

MÉTODOS COMPUTACIONALES 2

NOMBRE DEL CURSO: Métodos Computacionales 2

CÓDIGO DEL CURSO: FISI-2528

UNIDAD ACADÉMICA: Departamento de Física

CRÉDITOS: 2

PERIODO ACADÉMICO: 202220

HORARIO: Mi y Vi, 12:00 a 13:50

NOMBRE PROFESOR MAGISTRAL: Diego Hernando Useche Reyes

CORREO ELECTRÓNICO: dh.useche@uniandes.edu.co

HORARIO Y LUGAR DE ATENCIÓN: con cita previa

REPOSITORIO DEL CURSO: <https://github.com/diegour1/MetodosComputacionales2>

I Introducción

Los métodos computacionales, en especial, la solución numérica de ecuaciones diferenciales son un aspecto inseparable de cualquier área de trabajo en ciencia e ingeniería. Esto se debe a la facilidad de acceso a computadoras programables y su aumento exponencial en capacidad de procesamiento. Estos recursos para el cómputo sólo se puede aprovechar si las personas interesadas son capaces de utilizar la tecnología de manera eficiente y reconocer los fundamentos matemáticos que los sustenta.

II Objetivos

En el curso se presentan algoritmos y técnicas computacionales básicas para:

- Derivar analíticamente las expresiones usadas en los métodos numéricos.
- Resolver numéricamente problemas que involucren ecuaciones diferenciales ordinarias.
- Resolver numéricamente problemas que involucren ecuaciones diferenciales parciales.

III Competencias a desarrollar

Al finalizar el curso, se espera que el estudiante adquiriera las siguientes habilidades.

- Describir las expresiones matemáticas que aparecen en los métodos numéricos.
- Implementar computacionalmente modelos de ciencias y otras áreas para solucionar problemas básicos de ecuaciones diferenciales.
- Implementar animaciones que permitan observar el comportamiento de las soluciones.

IV Contenido por semanas

Semana 1

- Temas: Presentación del curso. Uso de **Python** en la nube. Repaso de **Python**. Analisis de Algoritmos. Notación Big O.

Semana 2

- Temas: Series y transformada de Fourier. Señales y filtros (sonido e imágenes). Transformada rápida de Fourier
- Lecturas preparatorias: Capítulo 10 (Fourier Analysis) del libro de Landau.

Semana 3

- Temas: Ecuaciones diferenciales ordinarias de primer orden y sistemas de ecuaciones. Métodos de un paso Runge-Kutta. (estabilidad y convergencia).
- Lecturas preparatorias: Capítulo 9 (ODEs) del libro de Landau. Capítulo 2 del libro de Hutchinson Landau.

Semana 4

- Temas: Ecuaciones diferenciales ordinarias de segundo orden y sistemas de ecuaciones. Métodos de un paso Runge-Kutta y simpléticos de segundo y cuarto orden. Problemas de muchos cuerpo, integración en la formulación de Hamilton (fractal three-body problem y secciones de Poincaré).
- Lecturas preparatorias: Capítulo 9 (ODEs) del libro de Landau. Capítulo 2 del libro de Hutchinson.

Semana 5

- Temas: Ecuaciones diferenciales ordinarias de segundo orden. Métodos Multipaso de Adams-Bashforth/Multon y Métodos adaptativos de Fehlberg (three body problem - lunar rocket).

Semana 6

- Temas: Ecuaciones diferenciales parciales de primer y segundo orden. Introducción a las diferencias finitas, repaso de los métodos de relajación. Ecuaciones elípticas (Ecuación de Advección, Laplace y Driven cavity flow). Generalización a otras coordenadas convergencia y estabilidad.
- Lecturas preparatorias: Capítulo 17 (PDEs) del libro de Landau. Capítulo 4 del libro de Hutchinson

Semana 7

- Temas: Ecuaciones diferenciales parciales de segundo orden. Ecuaciones parabólicas (Ecuación de difusión en geometría cartesiana y cilíndrica). Ecuaciones hiperbólicas (ecuación de onda). Solución espectral con la transformada rápida de Fourier. Introducción conceptual a los métodos finitos (oscilaciones en una barra y transferencia de calor)
- Lecturas preparatorias: Capítulo 17 (PDEs) del libro de Landau. Capítulo 5 de Hutchinson.

Semana 8

- Temas: Repaso. Temas Adicionales. Alternancia con C++

V Metodología

Los 2 créditos del curso corresponden a 9 horas de dedicación semanal. Cada semana habrá 3,5 horas sincrónicas distribuidas en $2 \times 1,75 = 3,5$ horas de magistral. Las 5,5 horas restantes corresponden a trabajo individual para la preparación de los contenidos de la semana y entrega de trabajo.

- Durante las clases sincrónicas de la magistral habrá una sesión de zoom de 60 minutos para presentar la parte teórica del tema del día, mostrar un ejemplo de implementación y resolver las dudas que se tengan sobre el tema del día. Los siguientes 45 minutos habrá una sesión de zoom dedicada a la resolución de un ejercicio que se debe entregar a través de la plataforma Bloque-Neón.

Para el desarrollo de la clase se usará el ambiente Binder accesible desde el repositorio del curso.

VI Criterios de evaluación

Cada semana y media se asignará un taller con 2 o 3 ejercicios para entregar en grupos de máximo 2 personas. Cada ejercicio recibe el siguiente porcentaje de calificación:

- Entrega de código fuente que incluye las funciones, algoritmos y procedimientos que se solicitan en el enunciado: 30 %.

- El código corre sin errores dentro del intérprete de Python: 30 %.
- El código produce la respuesta correcta: 40 %.

La nota definitiva se reporta con dos cifras decimales. Las entregas de ejercicios que se publican durante la sesión sincrónica de magistral y se deben entregar dentro de un plazo máximo de 7 horas. Todas las entregas de talleres y ejercicios se harán a través de la plataforma Bloque-neón. **No se aceptará ninguna tarea por fuera de esa plataforma**, a menos que ocurra una falla en los servidores que afecte a **todos** los estudiantes del curso. Finalmente, no se toman en cuenta entregas realizadas por correo electrónico fuera de los tiempos estipulados. **La nota semanal se puede modificar únicamente dentro de los próximos 8 días calendario.**

Todas las entregas son **en los grupos de trabajo**. El trabajo no incluye la colaboración de otras personas no inscritas en el curso. **Las únicas fuentes autorizadas** para reutilización de código son: el repositorio del curso y los libros de la bibliografía principal. En casos de copia, se llevará el caso a comité disciplinario y la nota del curso queda como Pendiente Disciplinario hasta que el comité tome alguna decisión.

VII Bibliografía

- *A survey of Computational Physics - Enlarged Python Book* . R. H. Landau, M. J. Páez, C. C. Bordeianu. WILEY. 2012. <https://psrc.aapt.org/items/detail.cfm?ID=11578>
- *A student's guide to numerical methods*, I. H. Hutchinson. Cambridge University Press. 2015.
- *Elements of Scientific Computing* Tveito A., Langtangen H.P., Nielsen B.F., Cai X. Springer. 2010.
- C++ Tutorial, <https://www.tutorialspoint.com/cplusplus/>