

Resumen

a) Resultados más importantes obtenidos en la tesis

- Hemos confirmado nueve candidatos a enana marrón de tipo espectral L como miembros del cúmulo abierto de las Pléyades (~ 120 Ma, ~ 125 pc), basándonos en medidas de fotometría, movimiento propio y espectroscopía. Esos objetos jóvenes tienen masas teóricas estimadas en el rango $0.035\text{--}0.025 M_{\text{sol}}$ y nos permiten determinar:

- (i) un espectro de masa $dN/dM \propto M^{-\alpha}$ con un índice espectral α de 0.5 ± 0.2 en el rango de masa $0.5\text{--}0.026 M_{\text{sol}}$, similar a los de cúmulos abiertos aproximadamente treinta veces más jóvenes, implicando por extrapolación la existencia de objetos de masa planetaria y de tipo espectral T flotando libremente en las Pléyades,

- (ii) la secuencia espectrofotométrica de tipos tempranos e intermedios L de las Pléyades que implica que estas enanas y las del campo tendrían distribuciones espectrales de energía y luminosidades similares, y posiblemente radios similares. También parecen ser más débiles o más calientes que lo predicho por modelos teóricos de evolución subestelar, sugiriendo que las enanas marrones de tipo L del cúmulo podrían haberse contraído más rápido que lo predicho.

- Hemos encontrado tres nuevos candidatos a masa planetaria en el cúmulo abierto de σ Orionis (~ 3 Ma, ~ 400 pc). Uno de ellos, S Ori 73, es probablemente un objeto de tipo T, como el ya conocido S Ori 70. De confirmarse como miembros del cúmulo, los tres nuevos objetos tendrían masas teóricas estimadas de $4+3-2 M_{\text{Jup}}$, implicando que serían algunos de los objetos menos masivos detectados por imagen directa fuera del Sistema Solar. No obstante, debido a una contaminación probable por enanas del campo y galaxias, el espectro de masa subestelar presenta un posible giro en su pendiente o incluso una caída drástica en el rango de masa $6\text{--}4 M_{\text{Jup}}$, sugiriendo en el último caso que se podría haber alcanzado el límite de opacidad de fragmentación de nubes moleculares.

b) Posible impacto de estos resultados en su campo de especialidad

Los modelos de formación y evolución de estrellas de baja masa y objetos subestelares (incluyendo planetas) siguen siendo poco contrastados con datos observacionales de objetos de masa, metalicidad y especialmente edad bien conocida, debido al número todavía limitado de esos objetos. En ese contexto, la aportación de nueve enanas marrones de baja masa de las Pléyades y de tres candidatos a “planetas libres” de $2\text{--}7 M_{\text{Jup}}$ de sigma Orionis es muy relevante. Además, según los modelos teóricos, a la edad de las Pléyades las propiedades físicas fundamentales ya no dependerían de las condiciones iniciales de formación, lo que confiere a esas propiedades un carácter más universal. La caracterización por movimiento propio y espectrofotometría de las enanas marrones L de las Pléyades es una aportación nueva por lo que puede servir de referencia no solo para los modelos teóricos, sino para otras búsquedas de objetos de baja masa en cúmulos abiertos y en el campo. También la determinación del espectro de masa en sigma Orionis, completo hasta $\sim 4 M_{\text{Jup}}$, es una aportación nueva. Entender el espectro de masa inicial es uno de los objetivos clave de la investigación de la formación (sub)estelar; por eso la evidencia de un posible giro/caída en el espectro de masa planetaria tiene alta relevancia para los modelos teóricos, las simulaciones numéricas, y las búsquedas (y caracterizaciones) de súper-Júpiteres en regiones de formación estelar o en el campo. Finalmente, mis tres publicaciones que incluyen estos resultados y fundamentan la tesis reciben actualmente un total de 46 citaciones.

c) Futuras líneas de actuación

Los objetos de masa planetaria de las Pléyades tendrán probablemente tipos espectrales L tardío y T, y magnitudes $J \sim 20$ mag o más débiles, bien al alcance de instrumentaciones de búsquedas fotométricas modernas (p.e., el Visible and Infrared Survey Telescope for Astronomy - VISTA -). Estamos buscando tal objetos por fotometría y movimiento propio utilizando datos en las bandas J y H obtenidos en 1998 y 2007 con el 3.5 m Telescope CAHA/Omega-Prime y Omega-2000, respectivamente, con magnitudes límites de 21.5 mag y cubriendo 1 grad^2 . Después procederemos a la caracterización de sus atmósferas por fotometría y espectroscopía. En el caso de σ Orionis, una búsqueda de 1 grad^2 (\sim área del cúmulo) y completa hasta $I = 27$ mag y $J = 23$ mag (utilizando telescopios de clase 10 y 4 metros, respectivamente) nos podría permitir de detectar otros candidatos de tipo T y más masivos que una masa de Júpiter, a fin de confirmar el espectro de masa planetaria.

d) Publicaciones derivadas de la tesis (en preparación, enviadas o publicadas)

“Pleiades proper motion low-mass brown dwarfs : the cluster L dwarf sequence”, Bihain, G., Rebolo, R., Béjar, V. J. S., Caballero, J. A., Bailer-Jones, C. A. L., Mundt, R., Acosta-Pulido, J. A., Manchado Torres, A., 2006, A&A, 458, 805

“Candidate free-floating super-Jupiters in the young σ Orionis open cluster”, Bihain, G., Rebolo, R., Zapatero Osorio, M. R., Béjar, V. J. S., Villó-Pérez, I., Díaz-Sánchez, A., Pérez-Garrido, A., Caballero, J. A., Bailer-Jones, C. A. L., Barrado y Navascués, D., Eislöffel, J., Forveille, T., Goldman, B., Henning, T., Martín, E. L., Mundt, R., 2009, A&A, 506, 1169

“Near-infrared low-resolution spectroscopy of Pleiades L-type brown dwarfs”, Bihain, G., Rebolo, R., Zapatero Osorio, M. R., Béjar, V. J. S., Caballero, J. A., 2010, A&A, 519A, 93

- otras publicaciones (derivadas en menor parte de datos que he reducido, analizado y interpretado para la tesis y sus publicaciones fundamentales citadas arriba):

“The substellar mass function in σ Orionis. II. Optical, near-infrared and IRAC/Spitzer photometry of young cluster brown dwarfs and planetary-mass objects”, Caballero, J. A., Béjar, V. J. S., Rebolo, R., Eislöffel, J., Zapatero Osorio, M. R., Mundt, R., Barrado Y Navascués, D., Bihain, G., Bailer-Jones, C. A. L., Forveille, T., Martín, E. L., 2007, A&A, 470, 903

“New constraints on the membership of the T dwarf S Ori 70 in the σ Orionis cluster”, Zapatero Osorio, M. R., Béjar, V. J. S., Bihain, G., Martín, E. L., Rebolo, R., Villó-Pérez, I., Díaz-Sánchez, A., Pérez Garrido, A., Caballero, J. A., Henning, T., Mundt, R., Barrado Y Navascués, D., Bailer-Jones, C. A. L., 2008, A&A, 477, 895

“Infrared and Kinematic Properties of the Substellar Object G 196-3 B”, Zapatero Osorio, M. R., Rebolo, R., Bihain, G., Béjar, V. J. S., Caballero, J. A., Álvarez, C., 2010, ApJ, 715, 1408

“Search and characterization of T-type planetary mass candidates in the sigma Orionis cluster”, Peña Ramírez, K., Zapatero Osorio, M. R., Béjar, V. J. S., Rebolo, R., Bihain, G., 2011, A&A, 532A, 42