

Curso de Postgrado

Título: Aspectos teóricos y observacionales de las Ciencias Planetarias

Objetivo y fundamentación: En este curso se pretende abordar el estudio de los objetos del Sistema Solar desde un punto de vista tanto teórico como observacional con el objetivo proporcionar herramientas básicas para el alumno que comienza a trabajar en el amplio territorio de las Ciencias Planetarias. El presente curso está diseñado en dos etapas. Durante el primer día se dictarán clases regulares a cargo de los profesores especialistas en cada tema, cuyo programa se detalla debajo. Los cuatro días siguientes los alumnos deberán asistir al “V Taller de Ciencias Planetarias” que se realizará en este Observatorio. Finalmente para aprobar el Curso los alumnos deberá realizar una monografía sobre uno de los tópicos desarrollados en el Taller de Ciencias Planetarias. En la misma deberá resaltar lo que se expuso en el mismo y también realizar una discusión sobre los temas más relevante expuestos. El objetivo de este trabajo final es evaluar, no solo los conocimientos sobre el tema, sino también la capacidad de comprender, asimilar y poder retransmitir lo que se presenta en una reunión científica de nivel internacional. También esto permitirá una participación de los alumnos de posgrado más comprometida y una mejor interacción con los investigadores asistentes.

Programa analítico:

1. Técnicas observacionales aplicables a objetos del Sistema Solar

- Fotometría: Estimación de la relación señal - ruido para objetos en movimiento. Estimación de la magnitud límite. Fotometría con pixeles grandes.
- Polarimetría: Polarización lineal, circular y elíptica. Aplicación astronómica. Estimación del error de polarización instrumental y su calibración.
- Procesamiento de imágenes: Detección de objetos en movimiento. Filtros espaciales y morfológicos. Aplicaciones astronómicas.

2. Cometas: Aspectos físicos y dinámicos y su relevancia para la astrobiología

Los cometas son los cuerpos más primitivos del sistema solar que se conocen. Su origen se remonta a la formación del propio sistema solar, en el disco protoplanetario de polvo y gas que rodeaba al naciente Sol. En dicho disco se formaron, por condensación y posterior aglomeración de granos, pequeños cuerpos sólidos -denominados planetesimales- que por posterior acreción formaron los planetas. Los planetesimales formados en la región planetaria exterior, más allá de la “línea de nieve”, resultaron ricos en hielo de agua y compuestos de carbono. Estos cuerpos fueron en su gran mayoría dispersados fuera del sistema solar, siendo eyectados en órbitas hiperbólicas, o bien depositados en regiones distantes, donde fueron sujetos a perturbadores externos (estrellas cercanas, el potencial galáctico) los cuales removieron sus perihelios de la región planetaria. Estos objetos han permanecido en esta condición hasta el presente en una estructura que se denomina la nube de Oort (ver, p.ej. Fernández 2005). Otros objetos ricos en hielo permanecieron en nichos dinámicos estables de la región planetaria (región transneptuniana, Troyanos, el borde exterior del cinturón de asteroides), o como satélites de los planetas gigantes.

Los cometas parecen ser objetos poco consolidados, tipo “pila de escombros” (p.ej. Weissman 1986), muy porosos, cuyas densidades medias no superan 0.5 g cm^{-3} (Sosa & Fernández 2009). El hielo en el interior de objetos masivos se pudo haber derretido dando origen a océanos subterráneos (Wallis 1980, Podolak & Prialnik 1997), que en algunos casos se pueden haber preservado hasta el presente. Ya que la vida está asociada a la presencia de agua líquida y compuestos ricos en carbono, los cometas y otros objetos ricos en hielo como los satélites de los planetas gigantes y los objetos transneptunianos, aparecen como objetos interesantes para la búsqueda de vida, o al menos ambientes prebióticos más allá de la Tierra. Incluso los cometas pudieron haber aportado a través de impactos los ingredientes necesarios a la Tierra primitiva para la emergencia de la vida (Chyba et al. 1990). Todos estos temas serán analizados en esta unidad.

3. Métodos numéricos para el cálculo de formación y evolución planetaria

Se presenta una discusión sobre los métodos numéricos necesarios para el cálculo de la formación y posterior evolución de los planetas gigantes. A tales

efectos se detallarán las ecuaciones de estructura y evolución que es necesario resolver haciendo breve referencia a la física constitutiva normalmente considerada y las limitaciones con que se la conoce.

La discusión estará centrada en los tipos de métodos numéricos necesarios para realizar las simulaciones de cada una de las etapas de la vida de estos objetos. Se presentará una descripción de las principales diferencias entre métodos implícitos y explícitos destacando cuando es adecuado uno u otro para nuestros propósitos. Esta descripción estará referida en especial a la estabilidad de los métodos de integración numérica y las estrategias con que es posible superarlas.

4. Programa general del V Taller de Ciencias Planetarias.

El programa definitivo del Taller se adjuntará en febrero. Los tópicos que se abordarán en el mismo serán:

- Dinámica y física de asteroides y cometas.
- Anillos y satélites.
- Formación y evolución de planetas y sistemas planetarios.
- Objetos transneptunianos.
- Exoplanetas.
- Meteoritos.

Período y horas de clase: Se prevee el dictado del curso del 22 al 26 de febrero de 2010. Carga horaria total: 33 hs.

Plantel docente: Prof. Julio A. Fernández (Facultad de Ciencias, Uruguay), Dr. Ricardo Gil-Hutton (Universidad Nacional de San Juan, Argentina), Dr. Omar Benvenuto (Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas, UNLP) y Romina P. Di Sisto (Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas, UNLP).

Mecanismo de evaluación: Realización de una monografía sobre uno de los tópicos desarrollados en el Taller de Ciencias Planetarias. En la misma deberá resaltar lo que se expuso en el mismo y también realizar una

discusión de lo que le pareció más relevante sobre lo que se expuso en general.

Bibliografía:

A continuación se detalla la bibliografía para los temas abordados el primer día del Curso. La bibliografía necesaria para el Taller es tan amplia como el tema de las Ciencias Planetarias. Se prevee que los alumnos busquen y consulten con los investigadores participantes la bibliografía necesaria para cada tema. Además será necesario que incluyan en sus monografías las cuestiones de las charlas y pósters presentados en el Taller.

- Benvenuto, O.G., Brunini, A. 2005. Methods for computing giant planet formation and evolution. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society* 356, 1383-1395.
- Chyba C.F., Thomas P.J., Brookshaw L., and Sagan C. 1990. Cometary delivery of organic molecules to the early Earth. *Science* 249, 366-373.
- Fortier, A., Benvenuto, O. G., Brunini, A. 2007. Oligarchic planetesimal accretion and giant planet formation. *Astronomy and Astrophysics* 473, 311-322.
- Fortier, A., Benvenuto, O. G., Brunini, A. 2009. Oligarchic planetesimal accretion and giant planet formation II. *Astronomy and Astrophysics* 500, 1249-1252.
- Fernández, J. A., 2005, *Comets. Nature, Dynamics, Origin, and their Cosmogonical Relevance*. *Astrophysics and Space Science Library*, Springer.
- Gonzalez, R. C., and Woods, R. E.: 1992. *Digital Image Processing*, Addison-Wesley Publ. Co., Massachusetts, USA.
- Jacoby, G. H.: 1989. *CCD in Astronomy*, *Astronomical Society of the Pacific Conference Series*, vol. 8, San Francisco, USA.
- Kippenhahn, R., Weigert, A., y Hofmeister, E., 1967 “Methods for Computing Stellar Evolution”, in *Methods Computational Physics* 7, 129
- Lindley, C. A.: 1991. *Practical Image Processing in C*, John Wiley and Sons, Inc., New York, USA.

- Léna, P.: 1986. *Méthodes Physiques de l'observation*, InterEditions-Editions du CNRS, Paris, Francia.
- Manuales y documentación de IRAF.
- Press, W. H., Teukolsky, S. A., Vetterling, W. T., Flannery, B. P. 1992. *Numerical recipes in FORTRAN. The art of scientific computing*. Cambridge: University Press, —c1992, 2nd ed. .
- Podolak M., and Prialnik D. 1997. ²⁶Al and liquid water environments in comets. In *Comets and the Origin and Evolution of Life* (P.J. Thomas, C.F. Chyba, and C.P. McKay, eds.), pp. 259-272, Springer, New York.
- Sosa A., and Fernández J.A. 2009. Cometary masses derived from non-gravitational forces. *Mon. Not. Roy. Astr. Soc.* 393, 192-214.
- Timbergen, J.: 1996. *Astronomical Polarimetry*, Cambridge University Press, Cambridge, USA.
- Wallis M.K. 1980. Radiogenic heating of primordial comet interiors. *Nature* 284, 431-433.
- Weissman P.R. 1986. Are cometary nuclei primordial rubble piles?. *Nature* 320, 242-244.
- Worrall, D., Biemesderfer, C., and Barnes, J.: 1992. Eds., *Astronomical Data Analysis software and systems I*, Astronomical Society of the Pacific Conference Series, vol. 25, San Francisco, USA.