

# Búsqueda de Regiones de Baja Excitación en Nebulosas Planetarias

Vena Valdarenas R.R.<sup>1,2</sup>, Schmidt E.O.<sup>2,3</sup>, Volpe M.G.<sup>2</sup>, Weidmann W.A.<sup>1,4</sup>, Mudrik A.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Observatorio Astronómico, Universidad Nacional de Córdoba

<sup>2</sup>Instituto de Astronomía y Teórica y Experimental, CONICET

<sup>3</sup>Facultad de Matemática, Astronomía y Física, Universidad Nacional de Córdoba

<sup>4</sup>Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

## 1. Introducción

Actualmente se conocen unas 3000 nebulosas planetarias (NP). La gran mayoría de ellas pobremente estudiadas, lo que conspira con el entendimiento de las etapas finales de la evolución estelar. Quizás el mayor interrogante en torno a estos objetos es: ¿cómo y por qué se produce la pérdida de masa?

La estrella central de la NP ioniza la cáscara gaseosa (previamente expulsada de la estrella progenitora) haciendo que ésta brille y sea visible. Sin embargo esta ionización no siempre es uniforme, dando lugar a zonas de baja excitación. Actualmente no se conoce la proporción de NP con esta característica o si existe alguna correlación entre la misma y la estrella central.

Para poder aportar evidencias en este sentido es necesario encarar un proyecto observacional, homogéneo y con una muestra representativa.

Este trabajo de relevamiento demanda mucho tiempo de observación, y el telescopio de la Estación Astrofísica de Bosque Alegre (EABA) es un instrumento ideal para llevar adelante este ambicioso proyecto.

## 2. Regiones de Baja Excitación

Si bien la imagen clásica de una NP es la de una estrella caliente envuelta por una cáscara gaseosa, actualmente se sabe que estos objetos suelen presentar microestructuras (Corradi et al., 1999). Éstas están asociadas a regiones de baja ionización: LIS (Gonçalves et al., 2001). Las regiones de baja ionización son estructuras que se manifiestan más prominentes en [NII], [SII] y [OII] que en [OIII] o H $\alpha$ . Estas LIS manifiestan diferentes morfologías tales como: pares de nudos, filamentos, jets o estructuras aisladas.

Las LIS están claramente asociadas a la pérdida de masa por parte de la progenitora de la NP, por lo que su estudio redundará en una mejor comprensión de las etapas finales de las estrellas de baja masa. Actualmente se conocen 55 NPs en las que se han observado LIS (Gonçalves, 2004), considerando que hay unas 3000 NPs catalogadas en nuestra Galaxias, se evidencia la necesidad de incrementar las observaciones en banda angosta tendientes a identificar nuevos objetos que revelen LIS.

## 4. Muestra y Estrategia de Observación

Hemos seleccionado una muestra de 50 NPs australes del catalogo de Acker et al. (1992) sin observaciones previas en [NII]. El tamaño angular de los objetos seleccionados es superior a 20", de manera que nos permita identificar las posibles regiones de baja excitación.

La estrategia de observación consistió en tomar 20 imágenes de 6 minutos (el telescopio tiene un excelente guiado en este lapso de tiempo), con el objeto a una distancia cenital baja ( $z < 40^\circ$ ). Posteriormente se combinan estas imágenes, eliminando los rayos cósmicos y aumentando la S/N.

## 5. Resultados

Hemos obtenido imágenes originales de NPs con filtro centrado en la emisión del [NII] (las NP más brillantes ya fueron observadas por otros autores), durante el 2013 se observó una muestra de 24 NPs (ver Tabla 1 y Fig. 2).

En agosto de 2014 se llevó a cabo el aluminizado del espejo primario del telescopio de 1.54m de la EABA, lo que redundó en un significativo aumento de la magnitud límite. Se espera que para octubre de 2014 se tengan nuevos filtros con un transmisión del 70%. Ambas mejoras permitirán observar objetos de menor brillo superficial.

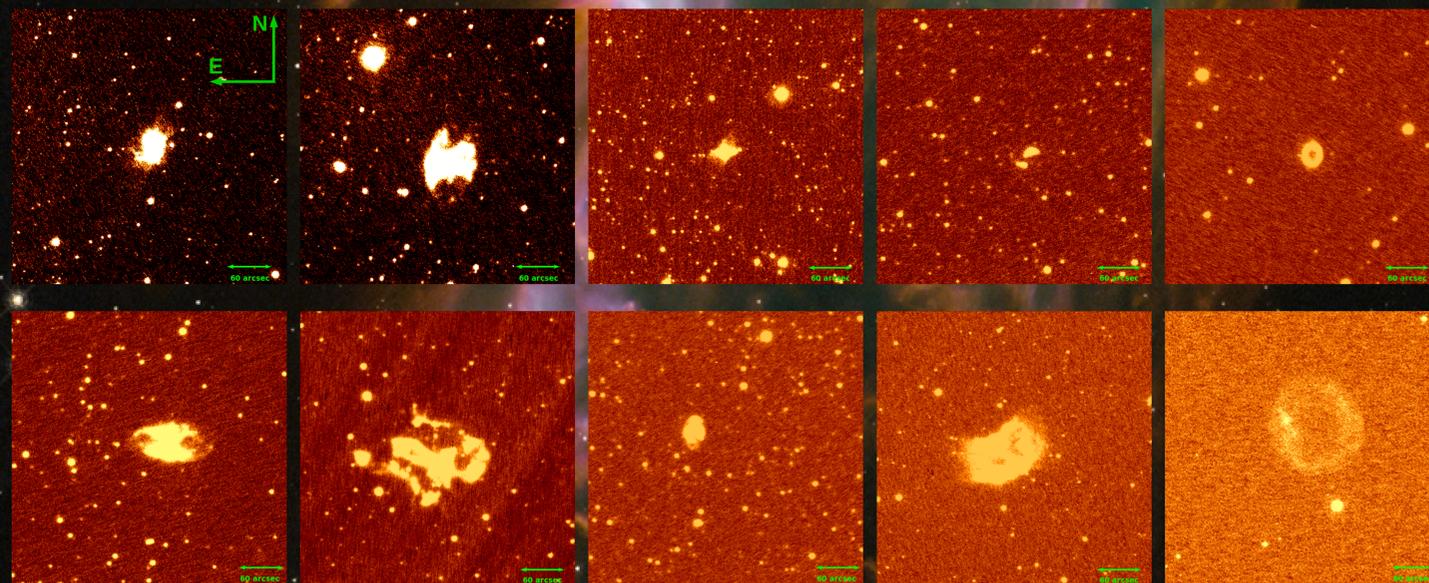


Figura 2: Algunas imágenes originales en [NII] de NPs. De izquierda a derecha, primera fila: He 2-111, He 2-119, Hf 48, He 2-207, He 2-120. Segunda fila: NGC 2818, NGC 5189, Mz 2, NGC 2899 y IC 5148. La orientación indicada es la misma para todas las imágenes.

## 3. Descripción del Sistema de Observación y Reducción

El proyecto se desarrolló íntegramente con el telescopio de 1.54m de la EABA, configurado para observar en el foco newtoniano. El sistema de observación está equipado con un CCD APOGEE de 1024x682 pixeles, lo que resulta en un campo de 12'x8'. Conforme al seeing del sitio, se configuró la cámara con un binning de 3x3, lo que conduce a una escala de placa de 0.74"/px.

Fueron asignadas al proyecto 28 noches entre febrero y noviembre de 2013, el 55% de estas no fueron útiles por cuestiones climáticas. El seeing efectivo promedio (FWHM de 20 imágenes combinadas) fue de 2.7" (ver Fig. 1), en tanto que la magnitud límite (S/N>5) en la imagen final es de  $r=13.8$  (tomando como referencia el catálogo de Zacharias et al., 2005).

La reducción de las imágenes se hizo mediante el paquete IRAF, siguiendo la técnica estándar, sustrayendo bias, dark y aplanando el campo (con flats de cielo). Si bien la corriente de oscuridad no es de gran importancia, el dark presenta estructuras por lo que se consideró necesario aplicar esta corrección. Un detalle importante del proceso de reducción fue el uso de una máscara de píxeles no lineales. Se vio que un 4% de los píxeles presentan esta característica.

La primera etapa de este trabajo consiste en generar un catálogo de imágenes profundas en [NII]. La EABA cuenta con un set de filtros de banda angosta, en particular usamos aquel centrado en 6583Å ([NII], FWHM=12Å).

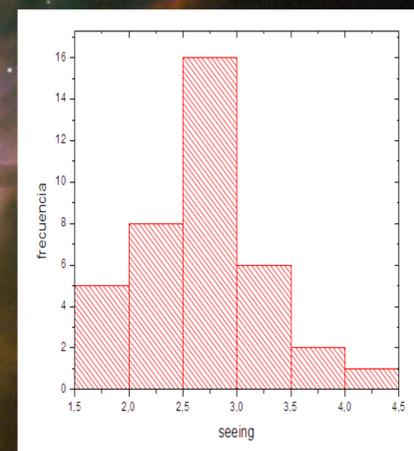


Figura 1: Distribución de seeing.

Nombre	RA	DEC	Distancia Cenital	Nº de imágenes combinadas	Seeing
PRTM 1	05 03 1.730	-39 45 43.96	22.6	20	3.10
M 1-16	07 37 18.90	-09 38 47.96	31.4	10	4.17
NGC 2818	09 16 00.51	-36 37 31.62	37.7	20	3.86
NGC 2899	09 27 03.47	-56 06 18.32	24.2	20	2.85
Hf48	11 03 55.65	-60 36 05.60	29.9	20	2.54
NGC 3918	11 50 18.94	-57 10 51.40	25.9	20	2.51
He 2-76	12 08 26.02	-64 12 12.10	32.3	20	3.75
He 2-77	12 09 01.15	-63 07 05.99	32.4	20	2.60
NGC 5189	13 33 41.94	-65 58 28.99	36.3	20	3.55
He 2-99	13 52 31.03	-66 23 28.00	34.5	19	3.94
He 2-103	14 05 36.89	-64 40 57.00	34.1	20	4.62
He 2-111	14 33 18.30	-60 49 44.62	29.3	14	2.65
He 2-114	15 04 08.78	-60 53 21.23	40.1	20	3.10
ESO135-04	15 08 42.82	-61 44 03.98	37.6	20	2.31
He 2-119	15 10 39.91	-64 40 19.09	33.3	20	3.72
He 2-120	15 11 56.06	-55 39 51.16	33.1	15	4.65
He 2-146	16 10 40.95	-54 57 31.97	28.7	20	3.76
Mz 2	16 14 32.06	-54 57 04.03	23.0	20	4.27
He 2-163	16 29 30.35	-59 09 22.32	27.5	19	3.75
NGC 6153	16 31 30.93	-40 15 22.46	17.9	14	4.77
K 2-16	16 44 49.06	-28 04 05.45	3.3	17	2.81
He 2-207	17 19 32.47	-45 53 10.03	26.7	18	3.93
DeHt 3	19 17 04.61	-18 1 34.210	18.3	17	4.82
IC 5148	21 59 31.72	-39 22 36.19	27.4	20	3.78

Tabla 1: Muestra de Nebulosas Planetarias observadas durante el año 2013.

## Referencias

- Acker, A., Marcout, J., Ochsenbein, F., Stenholm, B. & Tylenda, R. 1992 Strasbourg-ESO catalogue of galactic planetary nebulae. Garching: European Southern Observatory, 1992-1996.
- Corradi, R. L. M., Manso, R., Mampaso, A., Schwarz, H. E. 1996, A&A, 313, 913
- Gonçalves, D. R., Corradi, R. L. M., Mampaso, A. 2001, ApJ, 547, 302
- Gonçalves, D. R. 2004, ASPC, 313, 216
- Zacharias, N., Monet, D. G., Levine, S. E., Urban, S. E., Gaume, R., Wycoff, G. L. 2004, AAS, 205, 4815