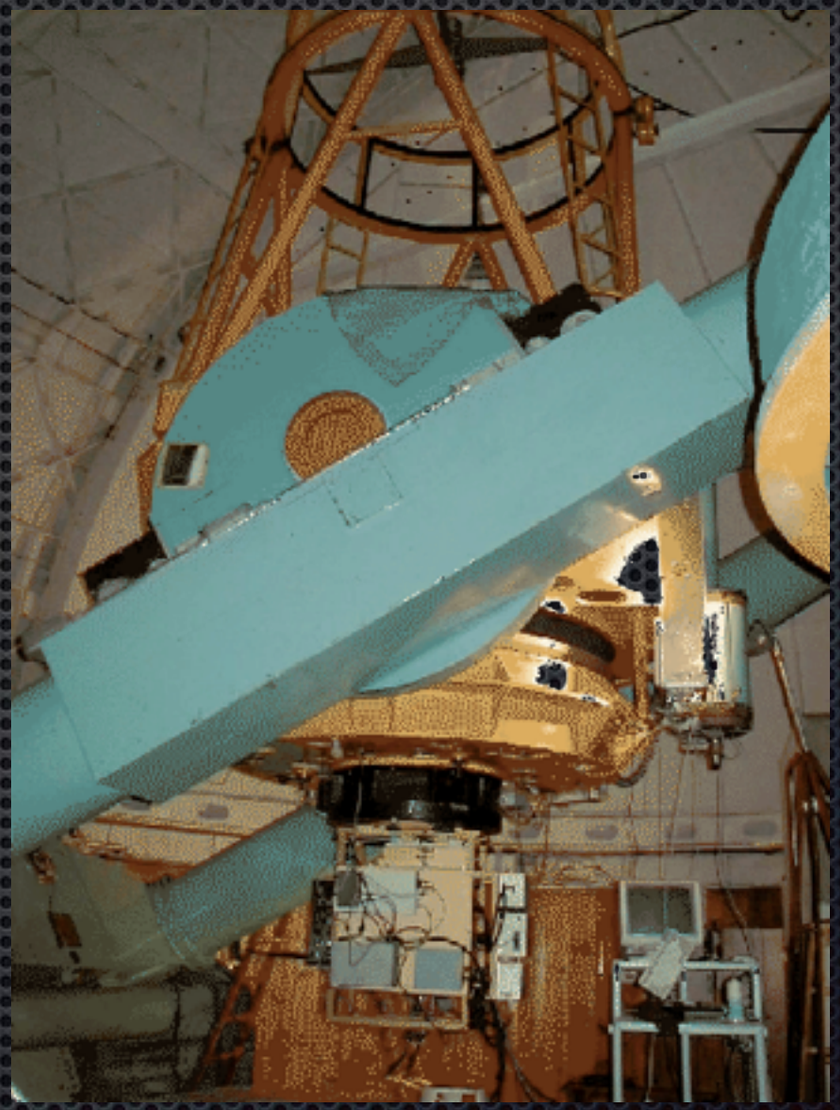
Gestación e Infancia de las Estrellas

Nubes Moleculares Gigantes



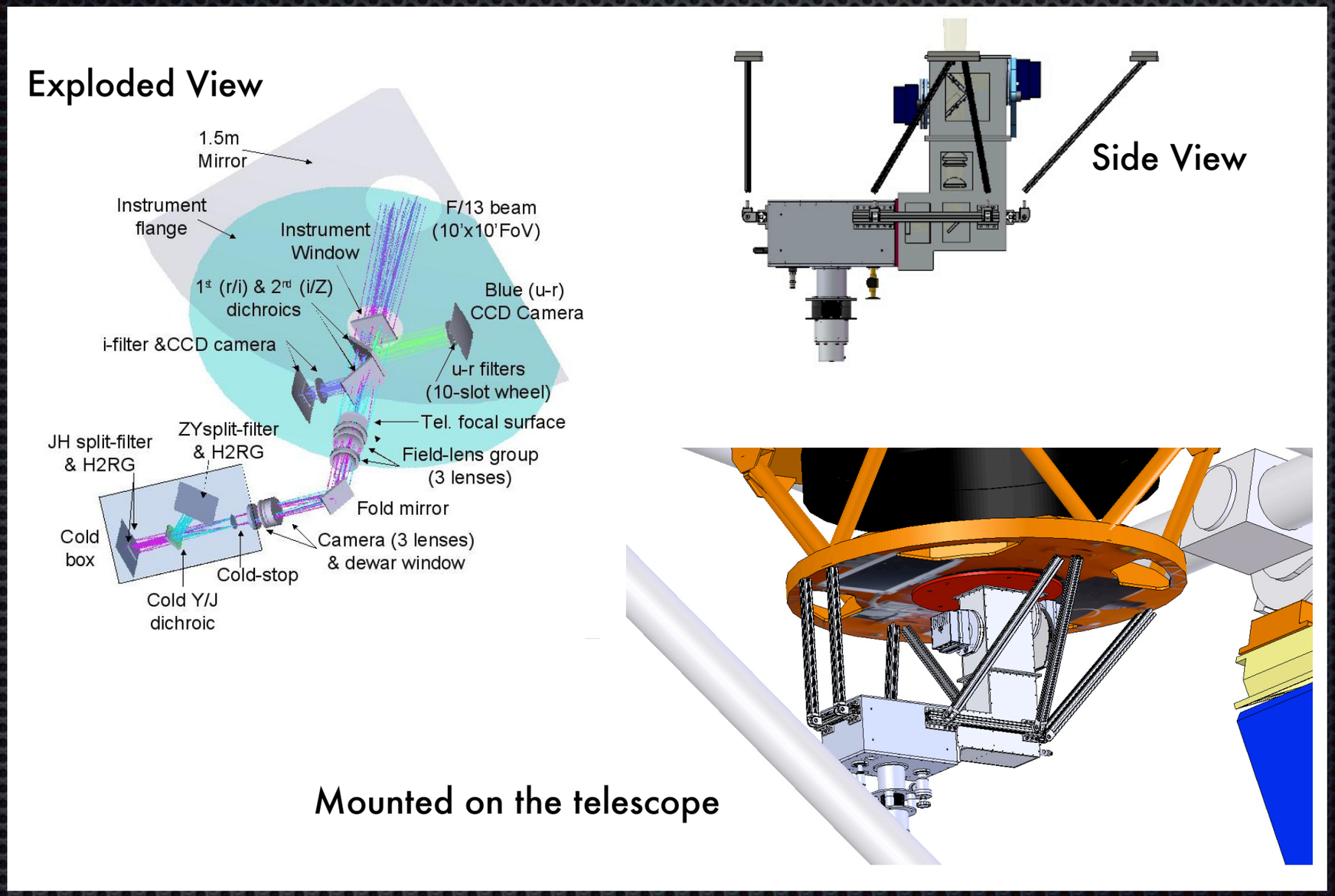
Instrumentacion Infrarroja en México

Instrumentacion Infrarroja en México



Instrumentacion Infrarroja en México

Instrumentacion Infrarroja en México



Instrumentacion Infrarroja en México

Gestación e Infancia de las Estrellas

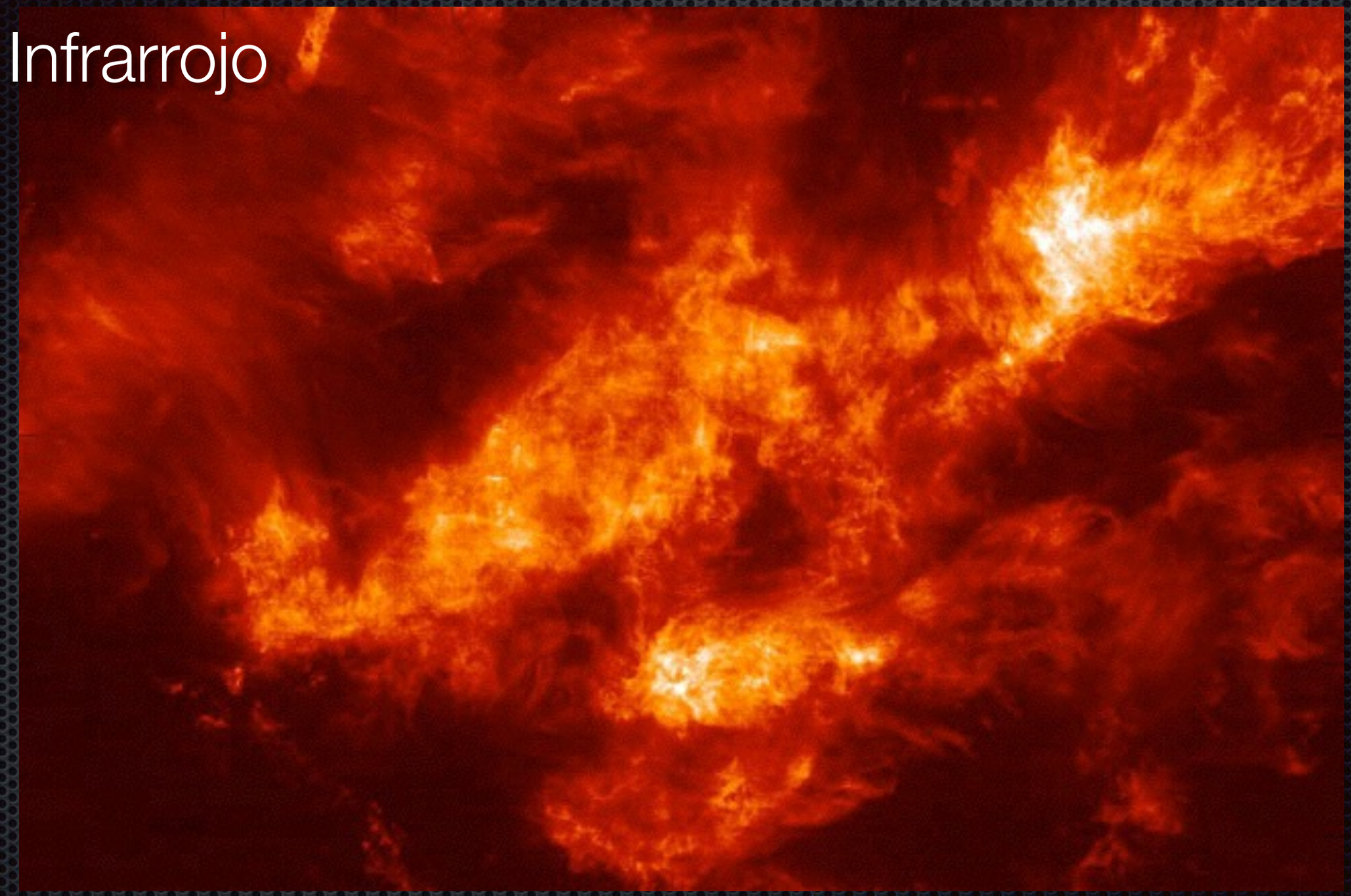
Nube Molecular de Tauro

Gestación e Infancia de las Estrellas

Nube Molecular de Tauro

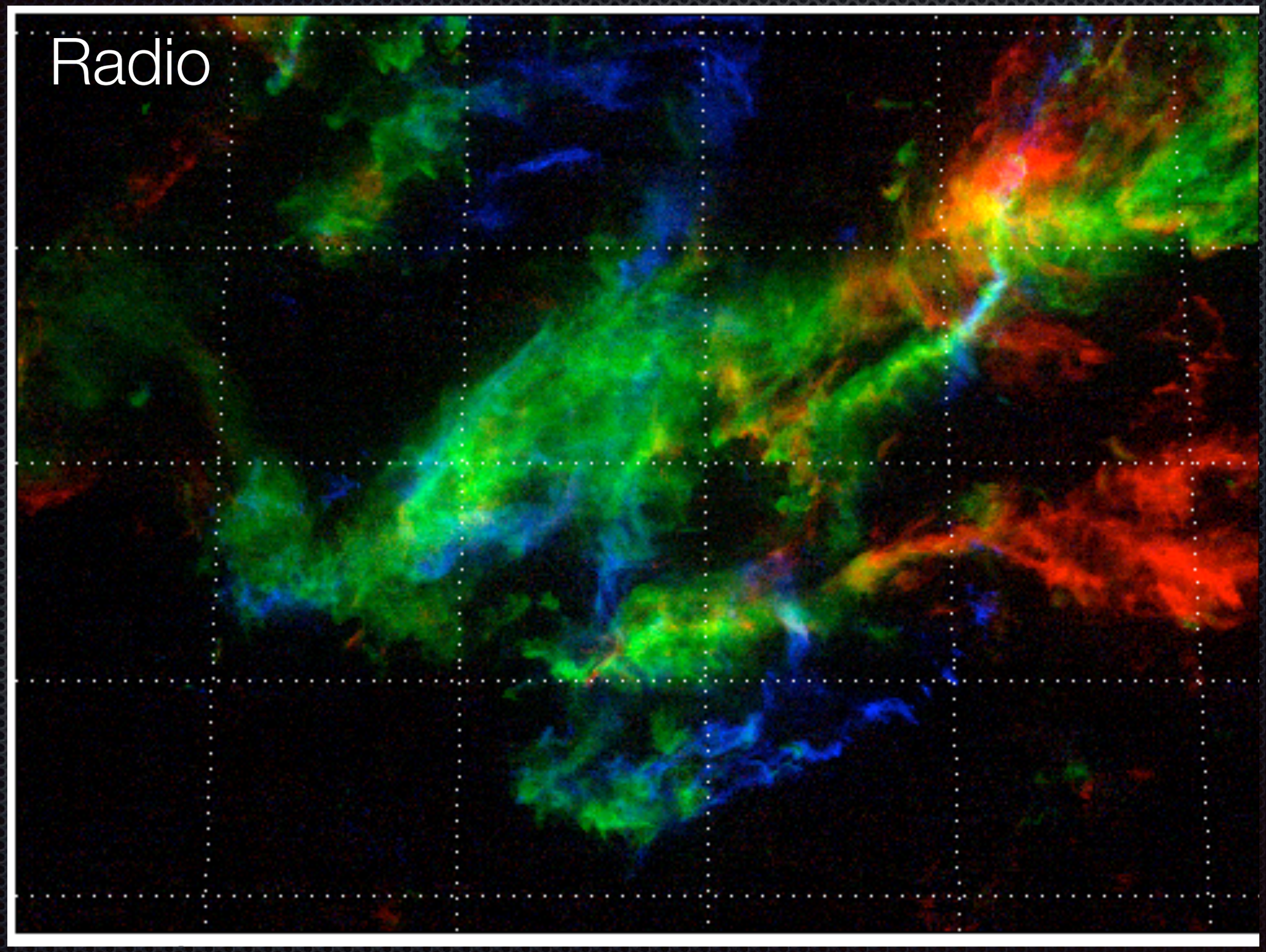
Gestación e Infancia de las Estrellas

Nube Molecular de Tauro



Gestación e Infancia de las Estrellas

Nube Molecular de Tauro



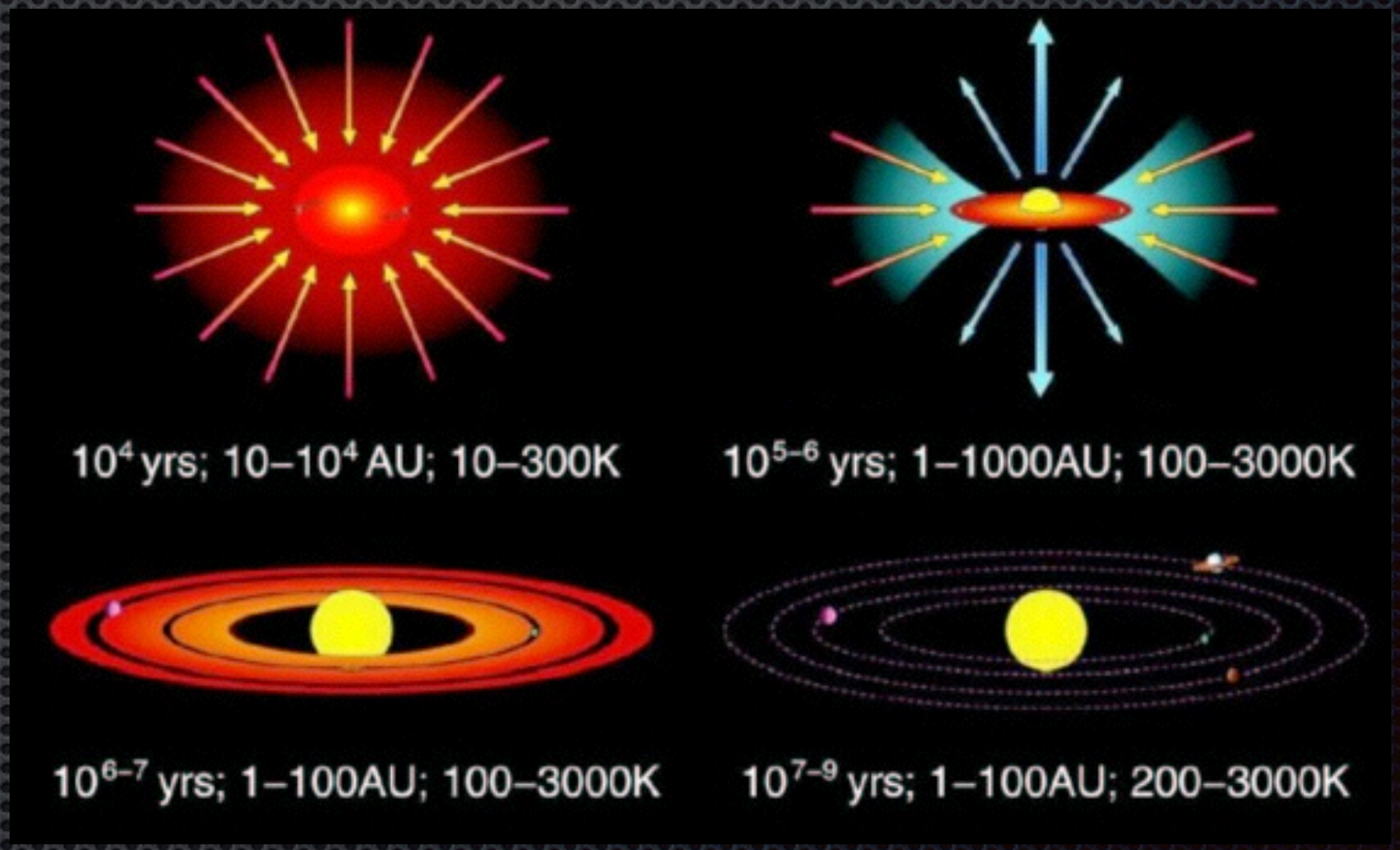
Gestación e Infancia de las Estrellas

Cada etapa de la formación estelar está siendo observada

Gestación e Infancia de las Estrellas

Cada etapa de la formación estelar está siendo observada

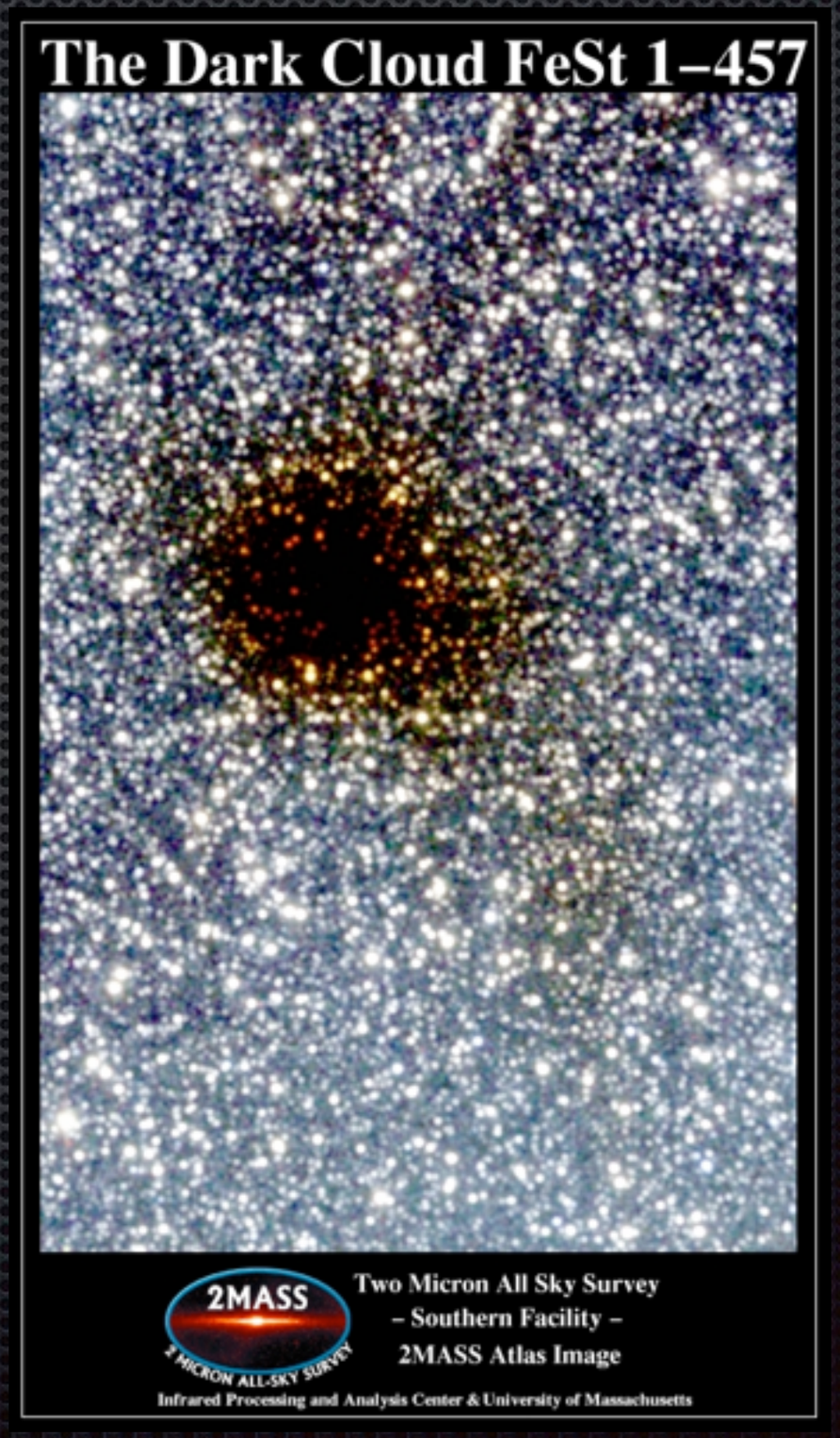
- Shu, Adams y Lizano, 1987. Modelo de formación de una estrella de baja masa.



Gestación e Infancia de las Estrellas

Cada etapa de la formación estelar está siendo observada

- Shu, Adams y Lizano, 1987. Modelo de formación de una estrella de baja masa.
- Formación de grumos oscuros en los filamentos de las nubes moleculares. Pilares.



Gestación e Infancia de las Estrellas

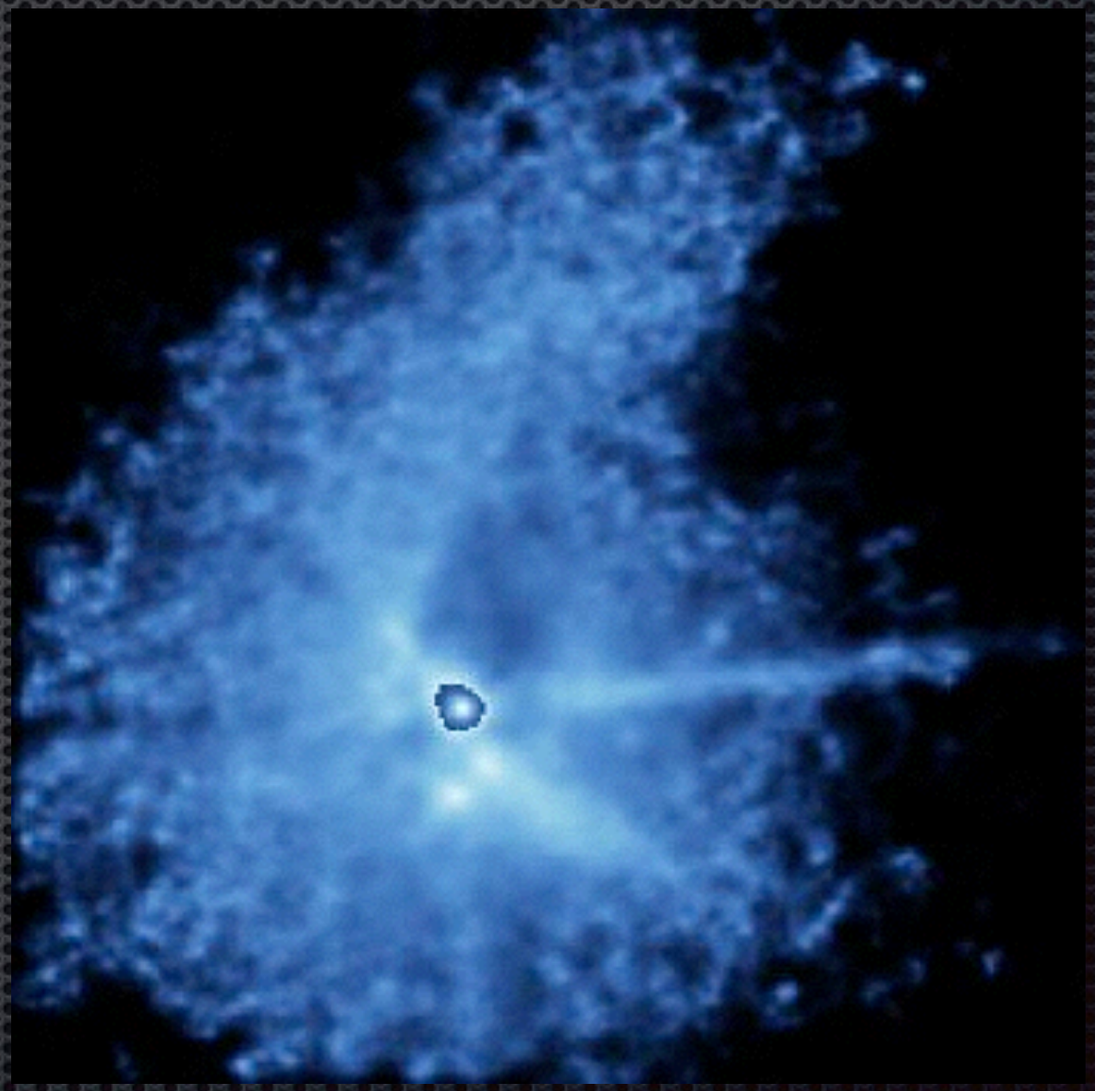
Cada etapa de la formación estelar está siendo observada

- Shu, Adams y Lizano, 1987. Modelo de formación de una estrella de baja masa.
- Formación de grumos oscuros en los filamentos de las nubes moleculares. Pilares.

Gestación e Infancia de las Estrellas

Cada etapa de la formación estelar está siendo observada

- Shu, Adams y Lizano, 1987. Modelo de formación de una estrella de baja masa.
- Formación de grumos oscuros en los filamentos de las nubes moleculares. Pilares.
- T-Tauri. Protoestrellas.



Gestación e Infancia de las Estrellas

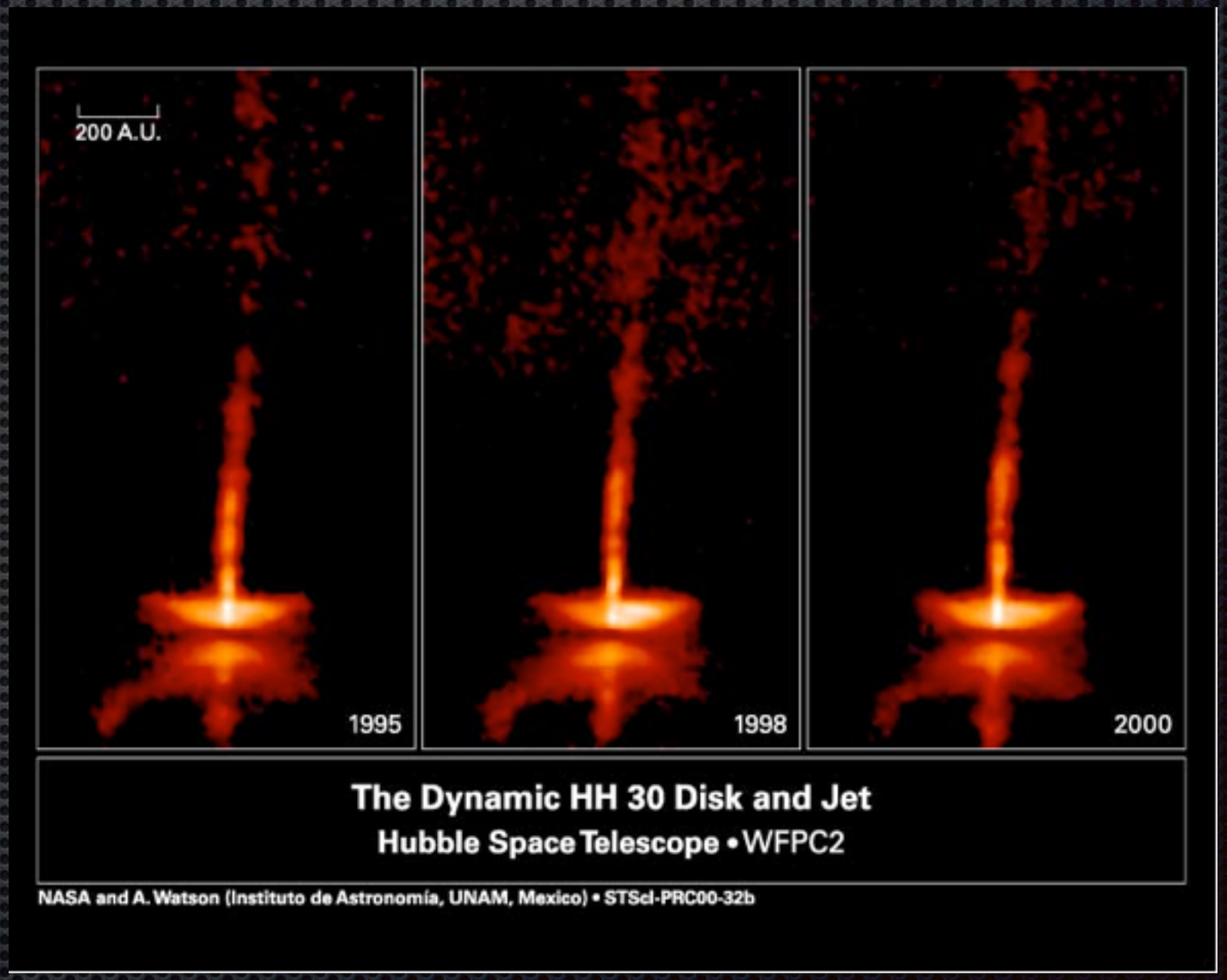
Cada etapa de la formación estelar está siendo observada

- Shu, Adams y Lizano, 1987. Modelo de formación de una estrella de baja masa.
- Formación de grumos oscuros en los filamentos de las nubes moleculares. Pilares.
- T-Tauri. Protoestrellas.
- Eyección de material. Objetos Herbig Haro.

Gestación e Infancia de las Estrellas

Cada etapa de la formación estelar está siendo observada

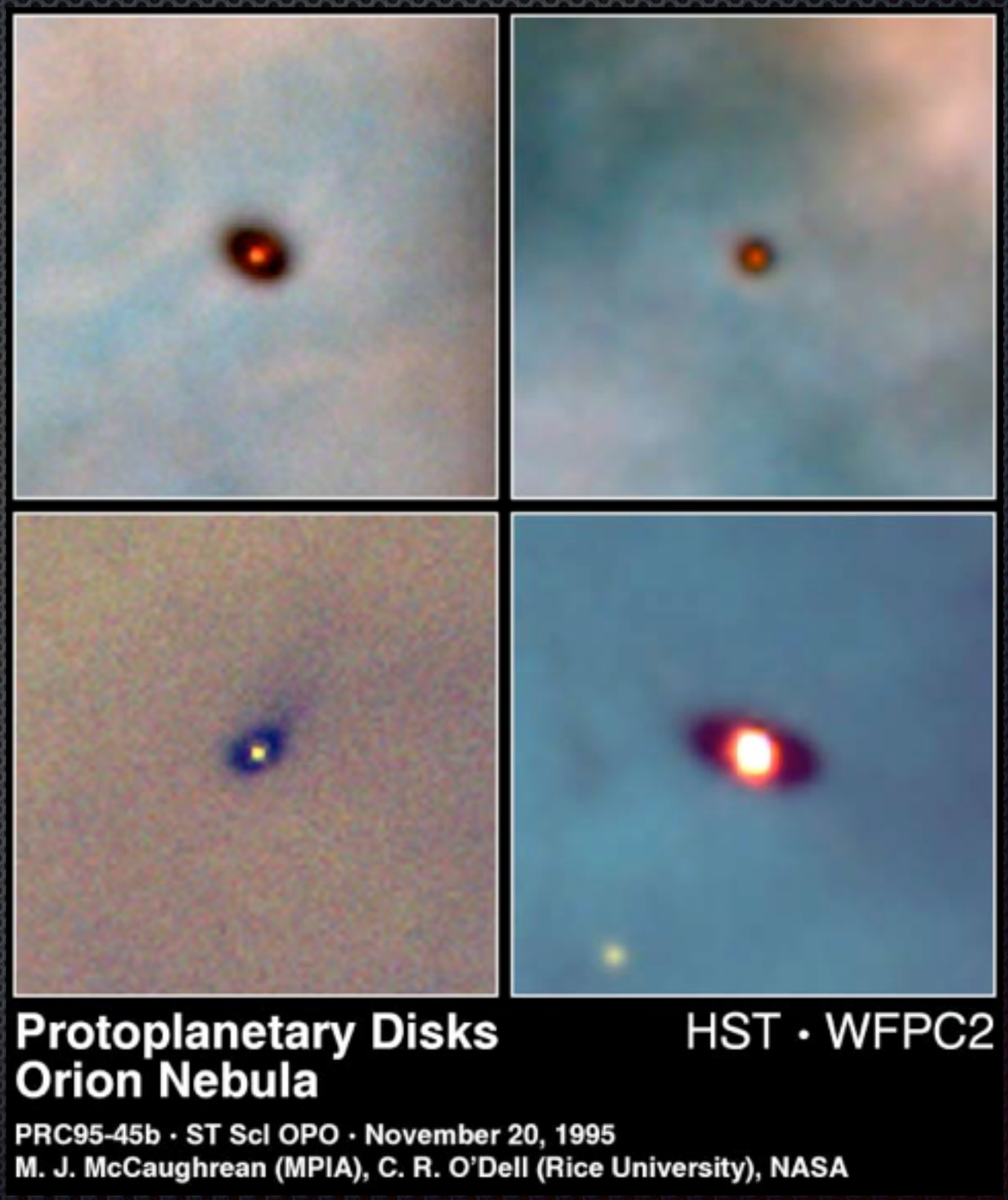
- Shu, Adams y Lizano, 1987. Modelo de formación de una estrella de baja masa.
- Formación de grumos oscuros en los filamentos de las nubes moleculares. Pilares.
- T-Tauri. Protoestrellas.
- Eyección de material. Objetos Herbig Haro.



Gestación e Infancia de las Estrellas

Cada etapa de la formación estelar está siendo observada

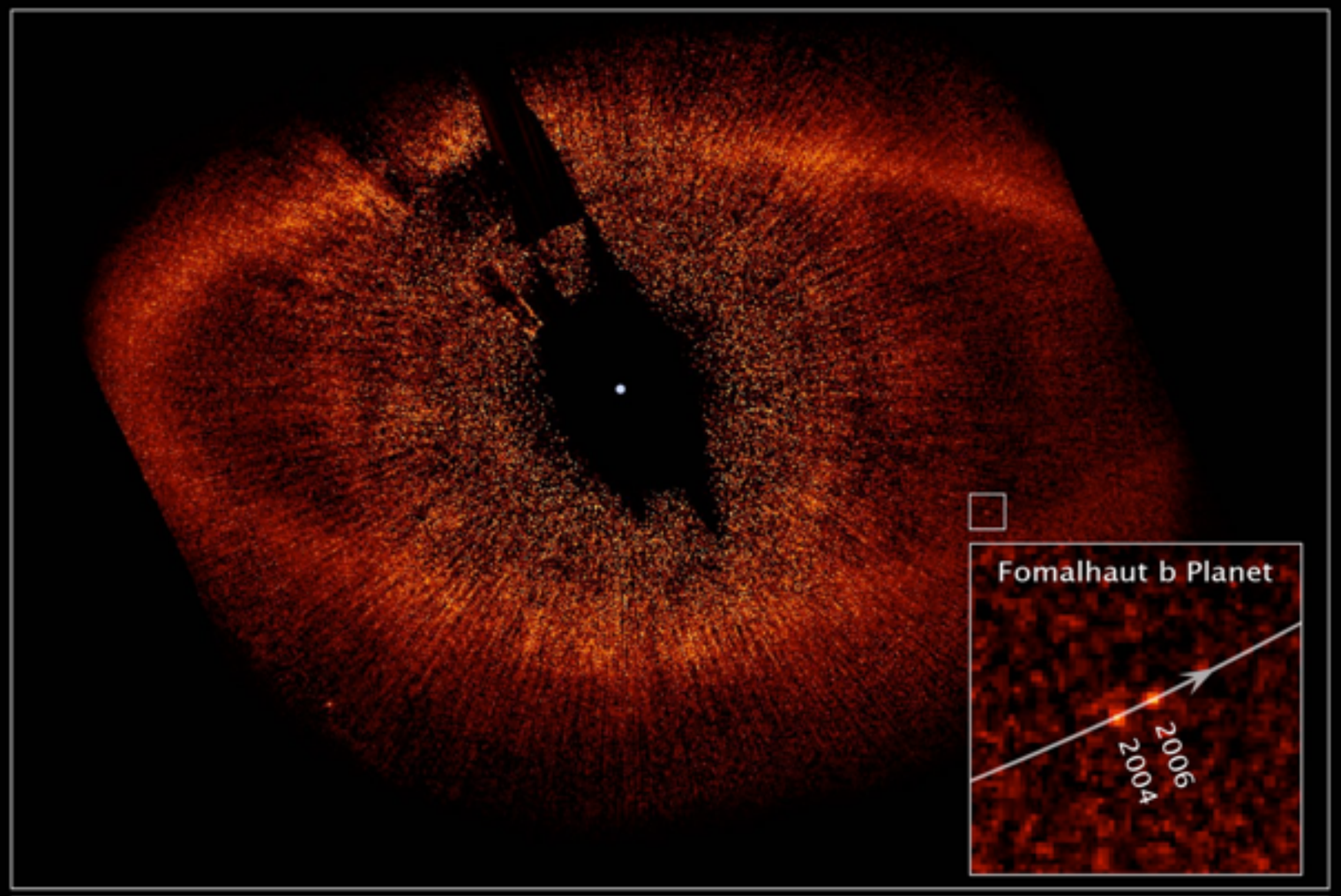
- Shu, Adams y Lizano, 1987. Modelo de formación de una estrella de baja masa.
- Formación de grumos oscuros en los filamentos de las nubes moleculares. Pilares.
- T-Tauri. Protoestrellas.
- Eyección de material. Objetos Herbig Haro.
- Formación de discos protoplanetarios



Gestación e Infancia de las Estrellas

Cada etapa de la formación estelar está siendo observada

- Shu, Adams y Lizano, 1987. Modelo de formación de una estrella de baja masa.
- Formación de grumos oscuros en los filamentos de las nubes moleculares. Pilares.
- T-Tauri. Protoestrellas.
- Eyección de material. Objetos Herbig Haro.
- Formación de discos protoplanetarios
- Formación de los planetas



Fomalhaut System
Hubble Space Telescope • ACS/HRC

NASA, ESA, and P. Kalas (University of California, Berkeley)

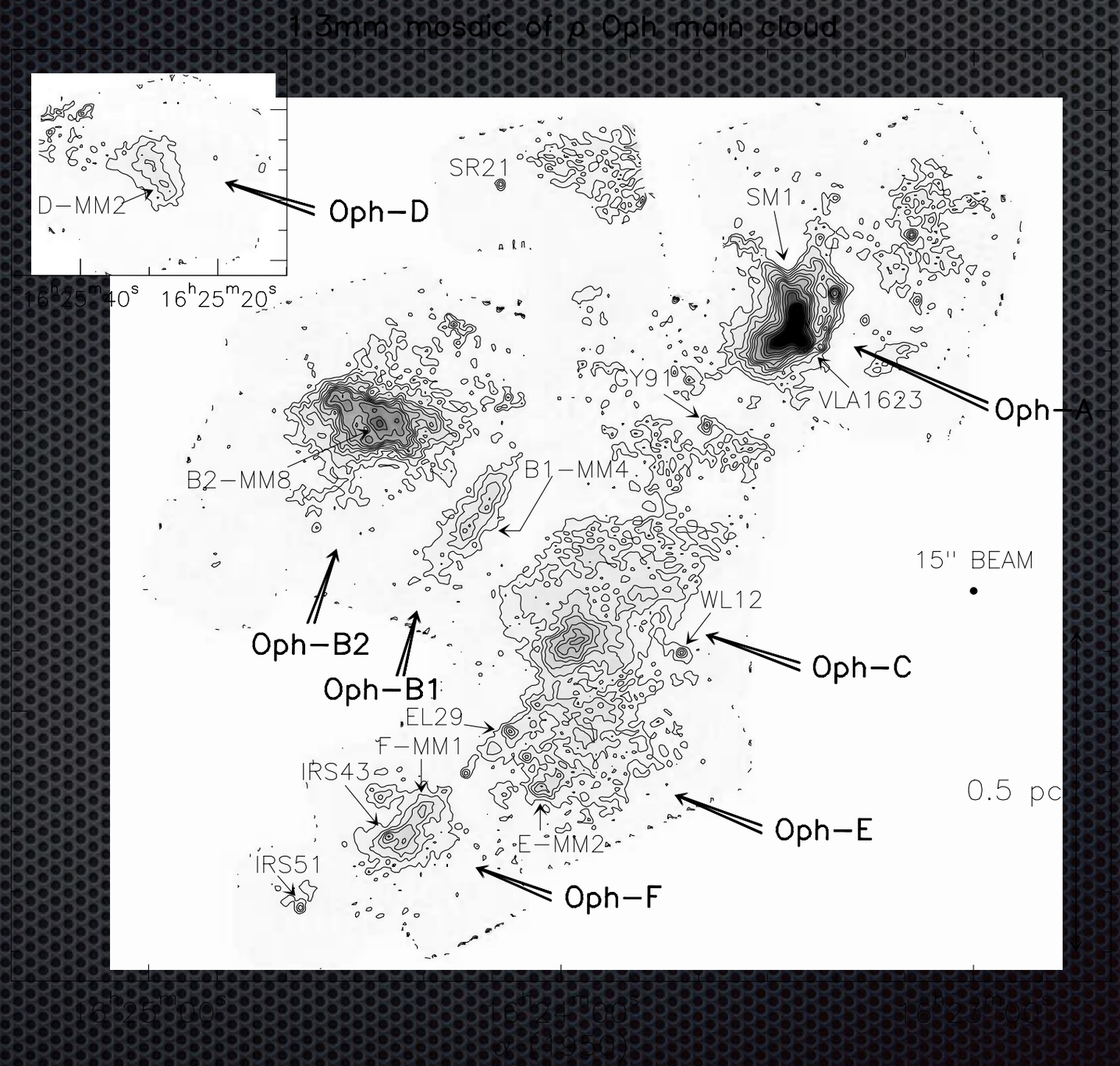
STScI-PRC08-39a

Gestación e Infancia de las Estrellas

Semilleros Estelares. Las condiciones iniciales

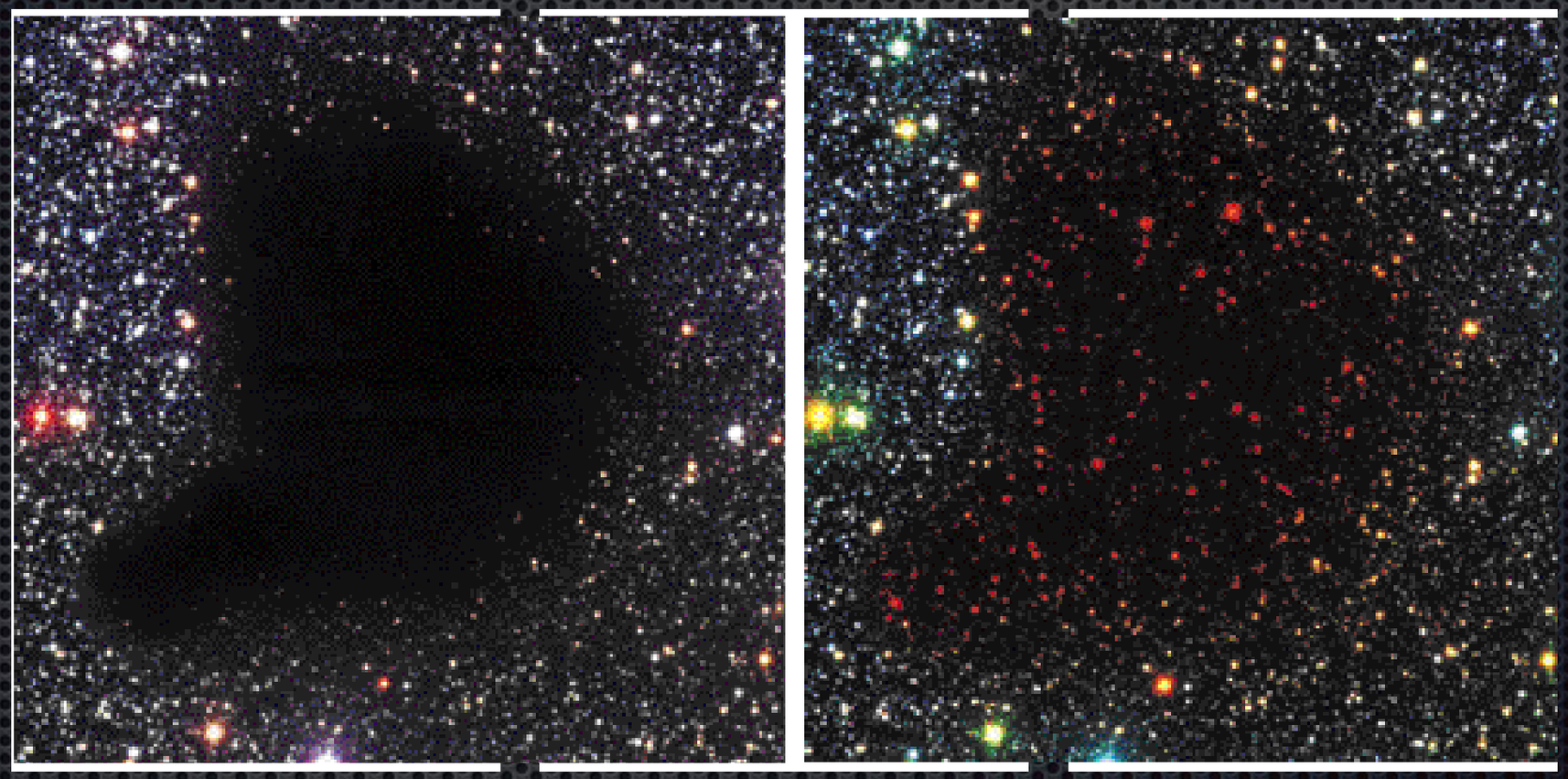
Gestación e Infancia de las Estrellas

Semilleros Estelares. Las condiciones iniciales



Gestación e Infancia de las Estrellas

Semilleros Estelares. Las condiciones iniciales

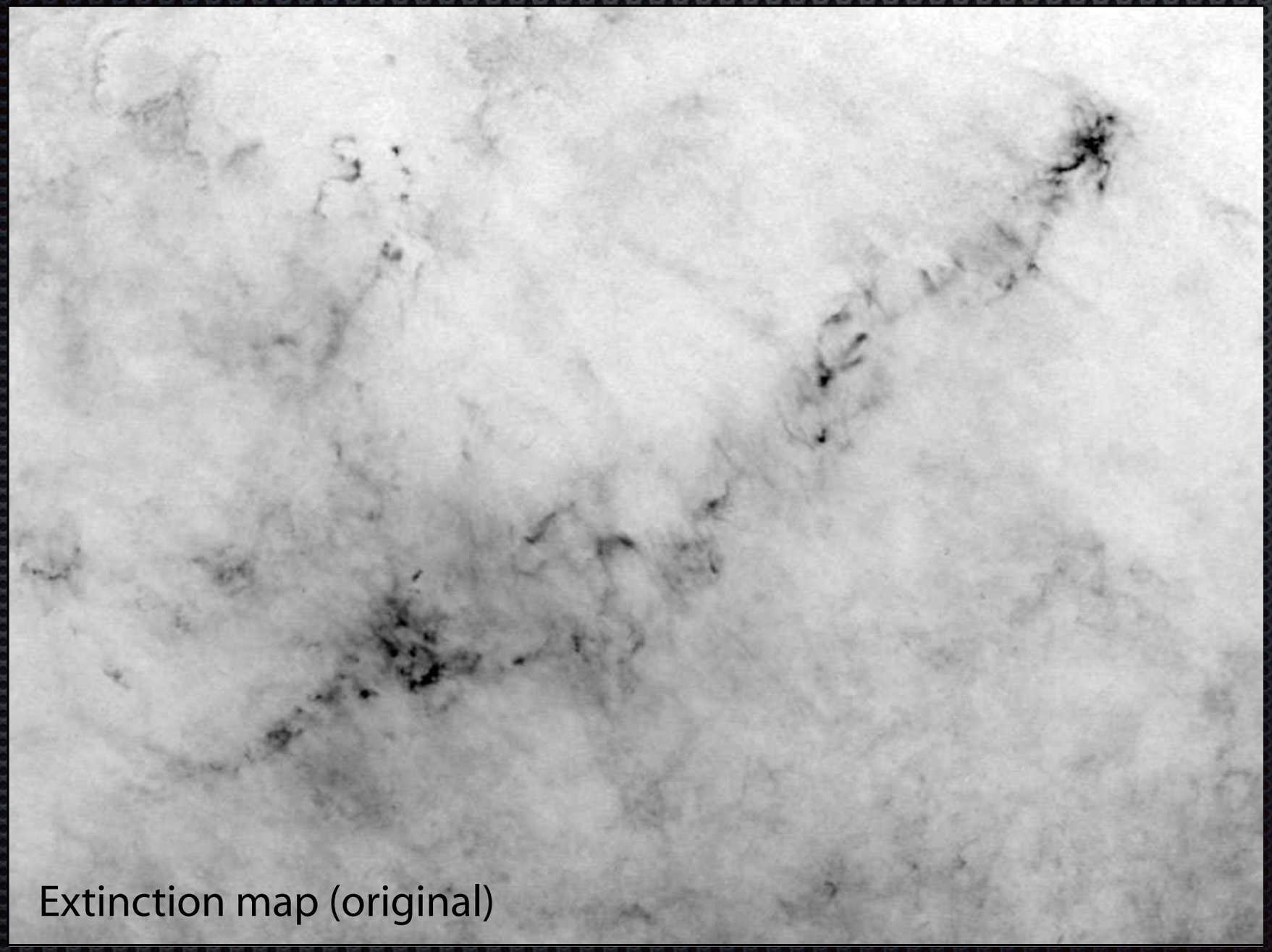


Gestación e Infancia de las Estrellas

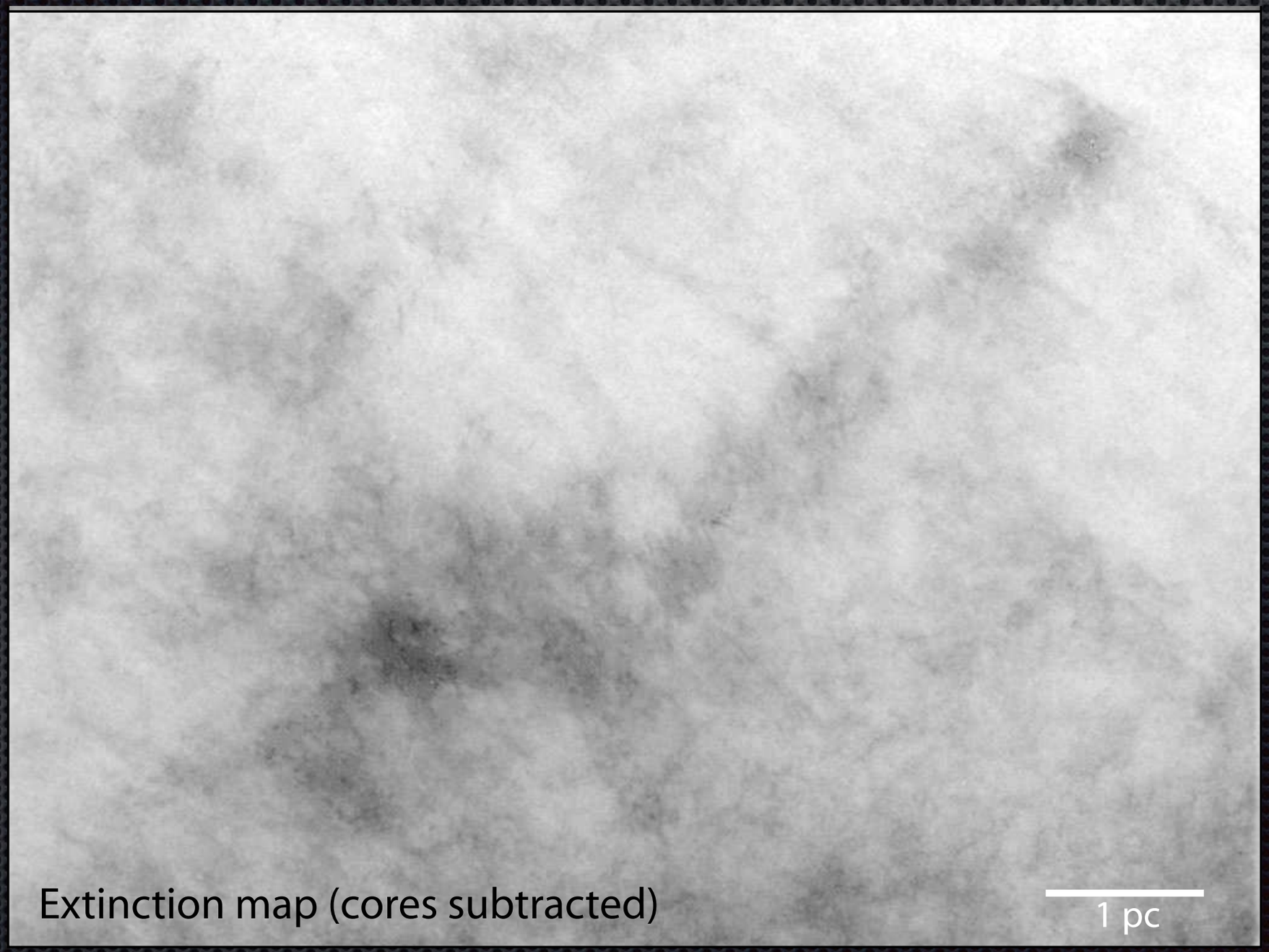
Semilleros Estelares. Las condiciones iniciales

Gestación e Infancia de las Estrellas

Semilleros Estelares. Las condiciones iniciales

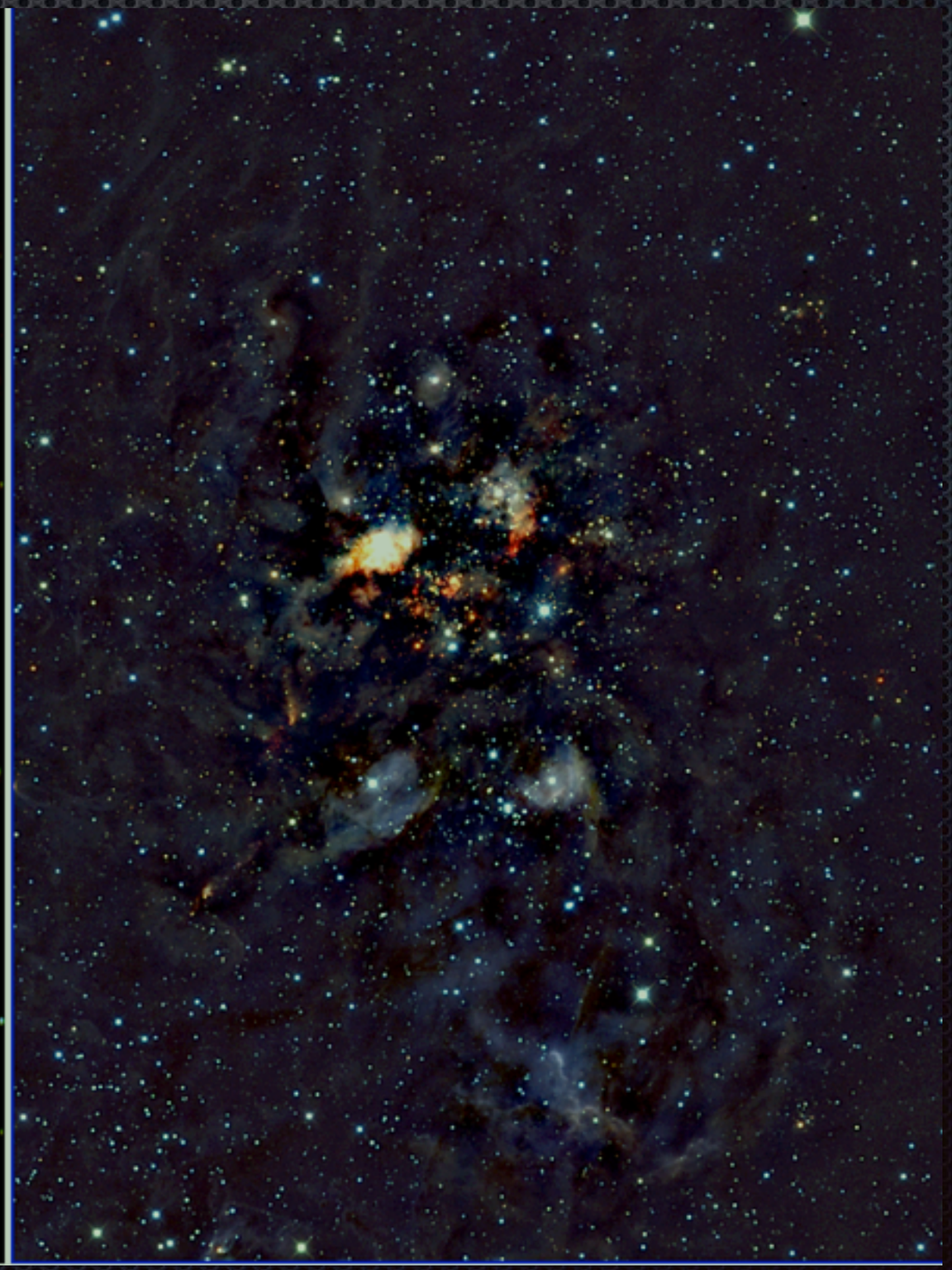


Semilleros Estelares. Las condiciones iniciales



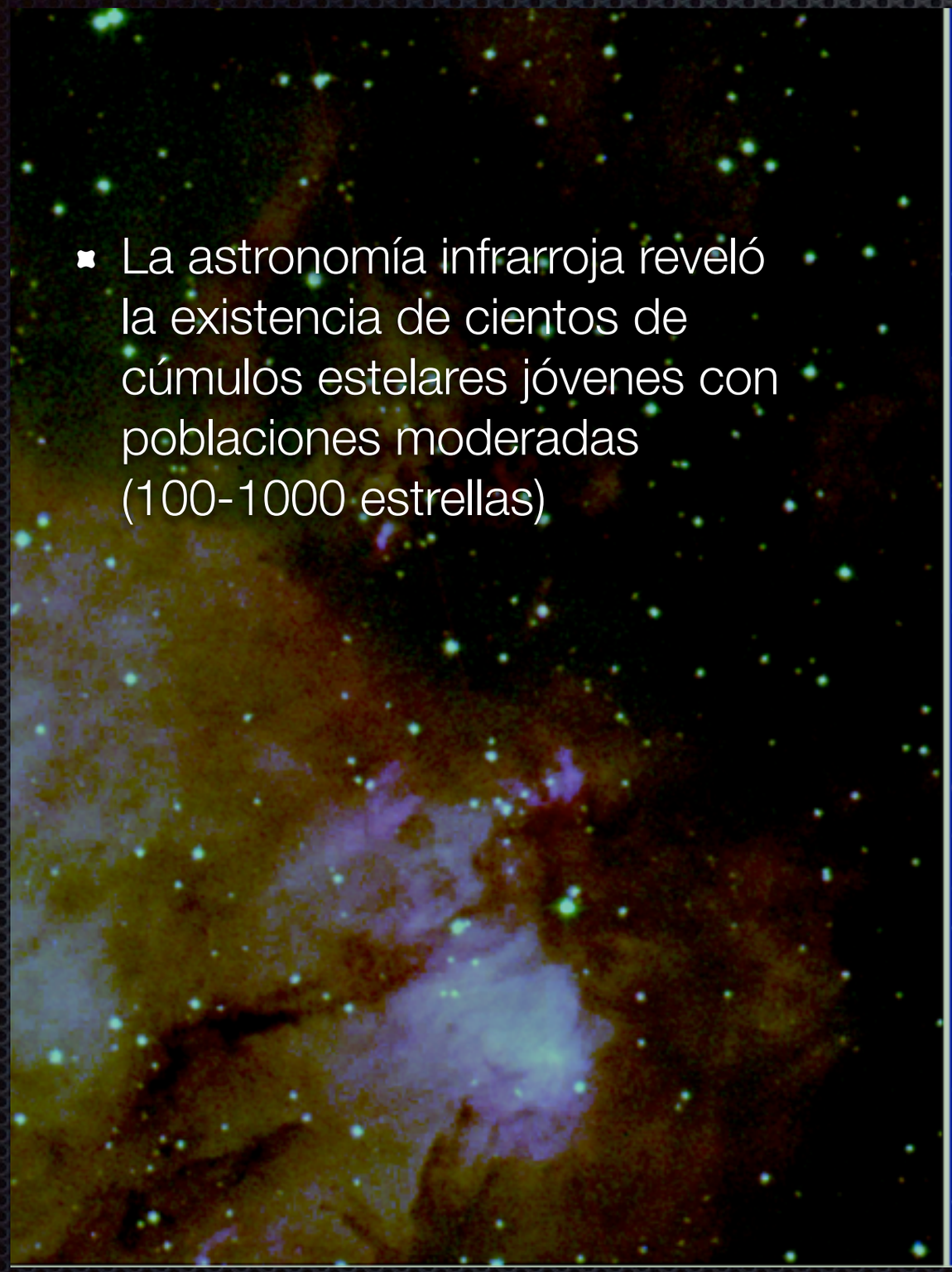
Gestación e Infancia de las Estrellas

Cuneros estelares. Cúmulos embebidos

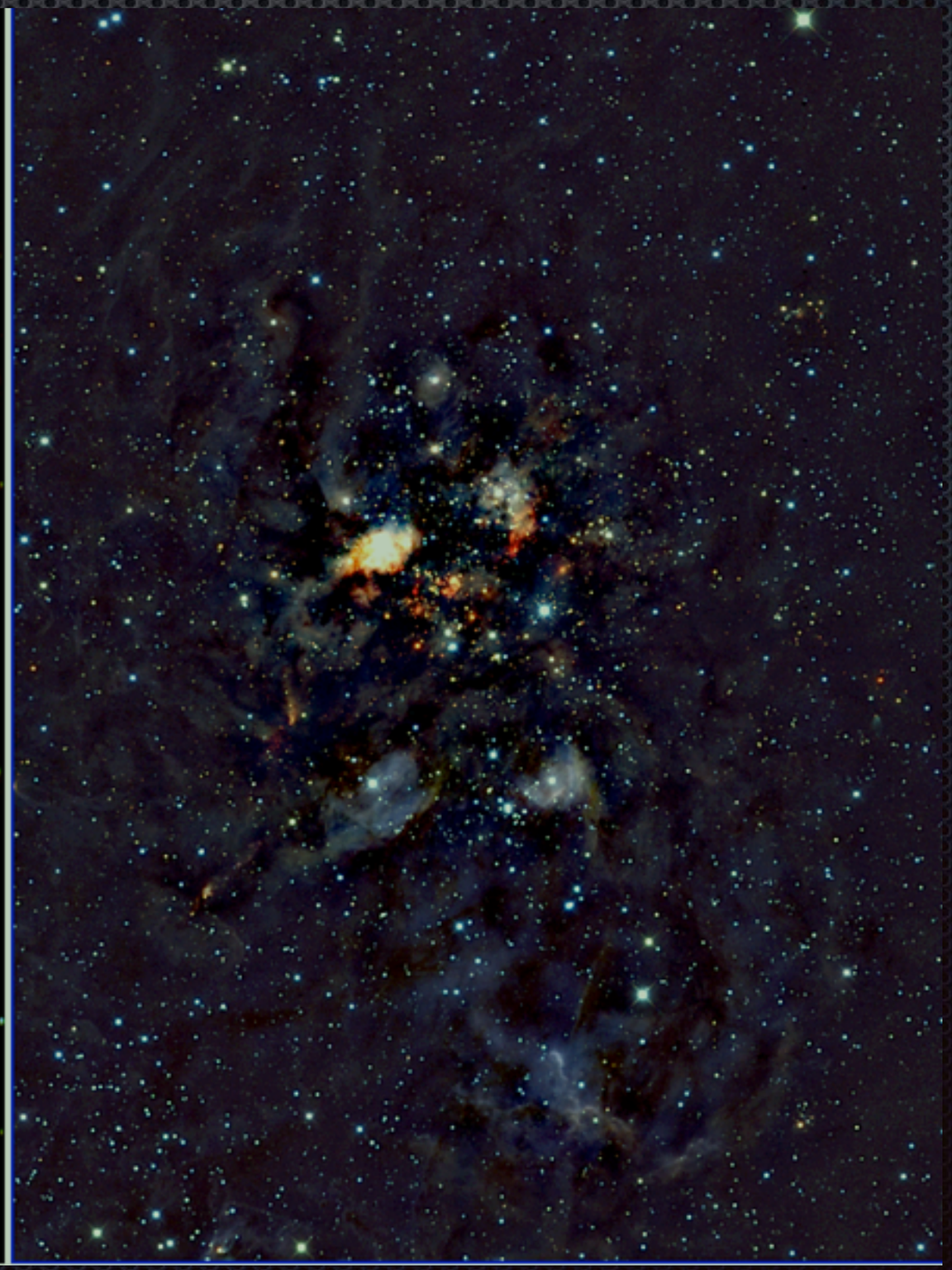


Gestación e Infancia de las Estrellas

Cuneros estelares. Cúmulos embebidos



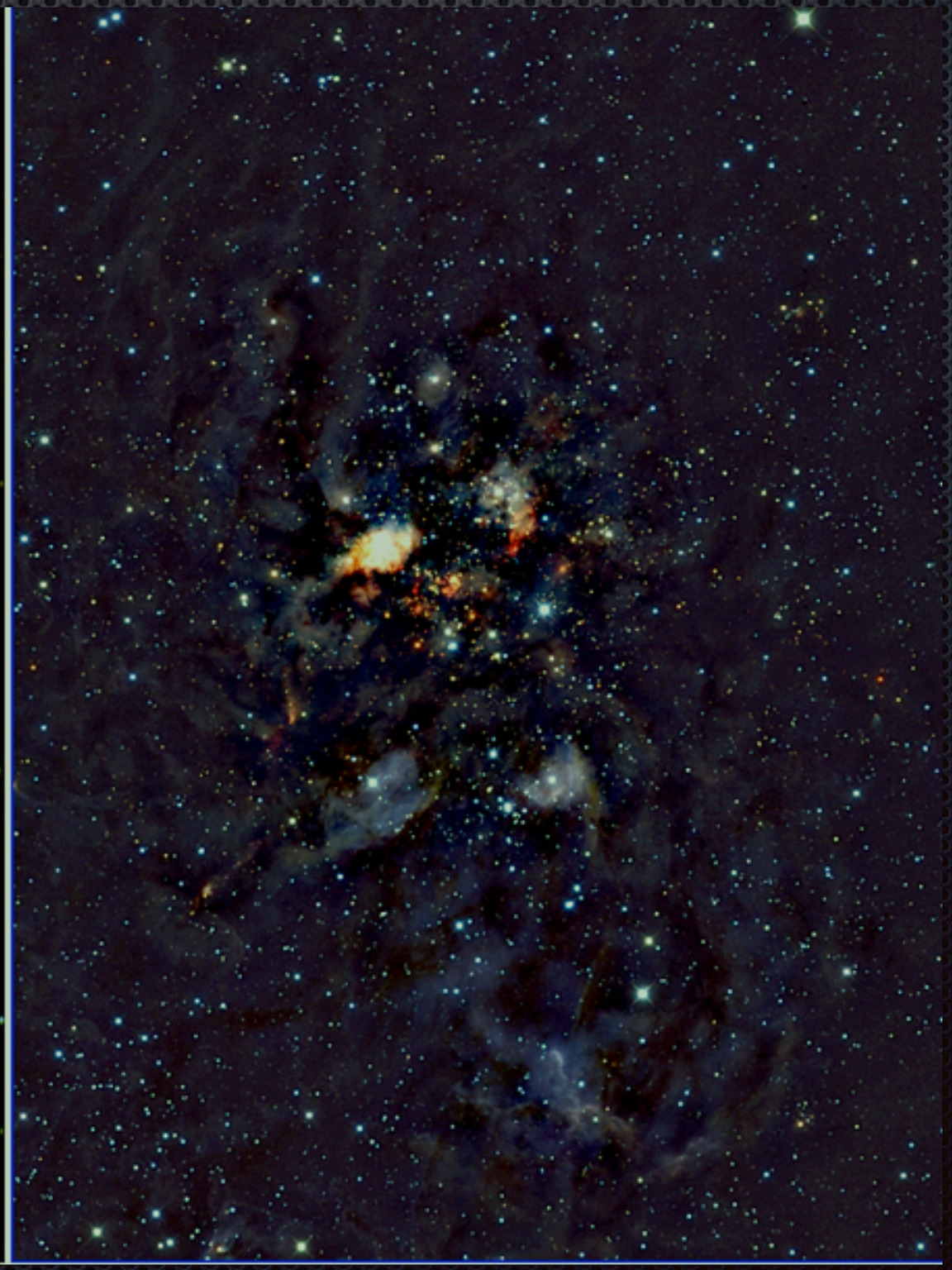
- La astronomía infrarroja reveló la existencia de cientos de cúmulos estelares jóvenes con poblaciones moderadas (100-1000 estrellas)



Gestación e Infancia de las Estrellas

Cuneros estelares. Cúmulos embebidos

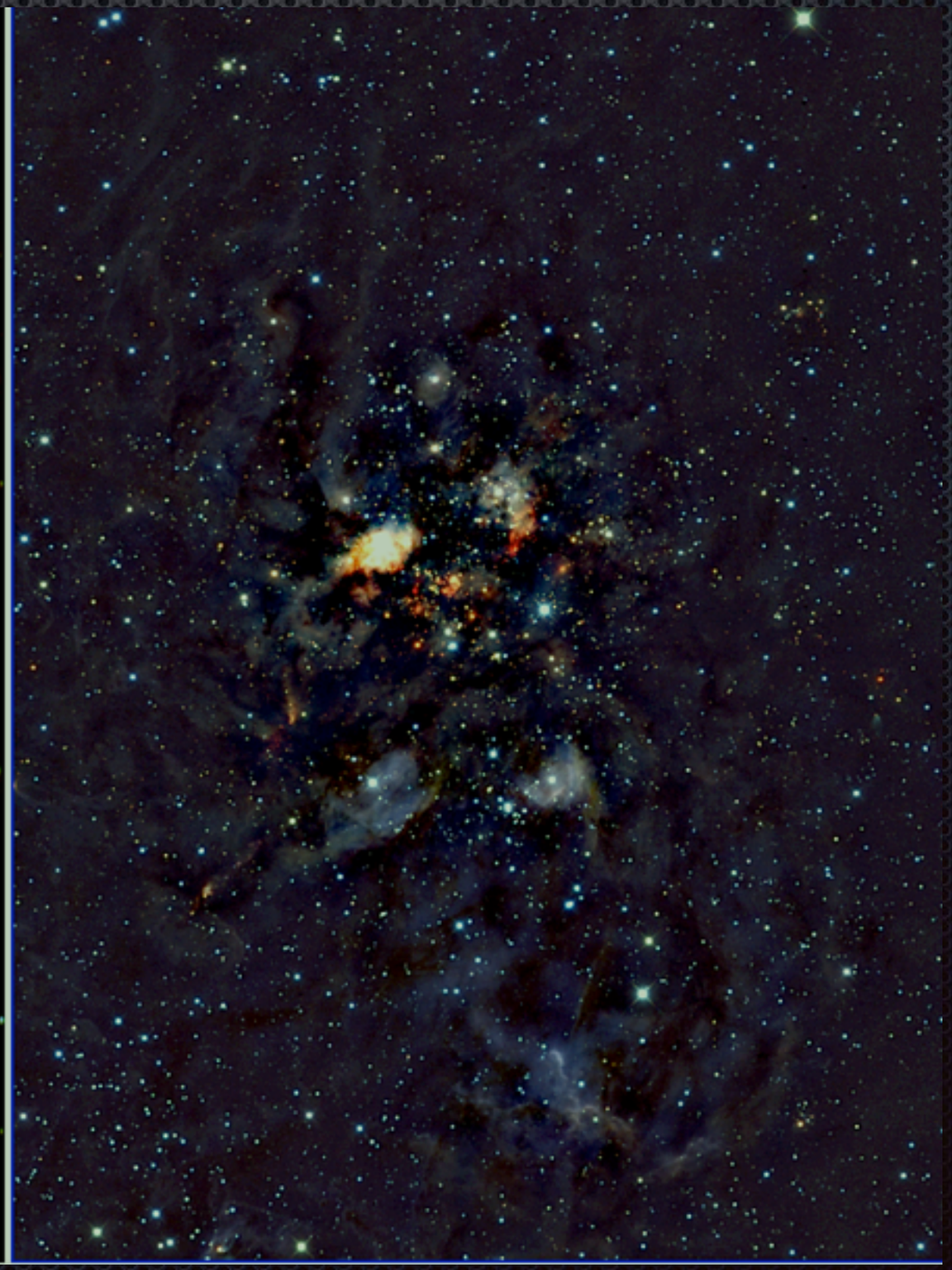
- La astronomía infrarroja reveló la existencia de cientos de cúmulos estelares jóvenes con poblaciones moderadas (100-1000 estrellas)
- La mayoría de las estrellas en nuestra galaxia (80% o más) se forman en este tipo de cúmulos.



Gestación e Infancia de las Estrellas

Cuneros estelares. Cúmulos embebidos

- La astronomía infrarroja reveló la existencia de cientos de cúmulos estelares jóvenes con poblaciones moderadas (100-1000 estrellas)
- La mayoría de las estrellas en nuestra galaxia (80% o más) se forman en este tipo de cúmulos.
- La etapa de embebecimiento es muy corta, comparado con el proceso de formación.



Gestación e Infancia de las Estrellas

Guarderías Estelares. Cúmulos jóvenes

Gestación e Infancia de las Estrellas

Guarderías Estelares. Cúmulos jóvenes

- La etapa de embebimiento en los cúmulos estelares culmina con la expulsión de la envolvente gaseosa.

Gestación e Infancia de las Estrellas

Guarderías Estelares. Cúmulos jóvenes

- La etapa de embebimiento en los cúmulos estelares culmina con la expulsión de la envolvente gaseosa.
- El gas, que actuaba como un pegamento gravitacional, es removido rápidamente por las propias estrellas.

Gestación e Infancia de las Estrellas

Guarderías Estelares. Cúmulos jóvenes

- La etapa de embebimiento en los cúmulos estelares culmina con la expulsión de la envolvente gaseosa.
- El gas, que actuaba como un pegamento gravitacional, es removido rápidamente por las propias estrellas.
- El número de estrellas que se formaron determina la supervivencia del cúmulo como sistema

Gestación e Infancia de las Estrellas

Guarderías Estelares. Cúmulos jóvenes

- La etapa de embebimiento en los cúmulos estelares culmina con la expulsión de la envolvente gaseosa.
- El gas, que actuaba como un pegamento gravitacional, es removido rápidamente por las propias estrellas.
- El número de estrellas que se formaron determina la supervivencia del cúmulo como sistema
- La mayoría de los cúmulos estelares no sobreviven más de 10 millones de años.

Gestación e Infancia de las Estrellas

Guarderías Estelares. Cúmulos jóvenes

- La etapa de embebimiento en los cúmulos estelares culmina con la expulsión de la envolvente gaseosa.
- El gas, que actuaba como un pegamento gravitacional, es removido rápidamente por las propias estrellas.
- El número de estrellas que se formaron determina la supervivencia del cúmulo como sistema
- La mayoría de los cúmulos estelares no sobreviven más de 10 millones de años.
- Problema de la “alta mortalidad infantil”.

Gestación e Infancia de las Estrellas

Cumulos Viejos. Abiertos y Globulares

Gestación e Infancia de las Estrellas

Cumulos Viejos. Abiertos y Globulares

Gestación e Infancia de las Estrellas

El contexto. Complejos de formación estelar.

Gestación e Infancia de las Estrellas

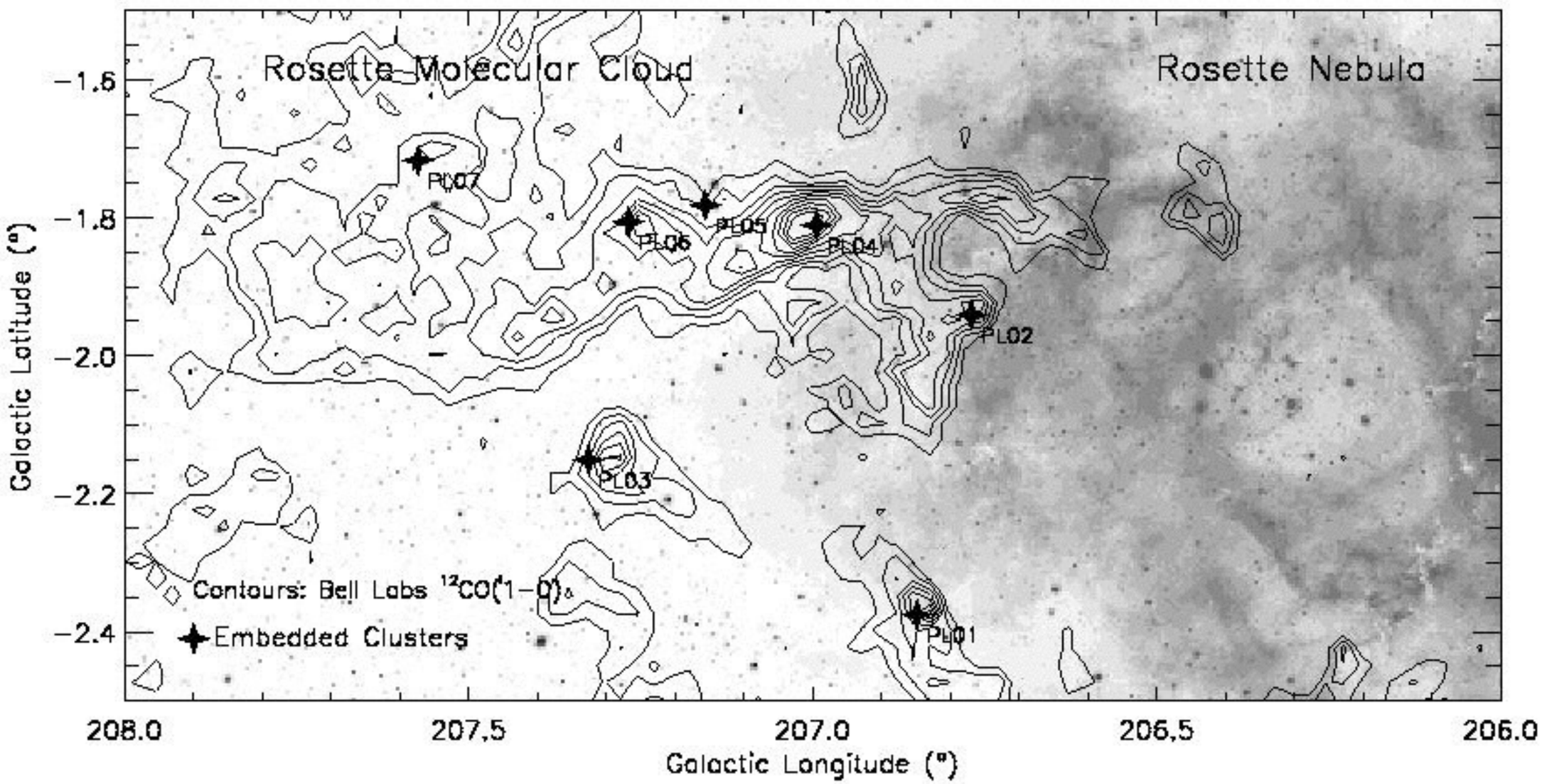
El contexto. Complejos de formación estelar.

Gestación e Infancia de las Estrellas

El contexto. Complejos de formación estelar.

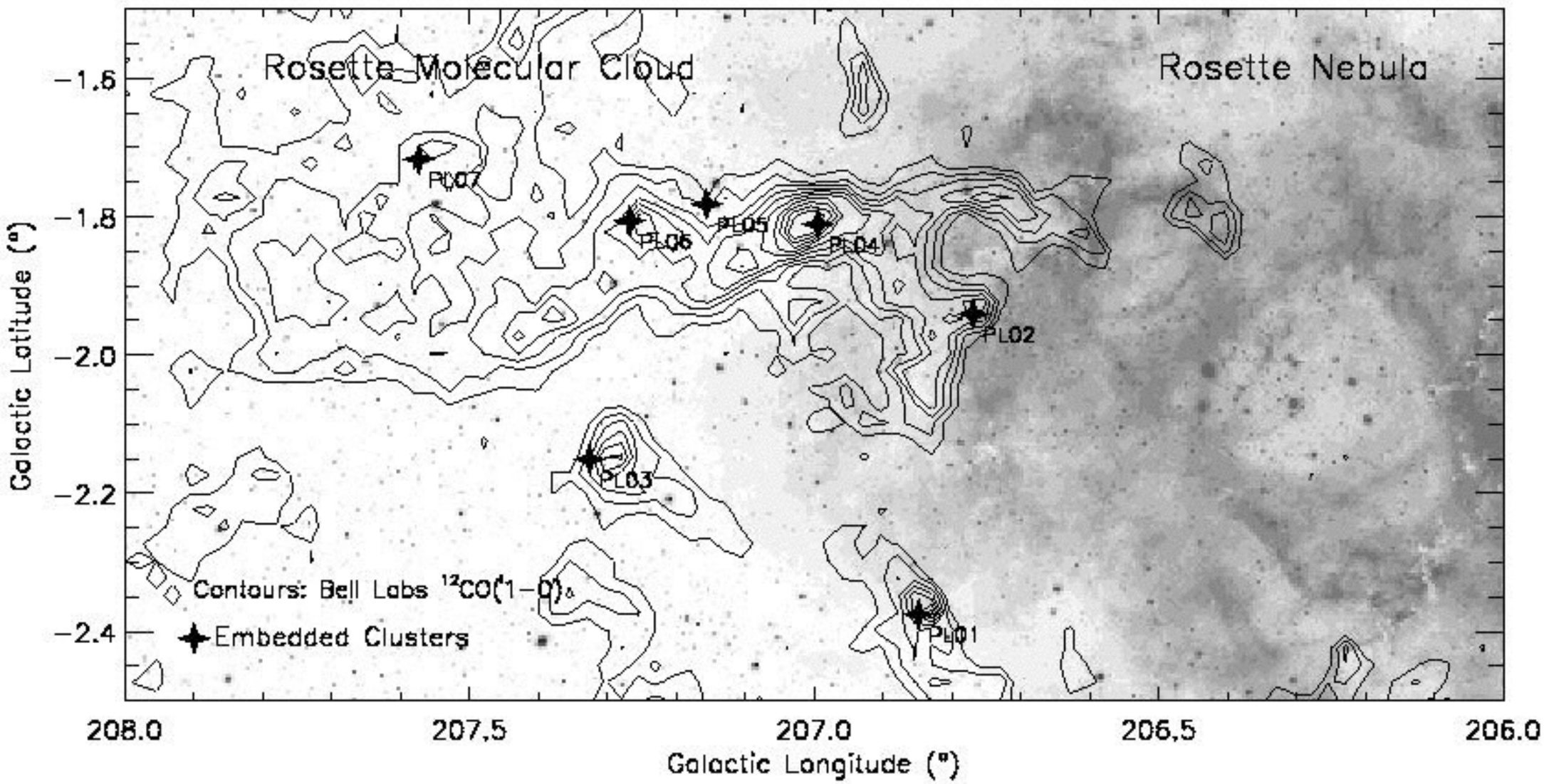
El contexto. Complejos de formación estelar.

Complejo de la Roseta



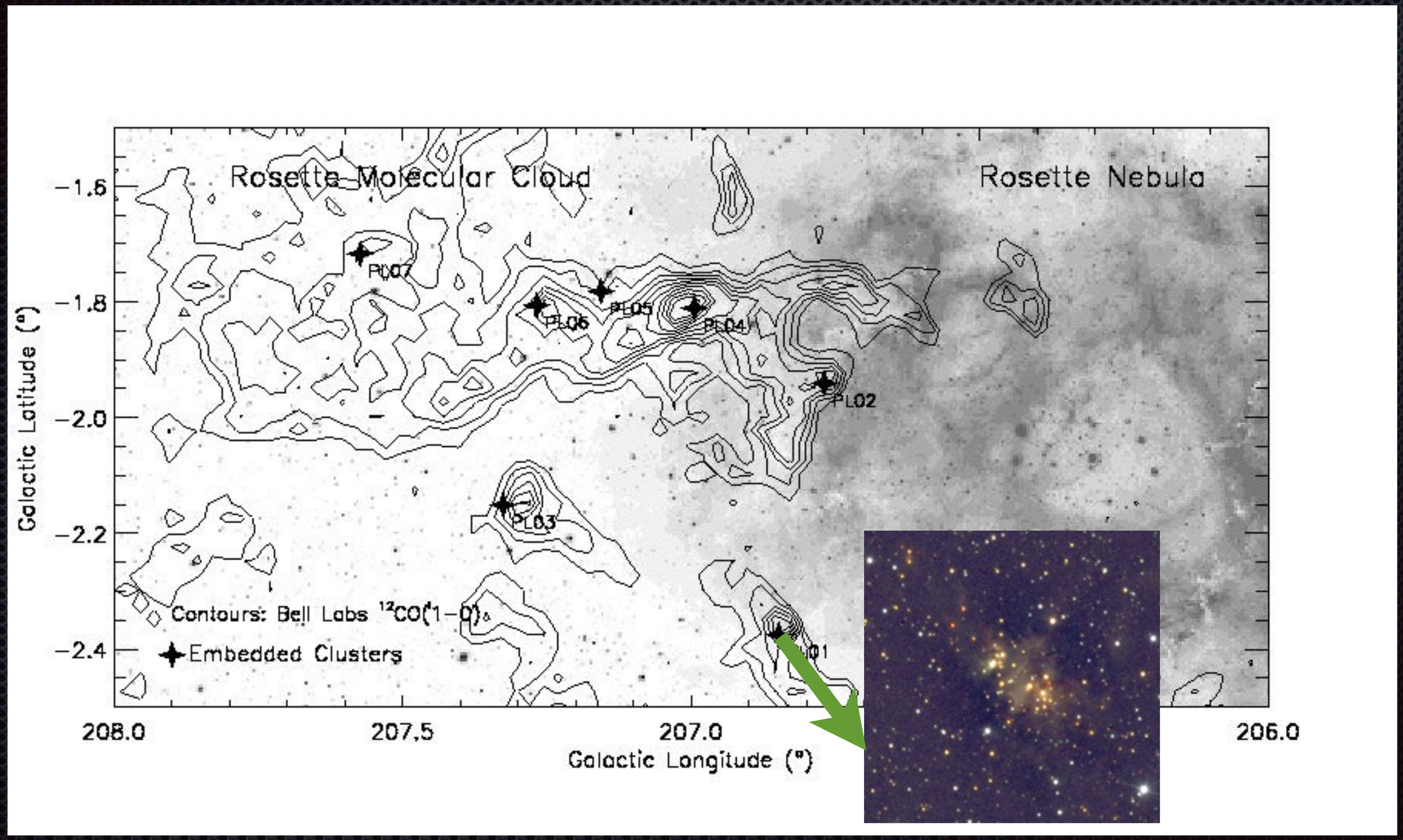
Gestación e Infancia de las Estrellas

El contexto. Complejos de formación estelar.



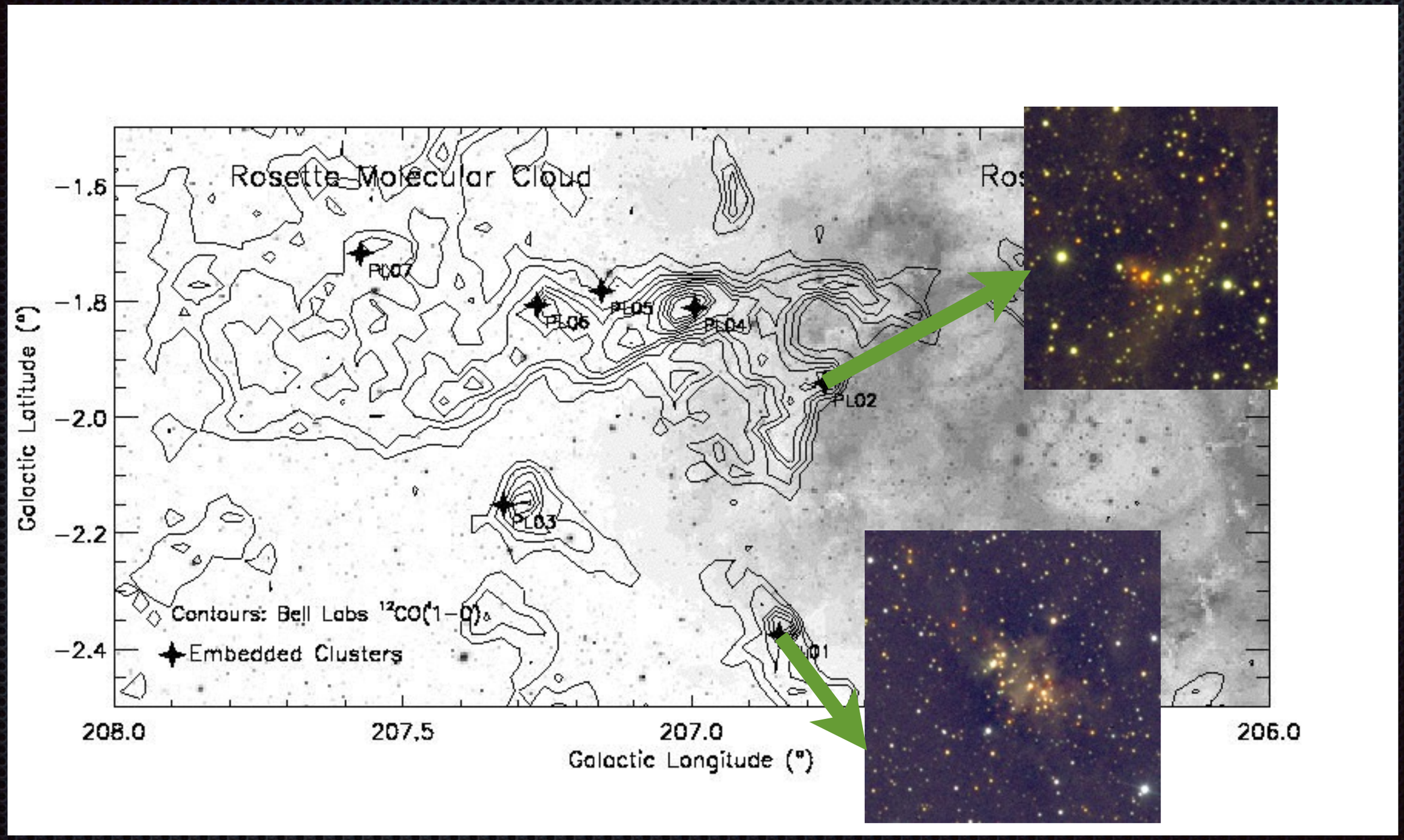
Gestación e Infancia de las Estrellas

El contexto. Complejos de formación estelar.



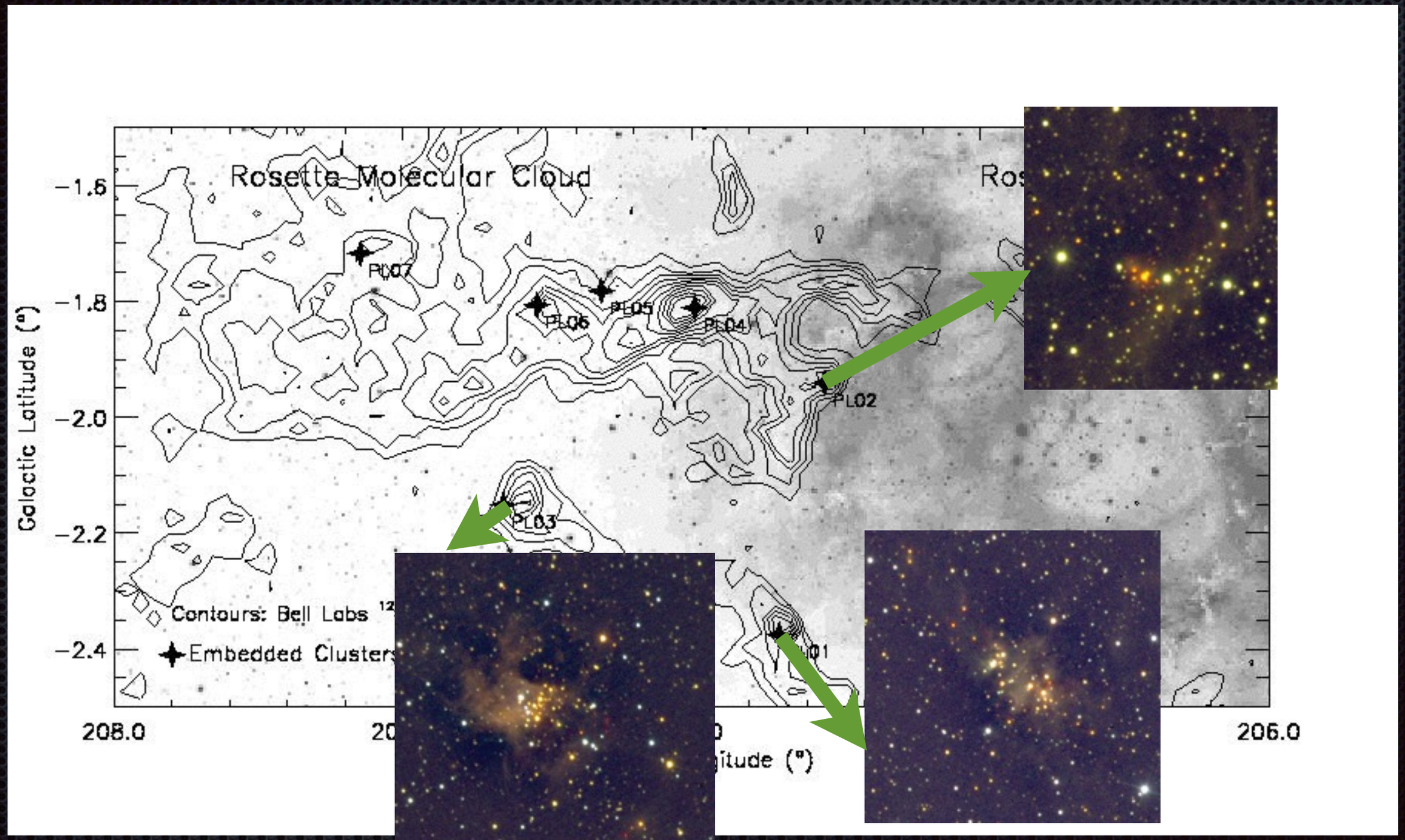
Gestación e Infancia de las Estrellas

El contexto. Complejos de formación estelar.



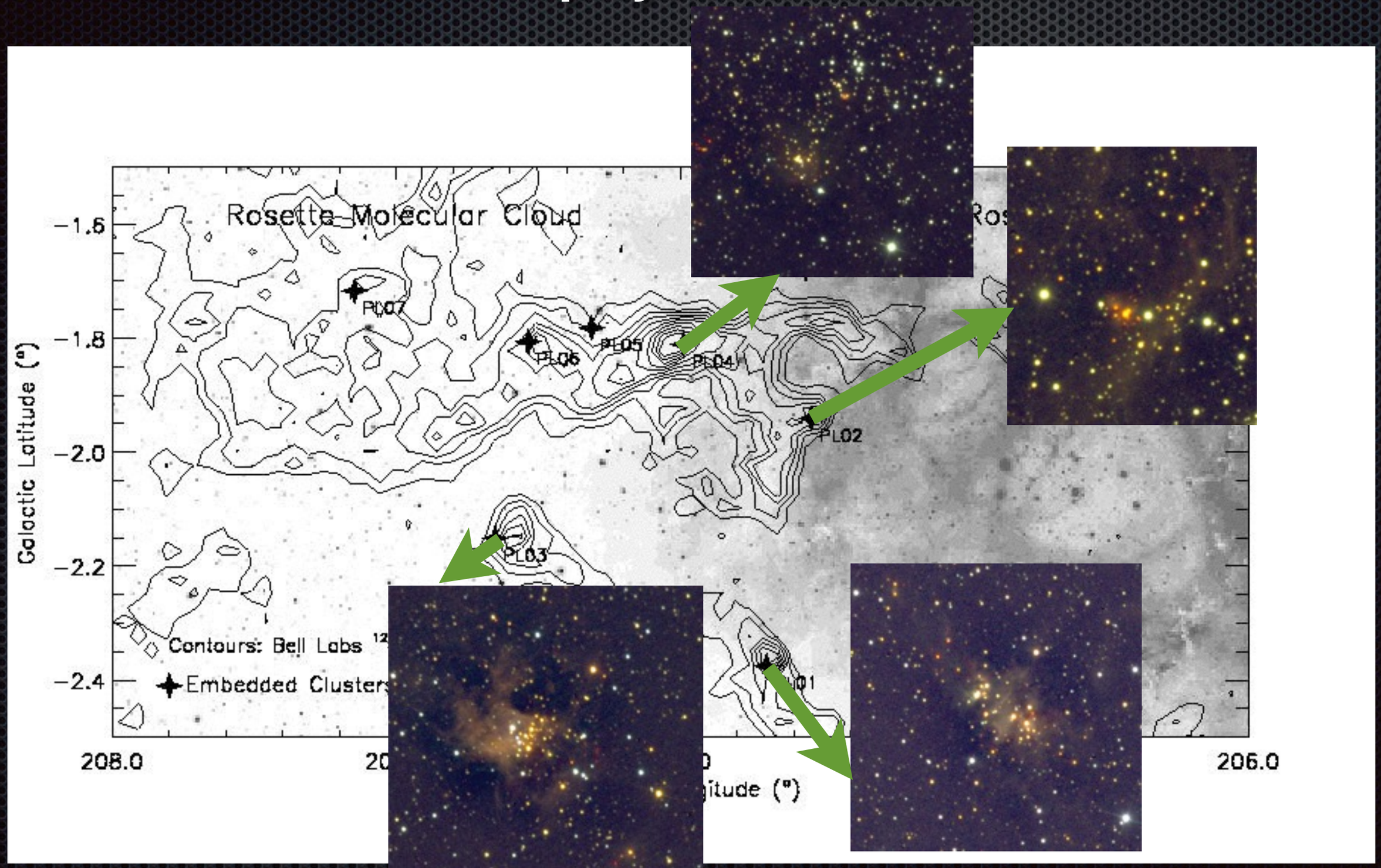
Gestación e Infancia de las Estrellas

El contexto. Complejos de formación estelar.



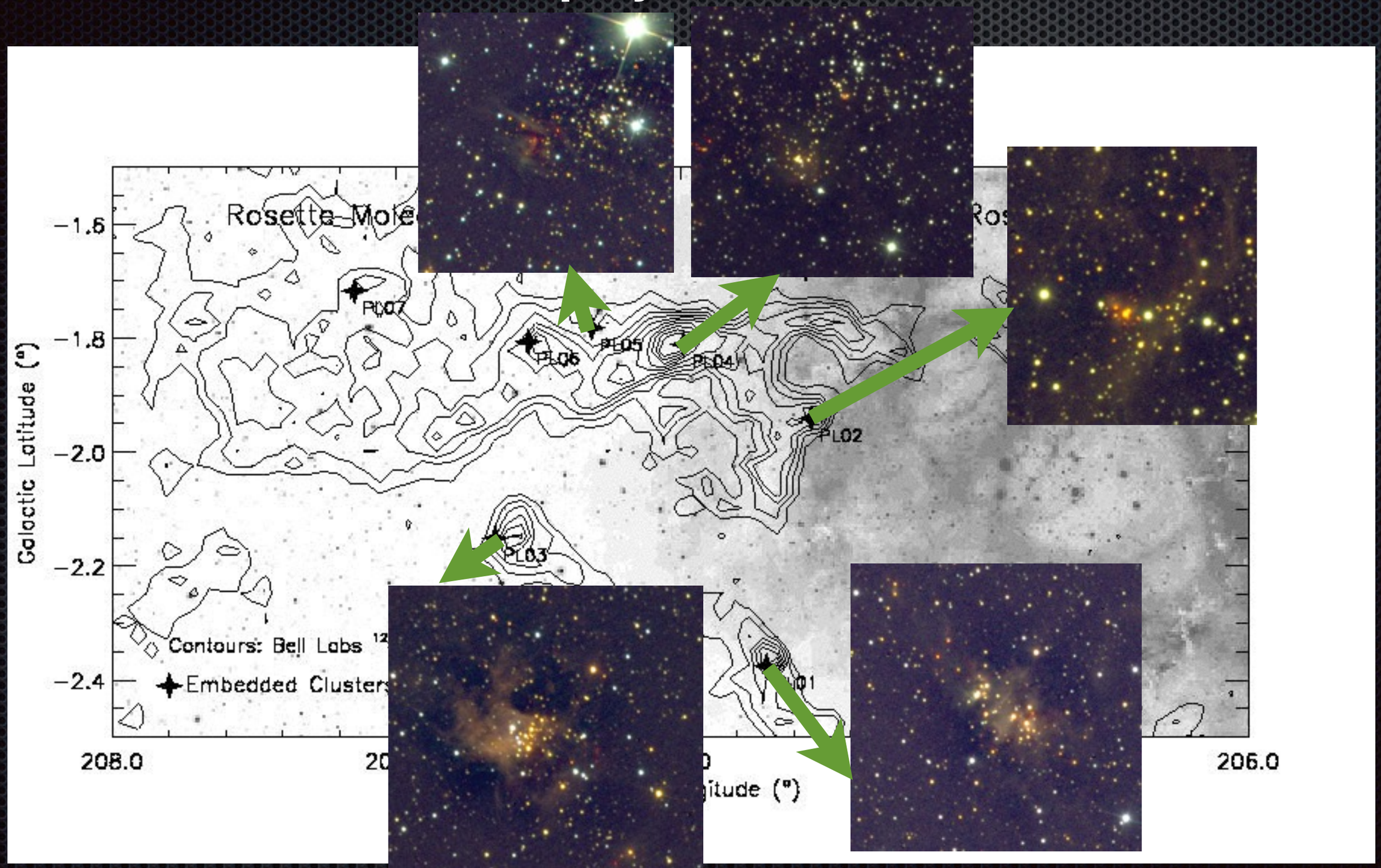
Gestación e Infancia de las Estrellas

El contexto. Complejos de formación estelar.



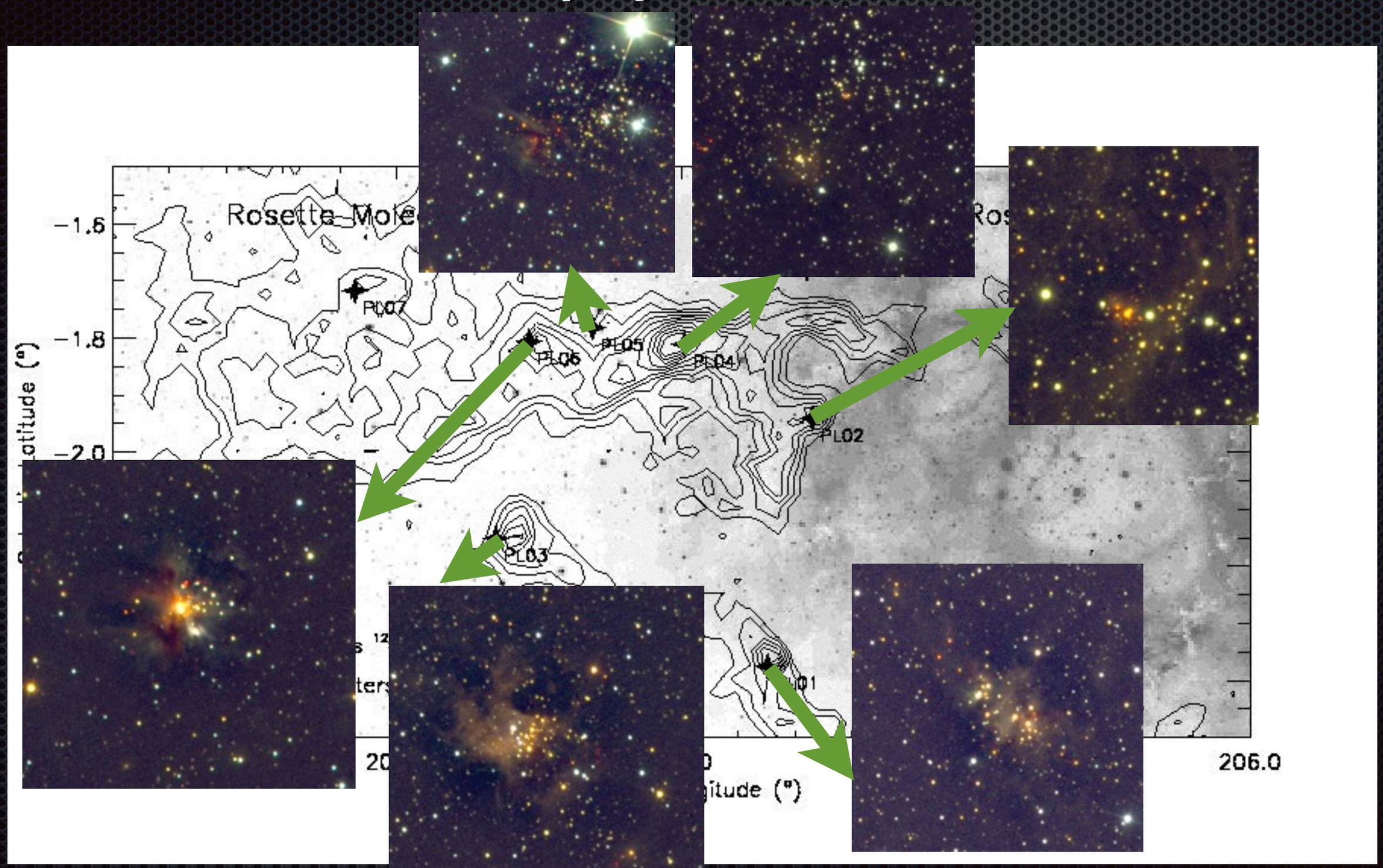
Gestación e Infancia de las Estrellas

El contexto. Complejos de formación estelar.



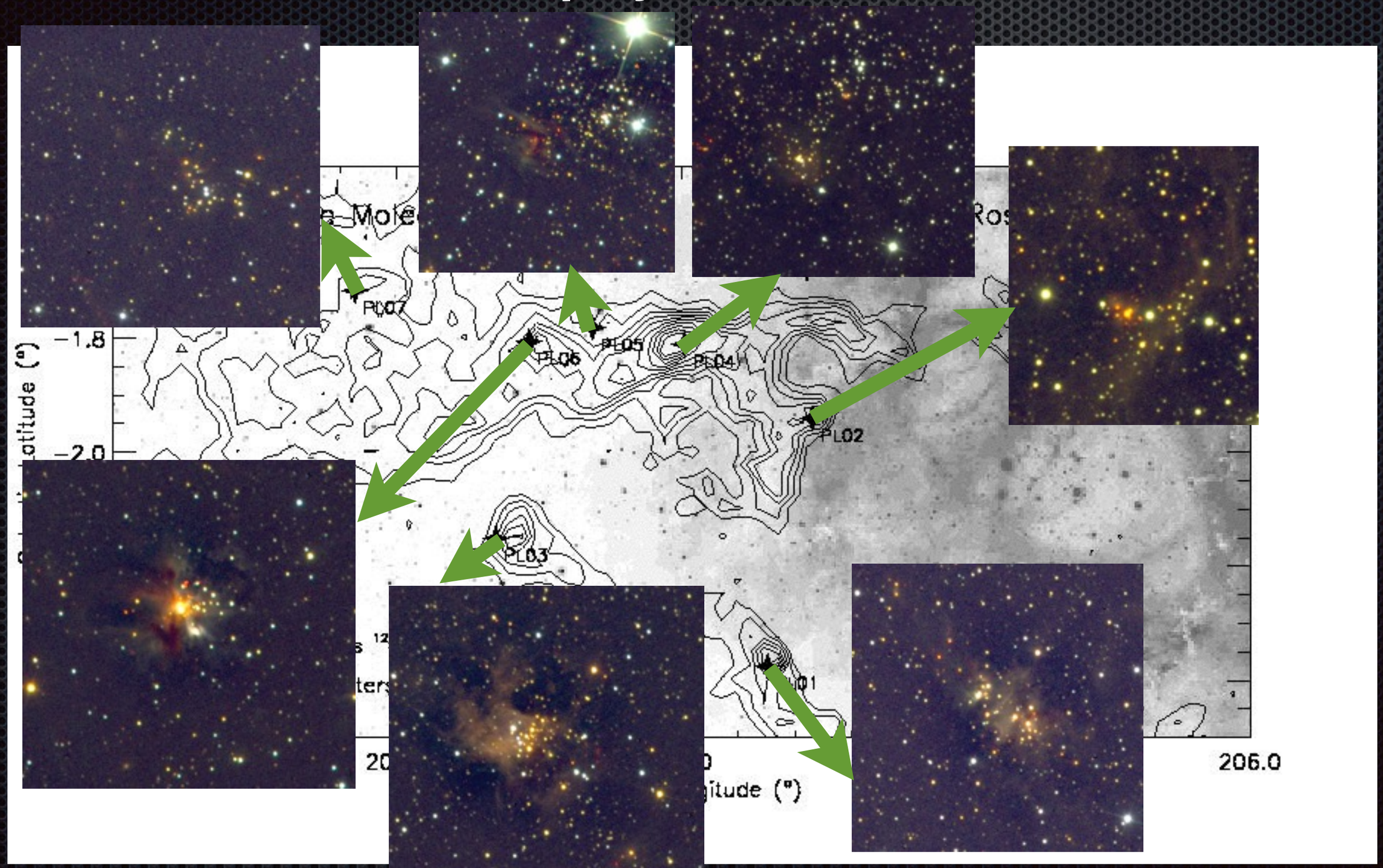
Gestación e Infancia de las Estrellas

El contexto. Complejos de formación estelar.



Gestación e Infancia de las Estrellas

El contexto. Complejos de formación estelar.

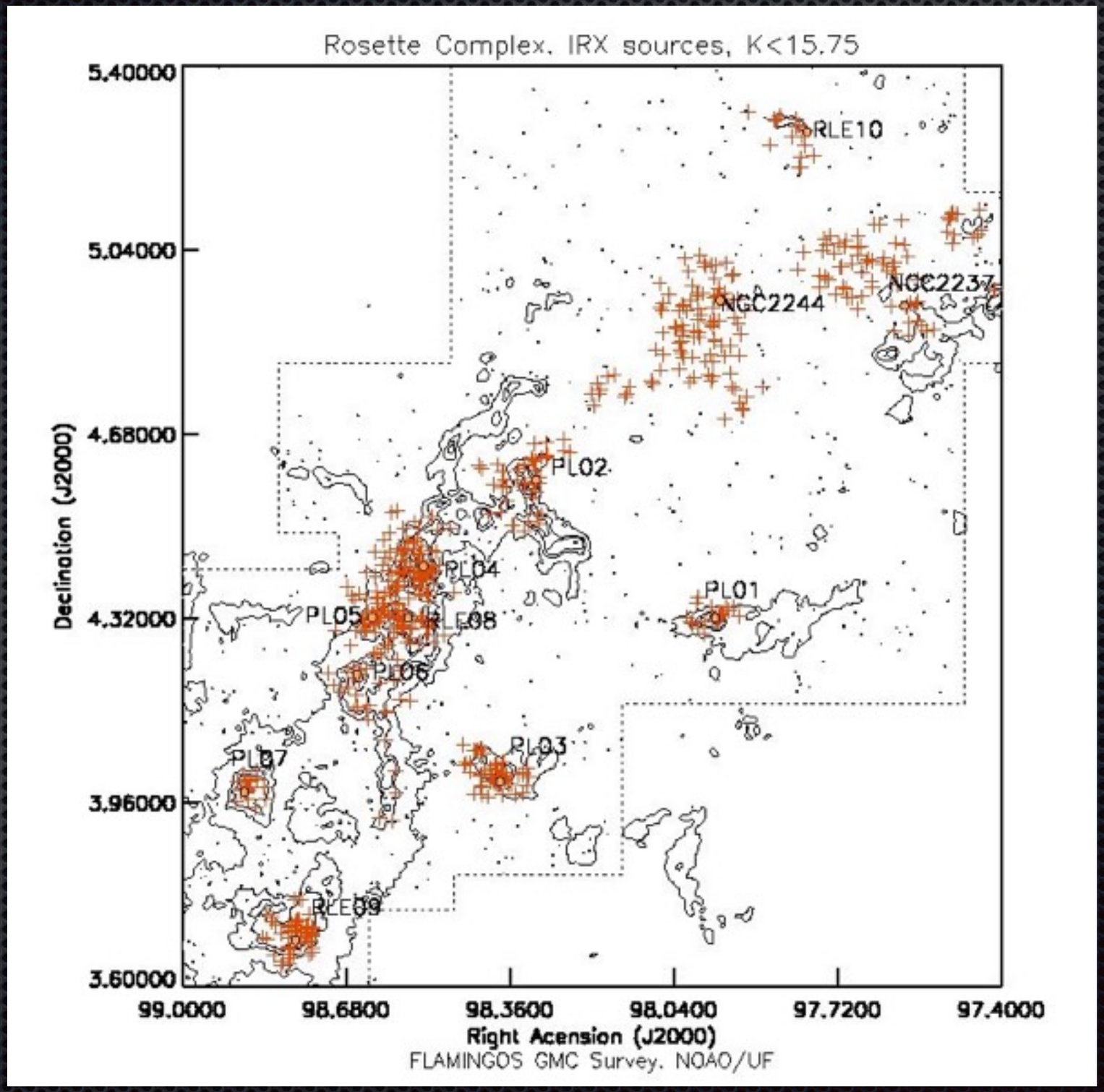


Gestación e Infancia de las Estrellas

El contexto. Complejos de formación estelar.

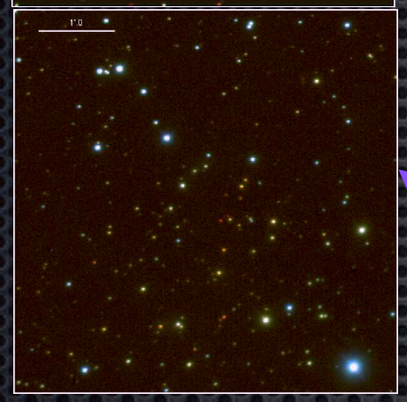
Gestación e Infancia de las Estrellas

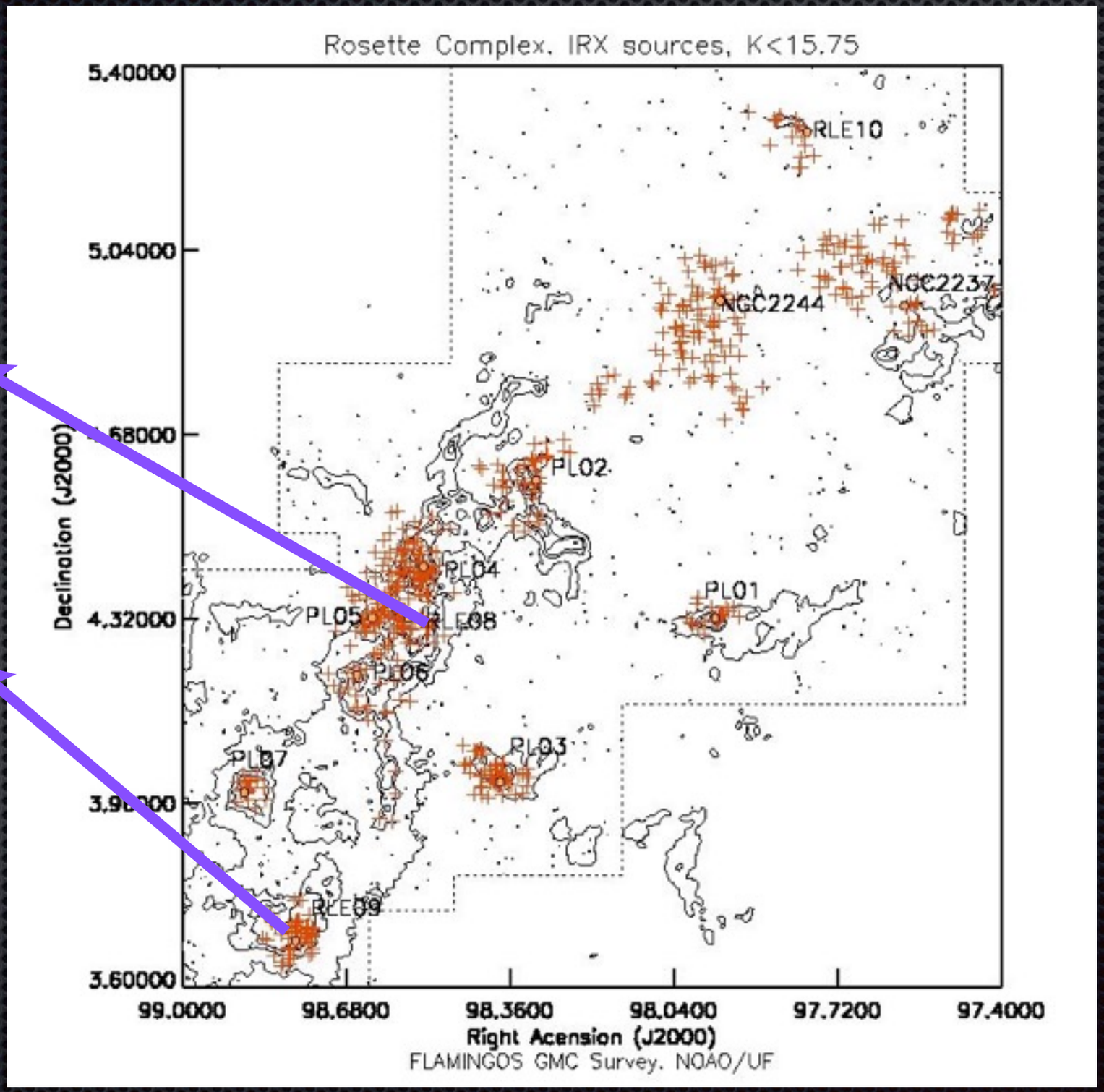
El contexto. Complejos de formación estelar.



Gestación e Infancia de las Estrellas

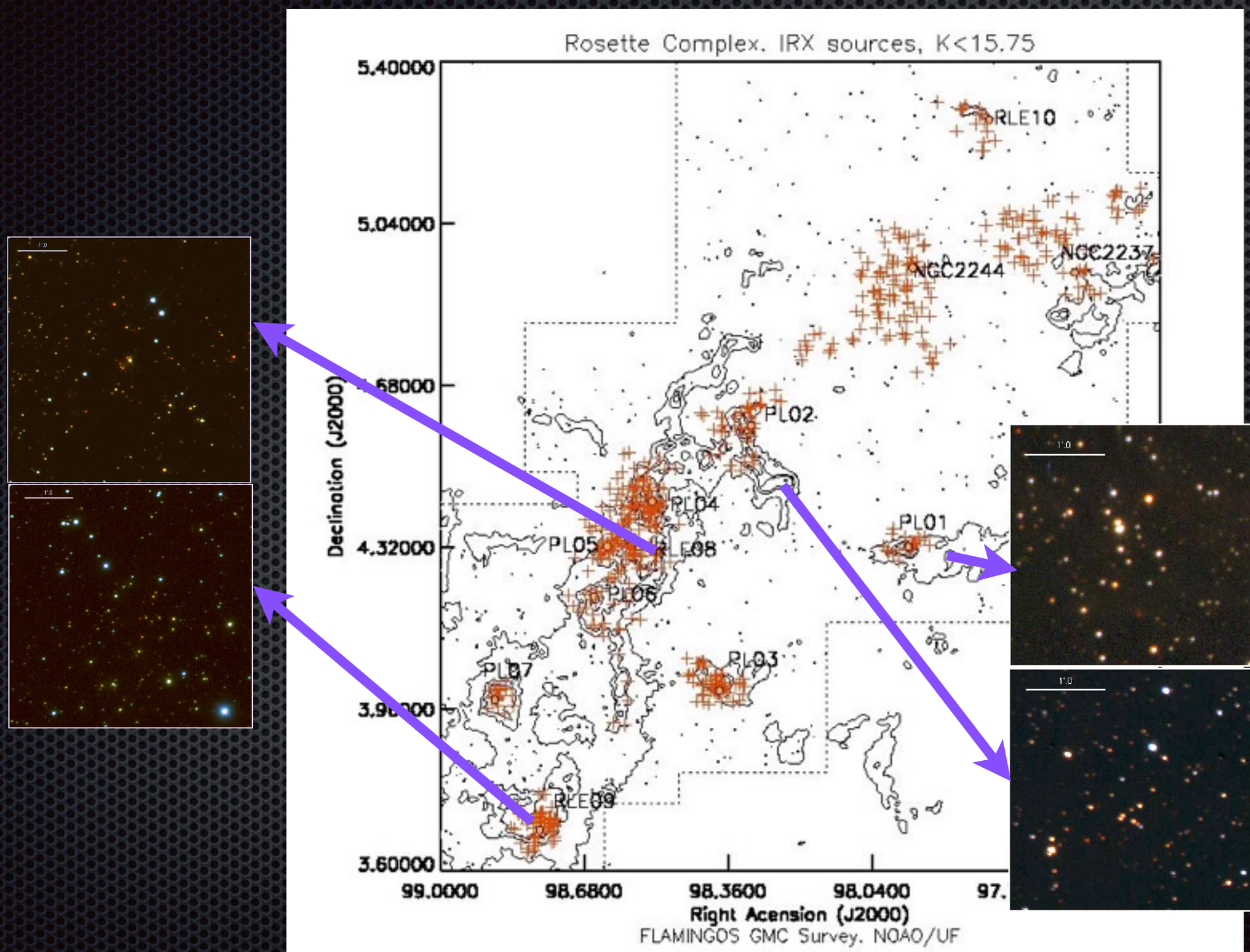
El contexto. Complejos de formación estelar.





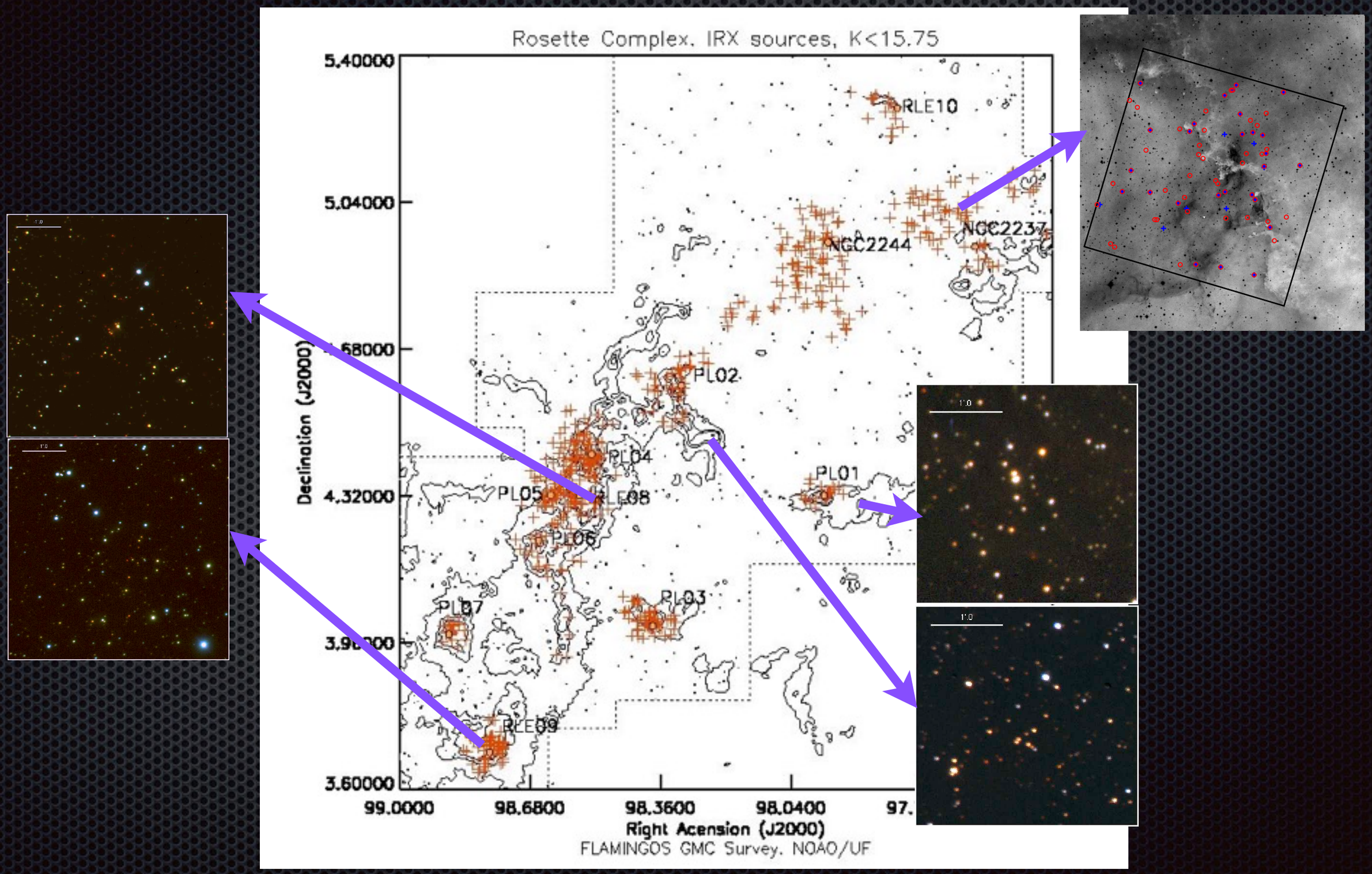
Gestación e Infancia de las Estrellas

El contexto. Complejos de formación estelar.



Gestación e Infancia de las Estrellas

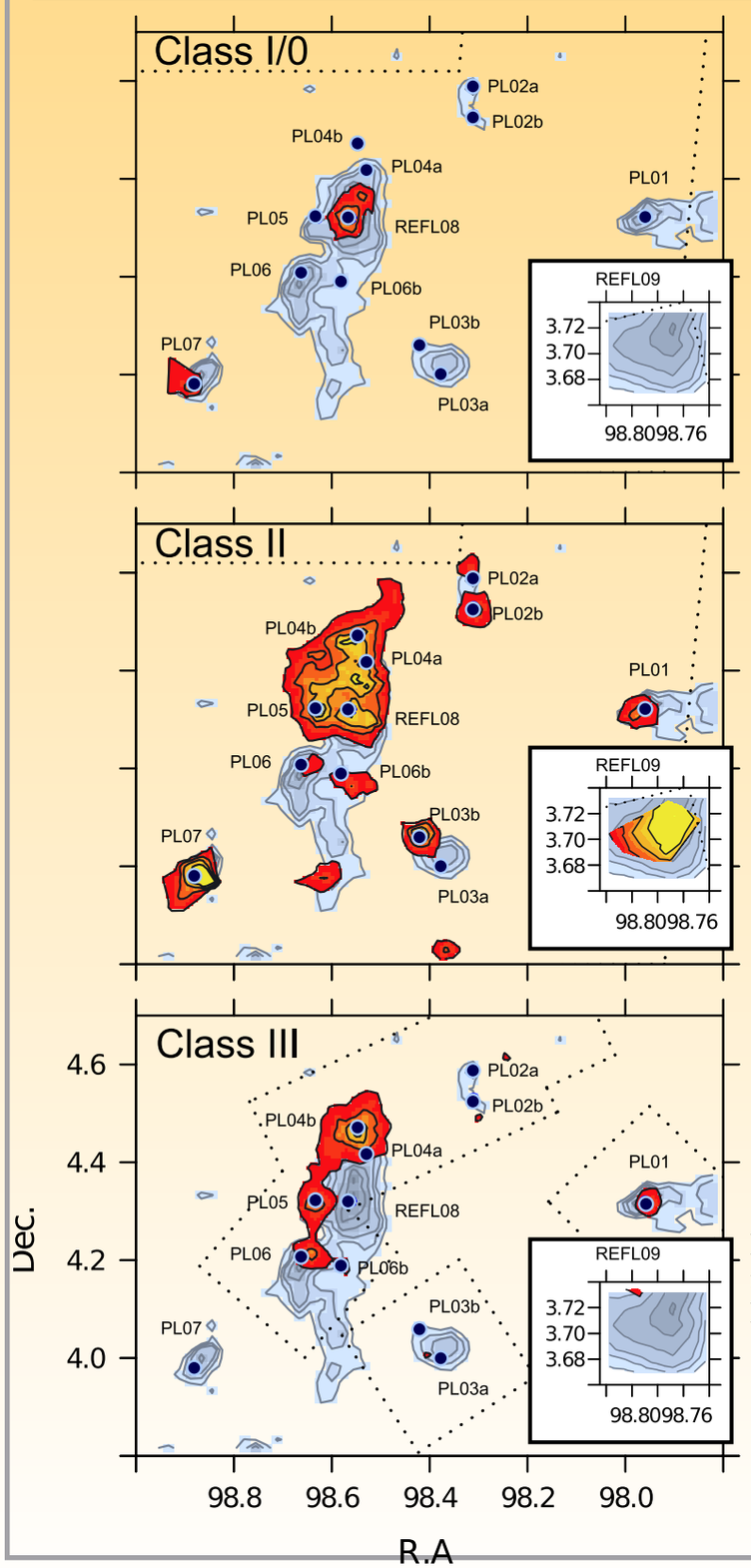
El contexto. Complejos de formación estelar.

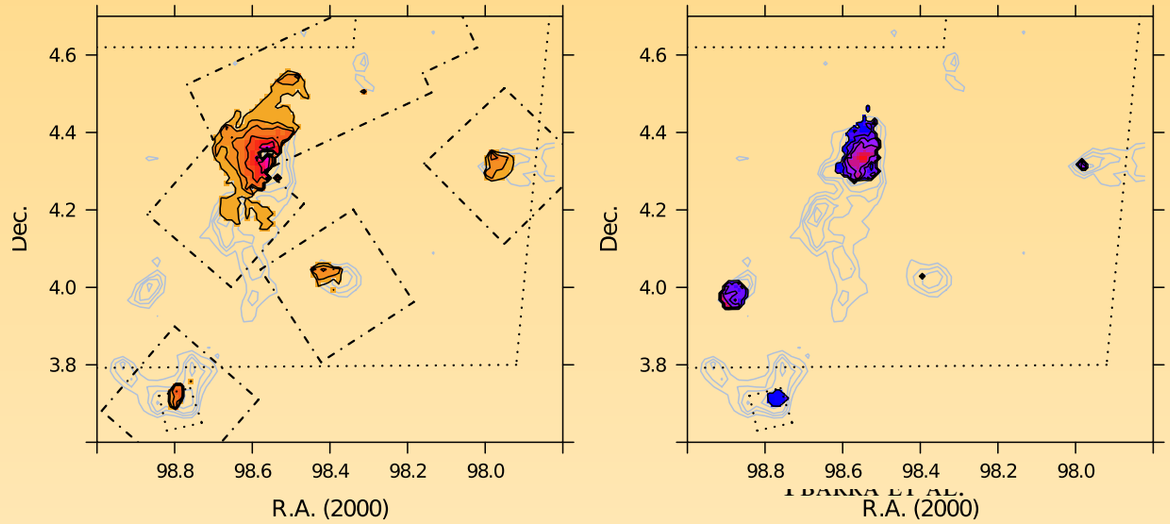


Historia de Formación Estelar

Rosette GMC

RMC, Ybarra et al. 2013





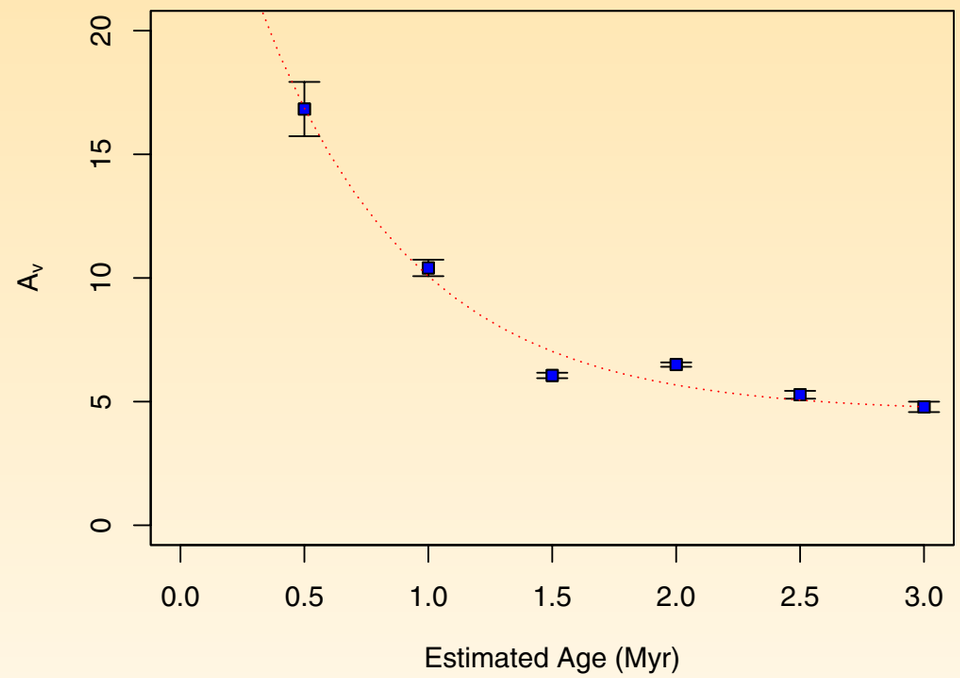
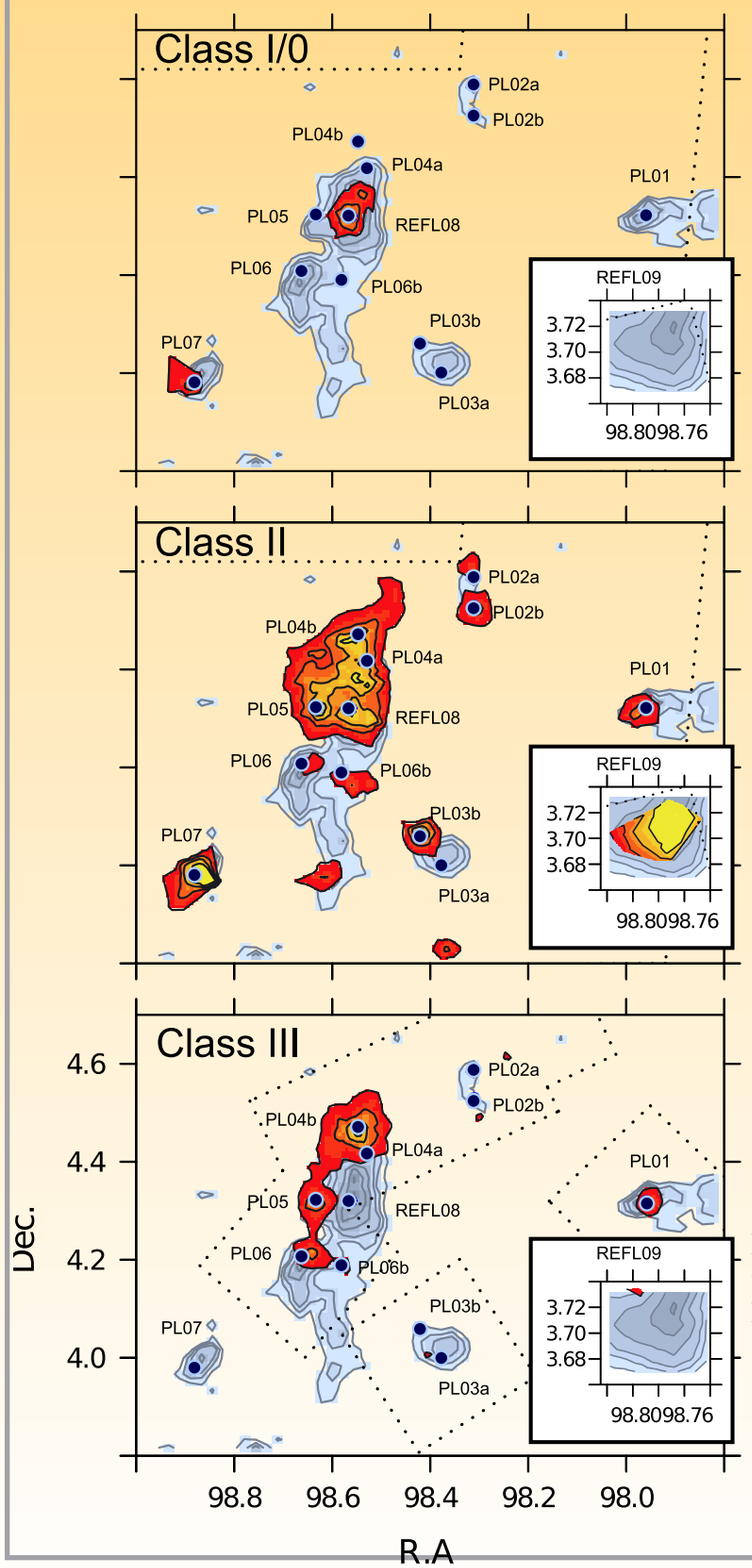


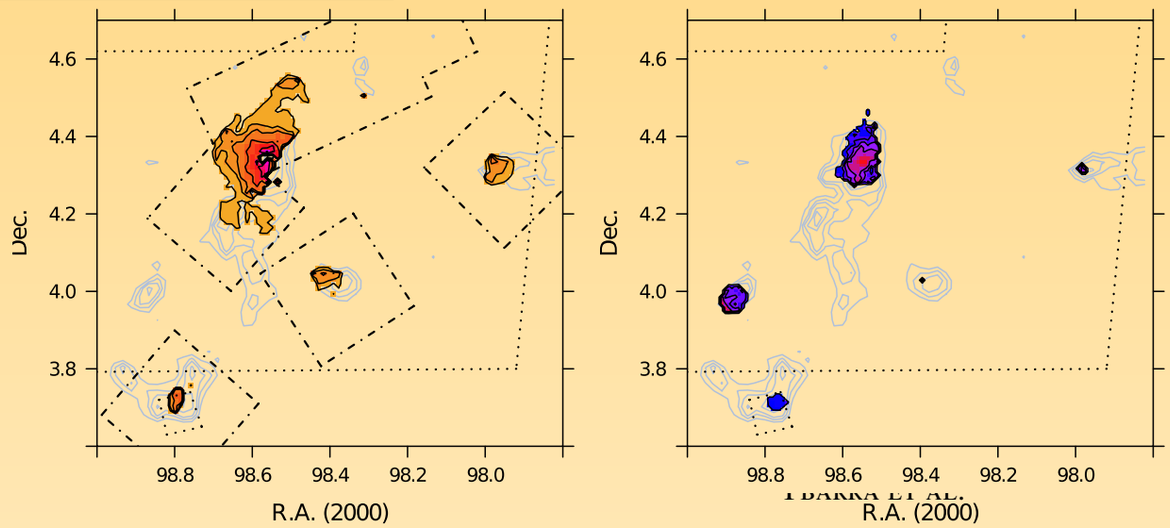
Figure 8. Plot of estimated age vs. mean extinction. The age is estimated from the Class II to Class III ratio. The red dotted line shows the exponential fit with half-life, $t_{1/2} = 0.4$ My, above $A_V = 5$ mag.

Historia de Formación Estelar

Rosette GMC

RMC, Ybarra et al. 2013





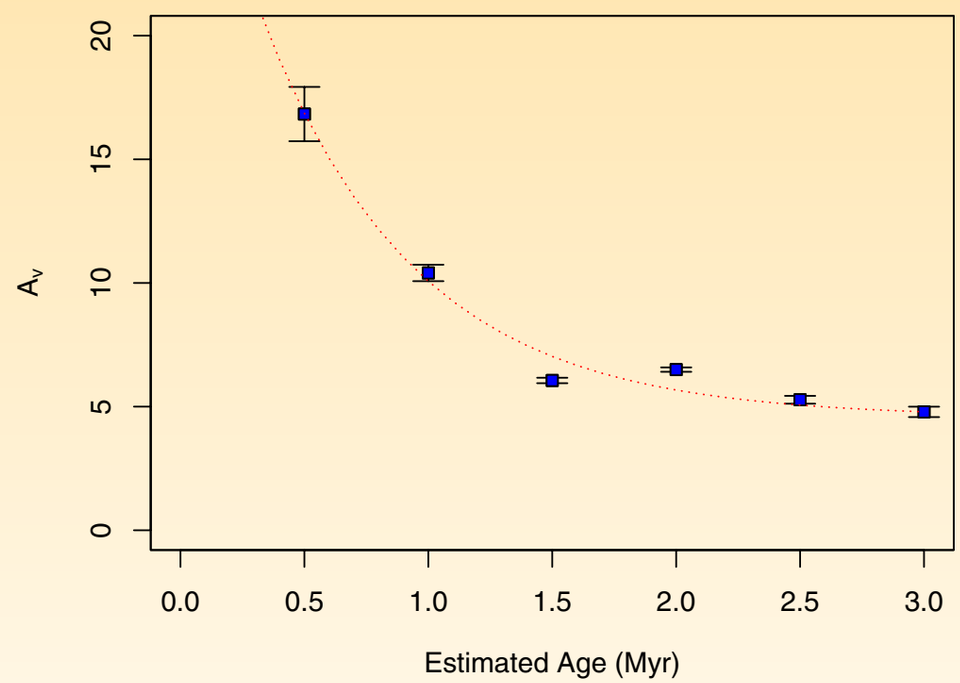


Figure 8. Plot of estimated age vs. mean extinction. The age is estimated from the Class II to Class III ratio. The red dotted line shows the exponential fit with half-life, $t_{1/2} = 0.4$ My, above $A_V = 5$ mag.

- Combinando datos infrarrojos y de rayos X podemos hacer un mapa de la distribución de las estrellas en la nube por clases evolutivas.
- Los datos en este caso muestran un escenario muy claro, donde las estrellas mas jóvenes están en las zonas donde hay mas gas, y van eclosionando de la nube conforme sus discos se hacen mas tenues.

Entendiendo los modos de formación de cúmulos

W3

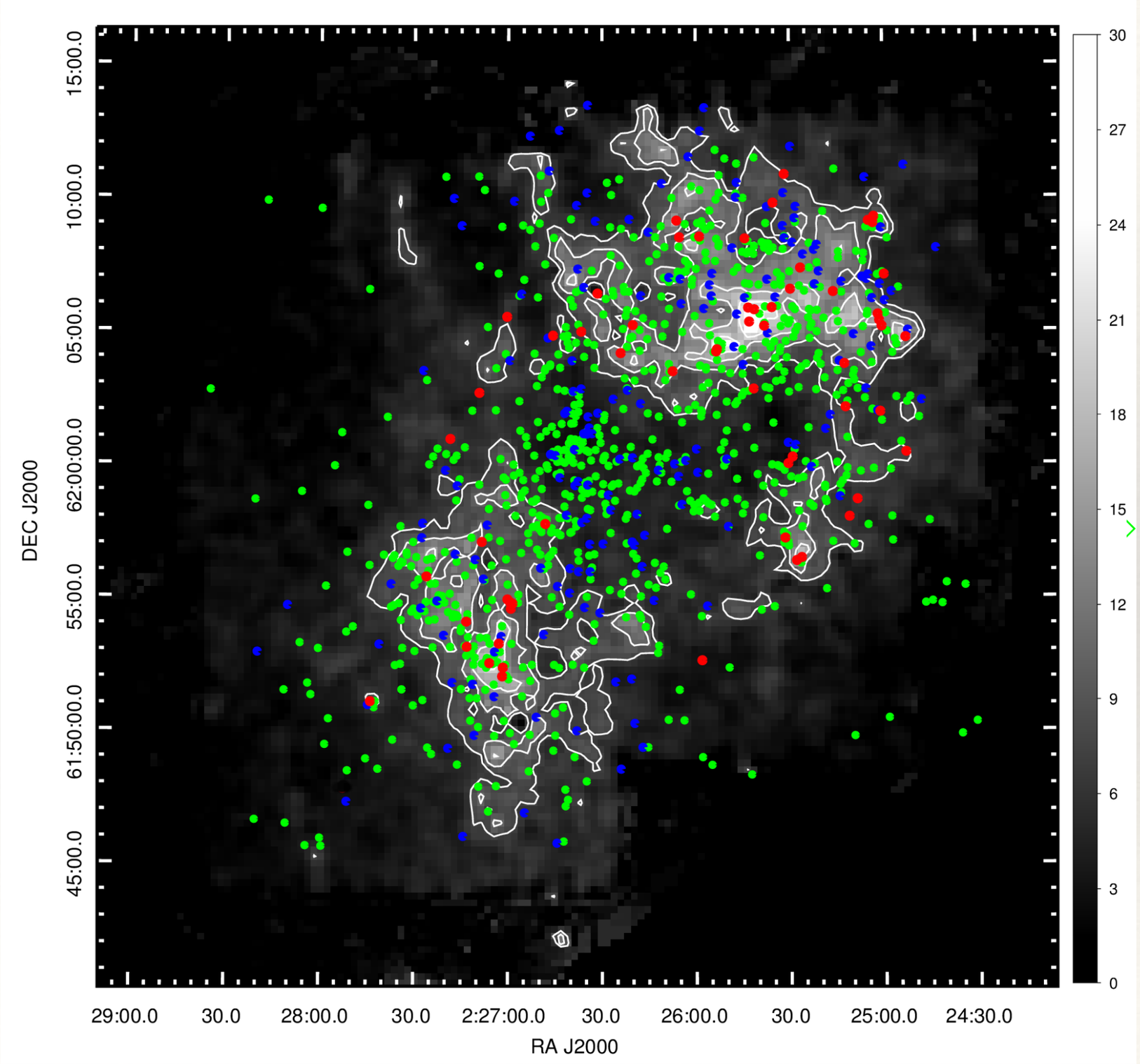
Román-Zúñiga et al 2015

Entendiendo los modos de formación de cúmulos

W3

- La Zona W3 es mas complicada. Ahi la geometría no nos permite desenredar fácilmente una madeja de formación estelar

Román-Zúñiga et al 2015

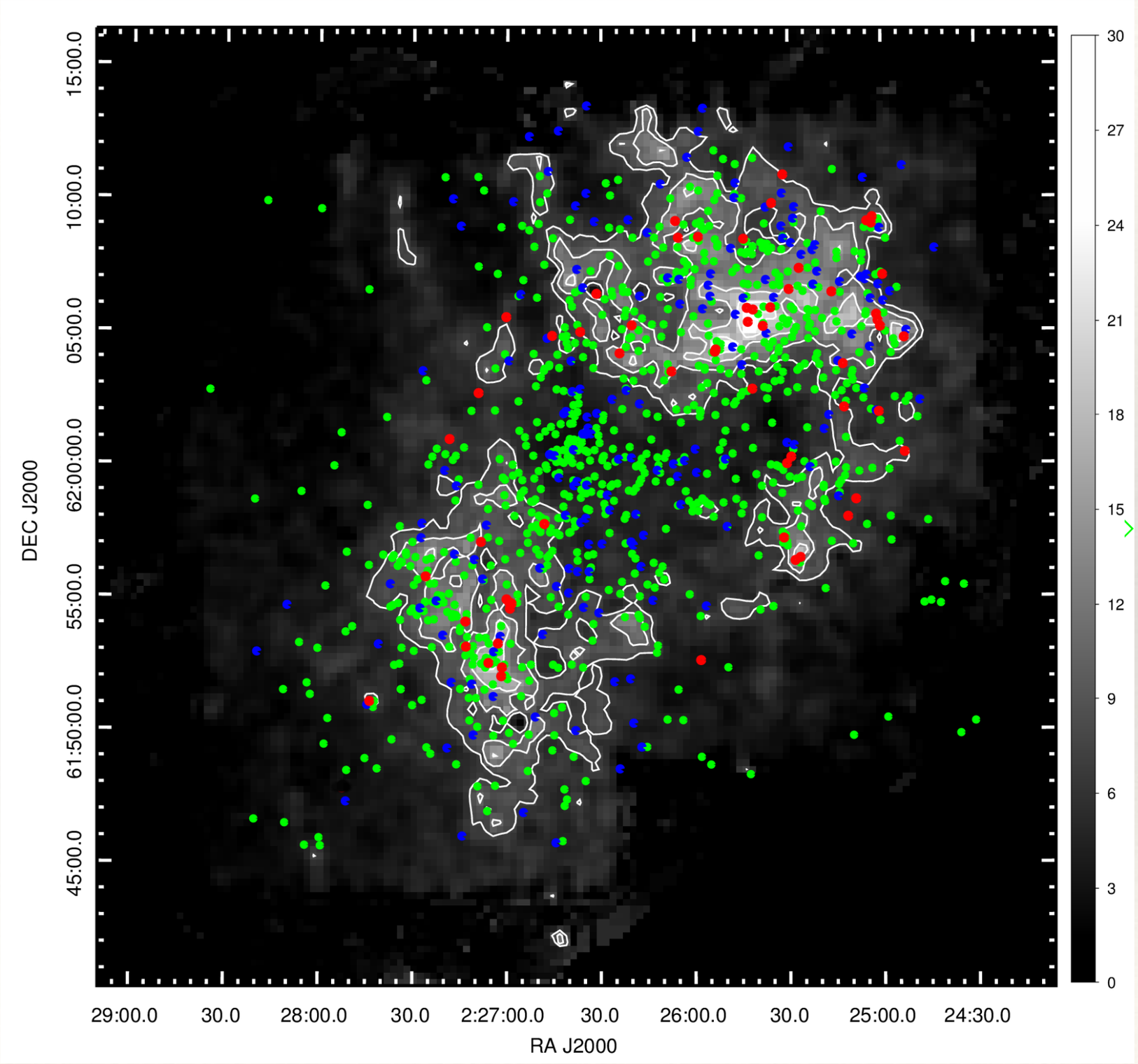


Entendiendo los modos de formación de cúmulos

W3

- La Zona W3 es mas complicada. Ahi la geometría no nos permite desenredar fácilmente una madeja de formación estelar
- Las estrellas jóvenes están por todos lados.

Román-Zúñiga et al 2015

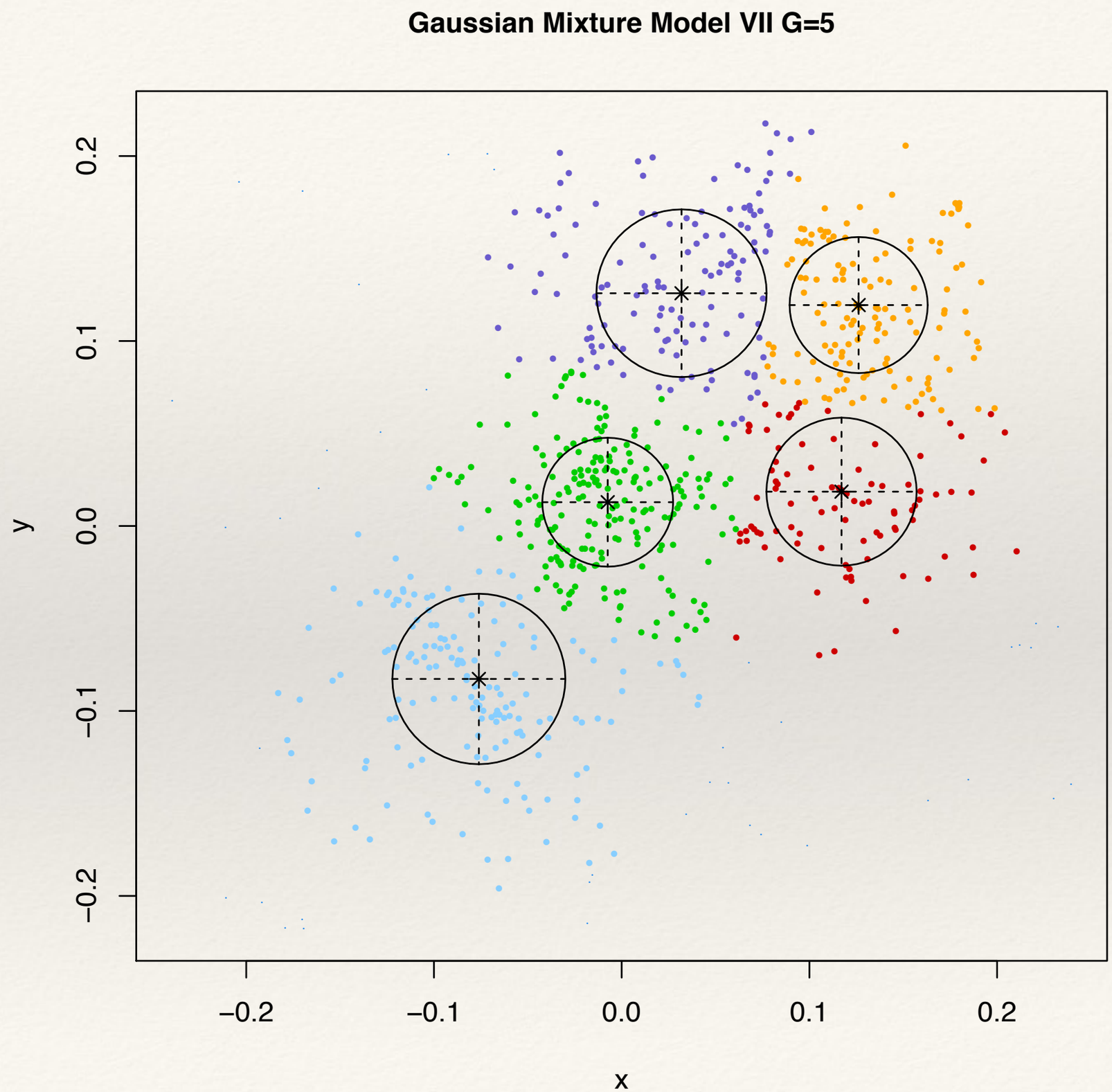


Entendiendo los modos de formación de cúmulos

W3

- La Zona W3 es mas complicada. Ahi la geometría no nos permite desenredar fácilmente una madeja de formación estelar
- Las estrellas jóvenes están por todos lados.
- Pudimos identificar 5 cúmulos principales.

Román-Zúñiga et al 2015

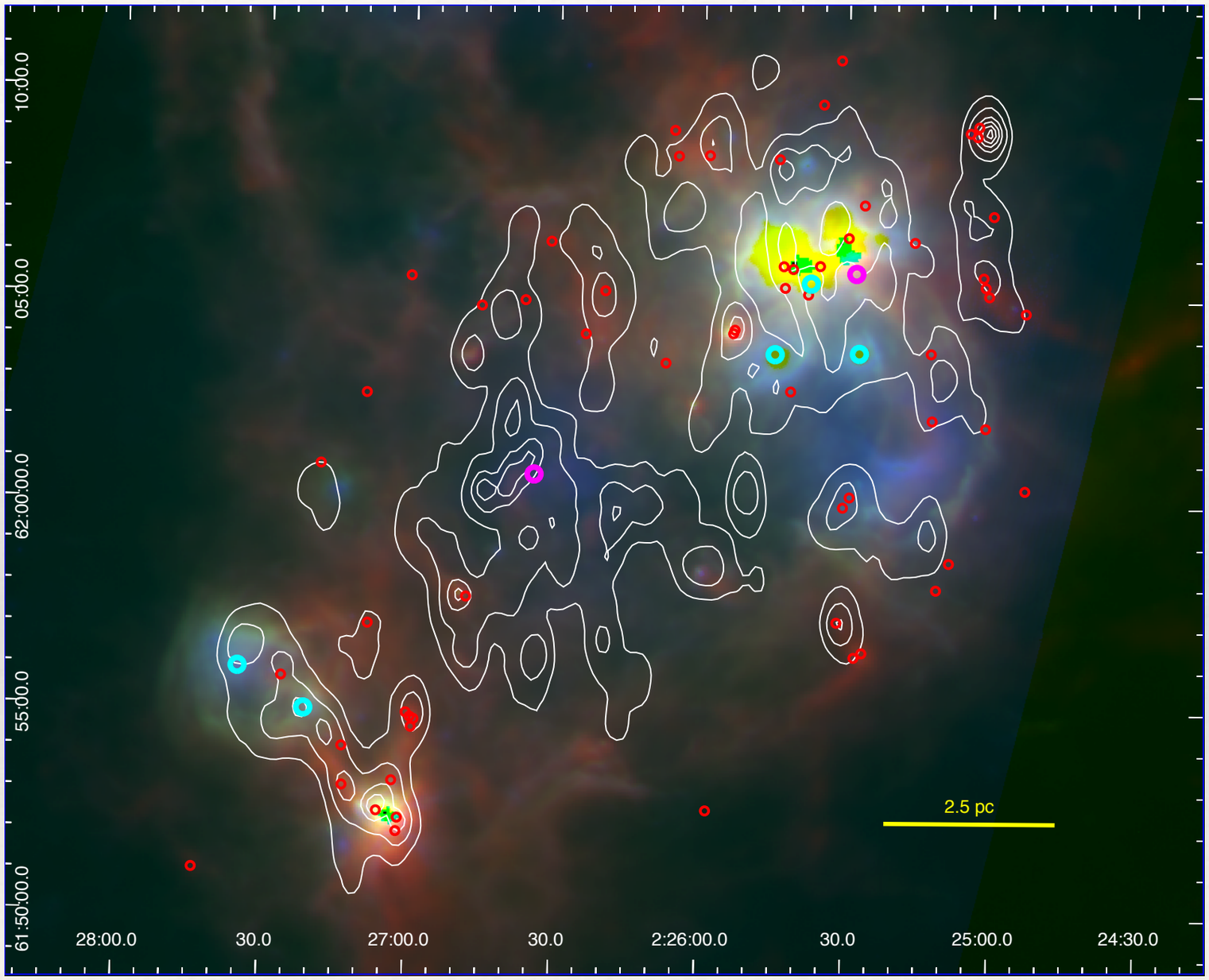


Entendiendo los modos de formación de cúmulos

W3

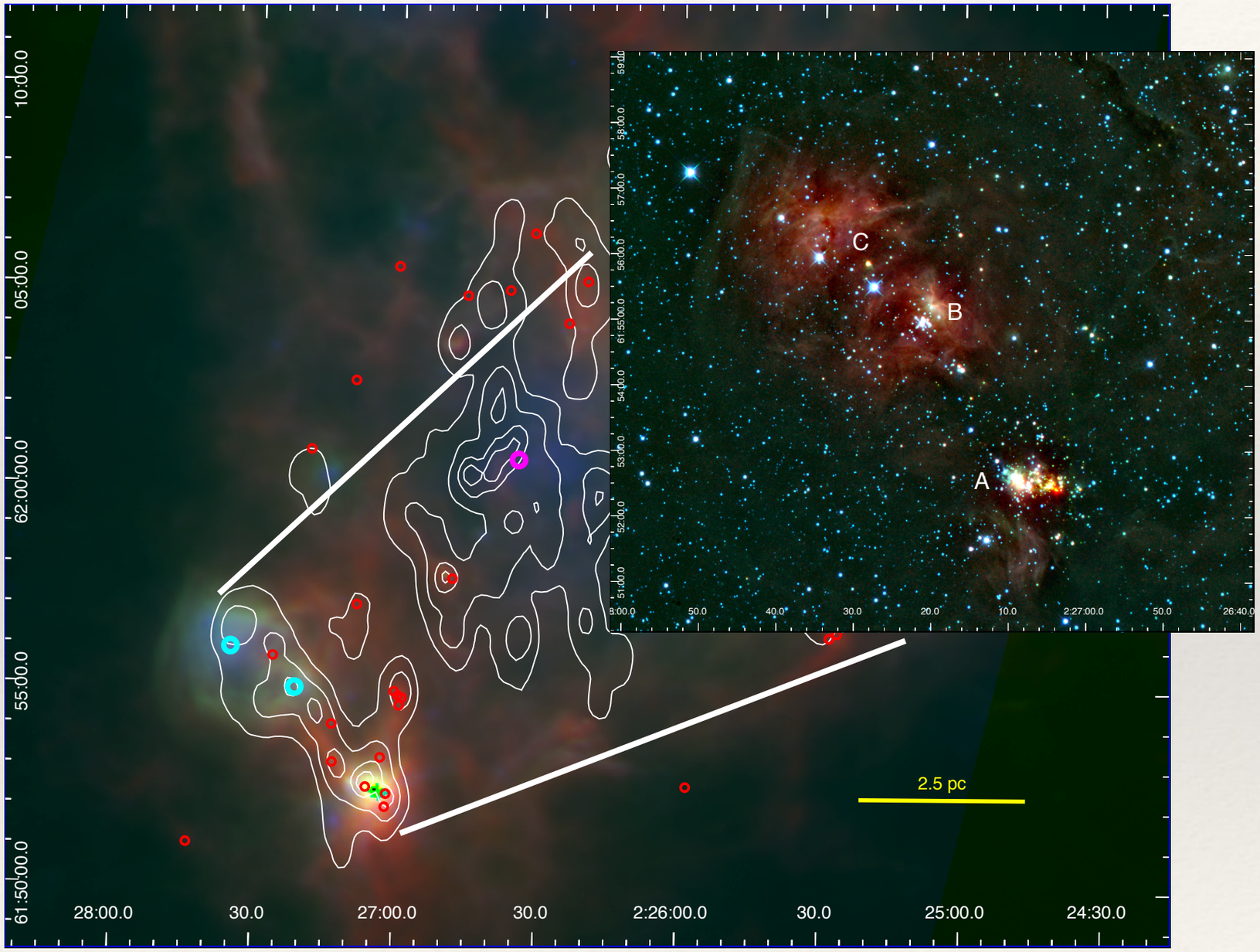
Entendiendo los modos de formación de cúmulos

W3



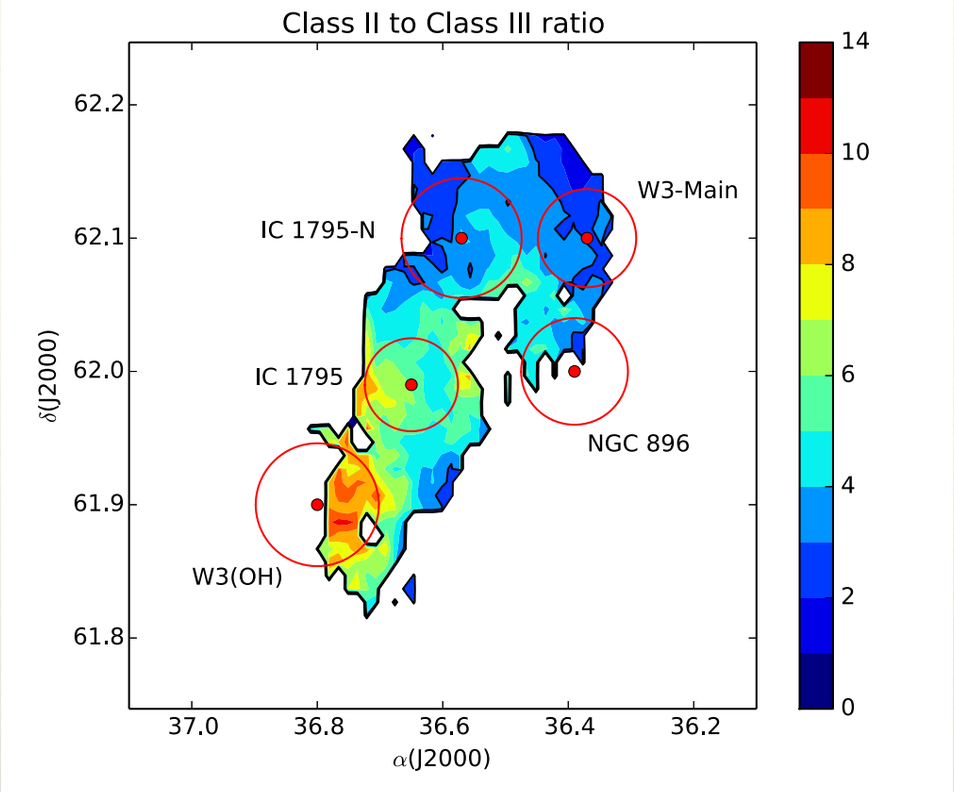
Entendiendo los modos de formación de cúmulos

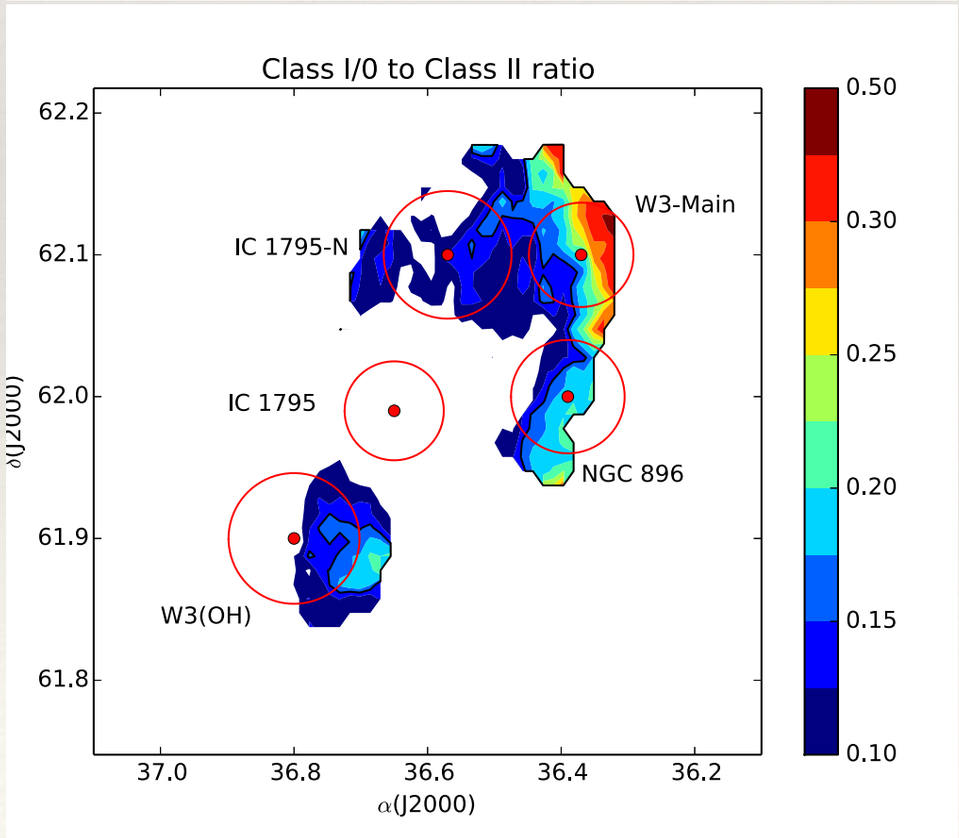
W3



Entendiendo los modos de formación de cúmulos

W3





Entendiendo los modos de formación de cúmulos

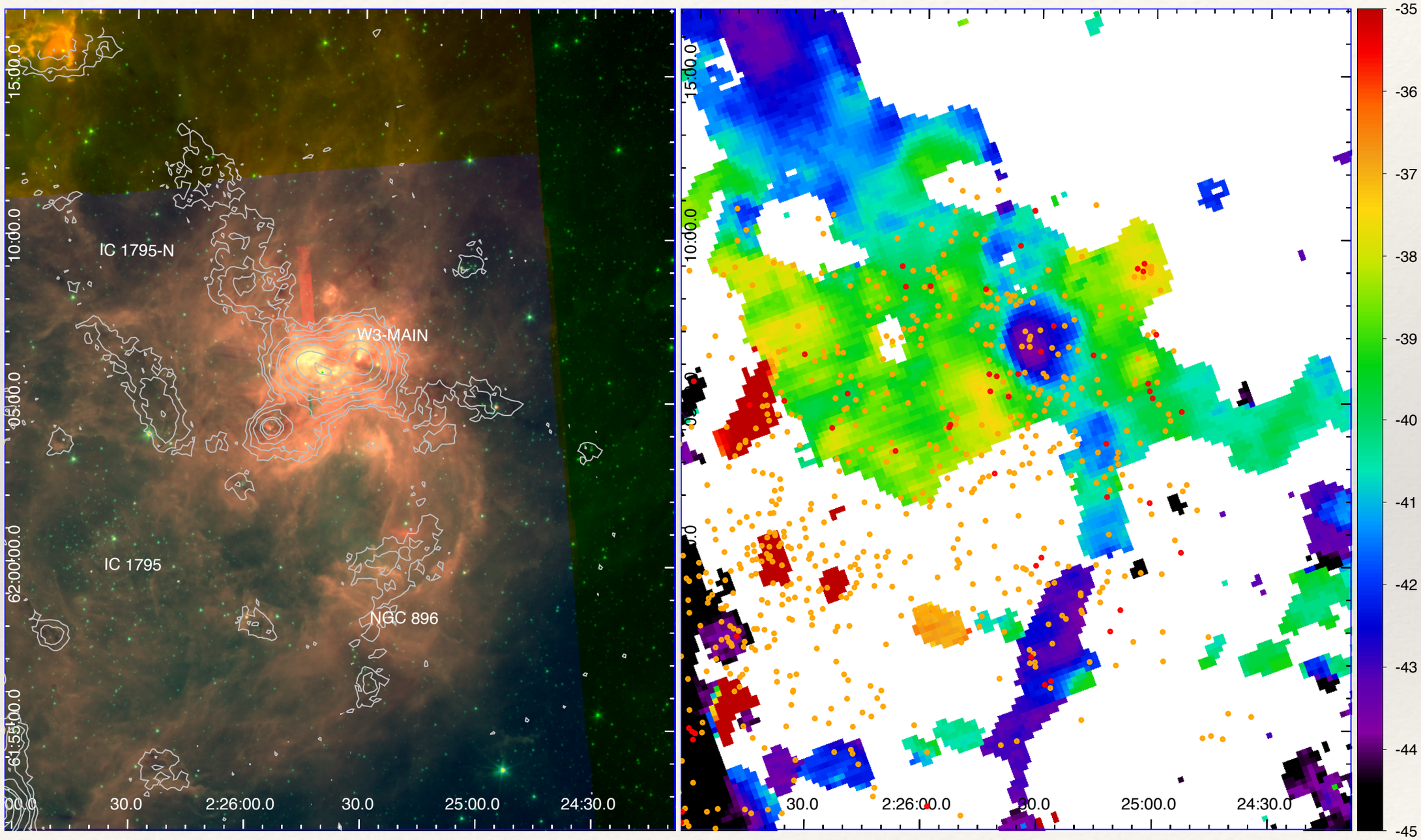
W3

^{13}CO J=2-1** 1st moment

**Bieging et al 2012

Entendiendo los modos de formación de cúmulos

W3

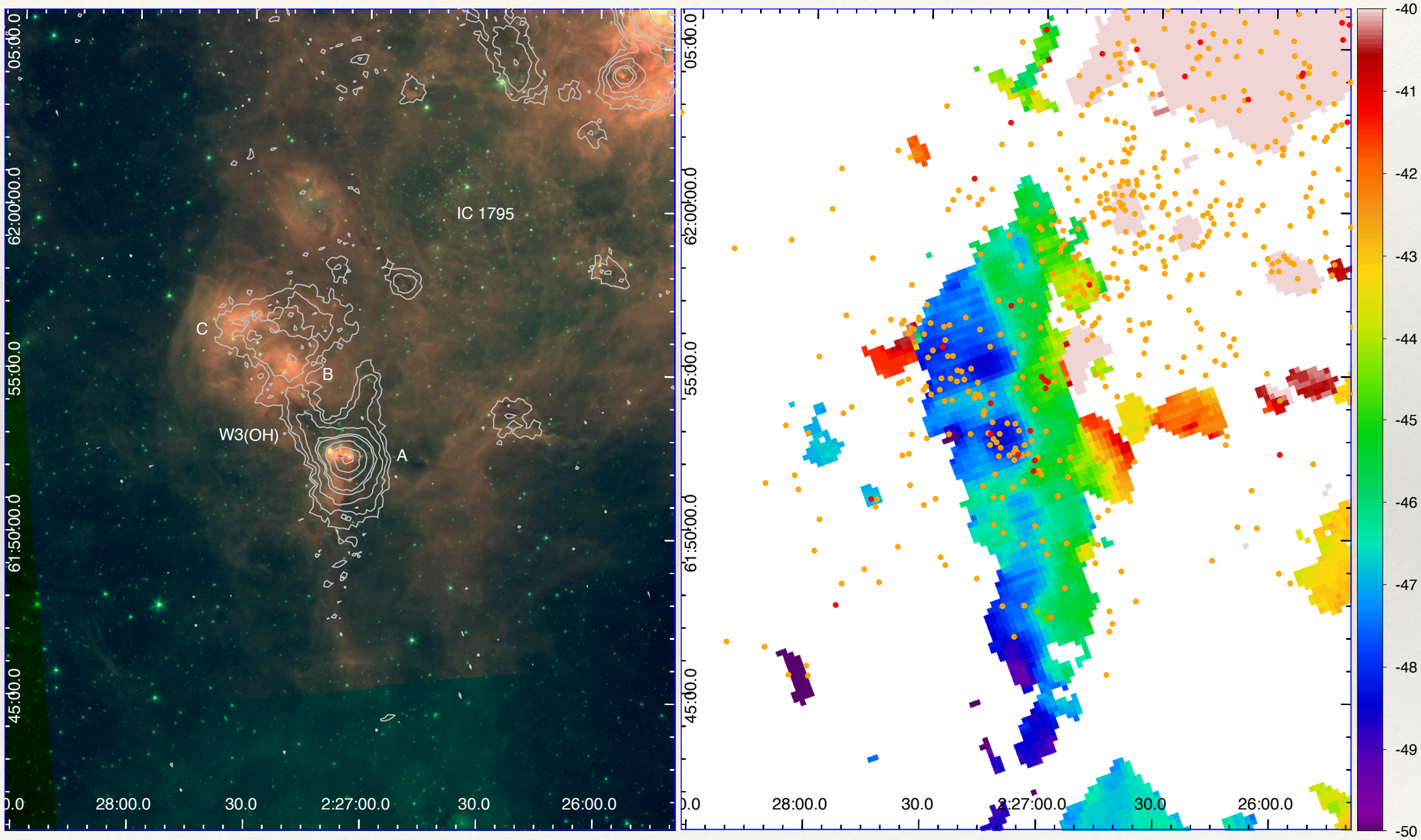


^{13}CO *J=2-1*** *1st moment*

**Bieging et al 2012

Entendiendo los modos de formación de cúmulos

W3

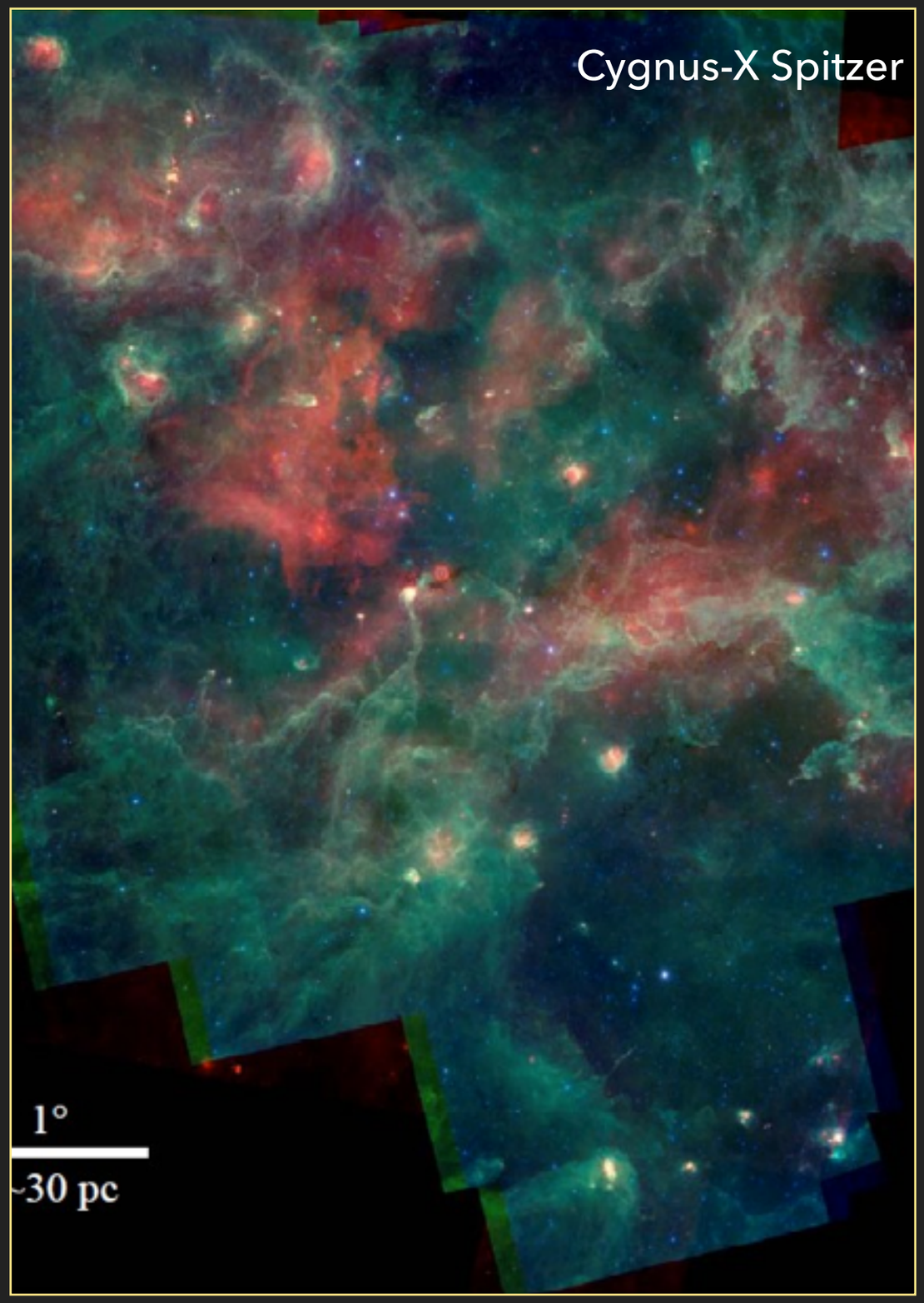


^{13}CO *J=2-1*** *1st moment*

**Bieging et al 2012

CYGNUS-X

- Uno de los complejos masivos de formación estelar más ricos de la galaxia. 1.4<d<2.1 kpc.
- Docenas de estrellas OB , miles de miembros conocidos, cientos de regiones HII compactas, 2 remanentes de SN
- Una vasta famila de cúmulos embebidos originalmente asociados con fuentes de radio.
- Tal vez asi se formen los cúmulos globulares
- Es un magnífico laboratorio para el estudio de la interacción de los cúmulos de estrellas jóvenes con su medio ambiente local.



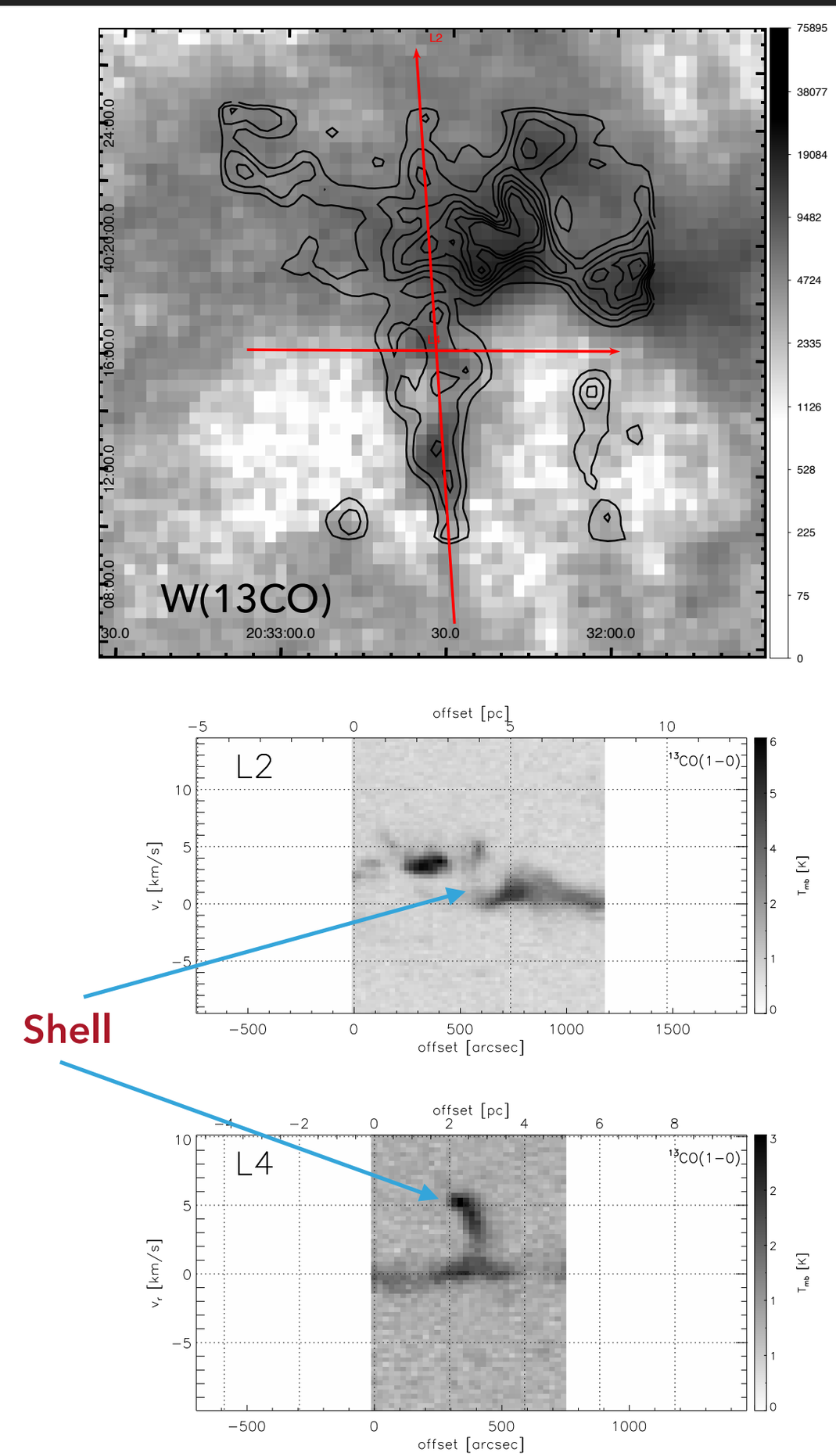
DR15 COMPLEX

- DR15 es una de las regiones activas de Cygnus X, en la parte Sur del complejo
- Un cúmulo joven formado en la punta de un enorme pilar de gas de 10 pc de largo
- Al noroeste, una nube infrarroja oscura formando un nuevo grupo de estrellas. Todo en interacción con una LBV, una proto-supernova.

^{13}CO(1-0) SHELL

DR15 COMPLEX

- Un mapa de radio de la región nos permitió calcular la tasa de pérdida de masa en la envolvente gaseosa de DR15.
- Diagramas de Posición-velocidad a partir de un "cubo" de datos
- La tasa de pèrdida de masa es de $\dot{M}_{out} \sim 2.5\times10^{-4}\,M_\odot$/yr. Es 4 veces menor que en W3 y tarda en 3-4 millones de años en remover 1000 masas solares de gas.
- La ausencia de una estrella tipo O como en W3 es la causa de que esta región aún mantenga su envolvente de gas y la remueva tan lentamente.



Rivera-Galvez et al. 2016 (in press)

Gestación e Infancia de las Estrellas

Gestación e Infancia de las Estrellas

Gestación e Infancia de las Estrellas

Reflexiones para llevar a casa:

- Hoy tenemos una muy buena idea de cómo se forman las estrellas.

Gestación e Infancia de las Estrellas

Reflexiones para llevar a casa:

- Hoy tenemos una muy buena idea de cómo se forman las estrellas.
- Aún quedan muchos detalles por afinar antes de tener una teoría predictiva de la formación estelar

Gestación e Infancia de las Estrellas

Reflexiones para llevar a casa:

- Hoy tenemos una muy buena idea de cómo se forman las estrellas.
- Aún quedan muchos detalles por afinar antes de tener una teoría predictiva de la formación estelar
- Sin embargo, el avance vertiginoso de la astronomía actual, nos acerca rápidamente.

Gestación e Infancia de las Estrellas

Reflexiones para llevar a casa:

- Hoy tenemos una muy buena idea de cómo se forman las estrellas.
- Aún quedan muchos detalles por afinar antes de tener una teoría predictiva de la formación estelar
- Sin embargo, el avance vertiginoso de la astronomía actual, nos acerca rápidamente.
- Una teoría completa sobre el nacimiento y la infancia estelar tendrá repercusiones en todos los campos de la astrofísica.