PROGRAMA DE ASIGNATURA

UdeSantiago

Asignatura	**FÍSICA COMPUTACIONAL III**	
Carrera	ASTROFÍSICA CON MENCIÓN EN CIENCIA DE DATOS	
Código	27018	
Créditos	4 SCT	Trabajo Directo: 4 hrs. docentes (3 horas cronológicas semanales) Trabajo Autónomo: 3 hrs. cronológicas semanales
Nivel	TERCER SEMESTRE	
Requisitos	FÍSICA COMPUTACIONAL II	
Categoría	OBLIGATORIO	
Área de conocimiento	Ciencias Naturales; Ingeniería y Tecnología	
Descripción	**Contribución al Perfil de Egreso** El curso de Física Computacional III permite a las y los estudiantes profundizar en la comprensión y aplicación de métodos numéricos (es decir, métodos de aproximación e iterativos) para resolver problemas más realistas de física y astrofísica, que no pueden abordarse con métodos analíticos tradicionales. A lo largo del curso, se busca proporcionar una base teórica sólida y desarrollar el pensamiento algorítmico necesario para implementar soluciones computacionales en Python, un lenguaje ampliamente utilizado en la investigación científica. Una competencia clave que se fomenta en este curso es la capacidad de traducir conceptos teóricos complejos en soluciones prácticas mediante programación y simulación computacional. Esta habilidad es esencial para los/las futuros/as astrofísicos/as, pues les permite abordar problemas en astrofísica donde la complejidad matemática exige aproximaciones numéricas y destreza en programación para encontrar soluciones y obtener hallazgos interesantes. Los métodos abordados en este curso incluyen la resolución de ecuaciones no lineales, la interpolación, la diferenciación e integración numérica, y la solución de ecuaciones diferenciales ordinarias. Estos forman la base para el análisis y simulación de fenómenos físicos. Aunque el curso no cubre modelos astrofísicos avanzados, los métodos aprendidos preparan a las y los estudiantes para estudios posteriores en áreas como mecánica celeste, dinámica estelar y análisis de datos observacionales.	
	Resultado de aprendizaje general Este curso tiene como propósito introducir herramientas numéricas esenciales para la resolución de problemas matemáticos en astrofísica, astronomía, ciencias espaciales y física en general. A través de una combinación de teoría y práctica, las y los estudiantes explorarán algoritmos fundamentales para el análisis y la solución de problemas físicos que no pueden abordarse con métodos analíticos tradicionales. **Importancia y Aplicaciones** Los problemas más realistas en física suelen modelarse mediante sistemas de ecuaciones de mayor complejidad, alejados de las idealizaciones de los cursos introductorios. La presencia de efectos no lineales, interacciones múltiples o condiciones de frontera sofisticadas hace que las herramientas analíticas tradicionales sean insuficientes. Aquí es donde los métodos numéricos resultan cruciales: permiten abordar problemas que son intratables mediante soluciones exactas y por lo tanto nos permiten desarrollar modelos más representativos de la realidad.	

Habilidades Por Desarrollar

- Comprender e implementar métodos numéricos esenciales.
- Mejorar las habilidades de programación en Python para la resolución de problemas físicos.
- Desarrollar algoritmos eficientes y manipular datos numéricos.
- Realizar simulaciones computacionales aplicadas a fenómenos físicos.

Relación con Física Computacional IV

Este curso sienta las bases para Física Computacional IV, que se enfoca en métodos numéricos avanzados. En este curso, los estudiantes explorarán:

- Ecuaciones diferenciales de segundo orden y vectoriales.
- Simulaciones de N cuerpos ligados gravitacionalmente.
- Ecuaciones diferenciales en derivadas parciales.
- Análisis espectral y transformada de Fourier.

El dominio de los principales métodos numéricos de Física Computacional III será clave para enfrentar problemas aún más sofisticados abordados en Física Computacional IV.

Resultados de aprendizaje específicos	**Unidades temáticas**
En esta unidad introductoria, las y los estudiantes se adentrarán en la representación de números en el computador y el análisis de errores, explorando conceptos clave como la representación binaria, números de punto flotante, errores de redondeo y de truncamiento. Este conocimiento es esencial para comprender la precisión numérica en cálculos computacionales, estableciendo las bases para abordar desafíos en la física computacional.	**Unidad 1:** Representación de números en el computador y análisis de errores • Representación binaria • Números de punto flotante • Error de redondeo y de truncamiento • Definición y Aplicación de la Serie de Taylor
En esta unidad, se cubren los métodos numéricos fundamentales para calcular derivadas de funciones. Las y los estudiantes deberán ser capaces de derivar una función utilizando diferentes técnicas, y además, evaluar la precisión de cada método. Sumado a esto, conocerán y aplicarán métodos para la solución de ecuaciones no lineales.	**Unidad 2:** Derivación numérica y solución de ecuaciones no lineales • Introducción a la derivación numérica • Forward y Backward difference • Central Difference • Derivadas de orden superior • Método de Newton-Rapson • Método de Bisección
Después de concluir esta unidad, se espera que las y los estudiantes logren una comprensión del concepto de interpolación y sus aplicaciones prácticas más frecuentes. Asimismo, se espera que sean capaces de emplear diversas técnicas para la aproximación de integrales, manejando sus niveles de precisión, además de discernir las ventajas y desventajas inherentes a cada técnica.	**Unidad 3:** Algoritmos de interpolación e integración numérica • Interpolación Lineal • Interpolación polinomial: Lagrange y Spline • Integración: Método de Riemann • Integración: Método trapezoidal • Integración: Método de Simpson

<table>
<tr>
<td rowspan="3"></td>
<td>Esta es la unidad de mayor relevancia, donde las y los estudiantes explorarán métodos numéricos para hallar soluciones a ecuaciones diferenciales ordinarias (EDO's) de primer orden, ampliamente utilizadas para describir y modelizar diversos fenómenos físicos y astrofísicos. Asimismo, evaluarán cuidadosamente la precisión y estabilidad de sus soluciones.</td>
<td>Unidad 4: Solución numérica de ecuaciones diferenciales ordinarias (EDO)
• Introducción a las ecuaciones diferenciales ordinarias
• Método de Euler
• Método de Euler Modificado
• Método de Runge-Kutta</td>
</tr>
<tr>
<td colspan="2">Metodologías de enseñanza y de aprendizaje Este curso se realiza mediante clases de exposición y mediante clases prácticas, realizadas de manera semanal en las que se desarrollarán los conceptos teóricos de los métodos numéricos y su implementación en Python. A medida que se requiera, se discutirá un concepto o se introducirá un nuevo método o tema de estudio durante la clase, y posteriormente se trabajará en el computador para reforzar y mejorar las habilidades de programación y pensamiento algorítmico en Python.</td>
</tr>
<tr>
<td colspan="2">Procedimientos de evaluación

La evaluación del grado de aprendizaje se realizará utilizando los siguientes instrumentos:

→ 2 tareas que se promedian (NT)
→ PEP1 (examen escrito 1)
→ PEP2 (examen escrito 2)

$$\mathrm{NT}=\frac{\mathrm{T1}+\mathrm{T2}}{2}$$

La calificación final equivaldrá al promedio ponderado de las notas obtenidas en cada uno de los instrumentos antes descritos, ponderados de la siguiente manera:

$$\text{Calificación Final} = 0.3 \cdot \mathrm{NT} + 0.35 \cdot \mathrm{PEP1} + 0.35 \cdot \mathrm{PEP2}$$

Las y los estudiantes que obtengan una nota igual o superior a 4.0, habrán aprobado el curso.

Finalmente, si después de las evaluaciones antes mencionadas, el o la estudiante obtiene una calificación de (3.0) a (3.9), se rendirá una Prueba de Suficiencia (PES). Si la calificación es igual o superior a cinco (5.0), la calificación final del curso será de cuatro (4.0) en el acta de calificación. En caso contrario, la calificación final del curso será igual a la obtenida en el punto anterior.

Nota: Para justificar una inasistencia a una PEP, el o la estudiante deberá presentar justificativo en un plazo de cinco días hábiles desde la fecha de la evaluación (a la secretaria de Astrofísica). La justificación deberá estar debidamente validada por el Centro de Salud. En estos casos, el o la estudiante podrá rendir una prueba recuperativa al final del semestre, con contenidos equivalentes a la PEP que no rindió.</td>
</tr>
</table>

	Bibliografía básica • R. Landau – A Survey of Computational Physics: Introductory Computational Science. Princeton University Press. Princeton And Oxford. url: https://www.dsf.unica.it/~fiore/survey.pdf • M. Zingale – Tutorial on Computational Astrophysics. url: https://zingale.github.io/comp_astro_tutorial/intro.html • Q. Kong – Python Programming And Numerical Methods: A Guide For Engineers And Scientists. Elsevier. url: https://pythonnumericalmethods.berkeley.edu/notebooks/Index.html