

## Tesis: Determinación de distancias a nebulosas planetarias.

Autor: Silvana G. Navarro Jiménez.

Principales resultados de la tesis.

- La distancia a las nebulosas planetarias (NPs) de nuestra galaxia no se conoce con precisión en la mayoría de los casos. Esto se debe a que los métodos de determinación de distancias que se utilizan normalmente, son aplicables a una fracción muy pequeña de las planetarias conocidas. En esta tesis, hemos analizado los métodos empleados para determinar distancias a NPs y determinado sus ventajas y desventajas; esto nos permitirá en el futuro realizar una comparación más objetiva de las distancias obtenidas con cada uno de estos métodos.
- El método elegido en esta tesis fué el de extinción-distancia, el cuál nos permite la determinación de distancias a un número considerable de NPs con una precisión del orden del 30%. Esto representa un gran avance si tomamos en cuenta las variaciones en las distancias que encontramos en la literatura y que llegan a ser de factores de 3 o más.
- La correcta utilización del método elegido, nos exige el conocimiento preciso del tipo espectral de una muestra considerable de estrellas situadas en la dirección de cada planetaria, o muy cerca de su línea de visión. Uno de los resultados principales de la tesis, en cuanto a sus posibilidades de aplicación, ha sido el diseño e implementación del sistema de redes neuronales que nos permite realizar la clasificación espectral automática de espectros estelares cuyo cociente de señal a ruido llega a ser tan bajo como 20, mucho menor que el utilizado tradicionalmente para realizar la clasificación ( $S:N_{\lambda} \geq 100$ ).
- Por otra parte, la definición y calibración de los índices espectrales que se realizó en la tesis, en base a líneas espectrales de la región visible (entre 3900 y 6800 Å), es una contribución importante pues posibilitará la obtención de una clasificación espectral cuantitativa.

Posible impacto de estos resultados.

- El conocimiento preciso de las distancias a nebulosas planetarias nos permitirá en primer lugar determinar con precisión los parámetros físicos que de ella dependen, como son la luminosidad de la estrella central, la masa y radio de la nebulosa; determinar con ello la contribución neta al enriquecimiento del medio interestelar y, por otra parte, comprobar las predicciones de los modelos de evolución estelar. Adicionalmente, al aumentar el número de NPs con distancia bien determinada, el conocimiento de su distribución en nuestra galaxia se verá favorecido, pues será posible mejorar la calibración de los métodos estadísticos, que nos permiten determinar distancias a un gran número de NPs.
- El estudio de la extinción interestelar en la dirección de cada una de las planetarias, permitirá conocer mejor el comportamiento de este parámetro y compararlo con determinaciones previas más generales, pero menos precisas.
- La clasificación espectral estelar, como se realiza tradicionalmente, no es posible utilizarla para clasificar la gran cantidad de datos que se generan actualmente y que generarán los estudios de inspección o sondeo (surveys) futuros. Por ello en la última década se ha trabajado en métodos de clasificación espectral automáticos, entre ellos, los que utilizan redes neuronales, han demostrado su efectividad al clasificar espectros con precisión semejante a la de un experto. Sin embargo, los espectros a los que se han aplicado son, generalmente,

espectros de alta calidad, con un cociente S:N del orden de 100 o superior. Los espectros que se obtienen en estudios de inspección no tienen este nivel de señal, como fué también nuestro caso. Por ello el poder realizar la clasificación espectral automática de nuestros espectros (con S:N < 40 en el 75% de los casos) representó un avance en este aspecto.

- Una desventaja de la clasificación espectral tradicional, ha sido su carácter cualitativo. La calibración de los índices que se definieron en la tesis nos abre la posibilidad de determinar las relaciones cuantitativas entre los valores de estos índices y el tipo espectral. Actualmente estamos trabajando en este aspecto y preparando la publicación correspondiente.

#### Líneas de actuación futuras.

- Al obtener las distancias a las planetarias del programa, estaremos en posibilidad de obtener sus parámetros físicos, y con ello analizar cada una de ellas en detalle, conjuntando los datos de la literatura (abundancias, TE de la estrella central y determinaciones cinemáticas).
- Proyecto para continuar trabajando con la aplicación de redes neuronales en astrofísica, no solo para clasificación espectral, sino también para clasificación de galaxias o identificación de objetos peculiares. Una clasificación de galaxias basada en sus características espectrales estará más relacionada con la física y química de estos objetos, por lo que será conveniente analizar una clasificación de este tipo, basada en redes neuronales no supervisadas.
- Al reducir y analizar los espectros estelares obtenidos para la tesis (con un espectrógrafo multirendija), nos dimos cuenta que en algunos de los campos observados aparecían líneas nebulares en los espectros situados fuera del area correspondiente a la NP. Al estudiar el caso más notorio (NGC7027) encontramos que el cociente de líneas 5007/4861 variaba con la distancia a la planetaria (Navarro et al. 2002). La imagen obtenida posteriormente con la cámara de campo amplio (WFC) no logró confirmar la presencia de un halo gigante alrededor de la planetaria debido a la complejidad de la región (Navarro et al. 2003), sin embargo las observaciones espectrales de mayor resolución que tenemos planeadas nos permitirán demostrar (o descartar) la existencia de este halo.

#### Publicaciones derivadas de la tesis:

#### Contribuciones en congresos:

- Detection of a giant halo around NGC7027  
Autores: Navarro, S. G., Mampaso, A.; Corradi, R.  
Congreso: Ionized gaseous nebulae, Noviembre-2000.  
Publicación: 2002, Revista Mexicana de Astronomía y Astrofísica, Serie de Conferencias, Vol.12, p. 171.
- Deep WFC image of the field around NGC7027  
Autores: Navarro, S.G., Corradi, R., Mampaso, A.  
Congreso: 8th. Tex-Mex Conference, Noviembre 2002.  
Publicación: 2003, Rev. Mex. Astron. y Astrof. Serie de Conferencias, Vol. 18, p. 75.

#### Publicaciones en preparación para ser enviadas a revistas arbitradas

- Distance to the planetary nebulae NGC 6537, NGC 6781 and NGC7027  
Autores: Navarro S.G., Mampaso, A., Corradi, R.L.M., Serra-Ricart, M.

- Automatic spectral classification of stellar spectra with low signal to noise ratio.  
Autor: Navarro, S.G.
- Quantitative spectral classification in the optical region.  
Autor: Navarro, S.G.
- La publicación de la distancia a las 30 NPs restantes se realizará en varios artículos (5 o 6 más) pues deseamos analizar con detalle cada una de ellas.