

# FÍSICA COMPUTACIONAL I

Curso 2013/2014

(Código: 61041094)

## 1. PRESENTACIÓN DE LA ASIGNATURA

Bienvenidos a la asignatura de Física Computacional I!

La Física Computacional es una modalidad de investigación en Física que se añade al método científico tradicional, basado en la realización de experimentos. La enorme potencia computacional de que se dispone hoy en día nos permite simular, mediante cálculos en un ordenador, el comportamiento de diversos tipos de sistemas físicos, lo que nos permite estudiarlos sin necesidad de realizar experimentos reales, muy costosos y complicados, a veces sencillamente imposibles de realizar en la práctica, sino solamente experimentos virtuales.

En esta asignatura aprenderemos a emplear un ordenador como herramienta de trabajo rutinaria en Física para realizar desarrollos matemáticos de manera analítica y también cálculos numéricos. Para ello, en la primera mitad del curso veremos, como ejemplo representativo de programa de cálculo simbólico, una introducción al programa Maxima (<http://maxima.sourceforge.net/>) y en la segunda parte, como ejemplo de lenguaje de programación útil para cálculo numérico, veremos una introducción al lenguaje C ([http://en.wikipedia.org/wiki/C\\_programming\\_language](http://en.wikipedia.org/wiki/C_programming_language)). En la elección de estos paquetes informáticos nos hemos limitado a programas gratuitos de libre acceso que al mismo tiempo sean suficientemente representativos como herramientas de cálculo simbólico, en un caso, y como lenguaje de programación en el otro. En el caso del lenguaje de C éste se ha convertido en el lenguaje de programación estándar, de modo que más que un ejemplo representativo se trata del lenguaje de programación por excelencia. En el caso del Maxima existen alternativas comerciales algo más potentes (como p. ej. el Maple y el Mathematica) cuyo uso está más extendido, sin embargo, para este curso hemos optado por el paquete de cálculo simbólico gratuito de código abierto. El principal objetivo es aprender a organizar el trabajo de una manera ordenada y eficiente, lo que nos resultará útil en el futuro independientemente de cuál sea el programa de cálculo simbólico que empleemos.

Para ir descubriendo poco a poco todo lo que los ordenadores nos permiten hacer en torno a la Física, en la primera parte de la asignatura veremos una introducción al cálculo simbólico (y algo de cálculo numérico también) con Maxima. Como decía E. Wigner en su famoso ensayo: "las matemáticas en física (y en general en las Ciencias Naturales) son mucho más que una mera herramienta, las matemáticas son el lenguaje en el que, aparentemente, están escritas las leyes físicas" (*The Unreasonable Effectiveness of Mathematics in the Natural Sciences, Communications in Pure and Applied Mathematics* 13 (1960)). Esto es un hecho, nadie sabe por qué es así, pero es así. El trabajo que se hace en Física siempre está relacionado con la manipulación de objetos matemáticos (funciones, ecuaciones diferenciales, ...), en este sentido, el uso de paquetes informáticos como el Maxima es tremendamente útil para la manipulación simbólica y numérica de expresiones, ecuaciones, ecuaciones diferenciales, etc. Un objetivo a corto plazo de la primera parte de la asignatura de Física Computacional I es servir de apoyo a las asignaturas de matemáticas básicas (álgebra, cálculo, ...) que se estudian simultáneamente en este primer curso del Grado. Para ello, procuraremos que los ejemplos con que ilustraremos el uso del Maxima sean de interés para esas asignaturas. Esperamos que esto tenga un efecto positivo adicional en la motivación del estudiante.

En la segunda parte de la asignatura veremos algunos ejemplos interesantes de experimentos virtuales, por medio de los cuales aprenderemos cómo se usa el lenguaje de programación más extendido y potente: el lenguaje C.

## 2. CONTEXTUALIZACIÓN EN EL PLAN DE ESTUDIOS



Física Computacional I es una asignatura de carácter básico de la rama de Ciencias que se imparte durante el segundo semestre del primer curso del grado en Físicas. Tiene asociados 6 créditos ECTS (de 30 horas cada uno) y no tiene prácticas de laboratorio.

Esta asignatura es el origen de una serie de materias en las que el denominador común es el uso del ordenador como potente (y muchas veces fundamental) herramienta de cálculo para analizar y resolver problemas de física y matemáticas. Esta serie continúa con Física Computacional II, asignatura obligatoria del primer semestre del segundo curso, y después se dispersa a través de los distintos Métodos Matemáticos (II, III, IV), en los que se estudiarán las herramientas para resolver problemas complejos, y que se beneficiarán del conocimiento de los métodos de computación tratados en el presente curso.

Por tratarse de la primera toma de contacto con el mundo de la física computacional, se va a prestar especial interés al instrumento en sí mismo, es decir, a los programas y lenguajes de programación que normalmente se utilizan en el ámbito de la física y las matemáticas: programas de cálculo simbólico y lenguajes de programación. Para aprender a utilizarlos practicaremos aplicándolos en la resolución de problemas o en la investigación de procesos físicos, lo que nos permitirá trabajar con diferentes técnicas de simulación e introducir importantes conceptos de la física que serán estudiados en detalle a lo largo de este grado.

La utilidad de los conocimientos sobre física computacional que se habrán adquirido después del curso resultarán de gran utilidad en otras asignaturas del grado, como por ejemplo en Álgebra, Análisis Matemático, Física Matemática o Sistemas Dinámicos.

### 3. REQUISITOS PREVIOS REQUERIDOS PARA CURSAR LA ASIGNATURA

Esta asignatura, del primer curso del Grado, no tiene requisitos previos, aunque la aprovecharán mejor aquellos estudiantes que posean conocimientos de algún lenguaje de programación. Por supuesto, es imprescindible tener acceso a un ordenador con sistema operativo Unix/Linux (recomendado), Windows o Mac OS.

En cualquier caso, el primer objetivo de esta asignatura es mostrar cómo estructurar la solución de problemas físicos para su programación en un lenguaje informático, lo que conlleva aprender alguno de esos lenguajes. Véanse más detalles al respecto en los comentarios a la bibliografía básica y recomendada más adelante en esta guía.

En relación al nivel matemático requerido, sobre todo para la primera parte de la asignatura (cálculo simbólico con Maxima), es recomendable haber estudiado las asignaturas de matemáticas del primer semestre de este curso: Análisis Matemático I y Álgebra. La asignatura aprovechará más a los estudiantes que cursen simultáneamente con ésta las asignaturas de segundo semestre: Análisis Matemático II y Métodos Matemáticos I.

### 4. RESULTADOS DE APRENDIZAJE

Tras cursar y superar esta asignatura, el estudiante habrá cumplido con los siguientes objetivos de aprendizaje:

1. Sabrá formalizar un problema físico sencillo en un lenguaje de programación.
2. Conocerá las principales ventajas de un lenguaje de computación simbólica (Maxima).
3. Sabrá escribir pequeños programas de resolución de problemas algebraicos y numéricos en un lenguaje de computación simbólica.
4. Conocerá las principales ventajas de un lenguaje de programación compilado como el C.
5. Sabrá escribir pequeños programas de resolución de problemas de física computacional en lenguaje C.
6. Conocerá varias de las técnicas de la física computacional empleadas en la investigación en física actualmente.

### 5. CONTENIDOS DE LA ASIGNATURA

El temario de la asignatura es el siguiente:

Introducción



1. Uso eficiente de ordenadores para trabajo científico. Sistema operativo Linux.
2. Mantenimiento. Instalación de paquetes informáticos adicionales.
3. Documentación científica: tipos de documentos científicos, herramientas para generar documentos científicos (LATEX y LYX).

#### Parte I: Cálculo simbólico y numérico con Maxima

1. Estructura y comandos básicos: Sesiones. Input y output. Números (enteros, de coma flotante, de precisión infinita), vectores, matrices, funciones.
2. Cálculos sencillos: Operaciones con números y comandos habituales para la manipulación de expresiones algebraicas.
3. Operaciones con vectores y matrices.
4. Definición de funciones matemáticas, bibliotecas de funciones. Representaciones gráficas de funciones en 2D y en 3D.
5. Resolución de ecuaciones (analítica y numérica).
6. Resolución de ecuaciones diferenciales ordinarias (analítica y numérica).

#### Parte II: Programación científica en lenguaje C

1. Programas informáticos: qué son y cómo se construyen.
2. El lenguaje C mediante ejemplos.
3. Métodos Monte Carlo: Generadores de números aleatorios, Difusión Browniana e Integración Monte Carlo.
4. Fractales: Geometría fractal, Generación de fractales y Cálculo de la dimensión fractal.
5. Sistemas dinámicos.
6. Autómatas celulares: Autómatas celulares elementales, Simulación de medios excitables, Percolación.

## 6.EQUIPO DOCENTE

- [DANIEL RODRIGUEZ PEREZ](#)
- [PEDRO CORDOBA TORRES](#)
- [MANUEL ARIAS ZUGASTI](#)

## 7.METODOLOGÍA Y ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

La preparación de la asignatura es totalmente práctica, con un temario basado en ejemplos representativos de la actividad que realizará posteriormente el estudiante a lo largo de la carrera.

La evaluación continuada se basará en la realización de ejercicios día a día en los que el estudiante se verá apoyado por su tutor o, en ausencia del mismo, por el equipo docente de la sede central. Los estudiantes deberán plantear sus dudas y también sus logros en la resolución de estos ejercicios, en los foros correspondientes de la asignatura.

## 8.EVALUACIÓN

Esta asignatura está sujeta a evaluación continua y, además, tiene examen presencial obligatorio.

El sistema de evaluación continua consistirá en la realización de dos conjuntos de ejercicios y trabajos propuestos por el Equipo Docente correspondientes a las dos partes del temario, de acuerdo con un calendario que será publicado en el curso virtual al inicio del curso. En su caso, se podrán publicar ejercicios de autoevaluación y, tras un tiempo, sus soluciones, de forma que el propio estudiante valore su progresión en la asignatura.

El objetivo del trabajo individual realizado por cada estudiante es doble. Por un lado, que aplique las herramientas computacionales para resolver cuestiones o problemas de la física y las matemáticas. Estas herramientas serán de gran



utilidad en futuras asignaturas del grado. Por otro, que a través de ese trabajo computacional aprenda y empiece a familiarizarse con conceptos físicos y matemáticos que serán estudiados en profundidad a lo largo de todo el grado.

En caso de que el estudiante tenga asignado un tutor, la corrección de sus ejercicios y trabajos de evaluación continua podrá ser llevada a cabo por dicho tutor. En ausencia de éste y en la convocatoria de septiembre, corregirá estos trabajos el Equipo Docente.

El examen presencial consistirá en una serie de cuestiones breves relacionadas con el trabajo realizado en la evaluación continua y tendrá, por tanto, un carácter de síntesis de las competencias adquiridas mediante la realización de las actividades del curso.

Aquellos estudiantes que no superen alguna de las tres partes de la asignatura en la convocatoria ordinaria, dispondrán de una convocatoria extraordinaria en septiembre, en la podrán presentar los ejercicios y trabajos o el examen correspondientes a las partes no superadas.

La calificación final obtenida por el estudiante podrá tener en cuenta, además, de las calificaciones parciales en los diferentes ejercicios, trabajos y el examen presencial, otros elementos que considerará el Equipo Docente, como la adecuación de los informes presentados por el estudiante a las competencias transversales del grado o la progresión observada en su participación en los foros de la asignatura, y que buscará reflejar el aprovechamiento obtenido por el estudiante del trabajo desarrollado a lo largo del semestre. Por esta razón, es imprescindible que todos los alumnos matriculados utilicen la plataforma virtual para el estudio de la asignatura.

En esta asignatura no existen prácticas de laboratorio.

## 9. BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

Comentarios y anexos:

*Apuntes de Física Computacional*, realizados por el Equipo Docente.

El material de la asignatura cubre el temario específico de la asignatura, con mucho más detalle que el requerido para la preparación de la misma. De este modo, el estudiante tendrá apoyo suficiente no sólo para su aprendizaje, sino para la preparación de los trabajos que serán fundamentales para la evaluación de la asignatura.

Para la adquisición de conocimientos previos o paralelos al nivel de la asignatura, se remite al estudiante a la bibliografía complementaria o a obras de nivel preuniversitario o de carácter general sobre física, informática o programación básica.

## 10. BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

ISBN(13): 9788436234305

Título: PROBLEMAS RESUELTOS Y PRÁCTICAS POR ORDENADOR DE ELEMENTOS DE FÍSICA PARA INFORMÁTICA ([1ª ed.]

Autor/es: Hilario Caballero, Adolfo ;

Editorial: Universidad Nacional de Educación a Distancia

Buscarlo en librería virtual UNED

Buscarlo en bibliotecas UNED

Buscarlo en la Biblioteca de Educación

Buscarlo en Catálogo del Patrimonio Bibliográfico



ISBN(13): 9788448128951

Título: C: MANUAL DE REFERENCIA

Autor/es: Schildt, Herbert ; Hernández Yáñez, Luis ; Vaquero Sánchez, Antonio ;

Editorial: OSBORNE MCGRAW-HILL

Buscarlo en librería virtual UNED

Buscarlo en bibliotecas UNED

Buscarlo en la Biblioteca de Educación

Buscarlo en Catálogo del Patrimonio Bibliográfico

## Comentarios y anexos:

En la bibliografía complementaria hay que distinguir entre los manuales de referencia que conviene que el estudiante tenga para consultar dudas puntuales sobre el lenguaje de programación y la bibliografía de apoyo y de ampliación, que profundiza en el lenguaje y su uso, o particulariza su aplicación a la computación en física.

De referencia son el Manual de Maxima y, o bien, Aprenda lenguaje ANSI C como si estuviera en Primero (en formato electrónico) o C: manual de referencia (en papel). Para este propósito, recomendamos los documentos electrónicos ya que facilitan las búsquedas de dudas puntuales por palabras clave. El resto de los textos son de apoyo y de ampliación, en su caso, al material de la asignatura preparado por el equipo docente.

- Manual de Maxima. [<http://maxima.sourceforge.net/docs/manual/es/maxima.html>]

- Javier García de Jalón de la Fuente, José Ignacio Rodríguez Garrido, Rufino Goñi Lasheras, Alfonso Brazález Guerra, Patxi Funes Martínez, Rubén Rodríguez Tamayo. Aprenda lenguaje ANSI C como si estuviera en Primero. Escuela Superior de Ingenieros Industriales, 1998 [<http://www.tecnun.es/recursos/labmat0.html>]

- Mario Rodríguez Ríotorto. Maxima: una herramienta de cálculo. 2006 [<https://www.dma.uvigo.es/asignaturas/CAL/lista1/theList/MaximaHerramientaCalculo.pdf>]

## 11. RECURSOS DE APOYO

El principal recurso de apoyo al estudio será el Curso Virtual de la asignatura en la plataforma aLF. En él se podrá encontrar todo el material para la planificación (calendario, noticias,...) y para el estudio de la asignatura (apuntes, programas, ejemplos, ejercicios, trabajos propuestos,...) así como las herramientas de comunicación, en forma de Foros, para que el alumno pueda consultar al Equipo Docente las dudas que se le vayan planteando así como otras cuestiones relacionadas con el funcionamiento de la asignatura. Estos foros serán la principal herramienta de comunicación entre el Equipo Docente y el estudiante. Por consiguiente, se insta a que el estudiante siga de un modo regular el curso virtual ya sea mediante visitas periódicas al mismo, ya sea a través de las herramientas de notificaciones automáticas.

El estudiante también tendrá a su disposición el conjunto de facilidades que la Universidad ofrece a sus alumnos (equipos informáticos, bibliotecas, ..), tanto en los Centros Asociados de la Uned como en la Sede Central.

## 12. TUTORIZACIÓN

El Equipo Docente ofrecerá una completa tutorización de la asignatura a través de su Curso Virtual. Este curso virtual será la principal plataforma de comunicación entre el Equipo Docente y el alumno. A través del mismo, el Equipo Docente



realizará el seguimiento del aprendizaje de los estudiantes e informará de los cambios, novedades, así como de cualquier otro aspecto sobre la asignatura que el Equipo Docente estime oportuno. Del mismo modo, el estudiante encontrará en el curso las herramientas necesarias para plantear al Equipo Docente cualquier duda relacionada con la asignatura.

Por consiguiente, es imprescindible que todos los alumnos matriculados utilicen esta plataforma virtual para el estudio de la asignatura.

El horario de atención al alumno por parte del Equipo Docente de la Sede Central será: Lunes (excepto en vacaciones académicas) de 16:00 a 20:00 horas. En caso de que el lunes sea día festivo, la guardia pasará al siguiente día lectivo.

Para cualquier tipo de consulta se recomienda utilizar los foros de debate habilitados en el Curso Virtual de la asignatura. Son revisados continuamente por el Equipo Docente y permiten una comunicación rápida y directa entre profesores, alumnos y tutores.

