

How massive stars grow:

Deriving mass accretion rates in massive young stellar objects

Lucía Fullana García

Centro de Astrobiología (CAB), CSIC-INTA

Supervisores: Ignacio Mendigutía y Benjamín Montesinos



This research is funded by grant PID2022-138366NA-I00 (PI Mendigutía), by the Spanish Ministry of Science and Innovation/State Agency of Research MCIN/AEI/10.13039/501100011033 and by the European Union



¿Qué son las estrellas?

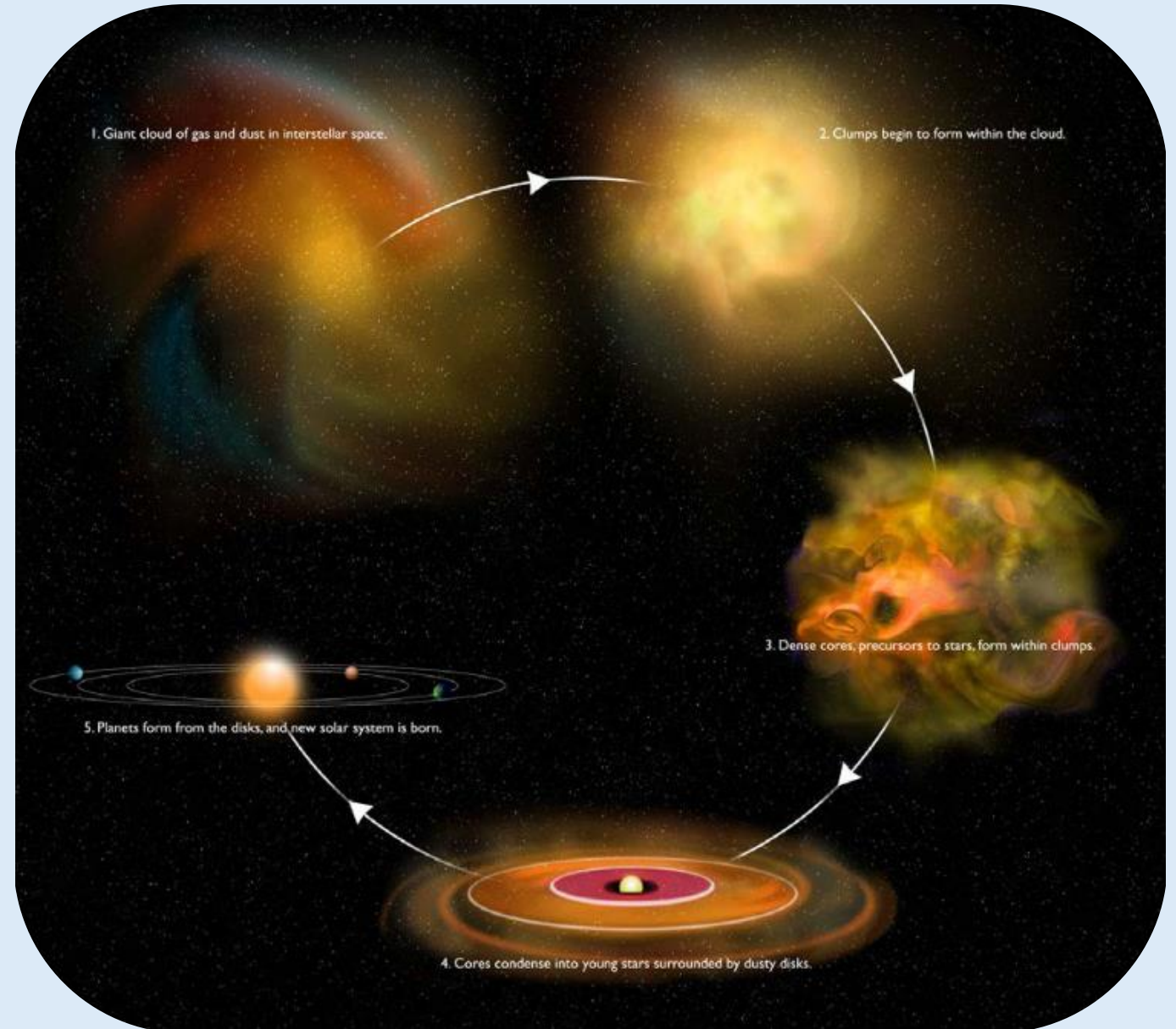
Son esferas gigantes de gas cuyo interior tiene la temperatura y presión necesarias para fusionar hidrógeno en helio

Características

Dependen de la masa, la temperatura y la metalicidad. Las estrellas tienen rangos de masa desde $0,08 - 150 M_s$

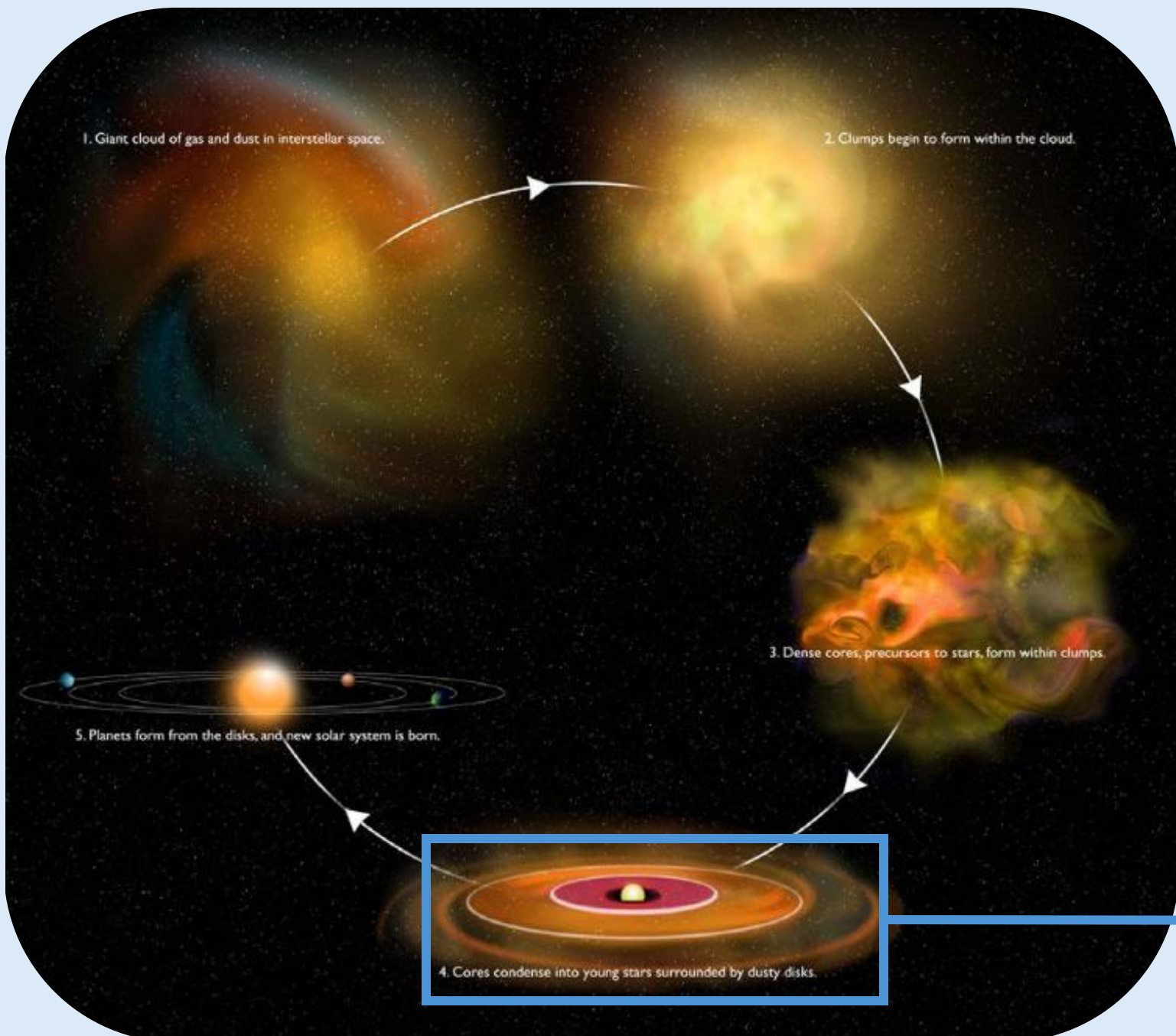
Ciclo de vida

Las estrellas nacen, viven y mueren.
En función de la masa su evolución es más o menos rápida.



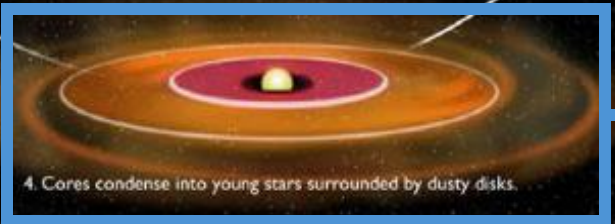
Esquema de formación de una estrella y de su sistema planetario
(Créditos: Bill Saxton, NRAO/AUI/NSF)





Nacimiento de una estrella

Las estrellas nacen a partir de una nube densa de gas y polvo fríos que se vuelve inestable y colapsa gravitacionalmente



Acreción de masa desde el disco hacia la proto-estrella

Características de la acreción



Exceso de Balmer

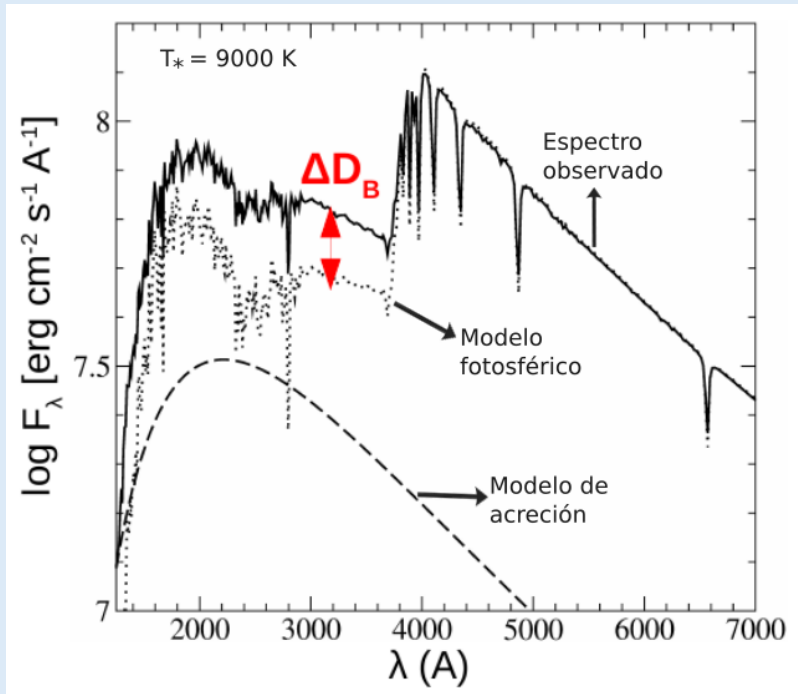
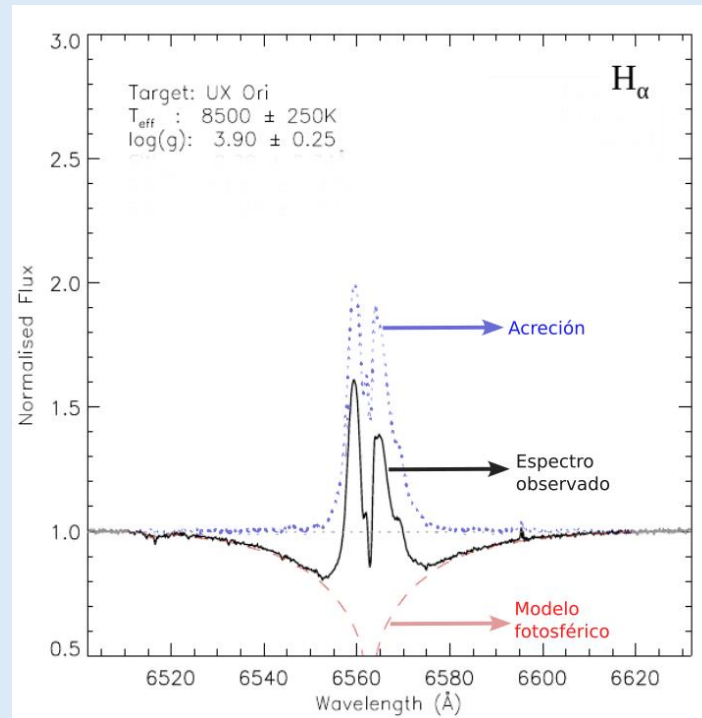


Figura obtenida del artículo Mendigutía et al. 2011

Líneas de emisión



Línea de emisión H_α de una estrella con acreción.
Figura obtenida del artículo Fairlamb et al. 2017

Relaciones empíricas

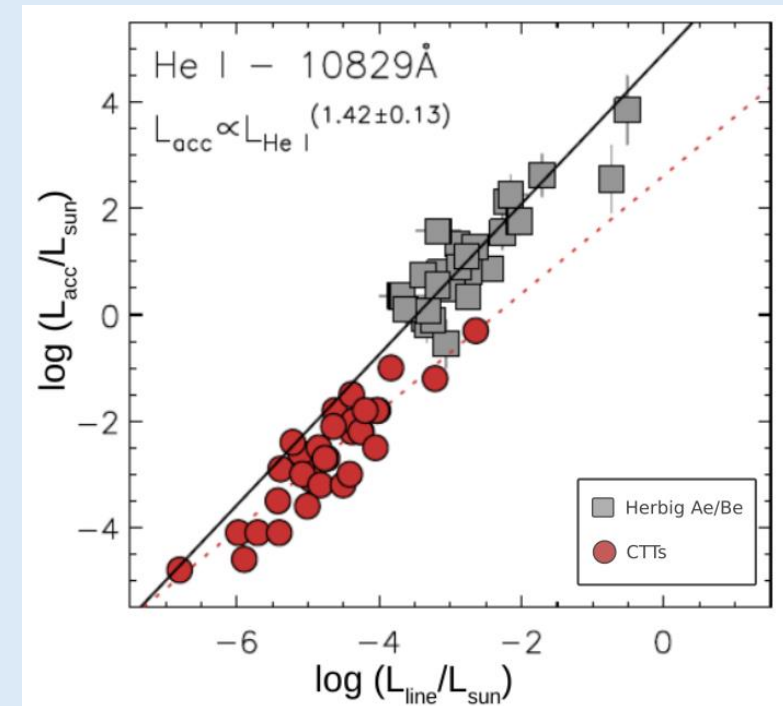


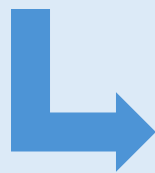
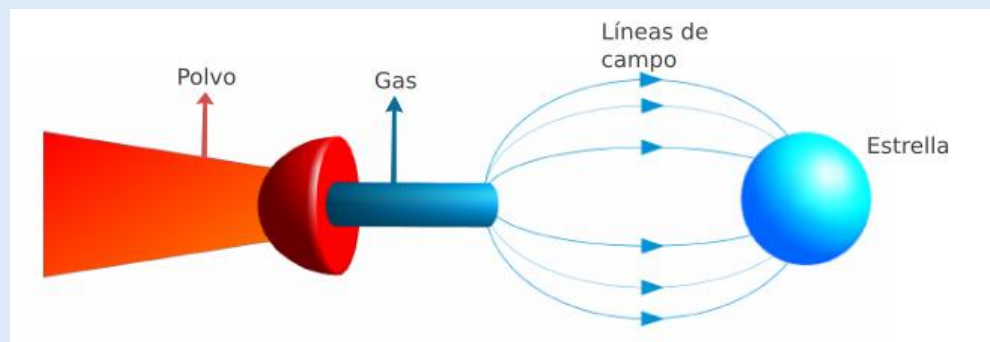
Figura obtenida del artículo Fairlamb et al. 2017



Modelos de acreción

Modelo de Acreción Magnetosférica

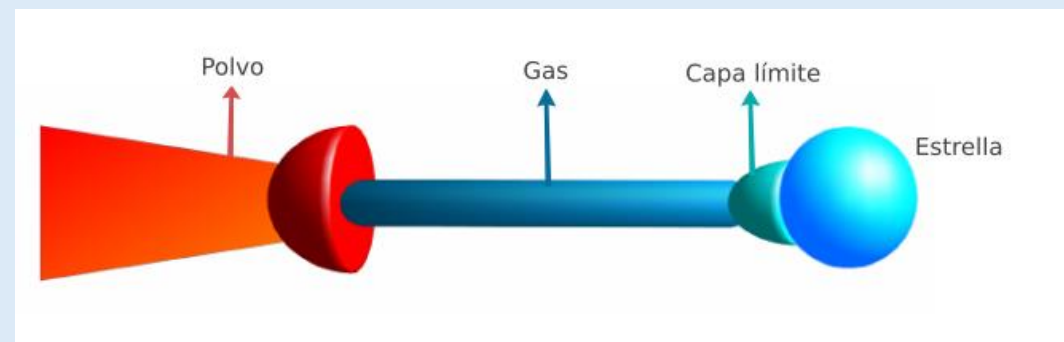
- El disco de acreción se trunca por la presencia del campo magnético estelar
- El material cae hacia la estrella por las líneas de campo
- El choque de material con la superficie estelar provoca el exceso de emisión



Modelo más aceptado para las estrellas con $M < 2 M_{\odot}$

Modelo de Capa Límite

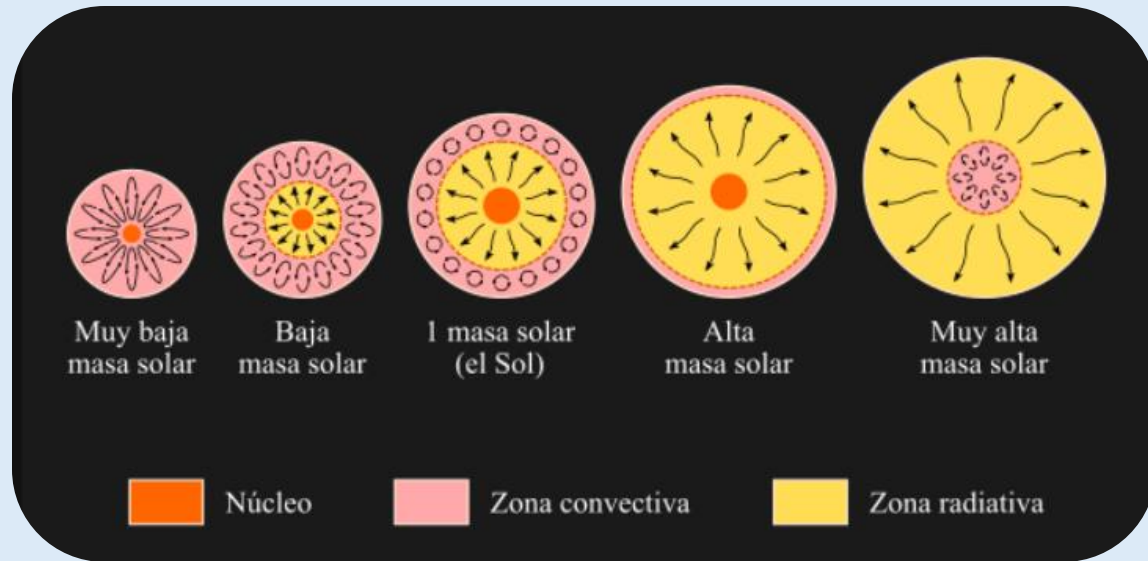
- Primer modelo desarrollado
- El material cae a la estrella a través de una capa caliente
- La emisión no viene del choque del gas contra la estrella sino de la propia capa límite donde el material se va frenando



Figuras de los modelos de acreción obtenidas de Mendigutia. 2020



Estrellas muy masivas



Esquema de la estructura interna de las estrellas según su masa

Características que dificultan su estudio

- No presentan campo magnético o es muy débil
- Evolucionan muy rápido
- Se mantienen inmersas en su nube natal hasta después de empezar a quemar hidrógeno
- Durante la fase de acreción no son visibles en el óptico y ultravioleta

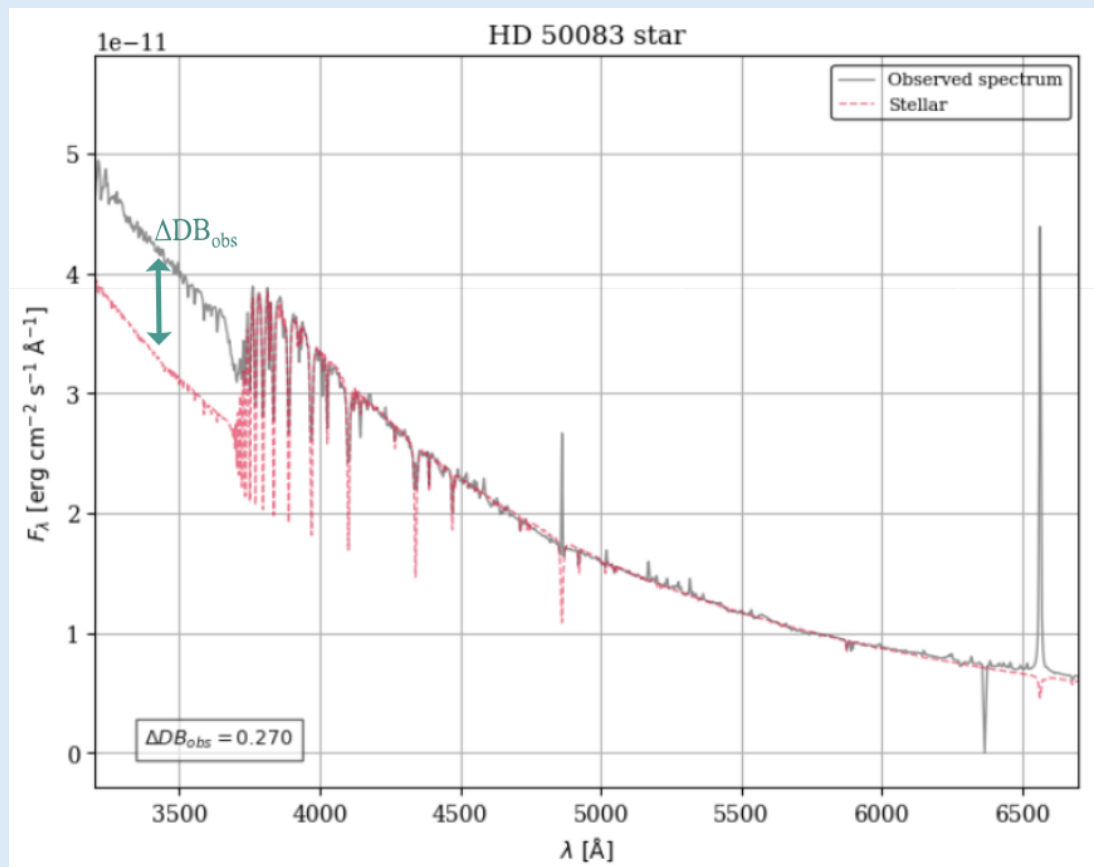


Consecuencias

- No se han podido medir tasas de acreción
- Se desconoce si acretan mediante el modelo magnetosférico como las estrellas menos masivas



Mi trabajo



Representación del espectro observado junto con el modelo fotosférico para una de las estrellas de la muestra con $M = 12 M_\odot$, $R = 13.11 R_\odot$ y $T = 17000K$. El valor del exceso de Balmer se ha calculado en la región entre 3300-3500 Å

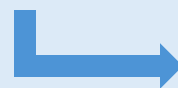
Estudiando la emisión del continuo

- Determinar qué modelo ajusta mejor las observaciones
- Derivar las tasas de acreción para estas estrellas

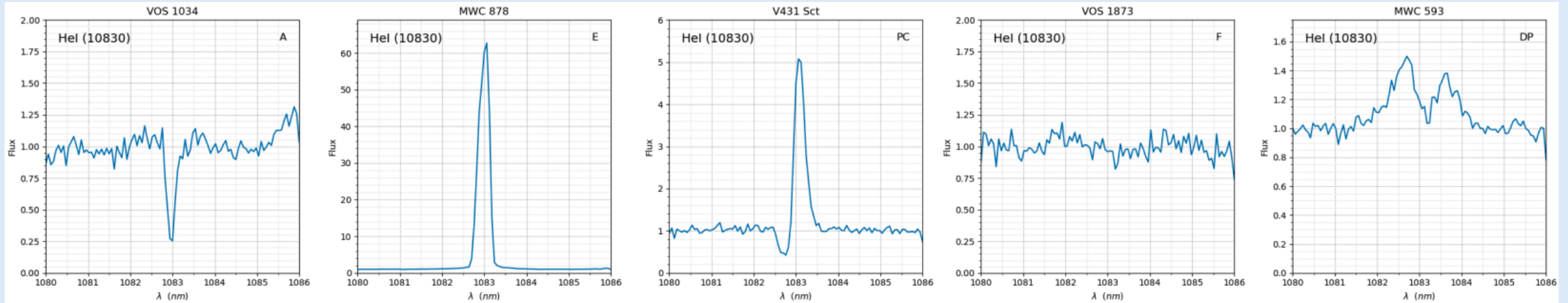
Estudiando las líneas de emisión

- Clasificación de los perfiles de línea observados
- Derivar relaciones empíricas entre la luminosidad de línea y tasa de acreción

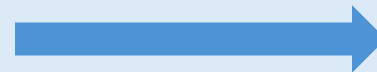
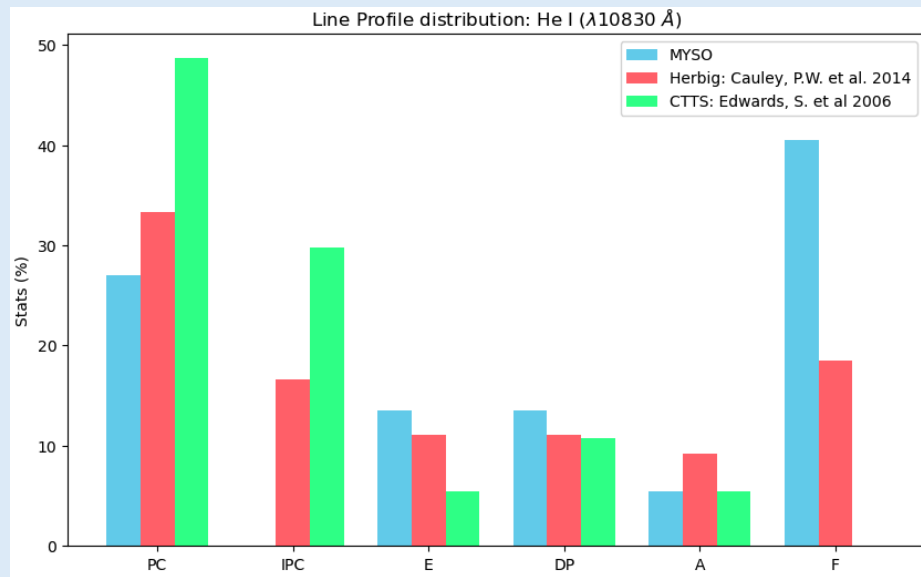
Datos tomados con el VLT de la ESO



Resultados preliminares



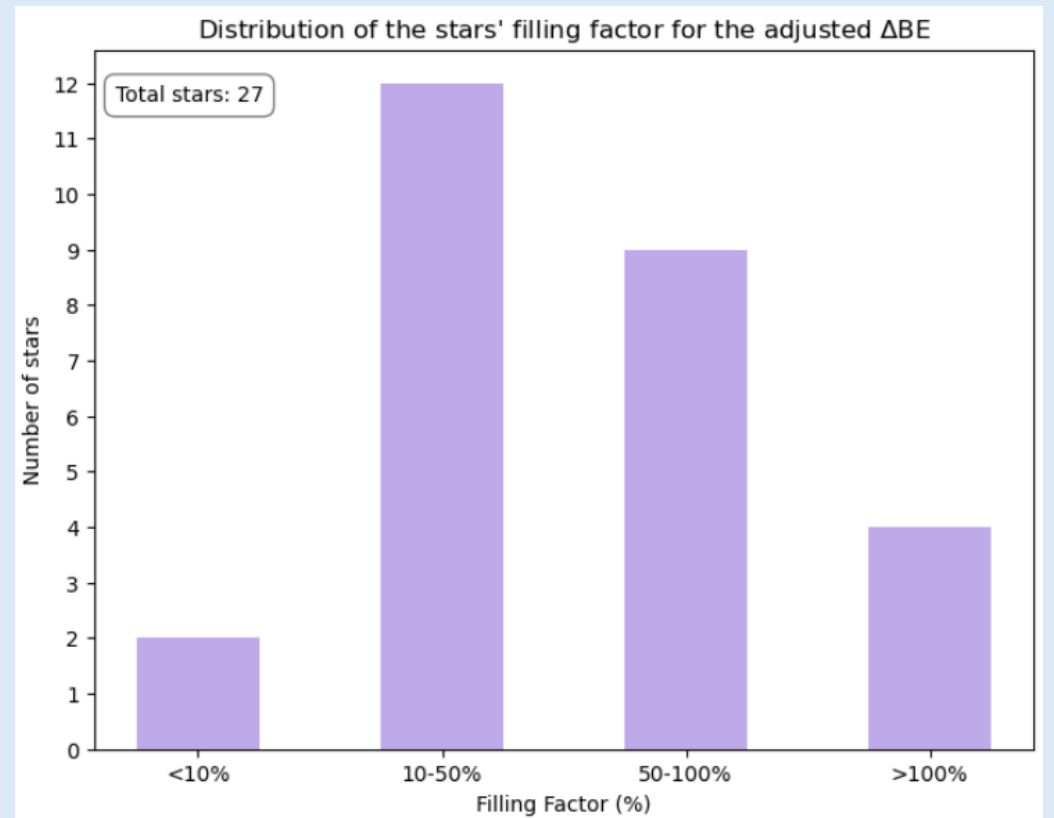
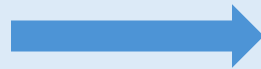
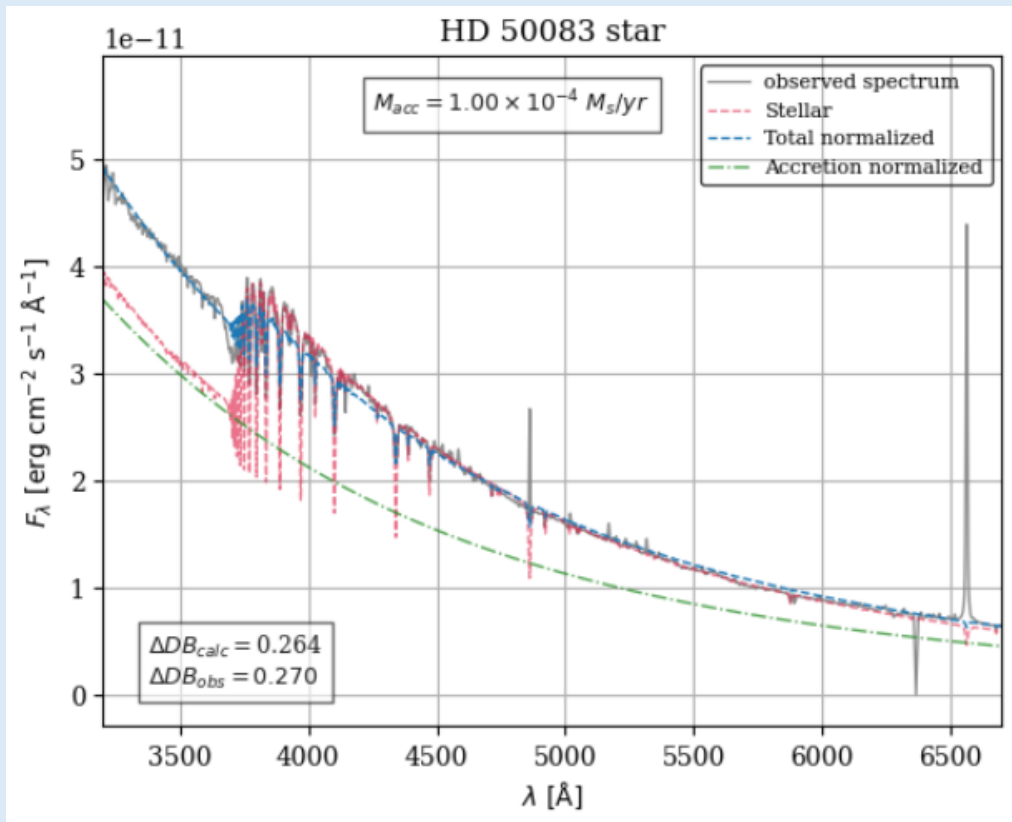
Representación de los 5 tipos de perfiles de línea encontrados. Donde A, E, PC, F y DP significa Absortión, Emission, P-Cygni, Featureless y Double-Peak, respectivamente



El estudio de los perfiles de las líneas de emisión asociadas a la acreción como H α , He I, etc. No muestra signos de la presencia de acreción magnetosférica

Perfiles de línea encontrados para la línea del He I en estrellas masivas, de masa media y baja masa con acreción.





Reproducción del exceso de Balmer observado en la estrella HD 50083 empleando el modelo de acreción magnetosférica. A partir de la reproducción del exceso de Balmer se deriva la tasa de acreción y otros parámetros esenciales como el factor de cubrimiento.

Distribución del factor de cubrimiento encontrado para toda la muestra al aplicar el modelo de acreción magnetosférica

Los factores de cubrimiento encontrados para la mayoría de las estrellas de la muestra son demasiado grandes respecto a lo esperado según la literatura



Pasos futuros



- Publicación de resultados
- Ampliación del estudio a las estrellas del hemisferio norte → Observación con CAFOS
- Estudio con KMOS de las características del entorno → ¿Por qué son observables en el óptico?



CAFOS es un espectrógrafo colocado en el telescopio de 2,2 m del observatorio de Calar Alto



KMOS es un espectrógrafo multi objeto colocado en el VLT de la ESO





Gracias

