

Año académico	2016-17
Asignatura	11271 - Elementos de Relatividad Numérica
Grupo	Grupo 1, 1S
Guía docente	C
Idioma	Castellano

Identificación de la asignatura

Asignatura	11271 - Elementos de Relatividad Numérica
Créditos	1 presenciales (25 horas) 2 no presenciales (50 horas) 3 totales (75 horas).
Grupo	Grupo 1, 1S (Campus Extens)
Período de impartición	Primer semestre
Idioma de impartición	Castellano

Profesores

Profesor/a	Horario de atención a los alumnos					
	Hora de inicio	Hora de fin	Día	Fecha inicial	Fecha final	Despacho
Carlos Palenzuela Luque carlos.palenzuela@uib.es	Hay que concertar cita previa con el/la profesor/a para hacer una tutoría					

Contextualización

La reciente detección directa de ondas gravitacionales mediante los detectores interferométricos LIGO ha producido un gran impacto tanto en la Relatividad como en la Física en general, abriendo una nueva ventana para estudiar el universo. Más allá de la pura y simple detección, el perfil de las ondas que nos lleguen puede aportar información sobre los sistemas astrofísicos que las han originado (por ejemplo, supernovas, estrellas de neutrones, sistemas binarios con agujeros negros...). Sin embargo, para poder comprender las observaciones necesitamos primero simular computacionalmente estos sistemas para predecir su correspondiente patrón de ondas. La comparación de estos patrones de onda con los eventos detectados en LIGO es lo que nos permite conocer tanto el tipo de fuente como sus parámetros astrofísicos.

La construcción de un código de simulación numérica en Relatividad General no es tarea fácil. Requiere dominar aspectos muy diversos: condiciones de coordenadas, algoritmos numéricos de evolución, condiciones de contorno...y para ser fiable todos estos elementos han de funcionar correctamente a la vez. Aunque a día de hoy hay códigos 'industriales' que se ejecutan en superordenadores, en general están afinados para aplicaciones concretas y no son sencillos de comprender, no digamos ya de modificar. La idea de este curso es dar los elementos para que un estudiante, armado únicamente con su PC, sea capaz de construir su propio código numérico para resolver las ecuaciones de Einstein acopladas con algún tipo de materia, y que funcione al menos en situaciones sencillas como la evolución temporal de un agujero negro. El objetivo final es conseguir un buen nivel de comprensión de todos los elementos básicos de la Relatividad Numérica, lo que es imprescindible para acceder al mundo de la investigación en este campo. Las herramientas aprendidas durante este curso pueden ser útiles también para otros campos que estudien sistemas de ecuaciones hiperbólicas como Física de Fluidos.

El Dr. Carlos Palenzuela se unió al grupo de la UIB en 2014 como investigador Ramón y Cajal y es un experto en el modelaje de sistemas astrofísicos fuertemente gravitantes como estrellas de neutrones y agujeros negros. Uno de sus temas principales de investigación es el estudio de la radiación gravitacional y electromagnética que pueden emitir dichos sistemas. Las contribuciones de Palenzuela a la relatividad numérica van desde sus fundamentos matemáticos (desarrolló, junto al Prof. Carles Bona, la primera formulación completamente covariante para Relatividad Numérica) a la física de sistemas compactos binarios. Es el autor de la monografía

Año académico	2016-17
Asignatura	11271 - Elementos de Relatividad Numérica
Grupo	Grupo 1, 1S
Guía docente	C
Idioma	Castellano

recomendada como bibliografía básica para la asignatura, editada por Springer dentro de la prestigiosa colección 'Lecture Notes in Physics'.

Requisitos

Dirigido a alumnos y alumnas graduados tanto en Física como en Matemáticas, así como en disciplinas afines.

Recomendables

Conceptos básicos de Computación y de Relatividad General.

Competencias

Específicas

- * EAR2: Desarrollar la capacidad de aplicar métodos de simulación numérica al campo de la Relatividad..
- * CE1: Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan combinar una formación especializada en Astrofísica y Relatividad, Fluidos Geofísicos, Física de Materiales, Sistemas Cuánticos o Matemática Aplicada, con la polivalencia que aporta un currículum abierto..
- * CE2: Que los estudiantes posean la habilidad de utilizar y adaptar modelos matemáticos para describir fenómenos físicos de distinta naturaleza.
- * CE3: Adquirir conocimientos avanzados en la frontera del conocimiento y demostrar, en el contexto de la investigación científica reconocida internacionalmente, una comprensión plena de los aspectos teóricos y prácticos y de la metodología científica..

Genéricas

- * CG1: Comprensión sistemática de un campo de estudio y dominio de las habilidades y métodos de investigación relacionados con dicho campo.
- * 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 (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio.
- * 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..

Básicas

- * Se pueden consultar las competencias básicas que el estudiante tiene que haber adquirido al finalizar el máster en la siguiente dirección: http://estudis.uib.cat/es/master/comp_basiques/

Contenidos

Contenidos temáticos

- A. Formulación de valores iniciales en Relatividad General
- B. Análisis estructural de ecuaciones con derivadas parciales
- C. Tratamiento de las Ecuaciones de Einstein: formalismos de evolución y hiperbolicidad
- D. Esquemas numéricos y simulaciones

Metodología docente

Actividades de trabajo presencial

Modalidad	Nombre	Tip. agr.	Descripción	Horas
Clases teóricas		Grupo grande (G)	Clases en el aula	18
Tutorías ECTS		Grupo pequeño (P)	Tutorías individuales o de grupo	5
Evaluación		Grupo pequeño (P)	Presentación de trabajos y/o proyectos	2

Al inicio del semestre estará a disposición de los estudiantes el cronograma de la asignatura a través de la plataforma UIBdigital. Este cronograma incluirá al menos las fechas en las que se realizarán las pruebas de evaluación continua y las fechas de entrega de los trabajos. Asimismo, el profesor o la profesora informará a los estudiantes si el plan de trabajo de la asignatura se realizará a través del cronograma o mediante otra vía, incluida la plataforma Campus Extens.

Actividades de trabajo no presencial

Modalidad	Nombre	Descripción	Horas
Estudio y trabajo autónomo individual		Trabajo individual	30
Estudio y trabajo autónomo en grupo		Estudio o trabajo en grupo	20

Riesgos específicos y medidas de protección

Las actividades de aprendizaje de esta asignatura no conllevan riesgos específicos para la seguridad y salud de los alumnos y, por tanto, no es necesario adoptar medidas de protección especiales.

Evaluación del aprendizaje del estudiante



Año académico	2016-17
Asignatura	11271 - Elementos de Relatividad Numérica
Grupo	Grupo 1, 1S
Guía docente	C
Idioma	Castellano

Evaluación

Modalidad	Evaluación
Técnica	Pruebas orales (recuperable)
Descripción	Presentación de trabajos y/o proyectos
Criterios de evaluación	
Porcentaje de la calificación final:	20%

Estudio y trabajo autónomo individual

Modalidad	Estudio y trabajo autónomo individual
Técnica	Trabajos y proyectos (recuperable)
Descripción	Trabajo individual
Criterios de evaluación	
Porcentaje de la calificación final:	50%

Estudio y trabajo autónomo en grupo

Modalidad	Estudio y trabajo autónomo en grupo
Técnica	Trabajos y proyectos (recuperable)
Descripción	Estudio o trabajo en grupo
Criterios de evaluación	
Porcentaje de la calificación final:	30%

Recursos, bibliografía y documentación complementaria

Bibliografía básica

Elements of Numerical Relativity and Relativistic Hydrodynamics, C.Bona, C.Palenzuela-Luque and C.Bona-Casas
Springer Lecture Notes in Physics 783 (Springer, Berlin-Heidelberg 2009)
ISBN 978-3-642-01163-4
e-ISBN 978-3-642-01164-1

Bibliografía complementaria

Introduction to 3+1 Numerical Relativity
Miguel Alcubierre
International Series of Monographs on Physics
ISBN-13: 978-0199656158
ISBN-10: 0199656150

