UNIVERSIDAD DE COSTA RICA

EFis Escuela de Física

1. CARACTERÍSTICAS DEL CURSO

Sigla	**FS0432**	Requisitos	**MA1003, MA1004 y CI0202**
Nombre	**Física Computacional**	Correquisitos	**No tiene**
Horas	**4**	Horario	**L,J: 15:00 a 16:50**
Consulta	**K: 16:00 a 18:00**	Ciclo	**II-2026**
Créditos	**4**	Clasificación	**Propio**
Grupo	**02**	Modalidad	**Presencial**
Profesor	**Jesús Espinoza Valverde**	Correo	**jesus.espinoza@ucr.ac.cr**

2. DESCRIPCIÓN

El presente es un curso teórico-práctico que pretende introducir y familiarizar a la persona estudiante con diversas herramientas para el cálculo, la simulación y el análisis de modelos matemáticos orientados a la resolución de problemas en Física. El curso se desarrollará en un laboratorio de cómputo con acceso a equipos con capacidades de computación de alto rendimiento y a entornos GNU/Linux y Python.

El curso inicia con una introducción a GNU/Linux, así como a herramientas esenciales de la línea de comandos y para el desarrollo de software. Posteriormente, se ampliarán y fortalecerán los conocimientos básicos de programación adquiridos en el curso de Principios de Informática, para luego enfocar el curso en la implementación de métodos matemáticos y numéricos mediante programación y computación científica, con aplicaciones en Física.

3. OBJETIVOS

Objetivo general

- Al finalizar el curso, la persona estudiante será capaz de aplicar herramientas computacionales para la resolución, simulación y modelado de problemas científicos, con el fin de utilizar estas habilidades en distintos contextos de las ciencias.

Objetivos específicos

- Al finalizar el curso, la persona estudiante habrá adquirido un dominio básico de GNU/Linux para utilizarlo en ambientes de desarrollo de software científico.

- Al finalizar el curso, la persona estudiante habrá adquirido un dominio intermedio de herramientas de programación científica, con el fin de aplicar estos conocimientos en la resolución de problemas en las ciencias.

- Al finalizar el curso, la persona estudiante tendrá la capacidad de modelar problemas físicos mediante herramientas computacionales y métodos de matemática aplicada, con el fin de estudiar sistemas que no admiten una solución analítica.

- Al finalizar el curso, la persona estudiante será capaz de desarrollar criterios para seleccionar e implementar las técnicas computacionales más apropiadas para modelar sistemas y analizar datos en contextos científicos.

- Al finalizar el curso, la persona estudiante habrá adquirido conocimientos básicos de programación en paralelo, con el fin de aplicarlos al desarrollo de aplicaciones científicas que requieran cálculos concurrentes.

4. CONTENIDOS Y CRONOGRAMA

1. **Introducción a GNU/Linux y Bash**
   - Hardware de computadoras (componentes, CPU, almacenamiento y sistema operativo)
   - Introducción y fundamentos de GNU/Linux (historia de los sistemas Unix-like, distribuciones y aplicaciones)
   - Operaciones básicas y herramientas del sistema (CLI, comandos básicos y expresiones regulares)
   - Automatización y scripts (Bash, FIFO y pipes)
2. **Control de versiones en el desarrollo de software**
   - Herramientas y prácticas para el control de versiones
   - Herramientas para el desarrollo colaborativo de software
   - Buenas prácticas para la documentación de código
3. **Programación interpretada: Python**
   - Revisión de variables, tipos y estructuras básicas: cadenas de caracteres, listas, tuplas y diccionarios
   - Revisión de funciones, operadores, expresiones y estructuras de control
   - Comprensión de listas y sus aplicaciones
   - Jupyter Notebook (lenguaje Markdown para documentación y descripción matemática, y código Python embebido)
   - NumPy, Matplotlib y SciPy (cálculo numérico, visualización y rutinas matemáticas de uso común)
   - Programación orientada a objetos en Python
4. **Derivación numérica**
   - Diferencias finitas de primer orden
   - Diferencias finitas de segundo orden
5. **Integración numérica**
   - Métodos de Riemann, trapecio y Simpson
   - Fórmulas de Newton-Cotes
   - Polinomios de Legendre y cuadratura gaussiana
   - Integración en intervalos infinitos
6. **Programación compilada: C++**
   - Compilación y espacios de nombres (*namespaces*)
   - Punteros, referencias y paso de argumentos a funciones
   - Manejo de memoria
   - Manejo de excepciones y biblioteca estándar
   - Programación orientada a objetos en C++
7. **Sistemas de ecuaciones lineales**

- Métodos directos
- Métodos iterativos

8. **Ecuaciones diferenciales ordinarias**
   - Método de Euler
   - Métodos de Runge-Kutta
   - Métodos simplécticos
9. **Ecuaciones diferenciales parciales**
   - Ecuaciones diferenciales parciales elípticas, parabólicas e hiperbólicas
10. **Programación en paralelo con memoria compartida (OpenMP)**
    - Conceptos básicos de computación de alto rendimiento (HPC): arquitecturas y tipos de computación
    - Introducción al paralelismo (tipos, ventajas, retos y concurrencia)
    - Programación en paralelo con OpenMP
    - Optimización de código y escalabilidad
11. **Programación en paralelo con memoria distribuida (MPI)**
    - Paradigma de paso de mensajes
    - Programación en paralelo con el estándar MPI
12. **Métodos estocásticos**
    - Generadores de números pseudoaleatorios
    - Integración de Monte Carlo
13. **Transformadas discretas de Fourier**
    - Modos de oscilación
    - Transformada rápida de Fourier (FFT)

Cronograma

Tema / Actividad	Fecha
1. Introducción a GNU/Linux y Bash	10/08 13/08
2. Control de versiones en el desarrollo de software	17/08 20/08
3. Programación interpretada: Python	24/08 27/08 31/08 03/09

Tema / Actividad	Fecha
4. Derivación numérica	07/09
5. Integración numérica	10/09 14/09
6. Programación compilada: C++	17/09 21/09 24/09 28/09
Primer Examen Parcial *(Evalúa los temas 1–6)*	01/10
7. Sistemas de ecuaciones lineales	05/10 08/10
Examen de suficiencia *(Evalúa los temas 1–13)*	09/10
8. Ecuaciones diferenciales ordinarias	12/10 15/10
9. Ecuaciones diferenciales parciales	19/10 22/10 26/10
10. Programación en paralelo con memoria compartida (OpenMP)	29/10 02/11
11. Programación en paralelo con memoria distribuida (MPI)	05/11 09/11 12/11
12. Métodos estocásticos	16/11 19/11 23/11
13. Transformadas discretas de Fourier	26/11
Entrega de la parte escrita del proyecto final	26/11, 23:59
Segundo Examen Parcial *(Evalúa los temas 7–13)*	30/11
Exposición del proyecto final	03/12
Examen de ampliación *(Evalúa los temas 1–13)*	10/12

Tabla 1: Cronograma tentativo del curso.

5. METODOLOGÍA

- Durante el curso se empleará una metodología participativa. Las clases presenciales alternarán entre segmentos teóricos, en los que se presentarán los conceptos fundamentales, métodos y aplicaciones, y actividades prácticas orientadas a la aplicación inmediata de los conocimientos adquiridos. Para ello, se podrán utilizar clases magistrales, resolución de problemas, demostraciones computacionales, recursos audiovisuales y otras actividades pertinentes.

- El curso contará con dos sesiones presenciales por semana, para un total de cuatro horas semanales. Durante estas sesiones se combinarán actividades teóricas y prácticas, haciendo uso de herramientas matemáticas y computacionales para el estudio y la resolución de problemas en

Física.

- Como apoyo a las actividades presenciales, se utilizará la plataforma institucional **Mediación Virtual** (https://mv.mediacionvirtual.ucr.ac.cr/), donde se pondrán a disposición el programa del curso, material didáctico, instrucciones para las actividades evaluativas, avisos y otros recursos de apoyo.

6. EVALUACIÓN

- **Exámenes parciales.** Se realizarán dos exámenes parciales de desarrollo, aplicados en el horario asignado al curso, cada uno con un valor de **15 %** de la nota final. Los contenidos que se evaluarán en cada examen se indican en el cronograma (Tabla 1) y corresponderán únicamente a temas desarrollados en clase con anterioridad a la fecha de la evaluación.

- **Trabajo en clase.** Durante el curso se realizarán actividades prácticas en clase, con un valor total de **25 %** de la nota final. Estas actividades estarán orientadas a la aplicación de los conceptos, métodos y herramientas computacionales desarrollados durante el curso.

- **Tareas programadas.** Se asignarán cinco tareas programadas, cada una con un valor de **5 %** de la nota final, para un total de **25 %**. Estas actividades estarán orientadas al análisis, modelado y visualización computacional de problemas relacionados con los contenidos del curso.

  Las tareas requerirán la aplicación de los conceptos estudiados y el uso de herramientas de programación para la resolución de problemas, el análisis de datos y la interpretación de resultados.

- **Proyecto final.** Se realizará un proyecto a lo largo del semestre, con un valor de **20 %** de la nota final. El proyecto consistirá en la implementación de metodologías numéricas y computacionales para el estudio de un problema de interés científico. Su desarrollo podrá involucrar programación científica, estudio e implementación de métodos numéricos, análisis de datos y/o investigación bibliográfica.

  El proyecto se desarrollará de forma colaborativa en grupos de uno a tres estudiantes. La entrega incluirá un repositorio con el código desarrollado, un informe escrito con la metodología y los resultados obtenidos, y una presentación oral. La evaluación podrá considerar tanto el resultado global del proyecto como la contribución individual de cada integrante.

- **Comunicación de las actividades evaluativas.** Las instrucciones, criterios de evaluación, fechas de entrega y demás información pertinente se comunicarán en clase y por medio de Mediación Virtual. La información correspondiente a cada evaluación se comunicará con al menos cinco días hábiles de antelación, de conformidad con la normativa universitaria vigente.

- **Examen de ampliación.** El examen de ampliación evaluará todos los contenidos del curso y se realizará mediante una prueba que podrá incluir componentes teóricos y prácticos.

- **Examen de suficiencia.** De acuerdo con el artículo 7 del Reglamento de Estudio Independiente, el instrumento de evaluación por suficiencia se aplicará durante la novena semana del ciclo lectivo. Esta prueba evaluará la totalidad de los contenidos teóricos y prácticos del curso para aquellos estudiantes que opten por esta modalidad. Este examen se aplicará el día viernes 9 de octubre de 2026.

Actividad evaluativa	Cantidad	Valor
Exámenes parciales	2	15 % c/u (30 %)
Trabajo en clase	—	25 %
Tareas programadas	5	5 % c/u (25 %)
Proyecto final	1	20 %
Total		**100 %**

Tabla 2: Resumen de la evaluación del curso.

7. BIBLIOGRAFÍA

- M. Newman, Computational Physics, CreateSpace, DC, USA, 1st Edition (2013)
- A. Markus, Modern Fortran in practice, Cambridge University Press, New York, USA, 1st Edition (2012)
- Fosdick, L. D., Jessup, E. R., Schauble, C. J., Domik, G., & Manning, R. (1998). An Introduction to High-Performance Scientific Computing. SIAM Review, 40(2), 414-414.
- B. Lauwens, and A. B. Downey, Think Julia: How to think like a computer scientist, O'Reilly Media, Sebastopol, USA, 1st Edition (2019)
- J. F. Boudreau, and E. S Swanson, Applied computational physics, Oxford University Press, Oxford, UK, 1st Edition (2018)
- J. M. Kinder, and P. Nelson, A student's guide to Python for physical modeling, Princeton University Press, New Jersey, USA, 1st Edition (2015)
- J. M. Thijssen, Computational Physics, Cambridge University Press, Cambridge, UK, 2nd Edition 3rd printing (2012)
- Landau R. H., and Paez M. J., Computational Problems for Physics: With Guided Solutions Using Python, CRC Press, Boca Raton, USA, 1st Edition (2018)
- R. Landau, et al, A survey of computational physics: introductory computational science, Princeton University Press, New Jersey, USA, 1st Edition (2008)
- Scopatz and K. D. Huff, Effective Computation in Physics, O'Reilly Media, Sebastopol, USA, 1st Edition, Cham, Switzerland (2015)
- T. Pang, An introduction to Computational Physics, Cambridge University Press, New York, USA, 1st Edition (2006)
- W. H. Press, et al, Numerical Recipes: The Art of Scientific Computing, Cambridge University Press, Cambridge, UK, 3rd Edition (2007)



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

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