



Universidad  
Internacional  
de Valencia

# Guía didáctica

## **ASIGNATURA: *Sistema Solar***

**Título:** Máster Universitario en Astronomía y Astrofísica

**Materia:** Sistemas Planetarios

**Créditos:** 3 ECTS

**Código:** 03 MAST

**Curso:** 2021-2022

# Índice

1.	Organización general.....	3
1.1.	Datos de la asignatura.....	3
1.2.	Equipo docente .....	3
1.3.	Introducción a la asignatura.....	3
1.4.	Competencias y resultados de aprendizaje .....	4
2.	Contenidos/temario .....	7
3.	Metodología .....	9
4.	Actividades formativas .....	10
5.	Evaluación.....	11
5.1.	Sistema de evaluación.....	11
5.2.	Sistema de calificación .....	12
6.	Bibliografía.....	13
6.1.	Bibliografía de referencia.....	13
6.2.	Bibliografía complementaria.....	13

# 1. Organización general

## 1.1. Datos de la asignatura

<b>MATERIA</b>	Sistemas Planetarios
<b>ASIGNATURA</b>	Sistema Solar 3 ECTS
<b>Carácter</b>	Obligatorio
<b>Cuatrimestre</b>	Primero
<b>Idioma en que se imparte</b>	Castellano
<b>Requisitos previos</b>	No existen
<b>Dedicación al estudio por ECTS</b>	<b>25 horas</b>

## 1.2. Equipo docente

<b>Profesor</b>	<b>Dr. Josep Maria Trigo Rodríguez</b> <i>Doctor en Física, especialidad astrofísica</i> <a href="mailto:trigo@ice.csic.es">trigo@ice.csic.es</a>
-----------------	---

## 1.3. Introducción a la asignatura

Me es grato presentaros esta asignatura en la que aprenderemos sobre nuestro Sistema Solar. Entendemos así al conjunto de cuerpos que acompañan gravitatoriamente al Sol en su viaje por nuestra galaxia. Ese conjunto comprende desde los planetas y satélites que rodean al Sol hasta fragmentos micrométricos de otros cuerpos, conocidos como meteoroides. En esta asignatura describiremos esos objetos y abordaremos el estudio de los principales fenómenos físicos y dinámicos del Sistema Solar. De ese estudio meticuloso esbozaremos una descripción actualizada de su origen y evolución física, dinámica y colisional. Veremos, por poner dos ejemplos, que no todos los planetas se formaron al mismo tiempo, ni tampoco todos los asteroides están formados por los mismos materiales. Cada cuerpo del Sistema Solar, dependiendo de su lugar y tiempo de consolidación, pero también de su masa resultante, estuvo sometido a procesos diferentes en un panorama en que el azar resultó determinante. Descubriremos un Sistema Solar primitivo vibrantemente dinámico, marcado por colisiones estocásticas y grandes impactos que esculpieron las superficies de algunos planetas o fueron de tal magnitud que provocaron la destrucción catastrófica de otros mundos. Afrontaremos esta asignatura con una mentalidad abierta, un planteamiento necesario para entender el entorno que rodea a la Tierra y también el origen y la evolución de la vida en ella, así como los procesos que dan lugar a la formación de sistemas planetarios en torno a otras estrellas.

Para abordar una comprensión completa de nuestro Sistema Solar partiremos de una descripción introductoria de los cuerpos que lo forman indicando sus propiedades físicas y describiendo los procesos acontecidos que conformaron nuestro sistema planetario. De ese escenario plantearemos los procesos esenciales que determinan la formación de sistemas planetarios en el Universo. Estrellas, planetas y cuerpos menores están sometidos a procesos físico-químicos desde su formación y, por tanto, experimentan una evolución natural con el paso del tiempo. Por ello será preciso abordar su comportamiento dinámico, centrándonos en sus movimientos, procesos de transporte y fenómenos colisionales entre ellos.

Una vez afianzado nuestros conocimientos sobre los procesos de formación y evolución, describiremos en detalle los principales cuerpos que actualmente conforman el Sistema Solar. En particular, nos centraremos en planetas y satélites, sus observables y los modelos que describen sus interiores, superficies y atmósferas. También afrontaremos el estudio de las propiedades de los pequeños cuerpos del Sistema Solar (asteroides, cometas y sus fragmentos), sus poblaciones, propiedades físicas y dinámicas.

Finalmente, una vez adquiridos los conocimientos necesarios descritos con anterioridad, se planea realizar una serie de actividades formativas en las que citaremos los procesos claves que condujeron a la formación y evolución del Sistema Solar. Tales procesos serán comparados con los que se están observando y monitorizando en otros sistemas planetarios. La exposición de contenidos teóricos será complementada con prácticas en las que se pretende acercar al alumnado a la resolución de problemas prácticos con el fin de afianzar el uso de herramientas para comprender los materiales que conforman los cuerpos del Sistema Solar o los métodos de identificación remota en base al análisis espectral. Tales prácticas afianzarán el conocimiento del alumno y buscarán contribuir al desarrollo de sus capacidades para la investigación y la resolución de problemas, afianzando la comprensión de las leyes que regulan esos procesos, su comprensión de la diversidad de objetos existentes y, finalmente, los métodos para conocer sus propiedades, todo ello cimentado en el contenido impartido en las clases teóricas

## 1.4. Competencias y resultados de aprendizaje

### COMPETENCIAS GENERALES

CG1.- Que los/las estudiantes adopten una actitud de actualización y aprendizaje permanente en todos los campos de interés de su profesión

CG3.- Que los/las estudiantes identifiquen y analicen problemas astronómicos complejos.

CG4.- Que los/las estudiantes desarrollen habilidades para obtener y analizar información desde diferentes fuentes.

CG6.- Que los/las estudiantes adquieran destrezas en la comunicación de textos científicos, conclusiones de un experimento, investigación o proyecto de Astronomía, tanto a la comunidad científica como al público general.

CG7.- Que los/las estudiantes profundicen la capacidad de adentrarse en nuevos campos de estudio de modo independiente, a través de la lectura de publicaciones científicas y otras fuentes de aprendizaje.

CG8.- Que los/las estudiantes ejecuten, bajo supervisión, una actividad de investigación en el área de la Astronomía, analizar los resultados, evaluando el margen de error, extraer conclusiones, compararlas con las predicciones teóricas y con los datos publicados en ese campo, y redactar una memoria de la tarea llevada a cabo.

CG9.- Que los/las estudiantes sepan utilizar aplicaciones informáticas de análisis estadístico, cálculo, visualización gráfica u otras para experimentar y resolver problemas en ámbito astronómico y científico.

CG10.- Que los/las estudiantes sean capaces de desarrollar el sentido de la responsabilidad, la actitud crítica y la ética profesional en el ámbito de la investigación científica.

## **COMPETENCIAS BÁSICAS**

CB1.- Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación

CB2.- Que los/las estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio

CB3.- Que los/las estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios

CB4.- Que los/las estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades

CB5.- Que los/las estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

## **COMPETENCIAS TRANSVERSALES**

CT1. - Que los y las estudiantes se especialicen en el uso eficiente y eficaz de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación aplicadas al ámbito de estudio.

CT2. - Que los y las estudiantes adquieran un dominio del lenguaje específico propio del área de estudio.

CT3 - Que los y las estudiantes tengan una actitud proactiva hacia los Derechos Humanos, el respeto a la igualdad de género, hacia la multiculturalidad y a la diferencia, y rechacen cualquier tipo de discriminación hacia personas con discapacidad.

CT4 - Que los y las estudiantes asuman un compromiso con la calidad en el ámbito de su vida profesional.

CT5 - Que los y las estudiantes adquieran un nivel de madurez intelectual que les permita participar críticamente en los procesos de innovación científica y tecnológica.

CT6 - Que los y las estudiantes desarrollen actitudes que impliquen un compromiso claro con la ética profesional.

CT7 - Que los y las estudiantes adquieran habilidades que favorezcan su aprendizaje de forma autónoma a lo largo de su vida.

CT8 - Que los y las estudiantes desarrollen una sensibilidad hacia la sostenibilidad.

## **COMPETENCIAS ESPECÍFICAS**

CE1.- Que los/las estudiantes conozcan en profundidad de los temas actuales de la astronomía contemporánea referentes a los constituyentes del universo.

CE3.- Que los estudiantes se familiaricen con la comunicación de conceptos y resultados astronómicos a un público diversificado.

CE4.- Que los estudiantes adquieran una visión de conjunto de los componentes del Sistema Solar, incluyendo su formación y las características propias.

CE5.- Que los estudiantes adquieran información específica y precisa sobre la búsqueda de exoplanetas y las técnicas de última generación empleadas para ello.

CE6.- Que los estudiantes adquieran información sobre los conceptos, teorías, búsqueda e indicadores propios de otras formas de vida biológica en el Universo.

CE14.- Que los estudiantes conozcan y sean capaces de hacer uso de los métodos y técnicas de investigación en Astronomía y Astrofísica

## **RESULTADOS DE APRENDIZAJE**

Al finalizar esta asignatura se espera que el estudiante sea capaz de:

RA.1.- Que el/la estudiante conozca e identifique los elementos que componen el Sistema Solar teniendo en cuenta las observaciones y estudios realizados en las últimas décadas.

RA.2.- Que el/la estudiante sea capaz de caracterizar las diferentes zonas del Sistema Solar en base a su origen y evolución.

RA.2.- Que el/la estudiante sea capaz de diferenciar los diferentes tipos de asteroides en base a su análisis espectral.



## 2. Contenidos/temario

### Tema 1: Introducción

#### 1.1.- Inventario del Sistema Solar

1.1.1.- Los Planetas

1.1.2.- Los Satélites

1.1.3.- Los anillos

1.1.4.- Los pequeños cuerpos del Sistema Solar y los Planetas enanos.

1.1.5.- La Heliosfera

#### 1.2.- Propiedades físicas de los cuerpos del Sistema Solar

#### 1.3.- Formación del Sistema Solar y otros sistemas planetarios.

### Tema 2: Mecánica celeste

#### 2.1.- El problema de dos cuerpos

2.1.1.- Las ecuaciones del movimiento

2.1.2.- Los elementos orbitales

#### 2.2.- Perturbaciones en el problema de dos cuerpos

2.2.1.- Efectos de un cuerpo primario no esférico

2.2.2.- Las resonancias del movimiento medio

#### 2.3.- El problema de N cuerpos

2.3.1.- El problema reducido de tres cuerpos

#### 2.4.- Rotación

2.4.1.- Cuerpos en rotación lenta

2.4.2.- Figuras de equilibrio para cuerpos en rotación rápida

### Tema 3: Fenómenos colisionales

#### 3.1.- Formación de cráteres

3.1.1.- Morfología: tipos de cráteres

3.1.2.- Fases de la formación de cráteres

3.2.- Fragmentación catastrófica

3.2.1.- Experimentos

3.2.2.- Leyes de escala

3.2.3.- Simulaciones numéricas

Tema 4: Planetas

4.1.- Interiores planetarios

4.1.1.- Observables y bases teóricas de los modelos

4.1.2.- Interior de los planetas

4.2.- Superficies planetarias

4.3.- Atmósferas planetarias

4.3.1.- Generalidades

4.3.2.- Las atmósferas de los planetas terrestres

4.3.3.- Las atmósferas de los planetas gigantes

Tema 5: Pequeños cuerpos y planetas enanos

5.1.- El cinturón principal y los asteroides cercanos a la Tierra

5.1.1.- Los asteroides

5.1.2.- El cinturón principal

5.1.3.- Los NEAs

5.2.- Los cometas, la nube de Oort y el cinturón transneptuniano

5.2.1.- Los cometas

5.2.2.- La nube de Oort y el cinturón transneptuniano

5.2.3.- Objetos transicionales asteroide-cometa

5.2.4.- Meteoroides y meteoritos



Tema 6: La formación del Sistema Solar y de otros sistemas planetarios.

6.1.- La nube protoplanetaria

6.2.- Formación de planetesimales y acrecimiento

6.3.- Migración planetaria y evolución final

6.4.- Hacia la comprensión de otros sistemas planetarios

### 3. Metodología

La metodología de la Universidad Internacional de Valencia (VIU) se caracteriza por una apuesta decidida en un modelo de carácter e-presencial. Así, siguiendo lo estipulado en el calendario de actividades docentes del Título, se impartirán en directo un conjunto de sesiones, que, además, quedarán grabadas para su posterior visionado por parte de aquellos estudiantes que lo necesiten. En todo caso, se recomienda acudir, en la medida de lo posible, a dichas sesiones, facilitando así el intercambio de experiencias y dudas con el docente.

En lo que se refiere a las metodologías específicas de enseñanza-aprendizaje, serán aplicadas por el docente en función de los contenidos de la asignatura y de las necesidades pedagógicas de los estudiantes. De manera general, se impartirán contenidos teóricos y, en el ámbito de las clases prácticas se podrá realizar la resolución de problemas, el estudio de casos y/o la simulación.

Por otro lado, la Universidad y sus docentes ofrecen un acompañamiento continuo al estudiante, poniendo a su disposición foros de dudas y tutorías para resolver las consultas de carácter académico que el estudiante pueda tener. Es importante señalar que resulta fundamental el trabajo autónomo del estudiante para lograr una adecuada consecución de los objetivos formativos previstos para la asignatura.

## 4. Actividades formativas

Durante el desarrollo de cada una de las asignaturas se programan una serie de actividades de aprendizaje que ayudan a los estudiantes a consolidar los conocimientos trabajados.

Actividad formativa	Horas	Presencialidad
Clases teóricas	5	50
Actividades guiadas	3	100
Tutorías	9	50
Seminarios- talleres	6	50
Trabajo autónomo en grupo	6	0
Trabajo autónomo del alumnado	45	0
Pruebas referidas a estándares	1	100

Clases teóricas:

a. Videos del consultor o la consultora. Vídeo introductorio de la asignatura elaborado por el/la consultor/a, en el cual se hace referencia a la introducción, metodología, bibliografía recomendada, etc.

b. Clases magistrales con el/la consultor/a. Durante el transcurso de la asignatura, el/la consultor/a o los consultores/as responsables de la misma impartirán clases magistrales a través de videoconferencia, donde se profundizará en temas relacionados con la asignatura.

c. Video del profesor/a invitado/a. Durante el transcurso de la asignatura también se proporcionará a los estudiantes vídeos elaborados por los mejores expertos internacionales en el área, donde se tratarán temas de actualidad y/o relevancia científica.

Actividades guiadas. Con el fin de profundizar y tratar temas relacionados con cada asignatura, se realizarán varias actividades guiadas por parte del profesorado de la Universidad a través de videoconferencia. Estas clases, que se siguen en el horario establecido en la planificación de cada asignatura, quedarán grabadas para un posible visionado posterior.

Foro Docente. La herramienta del Foro Docente será empleada de forma asíncrona para tratar temas de debate planteados por el profesorado de la VIU. Como se indica en el siguiente apartado, esta herramienta también se empleará para resolver las dudas del alumnado en la aplicación informática de las Tutorías.

Tutorías

- Tutorías colectivas. Se impartirán de forma síncrona mediante videoconferencias al inicio y al final de la asignatura. En la primera se presentará la asignatura (profesorado, planificación y material recomendado) y la segunda estará destinada a resolver las dudas

planteadas por el alumnado, a su valoración sobre el desarrollo de la asignatura, y a la preparación de la evaluación.

- Tutoría individual. Los alumnos/as dispondrán de una herramienta denominado Tutorías dentro del Foro Docente de cada asignatura para plantear sus dudas en relación a la misma, así como una herramienta de mensajería privada también incluida en el Foro.

Seminario. Como complemento a la materia impartida, en cada asignatura se realizará un Seminario. El Seminario será una actividad participativa sobre revisión bibliográfica, temas de interés y actualidad sobre la materia, temas de iniciación a la investigación o uso de herramientas necesarias en Astronomía. Este Seminario será impartido por el profesorado de la VIU o el Consultor de forma síncrona o asíncrona mediante la herramienta de videoconferencia o foro. En caso de desarrollarse por videoconferencia deberán seguirse en el horario establecido, si bien quedarán grabadas para un posible visionado posterior.

Trabajo autónomo en grupo. El alumnado, a lo largo de cada una de las asignaturas, tendrá la posibilidad de establecer debates y puestas en común en torno a los materiales docentes.

Trabajo autónomo del alumnado. Lectura crítica de la bibliografía, el estudio sistemático de temas, la reflexión sobre los problemas planteados, la resolución de las actividades planteadas, la búsqueda, análisis y elaboración de información, etc.

Pruebas referidas a estándares: pruebas en las que se mide el nivel de conocimientos adquiridos por el alumno a lo largo de la asignatura.

## 5. Evaluación

### 5.1. Sistema de evaluación

El Modelo de Evaluación de estudiantes en la Universidad se sustenta en los principios del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES), y está adaptado a la estructura de formación virtual propia de esta Universidad. De este modo, se dirige a la evaluación de competencias.

**Es requisito indispensable aprobar el portafolio y la prueba final con un mínimo de 5 para ponderar las calificaciones.**

Sistema de Evaluación	Ponderación
Portafolio*	60 %
<b>a. Participación del alumnado</b> (5% de la nota del Portafolio) Las intervenciones del alumnado durante las clases en vivo impartidas tanto por el/la consultor/a como por el profesorado de la VIU, se valorarán en relación a su calidad a) no participa, b) intervenciones deficientes o sólo activo/a, c) satisfactorias, y d) excelentes, teniendo en cuenta si éstas demuestran evidencias de la revisión teórica realizada; se centran en la temática planteada; son relevantes para la discusión; son coherentes y pertinentes; y demuestran respeto y tolerancia por las opiniones de los demás.	

**b. Participación en las Actividades Formativas Foro** (20% de la nota del Portafolio). Las intervenciones del alumnado en los temas de debate planteados por el profesorado de la universidad se valorarán en relación a su cantidad y calidad a) no participa, b) intervenciones deficientes o sólo activo/a, c) satisfactorias, y d) excelentes, teniendo en cuenta si éstas demuestran evidencias de la revisión teórica realizada; se centran en la temática planteada; son relevantes para la discusión; son coherentes y pertinentes; y demuestran respeto y tolerancia por las opiniones de los demás.

**c. Tareas propuestas en las Actividades Guiadas** (75% de la nota del Portafolio) En las actividades guiadas se podrán proponer tareas o trabajos a realizar por el alumnado, ya sea de forma individual o por grupos reducidos. Su evaluación se basará en rúbricas, las cuales figurarán en la guía didáctica de la asignatura para conocimiento del alumnado. El profesorado se encargará, una vez entregado el trabajo, de revisarlos e informar al alumnado sobre los errores cometidos y las posibles mejoras en la tarea realizada. Ello permite a este último aprender y mejorar para su próxima tarea y al primero evaluar de forma más cercana el trabajo realizado.

Sistema de Evaluación	Ponderación
Prueba final*	40 %
Las pruebas de evaluación serán realizadas al final de cada asignatura, y se dirigen a evaluar las dimensiones cognitivas (sean conceptuales o procedimentales) de las competencias. Serán administradas por ordenador a través del Campus Virtual y podrán incluir tanto pruebas totalmente estandarizadas (ítems de asociación, elección múltiple o de alternativas, interpretativos y multi-ítems), como otras parcialmente estandarizadas, como pruebas de desarrollo breve o extenso.	

**\*Es requisito indispensable para superar la asignatura aprobar cada apartado (portafolio y prueba final) con un mínimo de 5 para ponderar las calificaciones.**

Los enunciados y especificaciones propias de las distintas actividades serán aportados por el docente, a través del Campus Virtual, a lo largo de la impartición de la asignatura.

Atendiendo a la Normativa de Evaluación de la Universidad, se tendrá en cuenta que la utilización de **contenido de autoría ajena** al propio estudiante debe ser citada adecuadamente en los trabajos entregados. Los casos de plagio serán sancionados con suspenso (0) de la actividad en la que se detecte. Asimismo, el uso de **medios fraudulentos durante las pruebas de evaluación** implicará un suspenso (0) y podrá implicar la apertura de un expediente disciplinario.

## 5.2. Sistema de calificación

La calificación de la asignatura se establecerá en los siguientes cálculos y términos:

Nivel de aprendizaje	Calificación numérica	Calificación cualitativa
Muy competente	9,0 - 10	Sobresaliente
Competente	7,0 - 8,9	Notable
Aceptable	5,0 -6,9	Aprobado

Aún no competente	0,0 -4,9	Suspenso
-------------------	----------	----------

Sin detrimento de lo anterior, el estudiante dispondrá de una **rúbrica simplificada** en el aula que mostrará los aspectos que valorará el docente, como así también los **niveles de desempeño que tendrá en cuenta para calificar las actividades vinculadas a cada resultado de aprendizaje.**

La mención de «**Matrícula de Honor**» podrá ser otorgada a estudiantes que hayan obtenido una calificación igual o superior a 9.0. Su número no podrá exceder del cinco por ciento de los estudiantes matriculados en una materia en el correspondiente curso académico, salvo que el número de estudiantes matriculados sea inferior a 20, en cuyo caso se podrá conceder una sola «Matrícula de Honor».

## 6. Bibliografía

### 6.1. Bibliografía de referencia

BARUCCI, M.A., BOEHNHARDT, H., CRUIKSHANK, D.P., MORBIDELLI, A. (2008). The Solar System Beyond Neptune. The University of Arizona Press.

BEATTY, J.K., PETERSEN, C.C, CHAIKIN (1998). The New Solar System (4th ed.). Cambridge University Press.

BERTOTTI, B., FARINELLA, P., VOKROUHLICKÝ, D. (2003). Physics of the Solar System. Kluwer Academic Publishers.

BOTTKE, W.F. JR., CELLINO, A., PAOLICCHI, P., BINZEL, P. (2002). Asteroids III. The University of Arizona Press.

PATER, I., Lissauer, J. (2001). Planetary Sciences. Cambridge University Press

TRIGO RODRÍGUEZ, J.M. (2012a) Las raíces cósmicas de la vida. Ediciones UAB, 241 pp.

TRIGO RODRÍGUEZ, J.M. (2019) The flux of meteoroids over time: meteor emission spectroscopy and the delivery of volatiles and chondritic materials to Earth. In "Hypersonic Meteoroid Entry Physics", Colonna G., Capitelli M. and Laricchiuta A. (eds.), Institute of Physics Publishing, IOP Series in Plasma Physics, pp. 4-1/4-23. Online ISBN: 978-0-7503-1668-2.

### 6.2. Bibliografía complementaria

ASPHAUG, E. (2009) Growth and Evolution of Asteroids. Annu. Rev. Earth Planet. Sci., 37, 413.

CHANDRASEKHAR, S. (1969). Ellipsoidal figures of equilibrium, Yale University Press.

DE LEÓN, J. (2009), Caracterización mineralógica de los asteroides cercanos a la Tierra, PhD thesis, Universidad de la Laguna

DELBÓ. M. (2004), The nature of near-earth asteroids from the study of their thermal infrared emission, PhD thesis, Universidad de Berlin.

FERNÁNDEZ, J. (1980). MNRAS 192, 481.

HILTON, J.(2002). Asteroids III. The University of Arizona Press. P.103.

HOLSAPPLE, K.H., On the “strength” of the small bodies of the solar system: A review of strength theories and their implementation for analyses of impact disruptions. Plan. and Space Science (2009) 57, 127.

HOLSAPPLE, K.H. Spin limits of Solar System bodies: From the small fast-rotators to 2003 EL61. Icarus (2007), 187,500.

HOLSAPPLE, K.H. On YORP-induced spin deformations of asteroids. Icarus (2010), 205, 430. HOLSAPPLE, K.H. Equilibrium figures of spinning bodies with self-gravity. Icarus (2004),172, 272.

HSIEH, H., JEWITT, D. (2006). Science 312, 561. JONES, B. (1999), Discovering the Solar System, John Wiley & sons.

LEVISON, H., BOTTKE, W., GOUNELLE, M., MORBIDELLI, A., NESVORNY, D., FERNÁNDEZ, J. (2005), Comets, Springer, New York.

PINILLA, N. (2009). Propiedades superficiales de los planetas enanos del cinturón transneptuniano, PhD thesis, Universidad de la Laguna.

ROUTH, E.J.. Advanced Dynamics of a System of Rigid Bodies. Dover Editions (1955).

ROTELLI L. ET AL. (2016) The key role of meteorites in the formation of relevant prebiotic molecules in a formamide/water environment, Nature Scientific Reports, 6:38888, DOI: 10.1038/srep38888

TRIGO RODRÍGUEZ, J.M. (2012b) Meteoritos, Editorial Catarata-CSIC, 117 pp.

TRIGO RODRÍGUEZ, J.M. ET AL. (2019) Accretion of water in carbonaceous chondrites: current evidence and implications for the delivery of water to early Earth, Space Science Reviews 215:18, 27 pp.

TSIGANIS, K. (2009),Nature, 460, 364.