

## PROGRAMA DE ASIGNATURA

Asignatura	FÍSICA COMPUTACIONAL IV					
Carrera	ASTROFÍSICA CON MENCIÓN EN CIENCIA DE DATOS					
Código	27024					
Créditos	4 SCT	Trabajo Directo: 4 hrs. docentes (3 horas cronológicas semanales) Trabajo Autónomo: 3 hrs. cronológicas semanales				
Nivel	CUARTO SEMESTRE					
Requisitos	FÍSICA COMPUTACIONAL III					
Categoría	OBLIGATORIO					
Área de conocimiento	Ciencias Naturales; Ingeniería y Tecnología					
Descripción	<p><b>Contribución al Perfil de Egreso</b></p> <p>Este curso brinda a las y los estudiantes la oportunidad de profundizar en la comprensión y aplicación de principios esenciales de la física computacional, con un enfoque específico en métodos numéricos para resolver problemas prácticos de física y astrofísica, utilizando Python. Física Computacional IV es la continuación directa de Física Computacional III, por lo que consiste en una asignatura de métodos numéricos avanzados.</p> <p>En este curso, se busca que las y los estudiantes no solo adquieran conocimientos teóricos sólidos sobre métodos numéricos avanzados, sino que también sigan desarrollando su pensamiento algorítmico que les permitirá implementar estos métodos para abordar problemas concretos de física y astrofísica.</p> <p>Los métodos numéricos, tales como la resolución numérica de ecuaciones diferenciales ordinarias y parciales, el análisis espectral, las simulaciones de N cuerpos ligados gravitacionalmente, entre otros, se convierte en una habilidad esencial para el análisis y simulación de fenómenos astrofísicos. Este enfoque no solo fortalece la capacidad de las y los estudiantes para abordar problemas físicos y matemáticos complejos, sino que también contribuye a su perfil de egreso.</p> <p>La capacidad para traducir conceptos teóricos complejos en soluciones prácticas mediante la programación y la simulación computacional se destaca como una competencia clave que prepara a los estudiantes para enfrentar los desafíos analíticos en su carrera de astrofísica.</p> <p><b>Resultado de aprendizaje general</b></p> <p>El objetivo del curso de Física Computacional IV es profundizar en herramientas numéricas que permiten solucionar problemas matemáticos presentes en diversos ámbitos de la astrofísica, astronomía y ciencias espaciales, tales como: la solución de ecuaciones diferenciales ordinarias y parciales, sistemas de múltiples ecuaciones, simulaciones de N cuerpos, algoritmos de filtrado de ruido y análisis espectral.</p> <table><tr><td><b>Resultados de aprendizaje específicos</b></td><td><b>Unidades temáticas</b></td></tr><tr><td>En esta unidad, las y los estudiantes explorarán métodos numéricos para hallar soluciones a ecuaciones diferenciales ordinarias (EDO's) de primer y segundo orden, ampliamente</td><td><b>Unidad 1:</b> Solución numérica de ecuaciones diferenciales ordinarias (EDO)<ul style="list-style-type: none"><li>• Repaso de algoritmos Euler, RK2 y RK4</li><li>• Análisis de Estabilidad de las soluciones</li></ul></td></tr></table>		<b>Resultados de aprendizaje específicos</b>	<b>Unidades temáticas</b>	En esta unidad, las y los estudiantes explorarán métodos numéricos para hallar soluciones a ecuaciones diferenciales ordinarias (EDO's) de primer y segundo orden, ampliamente	<b>Unidad 1:</b> Solución numérica de ecuaciones diferenciales ordinarias (EDO) <ul style="list-style-type: none"><li>• Repaso de algoritmos Euler, RK2 y RK4</li><li>• Análisis de Estabilidad de las soluciones</li></ul>
<b>Resultados de aprendizaje específicos</b>	<b>Unidades temáticas</b>					
En esta unidad, las y los estudiantes explorarán métodos numéricos para hallar soluciones a ecuaciones diferenciales ordinarias (EDO's) de primer y segundo orden, ampliamente	<b>Unidad 1:</b> Solución numérica de ecuaciones diferenciales ordinarias (EDO) <ul style="list-style-type: none"><li>• Repaso de algoritmos Euler, RK2 y RK4</li><li>• Análisis de Estabilidad de las soluciones</li></ul>					

	<p>utilizadas para describir y modelizar diversos fenómenos físicos y astrofísicos. Asimismo, evaluarán cuidadosamente la precisión y estabilidad de sus soluciones. Este conocimiento será aplicado en gran medida en el estudio de órbitas planetarias y estelares.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Solución de ecuaciones de segundo orden</li> <li>• Solución de sistemas de ecuaciones diferenciales</li> </ul>
	<p>En esta unidad, las y los estudiantes abordarán el problema clásico de la dinámica de muchos cuerpos bajo la interacción gravitacional. A partir de aproximaciones numéricas, implementarán algoritmos para integrar las ecuaciones de movimiento, evaluando su precisión y estabilidad en distintos escenarios astrofísicos. Se trabajará con métodos de integración como Verlet y Velocity-Verlet, que permiten un control adecuado de la conservación de la energía. Además, se introducirá un enfoque de programación orientada a objetos para estructurar de manera eficiente las simulaciones. Este conocimiento resultará fundamental para el estudio de cúmulos estelares, sistemas planetarios y otras configuraciones gravitacionales en cursos más avanzados.</p>	<p><b>Unidad 2:</b> Simulaciones de N cuerpos ligados gravitacionalmente</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introducción</li> <li>• Algoritmo de Verlet</li> <li>• Algoritmo Velocity-Verlet</li> <li>• Enfoque de programación orientada a objetos</li> <li>• Criterio de estabilidad de la energía</li> </ul>
	<p>Esta unidad se enfoca en las Ecuaciones Diferenciales Parciales (EDP) y aborda específicamente el Método de Diferencias Finitas. Los estudiantes explorarán cómo aplicar este método para resolver EDP, proporcionando una perspectiva adicional en la resolución numérica de problemas en física y astrofísica, tales como ecuación de calor, ecuación de Poisson para potencial gravitacional y leyes de Maxwell.</p>	<p><b>Unidad 3:</b> Solución Numérica de ecuaciones diferenciales parciales</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introducción</li> <li>• Método de Diferencias Finitas</li> <li>• Ecuación de Laplace</li> <li>• Ecuación de Poisson</li> <li>• Ecuación de Calor</li> <li>• Leyes de Maxwell</li> <li>• Análisis de Estabilidad de Von Neumann</li> </ul>
	<p>En esta unidad, las y los estudiantes se adentrarán en la Transformada de Fourier y el Análisis Espectral. Se abordará la introducción a estos conceptos, el desarrollo en Series de Fourier y las Integrales de Fourier. Además, se explorará el algoritmo FFT (Transformada Rápida de Fourier) y su aplicación en el análisis de señales. La unidad también incluirá el estudio de técnicas de filtrado de ruido y diversas aplicaciones prácticas.</p>	<p><b>Unidad 4:</b> Transformada de Fourier y Análisis Espectral</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introducción</li> <li>• Desarrollo en Series de Fourier</li> <li>• Integrales de Fourier</li> <li>• Algoritmo DFT y FFT</li> <li>• Aplicaciones</li> </ul>

	<p><b>Metodologías de enseñanza y de aprendizaje</b> El curso combina clases expositivas con sesiones prácticas semanales, en las que se desarrollarán los fundamentos teóricos de los métodos numéricos y su implementación en Python. Cada vez que sea necesario, se introducirán nuevos conceptos o algoritmos durante la clase, para luego trasladarlos al computador y reforzar así las habilidades de programación y el pensamiento algorítmico en este lenguaje.</p> <p>Asimismo, se empleará la metodología de <i>aprendizaje basado en proyectos</i>. En grupos, las y los estudiantes deberán abordar un problema de física computacional de mayor complejidad, aplicando de manera integrada las herramientas adquiridas durante el semestre. Esta dinámica no solo permitirá poner en práctica los conocimientos técnicos, sino que también fomentará el trabajo en equipo, la investigación autónoma y la comunicación efectiva de resultados. El progreso de cada proyecto será monitoreado semanalmente, asegurando una evaluación continua y formativa de los aprendizajes alcanzados.</p> <p><b>Procedimientos de evaluación</b></p> <p>La evaluación del grado de aprendizaje se realizará utilizando los siguientes instrumentos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>→ PEP1 (Prueba Escrita Programada 1)</li> <li>→ PEP2 (Prueba Escrita Programada 2)</li> <li>→ PF (Proyecto Final)</li> </ul> <p>La calificación final equivaldrá al promedio ponderado de las notas obtenidas en cada uno de los instrumentos antes descritos, <b>ponderados</b> de la siguiente manera:</p> $\text{Calificación Final} = 0.35 \cdot \text{PEP1} + 0.35 \cdot \text{PEP2} + 0.3 \cdot \text{PF}$ <p>Las y los estudiantes que obtengan una nota igual o superior a 4.0, habrán aprobado el curso.</p> <p>Finalmente, si después de las evaluaciones antes mencionadas, el o la estudiante obtiene una calificación inferior a cuatro (4.0) y mayor o igual a tres (3.0), 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.</p> <p>Se exigirá <b>un porcentaje de asistencia mayor o igual al 75 % para aprobar</b> el curso.</p> <p><b>Nota:</b> 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.</p>
	<p><b>Bibliografía básica</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• R. Landau – A Survey of Computational Physics: Introductory Computational Science. Princeton University Press. Princeton And Oxford. url: <a href="https://www.dsf.unica.it/~fiore/survey.pdf">https://www.dsf.unica.it/~fiore/survey.pdf</a></li> <li>• M. Zingale – Tutorial on Computational Astrophysics. url: <a href="https://zingale.github.io/comp_astro_tutorial/intro.html">https://zingale.github.io/comp_astro_tutorial/intro.html</a></li> <li>• Q. Kong – Python Programming And Numerical Methods: A Guide For Engineers And Scientists. Elsevier. url: <a href="https://pythonnumericalmethods.berkeley.edu/notebooks/Index.html">https://pythonnumericalmethods.berkeley.edu/notebooks/Index.html</a></li> </ul>