



El medio interestelar en los alrededores de la región HII Sh2-183

S. Cichowolski¹, C.E. Cappa², A. Blanco³, L. Eppens³, K. Ertini³, & M.M. Leiva³

¹ Instituto de Astronomía y Física del Espacio, CONICET-UBA, Argentina

² Instituto Argentino de Radioastronomía, CONICET, Argentina

³ Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas, UNLP, Argentina

Contacto / scicho@iafe.uba.ar

Resumen / Presentamos un estudio multifrecuencia de la región Sh2-183 ubicada en $(l,b) = (123.3,+3.0)$ a 7.0 ± 1.5 kpc del Sol. En base al análisis de la emisión en el continuo de radio estimamos la masa de gas ionizado, su densidad electrónica y el número de fotones necesarios para mantener la ionización. Esto último es importante dado que al presente no se ha identificado a la/s estrella/s excitatrices de la región. Por otro lado, utilizando datos de IRAS analizamos la distribución y temperatura del polvo asociado. Los datos de la línea de 21 cm del HI revelan una estructura en forma de cáscara bordeando al gas ionizado y utilizando datos de CO detectamos la presencia de 6 nubes moleculares posiblemente asociadas a la región, sobre las que están proyectadas varias fuentes infrarrojas candidatas a objetos estelares jóvenes.

Abstract / We present a multiwavelength study of the HII region Sh2-183, located at $(l,b) = (123.3,+3.0)$ at a distance of 7.0 ± 1.5 kpc from the Sun. Based on the radio continuum data we estimated the amount of ionized gas, the electronic density, and the number of ionizing photons needed to keep the region ionized, which is important since the star/s responsible of the region was/were not detected yet. On the other hand, based on IRAS data we have analyzed the dust temperature and distribution. The HI line data allowed the detection of a shell-like structure surrounding the ionized gas and the CO data revealed the presence of 6 molecular clouds probably related to Sh2-183, which harbor several young stellar object candidates.

Keywords / (ISM:) HII regions — ISM: individual objects (Sh2-183)

1. Introducción

Las estrellas de tipo espectral O y sus descendientes afectan el medio interestelar (MIE) que las circunda a través de su radiación en el rango ultravioleta y de sus fuertes vientos estelares. Cuando predomina la acción de los fotones UV, esta interacción se manifiesta en la presencia de una región HII, detectable en líneas nebulares ópticas y en el continuo de radio a altas frecuencias, mientras que su entorno neutro y molecular puede detectarse en las bandas centimétricas y milimétricas (línea de 21 cm del hidrógeno neutro (HI) y líneas moleculares). El estudio de estas regiones en diferentes bandas del espectro da información sobre densidades electrónicas y estrellas excitatrices, permite identificar cáscaras neutras asociadas originadas en la expansión de la región HII y conocer sus características. El estudio de la emisión IR, por otro lado, permite conocer la distribución del polvo interestelar.

En este trabajo presentamos un análisis multiespectral de la región HII Sh2-183 (Sharpless, 1959) con el fin de caracterizar el gas y polvo asociados a la misma en base a datos en el continuo de radio en 21 cm, línea de HI y del monóxido de Carbono (CO(1-0)) y continuo en el IR lejano. La región está ubicada en $(l, b) = (123.3, 2.8)$, a 7.0 ± 1.5 kpc (Landecker et al., 1992). Analizar la región en distintas bandas del espectro electromagnético es fundamental para poder diluci-

dar el origen y el estadio evolutivo de la misma.

Por último, dada la importancia que tiene la evolución de regiones HII en la formación inducida de estrellas, se analiza la presencia de fuentes puntuales IR candidatas a ser objetos estelares jóvenes proyectadas sobre la región.

2. Resultados

2.1. Continuo de radio a 1420 MHz

Para el análisis de la emisión en el continuo de radio trabajamos con datos adquiridos del relevamiento del Canadian Galactic Plane Survey (CGPS, Taylor et al., 2003), que tiene una resolución angular de $1'$. La Fig. 1 muestra la emisión en continuo de radio que representa la distribución del gas ionizado observado en la zona.

Substrayendo primero la emisión de las fuentes puntuales localizadas sobre Sh2-183 y la emisión del fondo, obtuvimos un valor para el flujo emitido por Sh2-183 de $S_{1420} = 4.6 \pm 0.5$ Jy. Considerando la aproximación esférica del modelo propuesto por Mezger & Henderson (1967), adoptando para la región un diámetro angular de $42'$ y considerando una temperatura electrónica $T_e = 13000 \pm 5000$ K (Landecker et al., 1992) obtuvimos para Sh2-183 una densidad electrónica $N_e = 2.7 \pm 0.9$ cm^{-3} y una medida de emisión de 661 ± 240 pc cm^{-6} . La masa total ioniza-

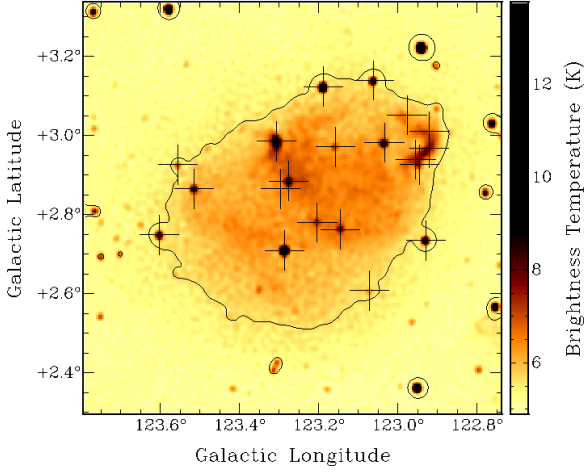


Figura 1: Emisión en el continuo de radio a 1420 MHz que muestra la distribución de gas ionizado de la región Sh2-183 con un contorno correspondiente a 5.6 K. Las cruces indican la posición de las fuentes puntuales.

da, teniendo en cuenta un 10% de abundancia de He, es $M_i = (3.2 \pm 0.3) \times 10^4 M_\odot$. Finalmente estimamos el número de fotones ionizantes necesario para mantener la región ionizada, dando un resultado de $N_{\text{Iym}} = (1.5 \pm 0.7) \times 10^{49} \text{ s}^{-1}$. Los valores obtenidos por Landecker et al. (1992), $M_i = 4.4 \times 10^4 M_\odot$, $N_e = 2.2 \text{ cm}^{-3}$ y $N_{\text{Iym}} = 3.16 \times 10^{49} \text{ s}^{-1}$, difieren levemente de los nuestros, posiblemente debido a que el flujo que ellos estiman para la región es mayor, del orden de 6.2 Jy.

2.2. Sh2-183 en el infrarrojo

Analizando imágenes en el IR vemos que el polvo relacionado con Sh2-183 ha sido también afectado por la acción de la/s estrella/s. La Fig. 2 muestra la emisión de la zona en $60 \mu\text{m}$, obtenida del relevamiento IRAS (Neugebauer et al., 1984). La figura muestra que, a pesar de que a una distancia de 7 kpc se espera que la cantidad de polvo localizado en el camino hacia la región sea elevado, la mayor emisión a $60 \mu\text{m}$ coincide con la de 1420 MHz, indicando que el polvo y el gas ionizado están bien mezclados. Utilizando los datos de IRAS, estimamos las densidades de flujo IR asociado a Sh2-183. Teniendo en cuenta la emisión proveniente de las fuentes puntuales no relacionadas con Sh2-183, obtuvimos valores de 88, 62, 863 y 2696 Jy, a 12, 25, 60 y $100 \mu\text{m}$, respectivamente. A partir de estos valores estimamos para la región una luminosidad $L_{\text{IR}} = 1.2 \times 10^5 L_\odot$, una temperatura de polvo de $T_D \sim 28 \text{ K}$ y una masa $M_D \sim 93 M_\odot$.

2.3. Emisión en la línea del HI

La Fig. 3 muestra la distribución del HI promediada entre -67 y -58 km/s , obtenida del CGPS en la región de Sh2-183. En la misma se observa una cáscara de HI rodeando un mínimo de emisión, indicando que el gas neutro ha sido barrido por la acción de la/las estre-

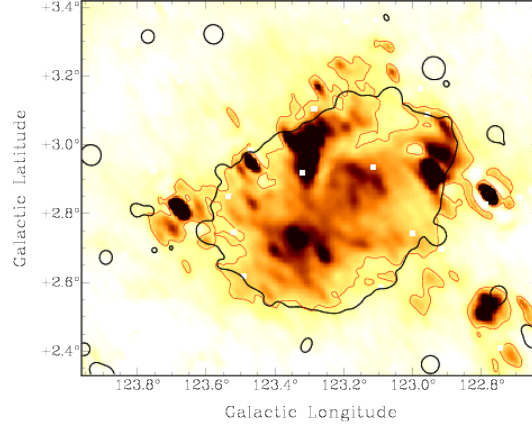


Figura 2: Imagen de IRAS a $60 \mu\text{m}$. Contorno negro: 5.6 K a 1420 MHz. Contorno rojo: 6 MJy/ster a $60 \mu\text{m}$.

Tabla 1: Parámetros de las nubes moleculares identificadas.

Nube	Masa [$\times 10^3 M_\odot$]	Densidad [cm^{-3}]	Tamaño [pc \times pc]
1	4.2 ± 2.3	75 ± 42	3.4×2.7
2	0.8 ± 0.5	114 ± 59	1.5×1.6
3	2.8 ± 1.4	389 ± 195	1.9×5.2
4	0.6 ± 0.3	168 ± 93	1.2×1.2
5	4.9 ± 2.5	838 ± 419	3.0×3.0
6	10.0 ± 5.0	808 ± 419	3.3×4.6

lla/s responsables de Sh2-183. A partir de esta imagen hemos estimado que la masa barrida en la cáscara es $M(\text{HI}) = 1700 \pm 750 M_\odot$ y que la estructura se expande a una velocidad $V_{\text{exp}} = 7.0 \pm 1.6 \text{ km/s}$. De este modo, obtenemos que la energía cinética de la cáscara es $E_k = (8.3 \pm 5.2) \times 10^{47} \text{ erg}$.

2.4. Gas molecular

Utilizando datos del relevamiento de CO(1-0) del FCRAO (Heyer et al., 1998) analizamos el gas molecular en la zona de Sh2-183. En la Fig. 4 se muestra la emisión de CO promediada en el intervalo de -52.2 a -68.2 km/s . Se pueden identificar seis nubes probablemente relacionadas con Sh2-183. Adoptando una geometría volumétrica elipsoidal para cada nube, y un factor de conversión de $1.9 \times 10^{20} \text{ cm}^{-2} (\text{K km s}^{-1})^{-1}$ para pasar de CO a H_2 (Grenier & Lebrun, 1990), estimamos sus masas y densidades, las cuales se muestran en la Tabla 1.

2.5. Formación estelar reciente

Sabiendo que la evolución de regiones HII sobre nubes moleculares puede inducir la formación de nuevas estrellas (Deharveng et al., 2010), hicimos uso de los catálogos IRAS, MSX y WISE, de fuentes puntuales infrarrojas para identificar posibles regiones de formación estelar y candidatas a protoestrellas proyectadas sobre el gas molecular asociado a Sh2-183. En una región centrada en $(l, b) = (123.2^\circ, 2.85^\circ)$, con un radio de 0.6° , encon-

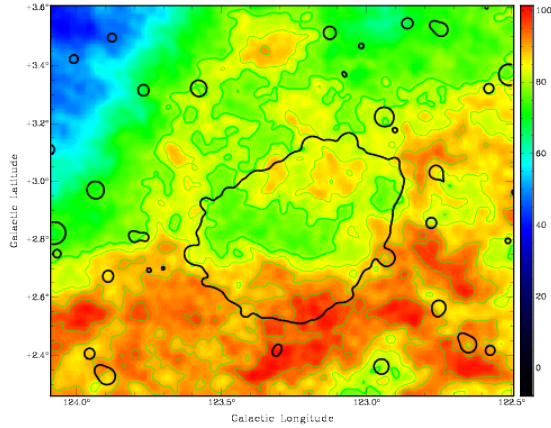


Figura 3: Distribución del HI promediada entre -67 y -58 km/s. Contornos verdes: HI a 80, 85, 90 y 95 K. Contorno negro: Continuo de radio a 5.6 K.

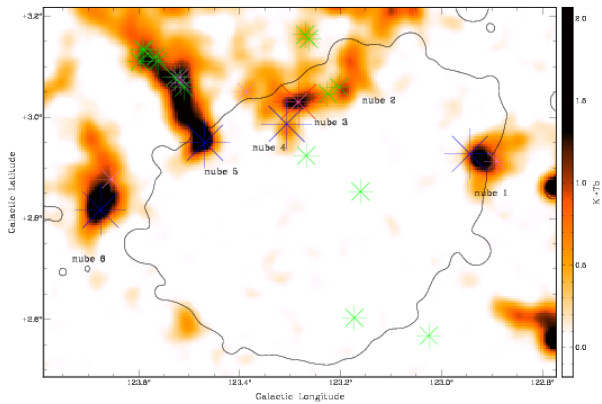


Figura 4: Emisión de CO promediada entre -52.2 y -68.2 km/seg. Contorno negro: Continuo de radio a 5.6 K. Los asteriscos azules, rojos, violetas y verdes indican la posición de las fuentes IRAS, MSX, WISE (Clase I) y WISE (Clase II), respectivamente, candidatas a protoestrellas.

tramos 66 fuentes IRAS, 4 fuentes MSX y 2135 fuentes WISE (con relación señal ruido superior a 7 y magnitudes con errores inferiores a 0.2 magnitudes). Utilizando criterios de color (Junkes et al., 1992; Lumsden et al., 2002; Koenig et al., 2012) encontramos 4 fuentes IRAS, una fuente MSX, y 33 WISE (9 Clase I y 24 Clase II) candidatas a protoestrellas. Sus ubicaciones se muestran en la Fig. 4. Las fuentes WISE candidatas a protoestrellas se clasifican en dos grupos, Clase I y Clase II. Las Clase I están en una fase de formación más temprana (aún con el gas de la envoltura cayendo sobre el núcleo), que las de Clase II (estrellas de pre-secuencia principal, con discos ópticamente gruesos). En la Fig. 5 se muestra un diagrama color-color de las fuentes encontradas en la zona. Es importante mencionar que todas estas fuentes son sólo candidatas y que un estudio más detallado de cada una es necesario para analizar la naturaleza y el origen de cada fuente.

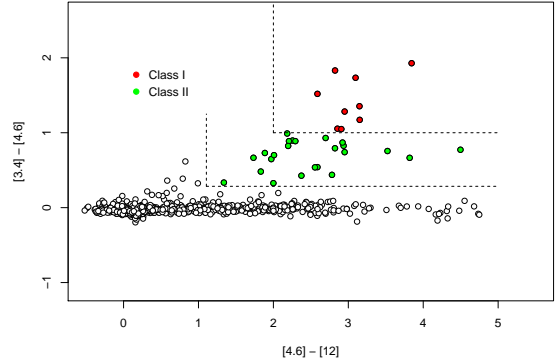


Figura 5: Diagrama color-color de las fuentes WISE mostrando la distribución de las fuentes Clase I y Clase II identificadas.

3. Discusión y conclusiones

A partir del análisis realizado en distintas bandas del espectro electromagnético encontramos que Sh2-183 está bordeada por una cáscara de HI y por algunas nubes moleculares, en cuyo interior se localizan fuentes IR candidatas a protoestrellas. Tomando todas las masas estimadas y suponiendo a la región como una esfera de 43 pc de radio, obtenemos que la densidad del medio antes que fuera perturbado era del orden de 7 cm^{-3} . Tomando el N_{Iym} obtenido podemos inferir que la región tuvo un radio de Strömgen de 21 pc, bastante menor al radio actual. Considerando los modelos evolutivos de regiones HII (Weaver et al., 1977), estimamos que la región tiene 2.6×10^6 años de edad. La/s estrella/s responsable/s de mantener la región ionizada no han sido aún identificadas. A partir del valor de $N_{Iym} = (1.5 \pm 0.7) \times 10^{49} \text{ s}^{-1}$ obtenido podemos inferir que se necesita al menos una estrella O5V. La edad obtenida para la región es consistente con la etapa final de la vida en secuencia principal de estas estrellas y con la baja velocidad de expansión de la cáscara de HI. Por último, la edad de Sh2-183 indica que es probable que la formación de las protoestrellas detectadas en las nubes moleculares haya sido inducida por la expansión de la región sobre el medio que la rodea.

Referencias

- Deharveng L., et al., 2010, A&A, 523, A6
- Grenier I. A., Lebrun F., 1990, ApJ, 360, 129
- Heyer M. H., et al., 1998, ApJS, 115, 241
- Junkes N., Fuerst E., Reich W., 1992, A&A, 261, 289
- Koenig X. P., et al., 2012, ApJ, 744, 130
- Landecker T. L., et al., 1992, A&A, 258, 495
- Lumsden S. L., et al., 2002, MNRAS, 336, 621
- Mezger P. G., Henderson A. P., 1967, ApJ, 147, 471
- Neugebauer G., et al., 1984, ApJL, 278, L1
- Sharpless S., 1959, ApJS, 4, 257
- Taylor A. R., et al., 2003, AJ, 125, 3145
- Weaver R., et al., 1977, ApJ, 218, 377