

PRESENTACION MURAL

Espectros en el infrarrojo medio de discos de escombros

L. García¹ & M. Gómez¹

(1) *Observatorio Astronómico, Universidad Nacional de Córdoba*

Abstract. In this contribution we report mid-infrared spectra of 3 stars (ages $10^7 - 10^9$ yrs) with known debris disks. These spectra are compared with the absorption profiles of crystalline and amorphous silicates. The presence of absorption bands can be explained by considering the existence of amorphous compounds together with those of the crystalline type. In addition, dust particles may have typical sizes $> 1.5 \mu\text{m}$. This would indicate that the material in the debris disks is in a more advanced evolutionary state than in disks around T - Tauri stars ($\sim 10^6$ years) or in the interstellar medium, populated by dust particles with sizes $\sim 0.1 \mu\text{m}$ consisting of amorphous silicates.

Resumen. Se presentan espectros en el infrarrojo medio de 3 estrellas (edades de $10^7 - 10^9$ años) asociadas con discos de escombros. Los espectros se compararon con perfiles de absorción de compuestos de tipo amorfo y cristalino. La presencia de bandas de absorción no puede explicarse considerando sólo compuestos del tipo amorfo sugiriendo la existencia de compuestos del tipo cristalino. Además, las partículas de polvo tendrían tamaños $> 1.5 \mu\text{m}$. Esto evidenciaría que el material de los discos de escombros se encuentra en un estado evolutivo más avanzado que en los discos en estrellas de tipo T - Tauri ($\sim 10^6$ años) o del medio interestelar, poblados principalmente por partículas de polvo con tamaños de $\sim 0.1 \mu\text{m}$ constituidas por silicatos del tipo amorfo.

1. Introducción

Los discos de escombros (o *debris*) son discos circunestelares asociados a estrellas de secuencia principal. Se encuentran poblados por partículas de polvo que se originan en colisiones entre cuerpos remanentes o “escombros” resultantes de un proceso de formación planetaria (Backman & Paresce 1993). La mayor parte del conocimiento acerca de los discos de escombros proviene del modelado de las distribuciones espectrales de energía (SEDs). Este método permite estimar parámetros fundamentales de los discos como radio y masa. Sin embargo, la composición química y el tamaño de las partículas de polvo son aspectos difíciles de abordar mediante esta técnica (García & Gómez 2014).

Distintos compuestos mineralógicos producen transiciones en la región espectral del infrarrojo medio, y los espectros en esta región podrían ayudar a caracterizar el tipo de polvo presente en los discos (Kessler-Silacci et al. 2006).

En este trabajo se presentan espectros en el infrarrojo medio de tres estrellas con discos de escombros. Las observaciones se describen en la Sección 2. junto con el análisis de los espectros. En la Sección 3., se discuten las implicaciones de la comparación y se presentan las conclusiones.

2. Observaciones y análisis

Se seleccionaron 3 estrellas con evidencias de discos de escombros: HD 191089 ($d = 52.1$ pc, edad = 1.7×10^9 años), HD 197481 ($d = 9.9$ pc, edad = 0.01×10^9 años) y HD 202917 ($d = 42.9$ pc, edad = 0.03×10^9 años). Los espectros se tomaron en la banda N, alrededor de $\lambda = 10 \mu\text{m}$ con el instrumento TReCS (*Thermal - Region Camera Spectrograph*) del observatorio Gemini Sur (programa GS-2010B-Q-35). Se empleó la técnica de *Chop & Nod* para adquirir las observaciones y se aplicaron las rutinas estándares del observatorio Gemini para extraer los espectros y realizar la correcciones por absorciones telúricas. A cada espectro se le extrajo el continuo y se lo normalizó.

Para analizar las características de los espectros, se los comparó con los coeficientes de eficiencia de absorción (Qabs) de los silicatos del tipo amorfo olivina y piroxeno, y con los de silicatos del tipo cristalino enstatita y forsterita. Los coeficientes Qabs se calcularon asumiendo que las partículas de polvo son esféricas y tienen una composición química homogénea. Se utilizaron las constantes ópticas de Dorschner et al. (1995) y van Boekel et al. (2005) para los silicatos del tipo amorfo y las constantes de Chihara et al. (2002) y Koike et al. (2003) para la enstatita y la forsterita, respectivamente. En el caso de la olivina y el piroxeno se consideraron dos tamaños de partículas con radios de $D = 0.1$ y $D = 1.5 \mu\text{m}$. Para la enstatita y la forsterita se tomó un único radio $D = 1.0 \mu\text{m}$.

La Figura 1 muestra en línea continua roja los espectros finales en comparación con los perfiles de absorción de los silicatos del tipo amorfo. Los 3 gráficos de la fila superior corresponden a las partículas con $D = 0.1 \mu\text{m}$, los de la fila inferior, a las partículas con $D = 1.5 \mu\text{m}$. Considerando el aspecto general de los espectros, éstos parecen guardar cierta similitud con los perfiles de los compuestos del tipo amorfo. Además, cuando se incrementa el tamaño de las partículas a $D = 1.5 \mu\text{m}$, el máximo de los perfiles se desplaza hacia una λ mayor y la semejanza parece mejorar. Sin embargo, si se inspeccionan los espectros en detalle, éstos presentan diversas características a distintas λ que no pueden ser reproducidos con los perfiles de silicatos del tipo amorfo.

En la Figura 2 se presentan nuevamente los espectros (paneles centrales), junto con los perfiles de los silicatos cristalinos. Los paneles superiores corresponden al perfil de la enstatita mientras que los paneles inferiores corresponden a la forsterita. La característica más prominente en los espectros de HD 197481 y HD 202917 se encuentra en $\lambda \sim 10.5 \mu\text{m}$ el cual podría deberse principalmente a la enstatita. Alrededor de $\lambda \sim 11.3 \mu\text{m}$ la forsterita presenta un pico que podría estar presente en HD 202917 pero que no es evidente en HD 197481. Tanto en el espectro de HD 191089 como en el de HD 197481 se sugiere un pequeño pico

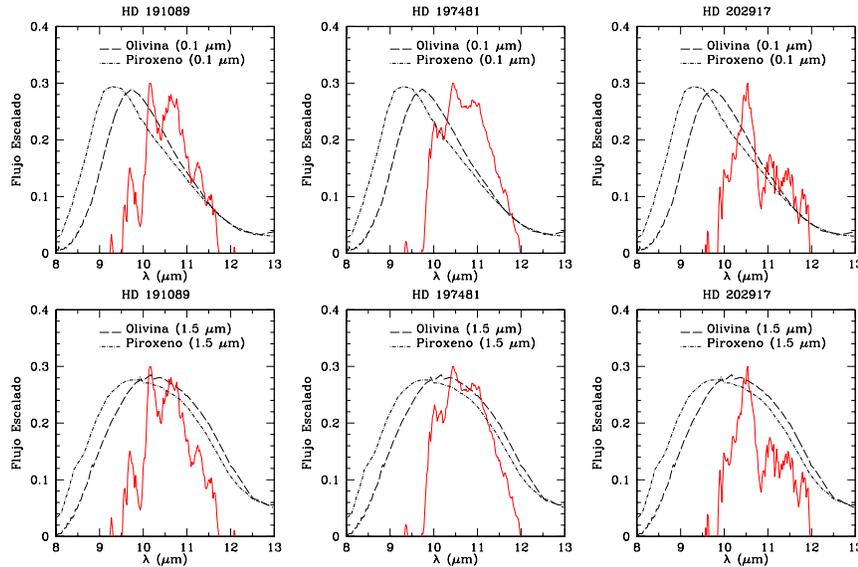


Figura 1. Las líneas continuas en rojo representan los espectros luego de sustraído el continuo, haber sido normalizados y escalados a los valores de los coeficientes de absorción. La línea de trazos corresponde a la olivina y la línea trazos y puntos al piroxeno. Los gráficos de la fila superior e inferior corresponden a partículas de polvo con $D = 0.1 \mu\text{m}$ y $D = 1.5 \mu\text{m}$, respectivamente.

alrededor de $\lambda \sim 9.3 \mu\text{m}$ que podría corresponder a la enstatita.

La naturaleza más compleja de los perfiles de los silicatos cristalinos, parece guardar una mejor correspondencia con los detalles más conspicuos de los espectros que no se encuentran en los perfiles de compuestos del tipo amorfo. Este comportamiento, donde el aspecto general de los espectros es reproducido por compuestos de tipo amorfo y aquellas características más intrincadas son reproducidas por compuestos de tipo cristalino, ya ha sido identificado en discos de escombros bien estudiados como el caso de β Pictoris. Los espectros en el IR medio de este sistema son reproducidos de manera satisfactoria considerando granos de polvo con radios $D \sim 2 \mu\text{m}$, constituidos por una mezcla de silicatos cristalinos y amorfos (Li et al. 2012).

3. Conclusión

Las características de los espectros sugieren que el polvo en los discos de escombros de HD 191089, HD 197481 y HD 202917 podría estar constituido en parte, por compuestos del tipo amorfo. Además, la población de partículas tendría radios $> 1.5 \mu\text{m}$. Sin embargo, las características más complejas de los espectros, no pueden ser reproducidas por los perfiles suaves de los compuestos de tipo amorfo, siendo necesario considerar la presencia de compuestos del tipo cristalino, con un mayor grado de procesamiento y con perfiles de absorción más complejos. Estas características diferencian al polvo de los discos de escombros de aquél que se

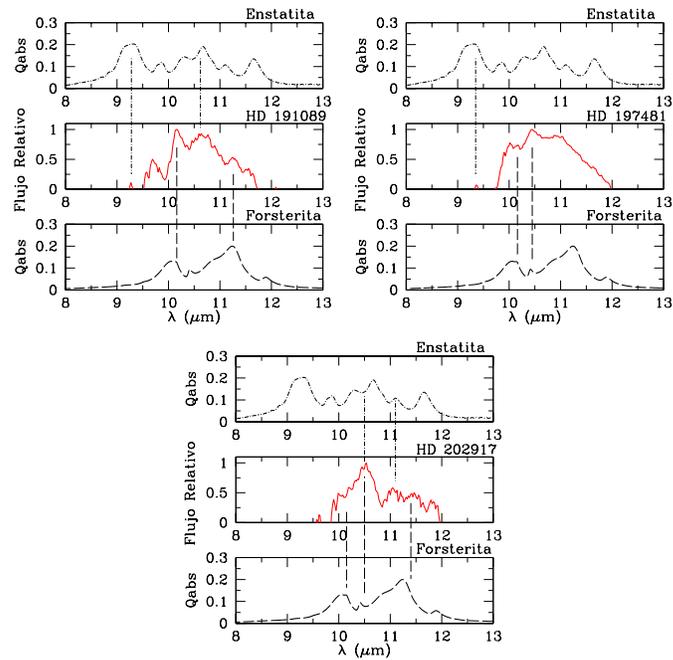


Figura 2. Comparación de los espectros (paneles centrales) con los perfiles de coeficientes de absorción (Q_{abs}) de los silicatos del tipo cristalino enstatita (paneles superiores) y forsterita (paneles inferiores). Las líneas verticales indican algunas características de los perfiles de la enstatita en $\lambda \sim 9.3$ y $10.5 \mu\text{m}$ y la forsterita en $\lambda \sim 10.1$, 10.5 y $11.3 \mu\text{m}$.

encuentra en los discos proto-planetarios de estrellas en formación (edades de $\sim 10^6$ años) los cuales se caracterizan por espectros en el infrarrojo medio dominados por la presencia de silicatos de tipo amorfo en partículas con tamaños $< 1 \mu\text{m}$ (ver, por ejemplo, Sargent et al. 2006). Estas diferencias conducen a la idea de que el material de los discos de escombros ha experimentado efectivamente una evolución en su estructura, composición y tamaño.

Referencias

- Backman D. E., Paresce F., 1993, in Levy E. H., Lunine J. I., eds, Protostars and Planets III Main-sequence stars with circumstellar solid material - The VEGA phenomenon. pp 1253–1304
- Chihara H., et al., 2002, *A&A*, 391, 267
- Dorschner J., et al., 1995, *A&A*, 300, 503
- García L., Gómez M., 2014, Modeling of debris disks in binary and single stars, en preparación
- Kessler-Silacci J., et al., 2006, *ApJ*, 639, 275
- Koike C., et al., 2003, *A&A*, 399, 1101
- Li D., Telesco C. M., Wright C. M., 2012, *ApJ*, 759, 81
- Sargent B., et al., 2006, *ApJ*, 645, 395
- van Boekel R., et al., 2005, *A&A*, 437, 189