Nivel: Superior

Carrera: Profesorado de Educación Secundaria en Física
Profesorado de Educación Superior en Física

Eje: Disciplinar (Campo Formación Específica)

Instancia curricular: Seminario de Fïsica

Comisión-Turno: 3° A - Turno mañana

Cursada: Cuatrimestral (1° cuatrimestre)

Carga horaria: 3 (tres) horas cátedra semanales

Profesor: Carlos Dibarbora

Año: 2024

Fundamentación del enfoque de la instancia curricular

Existe un campo de la física denominado “Física computacional” el cual no es abordado activamente en otras asignaturas del plan de estudio y que constituye una parte importante en el desarrollo actual de la llamada “Física profesional” que desempeñan los científicos que se dedican a la investigación.

Es importante subrayar en este contexto que esta instancia curricular no pretende ser un curso de física computacional, ya que los destinatarios del curso no serán físicos que trabajarán en este campo, sino docentes de los diferentes niveles del sistema formal.

El objetivo de esta instancia es presentar las herramientas más comunes del cálculo numérico y utilizarlas para resolver problemas tradicionales de física cuya solución analítica o bien no existe, o bien escapa al alcance general de una carrera docente. El término “herramienta” se subraya aquí, ya que la asignatura no se basa en un estudio exhaustivo de los métodos numéricos los cuales se utilizan con un fin instrumental.

Estos problemas de la física general, son modelos dinámicos cuyo análisis posee un valor didáctico para el futuro docente, y que mediante el uso de rudimentos de física computacional se pueden estudiar con bastante profundidad con un esfuerzo matemático mínimo. Mediante la implementación de unas pocas líneas de código el futuro docente puede implementar modelos generales y particulares (modificando los valores de frontera de los problemas) que de otra manera serían muy complejos de estudiar y requerirían mayor cantidad de horas de clase.

Las competencias que pone en juego el futuro docente son las referidas al modelado de sistemas físicos. El proceso de modelado básico propuesto por Hestenes constituye no solo la descripción de la construcción de modelos desde un punto de vista epistemológico, sino también el eje de su teoría de enseñanza de la Física que mediante esta unidad curricular será ejercitada y experimentada por los futuros docentes quienes luego podrán decidir qué partes de este proceso adoptan o adaptan a sus futuras prácticas.

El proceso de modelado de Hestenes plantea como una fase esencial para el modelado y la simulación la prueba de validez del modelo mediante coherencia interna en una primera instancia y comparación con datos experimentales o analíticos obtenidos mediante otra estrategia independiente, lo que constituye la parte “no computacional” de la asignatura.

Por último, la fundamentación de la asignatura en el PCI establece que mediante los aprendizajes adquiridos en esta instancia curricular, el futuro docente podrá crear simulaciones o modelos computacionales a usar en sus prácticas educativas. A pesar de que esa proposición es en principio cierta, los modelos que se propone trabajar en esta instancia son contenidos un poco más avanzados que los que se imparten en la mayoría de los entornos de aprendizaje, aunque se propone que los principios aplicados en esta asignatura puedan ser aplicados en su dimensión epistemológica a los problemas simples que se pueden modelizar en la escuela media con modellus, planilla excel o lápiz y papel por poner ejemplos.

Objetivos / Propósitos

Generales

Los futuros docentes serán capaces de:

- Modelar sistemas físicos (dinámicos).
- Interpretar la lógica y fundamentos subyacentes a una simulación o resolución numérica de un problema

Particulares.

Con más detalle, se espera que los estudiantes que aprueben esta instancia curricular sean capaces de:

- Identificar los diferentes elementos de un sistema físico a fin de construir el modelo matemático formal que lo represente.
- Construir simulaciones en computadora que permitan evaluar el comportamiento de los modelos representados para diferentes situaciones iniciales
- Aplicar técnicas de cálculo numérico para resolver problemas físicos
- Programar en algún lenguaje de modelado o propósito general los algoritmos de cálculo numérico más comunes para resolver raices (punto fijo, Newton-Rapshon) y ecuaciones diferenciales ordinarias (Euler, Heun, Runge Kutta).
- Construir y visualizar mediante el uso de la computadora diagramas energéticos, de trayectorias en diferentes sistemas coordenados, o en el espacio de fases.
- Interpretar los atractores en diagramas de trayectorias en el espacio de fases.
- Resolver el problema de 2 cuerpos mediante cálculo numérico.

Contenidos / Unidades temáticas

Unidad Nº 1 Cálculo numérico fundamental: Las herramientas.

Introducción al cálculo numérico. Métodos fundamentales. Resolución de ecuaciones y cálculo de raíces. Bolzano, punto fijo. Derivadas numéricas (2 y 3 puntos) e integrales numéricas (método de trapecios). Ecuaciones diferenciales ordinarias (EDOs). Métodos de un paso (Euler, Taylor grado 2 y Cromer), Métodos predictor-corrector. Implementaciones simples en planilla de cálculo y Python.

Unidad Nº 2 Mecánica de fluidos. Conceptos generales.

Fluidos en reposo. Densidad de fluido. Presión hidrostática. Presión manométrica y presión absoluta. Presión atmosférica y variación de densidad. Principio de Bernoulli. Fluidos no ideales. Movimiento laminar y movimiento turbulento. Viscosidad. Ley de Stokes. Tiro vertical y caída con rozamiento del aire. Velocidad límite. Fuerza de arrastre. Número de Reynolds y modelos de flujo turbulento.

Unidad Nº 3 Dinámica de sistemas.

Movimiento unidimensional: Fuerzas constantes, fuerzas variables con la velocidad. Representaciones del movimiento en el espacio de fases. Sistemas de orden 1. Velocidad límite. Sistemas de orden 2 y superiores Movimiento en un plano: trayectoria de proyectiles reales (flujo laminar y turbulento). Comparación de modelos. Sistemas no lineales. Péndulo simple. Oscilador armónico, amortiguado y forzado. Comportamiento oscilatorio con ángulos grandes. Péndulo compuesto. Caos determinístico (dependencia de la dinámica del sistema con las condiciones iniciales). Concepto básico de atractores (punto fijo, ciclo límite, y atractor extraño). Ejemplos de circuitos con resonancia. Atractor de Lorenz y atractor de Rossler.

Unidad Nº 4 Gravitación y Mecánica celeste

Ley de gravitación universal. Problema de 2 cuerpos (reducido y general). Velocidad de escape. Planteo del problema de 3 cuerpos reducido. Resoluciones numéricas. Uso de funciones potenciales. Simulación de trayectorias de cuerpos celestes (órbitas elípticas como resultado numérico), cometas y satélites.

Unidad Nº 5 Números pseudo aleatorios y Método de Montecarlo.

Números pseudoaleatorios. Probabilidades. Dados y monedas. Distribución normal, desviación estándar y regla de 68-95-99.7%. Integrales por montecarlo. Cotas de errores en accidentología por montecarlo. Movimiento Browniano y caminatas aleatorias (difusión y Ley de Fick).

Cursada, evaluación y aprobación de las instancias curriculares

El sistema de regularidad y aprobación se rige por los criterios vigentes en el Régimen de Evaluación Institucional. Esta asignatura es del tipo Seminario por lo que no posee instancia de libre ni de promoción sin examen final.

La acreditación implica la aprobación de los trabajos parciales (uno por unidad, cumpliendo los objetivos de la asignatura) y producción de un trabajo de profundización o investigación con su correspondiente defensa de la producción en un coloquio.
Finalizada la cursada, el/la estudiante contará con 2 (dos) años para la presentación y defensa del trabajo de profundización o investigación, el cual se aprobará con un mínimo de 4 (cuatro) puntos.

Modalidad de trabajo

A pesar de ser un seminario, la clase se divide en una sección o parte donde se ve un tema de la física desde la teoría, tomando nociones previas para introducir conceptos nuevos, o explicando algún algoritmo ya existente, y una parte donde los alumnos trabajan a modo de taller, compartiendo sus análisis y avances en la computadora. Los estudiantes realizan sus propias implementaciones de los algoritmos numéricos para resolver los modelos matemáticos que hayan podido plantear para las situaciones en estudio. Luego comparten y discuten resultados.

Bibliografía Obligatoria

Unidad 1 a 5: Apuntes y trabajos prácticos de la cátedra. Autor: Dibarbora Carlos (disponibles en el aula virtual) consultado el 24/6/2020

Unidad 1: Cuadernillo de apuntes teóricos de la cátedra de Matemática Superior – María Alicia Piñeiro, UTN-FRBA. (CEIT)
Problemas de cálculo numérico para ingenieros con aplicaciones Matlab. Sánchez. McGraw-Hill España (2000).
Unidad 2: Çengel, Y. A. (2006). MECANICA DE FLUIDOS; FUNDAMENTOS Y APLICACIONES (1a. ed.). MEXICO: MCGRAW-HILL INTERAMERICANA. (Cap 11)
Unidad 3: Strogatz, Steven H. Nonlinear dynamics and chaos: with applications to physics, biology, chemistry, and engineering (1994)

Introduction to Computational Physics David Roundy disponible http://physics.oregonstate.edu/~roundyd/COURSES/ph265/notes.pdf consultado el 24/06/2020

Unidad 5: E. N. Martínez.- “Cálculo de Cotas de Error en Accidentología Usando Técnicas de Monte Carlo”.- Ciencia Energética, 25:25; 1994.-

Unidad 4: “El problema de dos cuerpos” en http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/dinamica/con_mlineal/m_lineal/mlineal.htm consultado el 24/06/2020

“El Sistema Solar y las Galaxias: Una Introducción a la Dinámica Molecular”. en http://ergodic.ugr.es/cphys/LECCIONES/ssolar/planetas-SLIDES.pdf consultado el 24/06/2020

Bibliografía General

Unidad 1: Sauer. Análisis Numérico, 2ed. Pearson. México (2003)

Unidad 3: Gleick, J. Caos, la creación de una ciencia. Editorial Crítica, España (2012)

Unidad 5: Roederer, Juan G. Mecánica elemental - 2a ed. 2a reimp. - Buenos Aires :Eudeba, 2008. (cap 1)

Unidad 4: Resnick, Halliday, Krane. Fisica. Volumen I y II. 4° edición CECSA.