

PROPIEDADES SUPERFICIALES DE LOS PLANETAS ENANOS DEL CINTURÓN TRANSNEPTUNIANO

Noemí Pinilla-Alonso

3 Abril 2009, Sobresaliente *Cum Laude*

Los objetos transneptunianos (TNOs) en general y los “planetas enanos” en particular, es un campo de enorme interés para comprender el origen y evolución del Sistema Solar. Dado que en líneas generales, estos cuerpos son de pequeño tamaño y han permanecido la mayor parte de su vida a grandes distancias del Sol y por tanto a muy bajas temperaturas, los materiales que los componen son los más prístinos del Sistema Solar. Poseen por tanto información única sobre las características y condiciones en que se encontraban los materiales que formaban la nebulosa presolar en la región en que se originaron (para más detalles ver capítulos 1,2 de la tesis).

Los artículos que integran esta tesis [6,7,8,13,16,18] suponen el primer estudio en detalle de las superficies de los planetas enanos del cinturón transneptuniano (TNb), descubiertos en 2005: **(136199) 2003 UB₃₁₃ (Eris)**, **(163472) 2005 FY₉ (Makemake)** y **(136108) 2003 EL₆₁ (Haumea)**. Como tal, no sólo nos proporciona las primeras conclusiones sobre la composición de esta peculiar grupo sino que además sienta las bases de los trabajos a desarrollar en el futuro, tanto para profundizar en su conocimiento, como para caracterizar los planetas enanos por descubrir .

Las principales aportaciones de esta tesis al conocimiento de las superficies de los planetas enanos helados [tesis.cap 9] se resumen en los siguientes puntos:

- Los planetas enanos helados forman un grupo diferenciado dentro del cinturón transneptuniano, no solo por su gran tamaño sino también por su composición superficial.
- Todos los planetas enanos del TNb muestran gran cantidad de hielo sobre su superficie aunque la composición de cada uno de ellos es diferente en algún sentido, lo que nos lleva a pensar que ninguno de estos objetos puede ser entendido completamente sin tener en cuenta su formación y evolución dinámica.
- Dos de ellos (Makemake [8] y Eris[6,8]), muestran mucha semejanza con el otro planeta enano helado conocido, Plutón. Como él, estos cuerpos son fuertes candidatos a poseer atmósfera gaseosa al menos en los puntos de sus órbitas más cercanos al Sol y a que los volátiles presentes en su superficie experimenten procesos estacionales de sublimación y condensación.
- El cuarto planeta enano helado sin embargo, Haumea [13], no tiene comparación, en cuanto a su composición, dentro de la población de TNOs, a excepción de un grupo de objetos en el TNb ligados dinámicamente a él [16,18]. Los espectros de estos objetos muestran una superficie cubierta de hielo de agua casi puro.

- Este grupo relacionado con Haumea, que ha sido propuesto por otros trabajos como la primera familia colisional del cinturón, es objeto de un detallado estudio en esta tesis [7,16,18], el primero que cuantifica sus principales características superficiales. Hasta el momento, ningún otro objeto transneptuniano con una composición similar ha sido identificado en una zona diferente de dicho cinturón.

Entre las publicaciones derivadas de esta tesis, se encuentran las 5 incluidas en el compendio y el artículo incluido en el apéndice. Todos ellos han sido publicados en revistas con árbitro (ver las referencias) entre el año 2005 y 2009. Acumulan en este período 83 citas (73 de ellas en publicaciones con árbitro). Un artículo más derivado de esta tesis ha sido publicado en el año 2009 [4], este trabajo abre futuras líneas de investigación en este campo. A parte de esto, son numerosas las contribuciones realizadas en congresos y los artículos en publicaciones sin árbitros (ver CV) entre las cuales destaco:

- 6 Contribuciones orales realizadas por Noemí Pinilla-Alonso [14,19,20,21,22,23].
- 3 Contribuciones orales realizadas por colaboradores [1,9,10].
- 2 Póster presentados por Noemí Pinilla-Alonso [17,24].

La buena aceptación de estos trabajos a nivel internacional se pone de manifiesto más aún si consideramos que durante el año 2009 he sido invitada a realizar un charla en la sesión “Comprehensive Understanding of Small Solar System Bodies” de la conferencia anual de la Asia-Oceania Geophysics Society (AOGS) [15]. También he sido invitada a participar en la discusión y escritura de dos “White Papers” [3,5] para la División de Ciencias Planetarias de la Academia de las Ciencias de EEUU. En estos se establecen las prioridades para la investigación de Centauros, TNOs y Planetas Enanos durante los próximos 10 años (2013-2022).

Respecto a los trabajos futuros [tesis.cap 9] estos van encaminados a profundizar en el conocimiento de la composición superficial de estos cuerpos. En el caso de Eris y Makemake lo más inmediato son observaciones en el visible e infrarrojo cercano para determinar si existen variaciones rotacionales, debidas a inhomogeneidades en la superficie o variaciones seculares debido a efectos estacionales, como los que se han estudiado en Plutón.

En cuanto a Haumea y la población de objetos relacionados, estamos centrados en obtener espectros de alta señal que nos permitan trabajar con modelos de formación de mantos de radiación y efectos colisionales para determinar la distribución de tamaños en el TNb de un modo similar al seguido en Gil-Hutton et al. 2009 [4].

Otra línea de investigación para trabajos futuros es el estudio de la distribución y naturaleza del hielo de agua en el Sistema Solar. Se prestará especial atención a los cuerpos del Sistema Solar para los cuales se puedan obtener espectros de alta señal y resolución suficiente para diferenciar entre agua amorfa y cristalina, i.e. sistema de Saturno [11,12]. La detección de hielo de agua en la superficie del asteroide 24 Themis [2] es así mismo un hito importante en esta dirección.

REFERENCIAS

1. Brunetto, R; Pinilla-Alonso, N; Gil-Hutton, R; Licandro, J; Roush, T.L. & Strazzulla, G “Carbon-rich vs. carbon-depleted icy surfaces in the trans-neptunian region: the role of impacts and ion irradiation on Haumea and other TNOs”. abstract.IX Congresso Nazionale di Planetologia, Amalfi, Italia. (2009, Contribución Oral)
2. Campins, H; Hargrove, K; Pinilla-Alonso, N; Howell, E; Kelley, M.S., Monte-Diniz, T., Fernandez, Y & Ziffer, J. “The Puzzling Icy Nature of Asteroid 24 Themis”. **Nature** (Aceptado con pequeñas correcciones). (2010)
3. Fernandez, Y. y 36 coautores más (incluye a N. Pinilla-Alonso). (2009). “Goals and Priorities for the Study of Centaurs and Trans-Neptunian Objects in the Next Decade”. Small Bodies Community White Paper for the Planetary Science Decadal Survey of the Science Academy in the USA.
4. Gil-Hutton, R.; Licandro, J.; Pinilla-Alonso, N.; Brunetto, R. “The trans-Neptunian object size distribution at small sizes”. *A&A*, 500, pp.909-916. (2009).
5. Grundy, W and McKinnon, W y 31 coautores más (incluye a N. Pinilla-Alonso). (2009). “Exploration Strategy for the Ice Dwarf Planets 2013-2022”. Small Bodies Community White Paper for the Planetary Science Decadal Survey of the Science Academy in the USA.
6. Licandro, J; Grundy, W.M; Pinilla-Alonso, N and Leisy,P. “Visible spectroscopy of 2003 UB₃₁₃: evidence for N₂ ice on the surface of the largest TNO?”. *A&A* 458,1, pp.L5-L8. (2006, tesis.cap 4).
7. Licandro, J; diFabrizio, L; Pinilla-Alonso, N et al. “Trans-neptunian object (55636) 2002 TX₃₀₀, a fresh icy surface in the outer solar system”. *A&A*, 457, 1, pp.329-333. (2006, tesis.cap 5).
8. Licandro, J; Pinilla-Alonso, N; Pedani, M et al. “The methane ice rich surface of large TNO 2005 FY₉: a Pluto-twin in the trans-Neptunian belt? ”. *A&A*, 445, 3, pp.L35-L38. (2006, tesis cap4 y apéndice).
9. Licandro, J; Pinilla-Alonso, N; Pedani, M; Oliva, E; Leisy, P; Tozzi G.P. & W. Grundy. “The surface of Pluto-twin TNOs 2005 FY₅ and 2003 UB₃₁₃”.TNOs: Physical and Dynamical Properties, Catania, Italia. (2006, Contribución Oral)
10. Licandro, J; Pinilla Alonso, N; de León, J; Serra-Ricart, M, Gil-Hutton, R & Grundy, W. “Plutons and Charons in the trans-Neptunian belt”, SEA, Barcelona. (2006, Contribución Oral)
11. Pinilla-Alonso, N. “CO₂ and Water Ice distribution on the surface of Iapetus: a practical case for clustering techniques”. (P &SS En preparación)
12. Pinilla-Alonso, N; Roush, T.L.; Marzo, G; Dalle Ore, C.M. & Cruikshank, D.P. “Statistical Clustering and Compositional Modeling of Iapetus VIMS Spectral Data”. abstract. AGU Fall Meeting, (2009, Póster)

13. Pinilla-Alonso, N; Brunetto, R; Licandro, J.; Gil-Hutton, R. "The surface of (136108) Haumea (2003 EL₆₁), the largest carbon-depleted object in the trans-Neptunian belt". *A&A*, 496 pp.547-556. (2009, tesis.cap 7)
14. Pinilla-Alonso, N; Licandro, J; Gil-Hutton, R & Brunetto, R. "Haumea's buddies: The concern of water-ice surfaces in the TNb". abstract IAU Symp. 263. (2009, Contribución Oral)
15. Pinilla-Alonso, N. "The biggest among the smallest icy bodies" (INVITED TALK), abstract AOGS, Singapore. (2009)
16. Pinilla-Alonso, N; Licandro, J & Lorenzi, V. "Visible Spectroscopy of objects in the neighborhood of 2003 EL₆₁'s family". *A&A*, 489, pp.455-458. (2008, tesis.cap 8).
17. Pinilla-Alonso, N; Licandro, J; Brunetto, R & Gil-Hutton, R. "Water Ice Rich and Carbon Depleted TNOs and the Origin of the Carbon Depleted Comets?". *Astrobiology*. 8(2): 339-343. (2008, Póster)
18. Pinilla-Alonso, N; Licandro, J.; Gil-Hutton, R. et al. "The water ice rich surface of (145453) 2005 RR₄₃: a case for a population of trans-neptunian objects?". *A&A Letter*, 468, 1, pp.L25-L28. (2007, tesis.cap 6).
19. Pinilla-Alonso, N; Brunetto, R; Licandro, J; Gil-Hutton, R & Campins, H. "The Homogeneous Surface Of 2003 EL₆₁, A Snowball In The TNb". AAS, 39 DPS meeting, 40.05, Bulletin of the American Astronomical Society, v39, p510. (2007, Contribución Oral)
20. Pinilla-Alonso, N; Licandro, J; Gil-Hutton, R & Brunetto, R. "Is there a carbon-depleted population in the trans-neptunian belt?". EPSC Abstracts, Vol. 2. (2007, Contribución Oral)
21. Pinilla-Alonso, N; Licandro, J & Gil-Hutton, R. "The Surface Of Pluto-twin And Charon-like Objects". AAS, 38 DPS meeting, 40.03, Bulletin of the American Astronomical Society, v38, p 556. (2006, Contribución Oral)
22. Pinilla-Alonso, N., Licandro, J., Brunetto, R. & Strazzulla, G. "Charon Like Objects". TNOs: Physical and Dynamical Properties, Catania, Italia. (2006, Contribución Oral)
23. Pinilla-Alonso, N.; Licandro, J & Campins, H. "Mineralogical analysis of two different kind of icy surfaces in the trans-neptunian belt, TNOs (50000) Quaoar and 2002 TX₃₀₀". AAS, DPS meeting 36, 11.07; Bulletin of the American Astronomical Society, Vol. 36, p.1088. (2004, Contribución Oral)
24. Pinilla, N & Licandro, J. "Mineralogical analysis of the icy surface of TNOs (50000) Quaoar and 2002 TX₃₀₀". 2004cosp.meet.3330P (2004, Póster)