

Computación Científica para Ciencias Experimentales

1. Objetivos Generales

1. Fomentar el pensamiento computacional para la resolución de problemas científicos mediante la descomposición, el reconocimiento de patrones y la abstracción.
2. Desarrollar competencias en el uso de herramientas computacionales para el análisis de datos experimentales.
3. Enseñar el diseño y análisis de experimentos utilizando metodologías estadísticas y computacionales.
4. Proveer conocimientos fundamentales sobre mediciones, tratamiento de datos y errores en contextos experimentales.

1.1. Objetivos Específicos

1. Introducir a los estudiantes en la computación científica y su relevancia en las ciencias experimentales.
2. Capacitar a los estudiantes en el uso de software y herramientas computacionales esenciales.
3. Desarrollar habilidades en diseño experimental y análisis de datos utilizando métodos estadísticos.
4. Instruir en la redacción de informes científicos y la utilización de procesador de textos \LaTeX .
5. Proveer conocimientos avanzados en visualización de datos y análisis de regresión.

1.2. Competencias

1. Uso eficiente de herramientas computacionales para la resolución de problemas científicos.
2. Capacidad para diseñar y analizar experimentos de manera efectiva.
3. Habilidad para manejar datos experimentales, analizarlos y presentar resultados de manera clara y precisa.
4. Competencia en la redacción y presentación de informes científicos.
5. Aplicación de métodos estadísticos avanzados para el análisis de datos experimentales.
6. Habilidad para relacionar conceptos teóricos con aplicaciones prácticas.

2. Parte 1: Computación científica (4 semanas)

2.1. Ciencias computacionales

- a) Introducción a la computación científica.
- b) El trabajo en los laboratorios.
- c) Conceptos fundamentales y aplicaciones.

2.2. Software Computacional básico

- a) Introducción a herramientas y software.
- b) Instalación y configuración de entornos de trabajo.
- c) Plataformas de Computación en la Nube: Google Colab, Jupyter Notebooks.
- d) Entornos de Desarrollo Integrados (IDEs).
- e) Rudimentos sobre Linux.
- f) Software de Análisis de Datos y simulación.

2.3. El Ecosistema Python: numpy, sympy, matplotlib, scipy

- a) Uso de numpy para cálculos numéricos.
- b) sympy para cálculos simbólicos.
- c) matplotlib para visualización de datos.
- d) scipy para análisis científicos avanzados.
- e) pandas para manipulación y análisis de datos.

2.4. LaTeX

- a) Introducción a LaTeX y Overleaf.
- b) Redacción de informes científicos.
- c) Incorporación de ecuaciones, figuras y tablas.

2.5. Redacción de informes

- a) Cómo escribir un informe de laboratorio.
- b) Estructura de un informe científico.
- c) Buenas prácticas en la redacción de informes.

2.6. Git y GitHub

- a) Para control de versiones y colaboración en proyectos de programación y documentación.

2.7. Herramientas de Inteligencia Artificial

- a) ChatGPT, Gemini, Copilot, las API.

3. Parte 2: Diseño de experimentos (6 semanas)

3.1. Introducción al diseño de experimentos

- a) Definiciones básicas en el diseño de experimentos
- b) Etapas en el diseño de experimentos

- c) Consideraciones prácticas sobre el uso de métodos estadísticos
- d) Principios básicos
- e) Clasificación y selección de los diseños experimentales

3.2. Elementos de inferencia estadística

- a) Población y muestra, parámetros y estadísticos
- b) Distribuciones de probabilidad e inferencia
- c) Estimación puntual y por intervalo
- d) Conceptos básicos de prueba de hipótesis
- e) Planteamiento de una hipótesis estadística
- f) Prueba para la media
- g) Prueba para la varianza
- h) Aplicaciones con software estadístico

3.3. Experimentos con un solo factor (Análisis de Varianza)

- a) Diseño completamente al azar y ANOVA
- b) Comparaciones o pruebas de rango múltiples
- c) Verificación de los supuestos del modelo
- d) Elección del tamaño de la muestra
- e) Aplicaciones con software estadístico

4. Parte 3: Mediciones, tratamiento de datos y errores (6 semanas)

4.1. Mediciones en el laboratorio

- a) Tipos de mediciones y técnicas
- b) Prácticas de buenas mediciones
- c) Redondeo, cifras significativas y orden de magnitud

- d) Uso correcto de cifras significativas
- e) Tipos de errores: sistemáticos y aleatorios
- f) Propagación de errores
- g) Introducción a la teoría de incertidumbres
- h) Aplicaciones con software estadístico

4.2. Análisis de datos y representación gráfica

- a) Representación de los datos y el análisis gráfico
- b) Técnicas de visualización de datos
- c) Gráficos de dispersión, histogramas, y gráficos de barras
- d) Herramientas avanzadas de visualización
- e) Creación de gráficos interactivos
- f) Aplicaciones con software estadístico

4.3. Análisis de regresión

- a) Regresión lineal simple
- b) Pruebas de hipótesis en la regresión lineal simple
- c) Calidad del ajuste en regresión lineal simple
- d) Estimación y predicción por intervalo en regresión simple
- e) Regresión lineal múltiple
- f) Pruebas de hipótesis en regresión lineal múltiple
- g) Intervalos de confianza y predicción en regresión múltiple
- h) Aplicaciones con software estadístico

4.4. Ajuste de curvas y análisis espectral

- a) Ajuste de curvas lineales y cuadráticas
- b) Análisis de resultados y aplicaciones
- c) Ajustes no lineales
- d) Métodos de ajuste no lineal (Polinomios ortogonales)
- e) Aplicaciones en experimentos
- f) Análisis de Fourier
- g) Introducción al análisis de Fourier
- h) Aplicaciones en el estudio de ondas y señales
- i) Aplicaciones con software estadístico

4.5. Métodos avanzados de análisis

- a) Aleatoriedad, paseos y decaimientos
- b) Simulaciones de Monte Carlo
- c) Aplicaciones en decaimiento radiactivo y caminatas aleatorias
- d) Resolviendo ecuaciones diferenciales: Oscilaciones no lineales
- e) Solución numérica de ecuaciones diferenciales.
- f) Aplicaciones en oscilaciones no lineales.
- g) Cálculos con Matrices
- h) Operaciones matriciales y sus aplicaciones
- i) Uso de matrices en la resolución de problemas
- j) Aplicaciones con software estadístico

5. Evaluación

1. Tareas y Proyectos (40 %): Proyectos prácticos y tareas semanales
2. Exámenes (30 %): Exámenes parciales cubriendo teoría y práctica.
3. Informes de Laboratorio (20 %): Informes de laboratorio.
4. Participación y Asistencia (10 %): Participación activa en clase y asistencia regular.

6. Recursos

1. Libros y Artículos:

- a) "Computational Physics" by Nicholas J. Giordano and Hisao Nakanishi.
- b) "Python for Data Analysis" by Wes McKinney.
- c) "Design and Analysis of Experiments" by Douglas C. Montgomery.
- d) "Practical Statistics for Experimental Biologists" by A. G. Wardlaw
- e) "Measurement and Data Analysis for Engineering and Science" by Patrick F. Dunn.
- f) "Introduction to Error Analysis" by John R. Taylor.

2. Software

- a) Python (con bibliotecas numpy, scipy, matplotlib, pandas, sympy).
- b) LaTeX y Overleaf.
- c) Google Colab y Jupyter Notebooks.
- d) R y RStudio.
- e) Python con bibliotecas de análisis estadístico (statsmodels, scipy).
- f) Software especializado en diseño experimental (JMP, Minitab).
- g) Software de análisis estadístico y visualización (R, JMP, Minitab).