UNIVERSIDAD DE COSTA RICA

EFis Escuela de Física

1. CARACTERÍSTICAS DEL CURSO

Sigla	**FS-1049**	Requisitos	**FS-0432 FS-0433**
Nombre	**Tópicos de Física III: Física Computacional Avanzada**	Correquisitos	**FS-0533**
Horas	**3 (K 16-18:50)**	Ciclo	**2026-II**
Créditos	**3**	Clasificación	**Propio**
Grupos	**01**	Modalidad	**Presencial**

2. DESCRIPCIÓN

El presente curso teórico-práctico optativo es una continuación de FS0432 (Física Computacional) en el que la persona estudiante profundizará su conocimiento y familiaridad con técnicas de física computacional. El curso se desarrollará en un laboratorio de cómputo con acceso a equipo con capacidades de computación de alto rendimiento y acceso a GNU/Linux y Python. El curso comienza examinando los métodos espectrales para la resolución de ecuaciones diferenciales. El segundo tema cubierto será la teoría de optimización, con énfasis en metodologías con aplicaciones contemporánteas en física y ciencia de datos. Finalmente, se estudiarán algoritmos y metodologías de aprendizaje automático, con particular enfoque en la comprensión de técnicas para la optimización de redes neuronales. A través de todos los algoritmos estudiados, se cubrirá la aplicación de estos algoritmos al estudio de sistemas físicos, y se proporcionará experiencia práctica con la implementación de los algoritmos en Python.

3. OBJETIVOS

Objetivo General

Desarrollar un dominio de herramientas computacionales avanzadas para la caracterización, simulación y el control de sistemas físicos y dinámicos.

Objetivos Específicos

- Adquirir la habilidad de analizar e implementar algoritmos avanzados para optimización, clasificación y para resolución de ecuaciones diferenciales.
- Comprender cómo elegir algoritmos e implementaciones de manera apropiada para analizar situaciones físicas.
- Comprender los fundamentos de cómo funcionan los algoritmos de aprendizaje automático (*machine learning* en inglés) y cómo pueden ser usados para analizar sistemas físicos.
- Ser capaz de razonar críticamente sobre la aplicación de los algoritmos estudiados en en análisis de sistemas físicos.

4. CONTENIDOS Y CRONOGRAMA

- Tema 1, 11/08: Análisis espectral, método Galerkin, PDEs lineales
- Tema 1, 18/08: Análisis espectral de PDEs no lineales
- Tema 2, 25/08: Programación lineal, método simplex
- Tema 2, 01/09: Programación semidefinida, aproximaciones semidefinidas
- Tema 2, 08/09: Gradientes estocásticos, algoritmo Adam
- Tema 2, 15/09: Métodos quasi-newton, BFGS, L-BFGS

- Tema 3, 22/09: Intro a las Redes Neuronales
- 29/09: I Examen Parcial (Temas 1 y 2)
- Tema 3, 06/10: Diferenciación automática (*backpropagation*)
- Tema 3, 13/10: Aprendizaje superficial: máquinas de soporte vectorial, regresión logística
- Tema 3, 20/10: Aprendizaje profundo: ventajas, dificultades, heurísticas
- Tema 3, 27/10: GPUs, álgebra lineal, y práctica con PyTorch
- Tema 4, 03/11: Temas avanzados
- Tema 4, 10/11: Temas avanzados
- Tema 4, 17/11: Temas avanzados
- 24/11: Entrega de proyecto y presentaciones finales
- 03/12: II Examen Parcial (Tems 3 y 4)

Lista de posibles temas avanzados: Redes convolucionales, redes recurrentes, aprendizaje no supervisado, modelos ocultos de Markov, redes tensoriales, algoritmos genéticos.

5. METODOLOGÍA

Siendo una continuación del curso de Física Computacional (FS0432), este curso también emplea una metodología participativa, con clases dinámicas e interactivas. Se alterna entre secciones teóricas que cubren los principios matemáticos con los que operan los algoritmos cubiertos en el curso, y secciones prácticas en las que se desarrollan las destrezas técnicas para implementar dichos algoritmos usando herramientas de software modernas. Se realizarán 4 tareas para cementar la habilidad de la persona estudiante de aplicar los algoritmos aprendidos en clase para la resolución y comprensión de sistemas físicos.

Para apoyar su aprendizaje, se hará uso de la plataforma oficial de la Universidad: https://mediacionvirtual.ucr.ac.cr donde encontrará el entorno virtual del curso con clave **computacional2**.

Durante todo el semestre se trabajará en un proyecto individualmente o en parejas. Las fechas de entregas importantes para este son: 01/09 entrega anteproyecto, 20/10 entrega del avance y 24/11 entrega final y presentación.

Las tareas se podrán entregar tarde, perdiendo 10 % de la nota por cada día tardío. Todas las tareas y evaluaciones son de carácter individual.

Uso de inteligencia artificial (IA): Se permite que el estudiantado utilice herramientas de inteligencia artificial para apoyar su producción científica durante el curso con tres condiciones indispensables:

1. **Transparencia:** que exista transparencia en cuanto a cómo se utilizaron dichas herramientas y que partes del producto presentado son atribuibles a la persona estudiante. Para propiciar esto, se requerirá que se entregue una declaración de uso de IA escrita por la persona estudiante sin intervención de una IA en cada trabajo escrito.

2. **Comprensión y examinación crítica:** que se comprenda por qué el código o análisis presentado es correcto. Para propiciar esta práctica se requerirá que la persona realice pruebas de sanidad con la que se confirma que los contenidos producidos por la IA son consistentes con su comprensión científica del problema. Esta examinación crítica deberá incluir un párrafo escrito por la persona estudiante sin intervensión de una IA en la que se provean conclusiones sobre las pruebas de sanidad realizadas.

3. **Examenes:** en ningún caso se permitirá el uso de IA para la resolución de exámenes.

6. EVALUACIÓN

Primer Parcial	15 %
Segundo Parcial	15 %
Tareas	30 %
Anteproyecto	5 %
Avance del proyecto	10 %
Proyecto final	15 %
Presentación final	10 %

7. BIBLIOGRAFÍA

Página GitHub asociada al curso:
https://github.com/felimomo/FisicaComputacionalAvanzada

Tema 1

1. David Chopp (2008). ES APPM 446-2 Notes: Spectral Methods for Partial Differential Equations
2. Bruno Costa (2004). Spectral Methods for Partial Differential Equations
3. Rodriguez-Lara, Alvarez-Rios, Guzman (2024). Numerical Solution Partial Differential Equations using the Discrete Fourier Transform.

Tema 2

1. Feras Awad (2023). Linear Programming Lecture Notes for Math 373.
2. Lovasz (2001). Semidefinite programs and combinatorial optimization.
3. Clement W. Royer (2023). Lecture notes on stochastic gradient methods.
4. Chong, Zak (2001). Introduction to Optimization.

Tema 3

1. Aggarwal (2023). Neural Networks and Deep Learning.
2. Deep Ray, Orazio Pinti and Assad A. Oberai (2023). Deep Learning and Computational Physics (Lecture Notes)
3. Baydin et al. (2018). Automatic Differentiation in Machine Learning: a Survey.

Tema 4

Se asignarán materiales dependiendo de los intereses de los estudiantes.

PROTOCOLO DE ATENCIÓN A PERSONAS DE LA COMUNIDAD UNIVERSITARIA CON URGENCIAS PSICOLÓGICAS

PROTOCOLO

Es una guía para el manejo adecuado de las urgencias psicológicas.

URGENCIA PSICOLÓGICA

Se comprende como circunstancias en las que una persona presenta alteraciones del estado de ánimo, del pensamiento o de la conciencia que alteran de manera aguda y notable su comportamiento y ponen en riesgo su integridad personal y la de los demás (Posada, 2009).

MANIFESTACIONES

- Actividad verbal o motora aumentada o inadecuada (respuesta exagerada / extraña).
- Alteraciones de las funciones psíquicas: alucinaciones, delitios, alteraciones de la consciencia.
- Despersonalización: experiencia de sentirse separado de su propio cuerpo Intento o ideación suicida /homicida

¿Qué hacer mientras llega la ambulancia?

PASO 01 Actúe con calma, amabilidad, de forma organizada y respetuosa.

PASO 02 Manténgase visible y cercano, pero sin invadir el espacio de la persona.

PASO 03 Por difícil que sea la situación, no exceda sus competencias. Siga el procedimiento establecido.



FCS
Facultad de Ciencias Sociales

Información tomada del documento de la Oficina de Bienestar y Salud (OBS) UCR

UCR



DISCRIMINACIÓN

Es un acto u omisión que afecta las oportunidades de una persona o sus derechos humanos.

SON MANIFESTACIONES DE DISCRIMINACIÓN:

- Ataques físicos
- Burlas, bromas ofensivas
- Uso de vocabulario discriminador
- Trato diferencial o despectivo
- Exclusión o segregación
- Desinterés o maltrato
- Negación a brindar servicios

DENUNCIA

La denuncia puede presentarse personalmente o mediante correo electrónico ante la **Comisión Institucional Contra la Discriminación (CICDI).**

Ninguna de las personas denunciantes o testigos sufrirán perjuicios.

Si usted ha vivido una situación de discriminación puede acercarse a la **CICDI** para buscar apoyo.

2511-1294 comision.contradiscriminacion@ucr.ac.cr

FC Facultad de Ciencias

Para conocer el Reglamento contra Discriminación de la UCR ingrese aquí



HOSTIGAMIENTO SEXUAL

Toda conducta de naturaleza sexual indeseada por quien la recibe, que provoque efectos perjudiciales en el estado general o bienestar personal.

SON MANIFESTACIONES DE HOSTIGAMIENTO SEXUAL:

- Promesa o amenaza, implícita o expresa, relacionada con favores sexuales
- Propuestas o conductas de naturaleza sexual
- Humillaciones u ofensas con palabras, gestos o imágenes
- Acercamientos o formas de contacto físico no deseados
- Intentos de comunicación ajenos a la relación profesional o académica

DENUNCIA

Las denuncias se realizan en forma verbal o escrita, ante la **Comisión Institucional Contra el Hostigamiento Sexual (CICHS).**

CONTACTOS

Comisión Institucional contra el Hostigamiento Sexual: 2511-4898
comision.contrahostigamiento@ucr.ac.cr
Defensoría contra el Hostigamiento Sexual: 2511-1909
defensoriahs@ucr.ac.cr

FC Facultad de Ciencias

Para conocer más información ingrese aquí