

“Accretion and circumstellar properties of Herbig Ae/Be stars”

Resumen para optar al Premio SEA a la mejor tesis doctoral en Astronomía y Astrofísica 2012

Este tesis se enmarca en el contexto de las estrellas jóvenes pre-secuencia principal (PMS), rodeadas de discos de gas y polvo en los que la formación de planetas tiene lugar. El estudio se centró en las contrapartidas de masa intermedia de las estrellas T Tauri clásicas (TT, masas estelares entre 0.1 y 2 masas solares), las estrellas Herbig Ae/Be (HAeBe, masas estelares entre 2 y 10 masas solares). Pese a que la formación planetaria podría ser mas eficiente alrededor de este último tipo de objetos, la información disponible sobre sus propiedades es mucho mas limitada que sobre las de las TTs. El objetivo principal de esta tesis fue contribuir al conocimiento sobre el comportamiento del gas atómico circunestelar, las propiedades de acreción, y la evolución y mecanismos físicos que dirigen la interacción estrella-disco en las estrellas HAeBe. El estudio se basó fundamentalmente en espectros ópticos multi-época y fotometría simultánea en el óptico-infrarrojo cercano de una muestra representativa de 38 estrellas, así como en sus parámetros estelares y distribuciones espectrales de energía. Los principales resultados se publicaron en tres artículos arbitrados (ver también Mendigutía et al. 2010a, 2010b) y se resumen a continuación:

- En Mendigutía et al. (2011a) se presenta la base de datos espectroscópica en el óptico de estrellas HAeBe más completa hasta la fecha. Además de la relevancia de estos datos, dada su aplicabilidad en futuros estudios, se presentó un análisis pionero sobre las propiedades de variabilidad del gas circunestelar alrededor de estrellas jóvenes.
- En Mendigutía et al. (2011b) se calculan las primeras tasas de acreción consistentes para una muestra amplia de estrellas HAeBe, mostrando que para la mayoría de estas estrellas el modelo aceptado en las TTs, la “acreción magnetosférica”, es también aplicable. Se proporcionan evidencias que indican que algunas líneas espectroscópicas usadas para estimar tasas de acreción en TTs son también válidas en el régimen HAeBe. La importancia fundamental de este último resultado es que ahora pueden obtenerse tasas de acreción sobre muestras amplias de estrellas PMS cubriendo todo el rango de masas estelares, lo que anteriormente estaba limitado sólo a las estrellas TTs. Este artículo es la referencia fundamental para futuros “surveys” espectroscópicos con el objetivo de determinar tasas de acreción en estrellas PMS de masa intermedia.
- En Mendigutía et al. (2012) se comparan las tasas de acreción con diversos parámetros estelares y del disco. Se obtienen correlaciones que son esencialmente las mismas que las publicadas anteriormente para estrellas TT, indicando que el modelo de disipación viscosa es aplicable también en las HAeBe. Sin embargo, se encuentran dos diferencias fundamentales: primero, las HAeBe disipan sus discos a un ritmo más rápido que las TTs, lo que podría tener consecuencias en la forma en que los planetas pueden formarse alrededor uno u otro tipo de estrellas. Segundo, se encuentran evidencias que sugieren que el mecanismo físico que dirige la evolución de los discos, entre los que se encuentra la formación planetaria, podría diferir dependiendo del rango de masas estelares considerado.

Esta tesis supone un avance sustancial en nuestro conocimiento de las propiedades de las estrellas HAeBe, presentando una visión global de las estrellas PMS al proporcionar analogías y diferencias fundamentales entre las estrellas jóvenes de baja masa y las de masa intermedia. Los resultados tuvieron la suficiente repercusión como para ser presentados en una charla plenaria en el último congreso internacional “Cool Stars” (uno de los mas importantes en el campo, celebrado cada 2 años), dando lugar a un artículo de revisión recientemente publicado en una revista arbitrada (Mendigutía, 2013). Aplicaciones directas de los resultados obtenidos en la tesis han sido ya presentados en distintos artículos por diferentes grupos de investigación (e.g. Ellerbroek et al. 2013, Bans & Königl, 2012, Meeus et al. 2012...etc). Este tipo de aplicaciones, específicamente el cálculo de tasas de acreción en todo el rango de objetos PMS, justifican mi colaboración en grupos de investigación internacionales (Herschel-GASPs, GAIA-ESO survey, ver CV). Además, los resultados de esta tesis han servido como soporte para obtener tiempo de observación en el nuevo espectrógrafo X-Shooter (VLT), a partir de proyectos internacionales en los que figuro como investigador principal (ver CV). Los datos proporcionados a partir de estas campañas son la base de mi actual investigación post-doctoral en la Universidad de Clemson (SC, USA). En última instancia, los resultados presentados en esta tesis sientan la base para futuros estudios que incluyan muestras completas, donde el objetivo fundamental sea determinar el papel de la formación planetaria como mecanismo de disipación de discos. Pese a que las estadísticas observacionales respecto a la formación planetaria alrededor de estrellas de baja masa es amplia, la disponible para estrellas de masa intermedia es prácticamente nula. Estudios como el presentado en Mendigutía et al. (2012) y Mendigutía (2013) muestran una metodología que es aplicable a todo el rango de masas estelares, lo que pronto permitirá poder responder observacionalmente la pregunta “¿alrededor de qué tipo de estrellas es mas probable la formación planetaria?”. Responder esta cuestión es el objetivo subyacente en diversas propuestas en las que figuro como futuro investigador post-doctoral (por ejemplo, NASA-origins “Measuring and Characterizing Stellar Accretion of Herbig Ae/Be Stars”; PI S. Brittain).

“Accretion and circumstellar properties of Herbig Ae/Be stars”

Resumen para optar al Premio SEA a la mejor tesis doctoral en Astronomía y Astrofísica 2012

Referencias:

- “A Disk-wind Model for the Near-infrared Excess Emission in Protostars” 2012, *ApJ*, 758, 100. Bans, A. & Königl, A.
- “The outflow history of two Herbig-Haro jets in RCW 36: HH 1042 and HH 1043” 2013, *A&A*, 551, A5. Ellerbroek, L. E.; Podio, L.; Kaper, L.; Sana, H.; Huppenkothen, D.; de Koter, A.; Monaco, L.
- “Observations of Herbig Ae/Be stars with Herschel/PACS. The atomic and molecular contents of their protoplanetary discs” 2012, *Astronomy & Astrophysics*, 544, A78. Meeus, G.; Montesinos, B.; Mendigutía, I.; Kamp, I.; Thi, W. F.; Eiroa, C.; Grady, C. A.; Mathews, G.; Sandell, G.; Martin-Zaïdi, C.; Brittain, S.; Dent, W. R. F.; Howard, C.; Ménard, F.; Pinte, C.; Roberge, A.; Vandenbussche, B.; Williams, J. P.
- “Comparison between accretion-related properties of Herbig Ae/Be and T Tauri stars”, 2013, *Astronomische Nachrichten*, 334, 129. Mendigutía, I.
- “Accretion-related properties of Herbig Ae/Be stars. Comparison with T Tauris” 2012, *Astronomy & Astrophysics*, 543, A59. Mendigutía, I.; Mora, A.; Montesinos, B.; Eiroa, C.; Meeus, G.; Merín, B.; Oudmaijer, R. D.
- “Accretion rates and accretion tracers of Herbig Ae/Be stars” 2011b, *Astronomy & Astrophysics*, 535, A99. Mendigutía, I.; Calvet, N.; Montesinos, B.; Mora, A.; Muzerolle, J.; Eiroa, C.; Oudmaijer, R. D.; Merín, B.
- “Optical spectroscopic variability of Herbig Ae/Be stars” 2011a, *Astronomy & Astrophysics*, 529, A34. Mendigutía, I.; Eiroa, C.; Montesinos, B.; Mora, A.; Oudmaijer, R. D.; Merín, B.; Meeus, G.
- “Magnetospheric accretion modeling of H α and Na I D lines in Herbig Ae stars” *Highlights of Spanish Astrophysics VI, Proceedings of the IX Scientific Meeting of the Spanish Astronomical Society (SEA), Madrid, September 13 - 17, 2010b*, p. 540-540. Mendigutía, I.; Muzerolle, J.; Montesinos, B.; Eiroa, C.; Mora, A.
- “Optical Spectroscopic Monitoring of Pre-Main Sequence Stars: The UXOr Sub-Sample” *Highlights of Spanish Astrophysics V, Astrophysics and Space Science Proceedings*. ISBN 978-3-642-11249-2. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2010a, p. 425. Mendigutía, I.; Montesinos, B.; Eiroa, C.; Mora, A.