Escuela de Doctorado
y Estudios de Posgrado
Universidad de La Laguna

Escuela de Doctorado y Estudios de Posgrado

Máster Universitario en Astrofísica

GUÍA DOCENTE DE LA ASIGNATURA :

Instrumentación Avanzada
(2022 - 2023)

1. Datos descriptivos de la asignatura

Asignatura: Instrumentación Avanzada	Código: 275462136

- Centro: **Escuela de Doctorado y Estudios de Postgrado**
- Lugar de impartición: **Facultad de Ciencias. Sección de Física**
- Titulación: **Máster Universitario en Astrofísica**
- Plan de Estudios: **2013 (Publicado en 2014-02-11)**
- Rama de conocimiento: **Ciencias**
- Itinerario / Intensificación:
- Departamento/s:
  Astrofísica
- Área/s de conocimiento:
  Astronomía y Astrofísica
- Curso: **2**
- Carácter: **Optativo**
- Duración: **Primer cuatrimestre**
- Créditos ECTS: **6,0**
- Modalidad de impartición: **Presencial**
- Horario: **Enlace al horario**
- Dirección web de la asignatura: **http://www.campusvirtual.ull.es**
- Idioma: **Castellano e inglés**

2. Requisitos para cursar la asignatura

3. Profesorado que imparte la asignatura

Profesor/a Coordinador/a: FRANCISCO GARZON LOPEZ

- Grupo: **G1 (único)**

General
- Nombre: **FRANCISCO**
- Apellido: **GARZON LOPEZ**
- Departamento: **Astrofísica**
- Área de conocimiento: **Astronomía y Astrofísica**

Contacto
- Teléfono 1: **922605275**
- Teléfono 2: **922318134**
- Correo electrónico: **fgarzon@ull.es**
- Correo alternativo:
- Web: **http://www.campusvirtual.ull.es**

Tutorías primer cuatrimestre:

Desde	Hasta	Día	Hora inicial	Hora final	Localización	Despacho
Todo el cuatrimestre		Lunes	10:30	12:00	Edificio de Física y Matemáticas - AN.2B	
Todo el cuatrimestre		Martes	10:30	12:00	Edificio de Física y Matemáticas - AN.2B	
Todo el cuatrimestre		Miércoles	10:30	12:00	Edificio de Física y Matemáticas - AN.2B	
Todo el cuatrimestre		Jueves	10:30	12:00	Edificio de Física y Matemáticas - AN.2B	
Observaciones: Fuera del periodo de clases, las tutorías se realizarán en el mismo horario pero en el IAC. En cualquiera de los escenarios, será posible realizar tutorías virtuales, en el horario establecido.						
Tutorías segundo cuatrimestre:						
Desde	**Hasta**	**Día**	**Hora inicial**	**Hora final**	**Localización**	**Despacho**
Todo el cuatrimestre		Lunes	11:00	12:30	Edificio de Física y Matemáticas - AN.2B	
Todo el cuatrimestre		Martes	11:00	12:30	Edificio de Física y Matemáticas - AN.2B	
Todo el cuatrimestre		Miércoles	11:00	12:30	Edificio de Física y Matemáticas - AN.2B	
Todo el cuatrimestre		Jueves	11:00	12:30	Edificio de Física y Matemáticas - AN.2B	
Observaciones: Fuera del periodo de clases, las tutorías se realizarán en el mismo horario pero en el IAC. En cualquiera de los escenarios, será posible realizar tutorías virtuales, en el horario establecido.						

Profesor/a: **RICARDO GÉNOVA SANTOS**

- Grupo: **G1**

General
- Nombre: **RICARDO**
- Apellido: **GÉNOVA SANTOS**
- Departamento: **Astrofísica**
- Área de conocimiento: **Astronomía y Astrofísica**

Contacto
- Teléfono 1: **922605200 (5439)**
- Teléfono 2: **skype: rtgenova**
- Correo electrónico: **rgs@iac.es**
- Correo alternativo:
- Web: **http://www.campusvirtual.ull.es**

Tutorías primer cuatrimestre:

Desde	Hasta	Día	Hora inicial	Hora final	Localización	Despacho

Observaciones:

Tutorías segundo cuatrimestre:

Desde	Hasta	Día	Hora inicial	Hora final	Localización	Despacho
Todo el cuatrimestre		Lunes	16:45	18:00	Instituto de Astrofísica de Canarias - EX.1A IAC	
Todo el cuatrimestre		Miércoles	16:45	18:00	Instituto de Astrofísica de Canarias - EX.1A IAC	

Observaciones: Si fuera necesario se podrían organizar las tutorías de forma virtual, utilizando Zoom o cualquier otra plataforma similar.

4. Contextualización de la asignatura en el plan de estudio

Bloque formativo al que pertenece la asignatura:
Perfil profesional:

5. Competencias

Competencia Específicas

CE1 - Comprender los esquemas conceptuales básicos de la Astrofísica
CE10 - Utilizar la instrumentación científica actual (tanto la basada en Tierra como en el Espacio) y conocer sus tecnologías

innovadoras.

Competencias Generales

CG1 - Conocer las técnicas matemáticas y numéricas avanzadas que permitan la aplicación de la Física y de la Astrofísica a la solución de problemas complejos mediante modelos sencillos
CG2 - Comprender las tecnologías asociadas a la observación en Astrofísica y al diseño de instrumentación

Competencias Básicas

CB6 - 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
CB7 - 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
CB8 - 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
CB10 - 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

Exclusiva de la Especialidad en Observación e Instrumentación

CX9 - Comprender la instrumentación astrofísica avanzada incluyendo telescopios y detectores de vanguardia y las técnicas de óptica adaptativa

6. Contenidos de la asignatura

Contenidos teóricos y prácticos de la asignatura

- Temas (epígrafes):

1. Conceptos generales (de formación de imagen e interferencia).
* Elementos de un sistema óptico: pupilas y diafragmas; aberraciones: concepto y corrección
* Bases de la teoría de formación de la imagen: función pupila y función de transmisión
* Interferencia: modulación en amplitud y frecuencia
* Cuerpo negro

2. La atmósfera en la medida de la señal.
* Emisión y absorción atmosféricas
* Difusión (scattering)
* Modelos de dispersión atmosférica
* Seeing: características; modelado: parámetro de Fried

3. Formación de imagen a través de un medio turbulento
* Frente de onda; error de frente de onda; polinomios de Zernike

* La atmósfera como medio turbulento: turbulencias en aire claro; número de Reynolds; teoría de Kolmogorov: longitud de escala

4. Interferometría.
* Principios de la interferometría. Resolución espacial. Selección de ldo.
* Filtros interferenciales
* Etalones
* Ejemplos instrumentales

5. Corrección de img: óptica adaptativa (AO) y métodos post-facto
* Principios de la OA
* AO y MCAO
* Ejemplos instrumentales
* Métodos post-facto: fotometría speckle, lucky imaging

6. Espectroscopía de campo integral y multiobjeto
* Concepto y desarrollo
* Ejemplos instrumentales

7. Polarimetría.
* Concepto
* Aplicaciones científicas y limitaciones observacionales
* Ejemplos instrumentales
8. Criogenia.

* Por qué enfriar los instrumentos
* Criostato
* Aislamiento
* Escudo de radiación
* Tipos de enfriadores (ciclo cerrado, nitrógeno líquido, helio, dióxido de carbono, etc.)
* Optomecánica

9. Detectores.
* Placas fotográfcas
* Fotomultiplicadores
* Efecto fotoeléctrico: materiales
* Amplificadores de integración
* CCDs
* Mosaicos detectores en IR
* Bolómetros. STJ
* Relación señal a ruido: concepto y determinación

10. Radioastronomía.
1. Radiotelescopios.
- Esquema general de un radiotelescopio.
- Antenas de tipo dipolo. Dipolo de Hertz. Arrays de dipolos. Ejemplos.
- Telescopios de antena simple. Tipos de monturas. Tipos de diseños ópticos. Reflectores parabólicos, iluminación y patrones de recepción. Eficiencia de apertura, rugosidad y ecuación de Ruze. Bocinas y guías de onda. Ejemplos de

telescopios de antena simple, y diseños.
■ Intereferometría en radio. Visibilidad compleja. Síntesis de apertura. Mapas sucio y limpio. Aplicaciones. Ejemplos de interferómetros.
2. Receptores.
■ Receptores coherentes. Temperatura de ruido. Límite cuántico. Ruido blanco y 1/f. Amplificadores. Fluctuaciones de ganancia. Receptor súper-heterodino. Receptor de Dicke. Focal plane Arrays.
■ Receptores térmicos, bolómetros. Ecuación el bolómetro. Responsividad, conductancia, constante de tiempo. NEP, ruido de Johnson, ruido fonónico y ruido fotónico.
■ Receptores de inductancia cinética.

11. Proyectos instrumentales
* Generalidades
* Requisitos de usuario y especificaciones: óptica, mecánica, electrónica y software
* Proyectos científicos directores
* Esquema de gestión

Actividades a desarrollar en otro idioma

Entre 3 y 4 temas de los que componen el temario se impartirán en inglés. Los trabajos prácticos que se propongan al alumnado para su realización y entrega podrán redactarse en inglés. Algunos seminarios se impartirán en inglés, bien durante el desarrollo de la asignatura o se incluirán en el programa los que puedan resultar apropiados de los organizados regularmente en el IAC.

7. Metodología y volumen de trabajo del estudiante

Descripción

El objetivo de esta asignatura es presentarle al alumnado las técnicas de instrumentación avanzadas detallando su aplicación a la astronomía. Se pretende que adquiera conocimientos de los distintos aspectos que involucra el desarrollo instrumental en general, y en astronomía en particular. La formación se tratará siempre desde el punto de vista científico, incidiendo en la importancia que para la investigación astrofísica tiene el desarrollo de instrumentación novedosa y la necesidad de contar con un liderazgo científico en su desarrollo.

Desde esta perspectiva, la asignatura se organiza en clases impartidas por el profesorado que cubren los aspectos que se describen en el temario. Las clases serán tanto de carácter teórico como de planteamiento y resolución de problemas. Se plantean además una o dos visitas guiadas a los laboratorios de instrumentación del Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC) para conocer en detalle el desarrollo de instrumentación. Asimismo, se organizarán seminarios en los que se describan proyectos instrumentales actualmente en marcha. Estos seminarios serán impartidos mayormente por personal del IAC, aunque se procurará incluir algunos de invitados que visiten el centro y los observatorios de Canarias. Finalmente, durante la asignatura se propondrá una serie de trabajos a ser realizados de forma semiautónoma por el alumnado.

De todo lo anterior cabe deducir que la asignatura necesitará de una dedicación del alumnado fuera del horario lectivo, similar a la duración de este.

Actividades formativas en créditos ECTS, su metodología de enseñanza-aprendizaje y su relación con las competencias que debe adquirir el estudiante

Actividades formativas	Horas presenciales	Horas de trabajo autónomo	Total horas	Relación con competencias
Clases teóricas	39,00	0,00	39,0	[CX9], [CG2], [CG1], [CE10], [CE1]
Clases prácticas (aula/ laboratorio/centro de calculo/observatorio)	12,00	0,00	12,0	[CG2], [CG1], [CE10]
Realización de seminarios u otras actividades complementarias	5,00	0,00	5,0	[CX9], [CG2], [CG1], [CE10], [CE1]
Realización de trabajos (individual/grupal)	0,00	30,00	30,0	[CX9], [CB10], [CB8], [CB7], [CB6], [CG2], [CG1], [CE10], [CE1]
Asistencia a tutorías	4,00	0,00	4,0	[CX9], [CB10], [CG2], [CG1], [CE1]
Estudio/preparación de Clases	0,00	60,00	60,0	[CX9], [CB10], [CB8], [CB7], [CB6], [CG2], [CG1], [CE10], [CE1]
Total horas	60,00	90,00	150,00	
		Total ECTS	6,00	

8. Bibliografía / Recursos

Bibliografía Básica

- Astronomical Optics, Daniel J. Schroeder, Academic Press, 1999
- Astrophysical Techniques, C. R. Kitchin, CRC Press, 2008
- Atmospheric transmission, emission, and scattering, T. G. Kyle

Bibliografía Complementaria

"Infrared Astronomy with Arrays: The Next Generation". Ian S. McLean (ed.). Kluwer, ASSL v. 190. 1994.

- Electronic Imaging in Astronomy. Detectors and Instrumentation\". Ian S. McLean. Wiley. 1997.
- "Infrared Detectors and Systems". Dereniak & Boreman. Wiley. 1996.
- Turner, D.B. (1994). Workbook of atmospheric dispersion estimates: an introduction to dispersion modeling
- U. Frisch. Turbulence: The Legacy of A. N. Kolmogorov. Cambridge University Press
- Hardy, Johw W. (1998). Adaptive optics for astronomical telescopes
- Diffraction-Limited Imaging with Very Large Telescopes, eds. D.M. Alloin, Jean-Marie Mariotti
- Adaptive optics for astronomy, eds. D.M. Alloin, Jean-Marie Mariotti
- "Instrumentation for Large Telescopes". J.M. Rodríguez–Espinosa, A. Herrero, F. Sánchez (eds.). Cambridge. 1997.
- "Infrared Astronomy with ISO". Encrenaz & Kessler (eds.). Nova. 1992.
- "The Infrared Handbook". IRIA, US. Navy. 1985.

- Signal Processing, Modulation and Noise, A. Betts
- Principles of Optics, M. Born & E. Wolf

Otros Recursos

9. Sistema de evaluación y calificación

Descripción

Hay dos alternativas de evaluación en la asignatura: evaluación continua y evaluación única. La evaluación continua es la opción por defecto para todos los alumnos en primera convocatoria, salvo que se acojan a la modalidad de evaluación única en los términos fijados por el reglamento de evaluación y calificación de la ULL. La evaluación única es la única opción disponible en segunda y siguientes convocatorias.

La evaluación continua comprende los siguientes aspectos:

- Dos entregables que se propondrán al alumnado en dos momentos distintos del desarrollo del curso. Cada uno de los entregables pondera un 10% en la nota final.
- Una exposición individual y debate posterior de un tema propuesto por el profesorado, diferente para cada estudiante. Es obligatorio aprobar la exposición individual para aprobar la asignatura y debe hacerse en el periodo establecido para ello. Se entenderá superada con éxito al obtener al menos una calificación de 4 sobre 10. Su ponderación en la nota final es de un 30%.
- Un cuestionario sobre el temario de la asignatura, con ponderación del 50%. Este cuestionario se realizará en la fecha establecida en el calendario oficial de exámenes para la primera convocatoria de la asignatura.

La evaluación única se articula con:

- La exposición individual referida anteriormente, con una ponderación del 30%.
- Un cuestionario-examen sobre el temario de la asignatura, con ponderación del 70%. Este cuestionario puede ser distinto en su contenido, aunque no en su forma, del que se propone para la evaluación única.

Estrategia Evaluativa

Tipo de prueba	Competencias	Criterios	Ponderación
Pruebas de respuesta corta	[CX9], [CB10], [CB8], [CB7], [CB6], [CG2], [CG1], [CE10], [CE1]	Se realizará al menos un cuestionario largo sobre los temas tratados en clase.	50,00 %
Pruebas de desarrollo	[CX9], [CG2], [CG1], [CE10], [CE1]	Se trata de exposiciones de clase y posterior debate corto. Claridad en la exposición. Selección de los conceptos más relevantes del tema propuesto. Corrección en el debate.	30,00 %

Trabajos y proyectos	[CX9], [CB10], [CG2], [CG1], [CE10], [CE1]	Adecuación al nivel de la asignatura. Originalidad. Si la programación de la asignatura en el curso no permite realizar estos trabajos, su ponderación se sumará a la de las pruebas de respuesta.	20,00 %

10. Resultados de Aprendizaje

El objetivo de esta asignatura es presentar a los alumnos las técnicas de instrumentación avanzadas detallando su aplicación a la astronomía. Se pretende que los alumnos adquieran conocimientos de los distintos aspectos que involucra el desarrollo instrumental en general, y en astronomía en particular. La formación se tratará siempre desde el punto de vista científico, incidiendo en la importancia que para la investigación astrofísica tiene el desarrollo de instrumentación novedosa y la necesidad de contar con un liderazgo científico en su desarrollo. La instrumentación astrofísica abarca una amplia variedad de fenómenos y especialidades, y para abordar con seriedad su estudio se requiere un bagaje de conocimientos generales, terminología y descriptiva considerables, parte de los cuales forman parte del temario de la asifnatura y otros deben formar parte de la formación previa del alumno.

11. Cronograma / calendario de la asignatura

Descripción

La asignatura está organizada en temas, según se describe en la sección 6. Por tanto, la misma estructura temática de la asignatura dicta su calendario lectivo. Los temas se han diseñado de forma que sean bastante equilibrados en cuanto al esfuerzo que exigen al alumnado. El cronograma que se describe a continuación podrá sufrir modificaciones en función del progreso del curso.

Primer cuatrimestre					
Semana	**Temas**	**Actividades de enseñanza aprendizaje**	**Horas de trabajo presencial**	**Horas de trabajo autónomo**	**Total**
Semana 1:	1	Clases de teoría	3.00	4.00	7.00
Semana 2:	1 y 2	Clases de teoría	4.00	5.00	9.00
Semana 3:	2 y 3	Clases de teoría	3.00	4.00	7.00
Semana 4:	3	Clases de teoría	4.00	5.00	9.00
Semana 5:	4	Clases de teoría	4.00	6.00	10.00
Semana 6:	4 y 5	Clases de teoría	3.00	5.00	8.00
Semana 7:	5	Clases de teoría y seminario	4.00	6.00	10.00

Semana 8:	6	Clases de teoría. Al final de la semana, se propondrá el primer entregable de la asignatura, que deberá completarse antes de las exposiciones del alumnado	4.00	6.00	10.00
Semana 9:	7	Clases de teoría y seminario. En esta semana se publica la lista de instrumentos que deberán ser elegidos por el alumnado para ser expuestos en la última semana de curso	4.00	6.00	10.00
Semana 10:	8 y 9	Clases de teoría y seminario	4.00	6.00	10.00
Semana 11:	10	Clases de teoría. Al final de la semana se propondrá el segundo entregable, que deberá completarse en dos semanas, como máximo	2.00	4.00	6.00
Semana 12:	10 y 11	Clases de teoría y seminario	4.00	7.00	11.00
Semana 13:	11	Clases de teoría y seminario	4.00	8.00	12.00
Semana 14:		Presentación de trabajos del alumnado	4.00	9.00	13.00
Semana 15:	Semanas 15 y 16	Exámenes y revisión	9.00	9.00	18.00
		Total	60.00	90.00	150.00