



Universidad
de Alcalá

GUÍA DOCENTE

**INTERACCIÓN SOL-TIERRA:
METEOROLOGÍA ESPACIAL**

**Máster Universitario en
Ciencia y Tecnología desde el Espacio**

Universidad de Alcalá

Curso Académico 2019/20

GUÍA DOCENTE

Nombre de la asignatura:	Interacción Sol-Tierra: Meteorología Espacial
Código:	200891
Titulación en la que se imparte:	Máster en Ciencia y Tecnología desde el espacio
Departamento:	Física y Matemáticas
Área de Conocimiento:	Física Aplicada
Carácter:	Obligatorio
Créditos ECTS:	6
Curso y cuatrimestre:	Primero, cuatrimestre primero
Profesorado	Antonio Guerrero Ortega Miguel Ángel Hidalgo Moreno Raúl Gómez Herrero
Horario de Tutoría:	A establecer al comienzo de la asignatura
Idioma en el que se imparte:	Español

1. PRESENTACIÓN

Esta asignatura pretende establecer la base científica que permita comprender los fenómenos que tienen lugar en el complejo acoplamiento existente entre el Sol y la Tierra y los efectos que su actividad puede producir en el entorno terrestre en diversas escalas espaciales y temporales.

Prerrequisitos y Recomendaciones

Es aconsejable tener un conocimiento global adecuado de electromagnetismo.

2. COMPETENCIAS

Competencias básicas:

1. 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.
2. Que los 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.
3. Que los 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.

4. Que los 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.

5. Que los 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 genéricas:

1. Conocimiento de las características generales de comportamiento de un plasma, así como de los parámetros relevantes y principales modelos que los describen.

2. Amplio conocimiento de los principales procesos físicos que tiene lugar en el Sol durante fenómenos violentos y explosivos, su propagación a través del medio interplanetario y cómo afecta su llegada a la magnetosfera terrestre.

3. Adquirir los conocimientos suficientes para que se pueda comenzar o mejorar la labor profesional en el campo de la industria y la investigación desde el espacio.

Competencias específicas:

1. Conocimiento de las características generales de comportamiento de un plasma, así como de los parámetros relevantes y principales modelos que los describen dentro del ámbito solar, interplanetario y magnetosférico.

2. Conocimiento de las características de las diferentes regiones solares y de los diferentes fenómenos físicos que provocan la actividad solar.

3. Capacidad de analizar la propagación en el medio interplanetario de las diferentes estructuras y topologías magnéticas que surgen como resultado de los sucesos violentos ocurridos en el Sol.

4. Conocimiento de las características de las diferentes regiones de la magnetosfera terrestre, tanto desde el punto de vista de los campos como de las poblaciones de partículas.

5. Amplio conocimiento del concepto de tormenta geomagnética, tanto desde el punto de vista de los fenómenos físicos que implica y los cambios que producen en el entorno terrestre, como de la morfología que presenta en base a diferentes índices geomagnéticos.

6. Capacidad para analizar los daños potenciales que pueden provocar las tormentas geomagnéticas en diferentes sistemas tecnológicos, tanto con base en tierra como embarcados en satélites.

7. Conocimiento de las herramientas actuales de predicción en Meteorología Espacial.

3. CONTENIDOS

Los contenidos se inician, dada la diversa procedencia de los alumnos que acceden al máster, con una revisión de las leyes que rigen los campos electromagnéticos y que constituye la herramienta imprescindible para el desarrollo de la materia.

De especial importancia para la comprensión del fenómeno de interacción entre cargas y campos es el estudio del movimiento de partículas cargadas en campos externos, pudiendo así comprender posteriormente los diferentes procesos que tienen lugar en la magnetosfera terrestre.

A continuación, se procede al estudio de las características de un plasma, haciendo especial hincapié en los plasmas geofísicos y espaciales que están involucrados en las diferentes partes que son objeto de estudio en la materia. Entre los modelos más relevantes de descripción se introduce el modelo MHD y, bajo ese esquema, se estudian diferentes tópicos que tal descripción conlleva, así como los tipos de ondas que pueden propagarse en plasmas magnetizados a consecuencia de pequeñas perturbaciones del estado de equilibrio. Además, se estudiarán otro tipo de plasmas como son los ionosféricos en los que las colisiones entre partículas toman especial relevancia en su comportamiento.

Se estudian las características más significativas del Sol como estrella activa, tanto durante periodos de calma como en los de alta actividad. Se describe la estructura y propiedades físicas de las distintas capas del interior y la atmósfera solar. Por último se presenta el ciclo de actividad solar y se estudian los fenómenos eruptivos que tienen lugar en las capas exteriores del Sol, con especial énfasis en las fulguraciones y las eyecciones de masa coronal.

El estudio se amplía a la propagación en el medio interplanetario de las diferentes estructuras y topologías magnéticas que surgen como resultado de las grandes eyecciones de masa coronal durante sucesos violentos ocurridos en el Sol.

Asimismo, se estudian las características generales de la magnetosfera terrestre en sus distintas escalas espaciales y los cambios que se producen en el entorno terrestre cuando un suceso solar pasa a ser geoeffectivo. Como herramientas de medida de la actividad geomagnética en la superficie terrestre durante las tormentas geomagnéticas, se describen los diferentes tipos de índices geomagnéticos.

Se enmarcan los distintos sistemas tecnológicos que pueden verse seriamente afectados por dichos sucesos como son las comunicaciones, las líneas de transmisión de potencia eléctrica, o incluso la salud.

Finalmente, se describen las herramientas actuales de predicción y modelado en Meteorología Espacial.

	Bloques de contenido	# Sesión	Prof.	Horas
B0	Plasma espacial y herramientas matemáticas	S01, S02	MAH	6 h
B1	El Sol	S03, S04, S07	RGH	9 h
B2	El medio interplanetario	S05, S06	MAH	6 h
B3	El entorno terrestre	S08, S09, S10	AGO	9 h
B4	La cadena Sol-Tierra	S11, S12	AGO	6 h
B5	Efectos y predicción en Meteorología Espacial	S13, S14	AGO	6 h

Miguel Ángel Hidalgo Moreno (MAH), Raúl Gómez Herrero (RGH), Antonio Guerrero Ortega (AGO)

Cronograma

Semana / Sesión	Contenidos por temas
S01	<ul style="list-style-type: none"> B0.T1: Revisión global de electromagnetismo
S02	<ul style="list-style-type: none"> B0.T2: Plasmas geofísicos. Características y modelos de descripción.
S03	<ul style="list-style-type: none"> B1.T3: El Sol como estrella en estado en calma
S04	<ul style="list-style-type: none"> B1.T4: El Sol activo
S05	<ul style="list-style-type: none"> B2.T5: El viento solar
S06	<ul style="list-style-type: none"> B2.P1: Análisis de datos de medio interplanetario y modelos físicos
S07	<ul style="list-style-type: none"> B1.P2: Estudio de fenómenos transitorios en las capas exteriores del Sol y determinación de algunas propiedades de fenómenos de actividad solar mediante observación remota en distintas longitudes de onda
S08	<ul style="list-style-type: none"> B3.T6: Magnetosfera externa y acople con el medio interplanetario
S09	<ul style="list-style-type: none"> B3.T7: Magnetosfera interna y acople con la ionosfera
S10	<ul style="list-style-type: none"> B3.T8: Tormentas geomagnéticas
S11	<ul style="list-style-type: none"> B4.T9: Estudio de sucesos de Meteorología Espacial
S12	<ul style="list-style-type: none"> B4.P3: Análisis de eventos en toda la cadena Sol-Tierra
S13	<ul style="list-style-type: none"> B5.T10: Efectos en la tecnología
S14	<ul style="list-style-type: none"> B5.T11: Predicción y modelado en Meteorología Espacial

4. METODOLOGÍAS DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE.-ACTIVIDADES FORMATIVAS

4.1. Distribución de créditos

Número de horas presenciales:	42 h (teoría + prácticas + seminarios)
Número de horas del trabajo propio del estudiante:	108 h
Total horas	150 h

4.2. Estrategias metodológicas, materiales y recursos didácticos

Clases magistrales para presentar los conceptos fundamentales de la materia. Según la relación de competencias señaladas a adquirir por el estudiante en esta materia, serán dedicados al estudio de los plasmas, al estudio del Sol en calma y activo, así como a la propagación en el medio interplanetario, al estudio del entorno terrestre próximo y al estudio de las tormentas geomagnéticas, sus efectos y estado actual de la predicción de la Meteorología Espacial.

Clases prácticas propuestas por el profesor para ser llevadas a cabo en el laboratorio. En ellas se abordan diferentes aspectos que combinan tanto conocimientos científicos teóricos como manejo de imágenes, datos, etc. obtenidos por diferentes instrumentos embarcados en satélites o en tierra. Se proponen tres prácticas:

1. Análisis de datos de medio interplanetario y modelos físicos
2. Estudio de fenómenos transitorios en las capas exteriores del Sol y determinación de algunas propiedades de fenómenos de actividad solar mediante observación remota en distintas longitudes de onda
3. Estudio de eventos en toda la cadena Sol-Tierra para integrar conocimiento de toda la asignatura en casos concretos de estudio.

Tutorías. El alumno podrá acudir a consultar y resolver las dudas en los horarios de tutorías previstos al comienzo de la asignatura.

5. EVALUACIÓN: Procedimientos, criterios de evaluación y de calificación¹

El procedimiento de evaluación de los conocimientos y las competencias genéricas y específicas adquiridos por los alumnos a lo largo de la asignatura será la evaluación continua. Este procedimiento de evaluación es aplicable a todos los alumnos matriculados de la asignatura conforme a la normativa reguladora de los procesos de evaluación de los aprendizajes, aprobada en Consejo de Gobierno de 24 de marzo de 2011, excepto para aquellos a los que se les haya concedido explícitamente, por la autoridad competente, la posibilidad de concurrir en la modalidad de evaluación final.

a) Convocatoria Ordinaria:

- Evaluación continua:
 - 1) La participación del alumno en las clases presenciales (mínimo 85% de asistencia), foros, tutorías, etc. (10 % de la calificación de la materia).
 - 2) Sesiones prácticas (3), con entrega de memoria de trabajo (30% de la calificación)
 - 3) Pruebas parciales (4), tipo test, al final de los bloques B1, B2, B3 y B4 (20% de la calificación). Realizados al principio de las sesiones S05, S08, S11 y S13 respectivamente.
 - 4) Examen sobre teoría (40% de la calificación)
- Evaluación final:

Dicha evaluación consistirá en:

 - 1.- Las sesiones prácticas de la asignatura (30% de la calificación)
 - 2.- Examen de teoría (70% de la calificación)

b) Convocatoria Extraordinaria:

- Dicha evaluación consistirá en:
- 1.- Las sesiones prácticas de la asignatura (30% de la calificación)
 - 2.- Examen de teoría (70% de la calificación)

Los **criterios para su calificación** serán el dominio de conocimientos teóricos, la aplicación de dichos conocimientos a la resolución de problemas teóricos y prácticos, la transferencia de los conocimientos, la correcta presentación oral y escrita, y la capacidad de síntesis.

¹ *Es importante señalar los procedimientos de evaluación: por ejemplo, evaluación continua, final, autoevaluación, co-evaluación. Instrumentos y evidencias: trabajos, actividades. Criterios o indicadores que se van a valorar en relación a las competencias: dominio de conocimientos conceptuales, aplicación, transferencia conocimientos. Para el sistema de calificación hay que recordar la **Normativa del Consejo de Gobierno del 16 de Julio de 2009**: la calificación de la evaluación continua representará, **al menos, el 60%**. Se puede elevar este % en la guía.*

6. BIBLIOGRAFÍA

Bibliografía Básica

- *Foundations of electromagnetic theory*. Reitz, Milford and Christy. Ed. Addison-Wesley (1992)
- *Plasma Dynamics*. R.O. Dendy. Ed. Oxford Science (1990)
- *Physics of Space plasmas*. Parks. Ed. Addison-Wesley (1991)
- *Basic Space Plasma Physics*. Baumjohann and Treumann. Ed. Imperial College Press (2004)
- *Interplanetary Magnetohydrodynamics*, Burlaga L.F. International Series on Astronomy and Astrophysics (1995)
- *Handbook of the Solar-Terrestrial Environment*, Y. Kamide and A. Chian, Ed. Springer (2007)
- *Space Weather. Physics and Effects*. Bothmer and Daglis. Ed. Springer (2007)
- *Geomagnetic Observations and Models*. IAGA Special Sopron Book Series 5. Editors: Manda M., Korte M. (2011)
- *Principles of Plasma Physics for Engineers and Scientists*. Cambridge Univ. Press. Inan, U. S. and Golkowski, M., (2011)
- *Space Physics. An introduction to plasmas and particles in the Heliosphere and Magnetospheres*. M.B. Kallenrode. Ed. Springer (2004)
- *Encyclopedia of the Solar System (3rd ed.)*, T. Spohn, D. Breuer, T. V. Johnson. Elsevier (2014).