

# Examen Final de Física Computacional II

Profesor: John Díaz

## Índice

<b>1. Parte A: Simulación de Sistemas Físicos con POO</b>	<b>2</b>
1.1. Problema 6: Movimiento Browniano en Medio Viscoso . . . . .	2
<b>2. Parte B1: Generación de Números Aleatorios y Caminatas Aleatorias</b>	<b>3</b>
2.1. Problema B1.2: Caminata Aleatoria Autoevitante (SAW) . . . . .	3
<b>3. Parte B2: Aplicación del Método de Monte Carlo a la Física Estadística</b>	<b>3</b>
3.1. Problema B2.4: Integración de $e^{-x^2}$ por Muestreo Aleatorio . . . . .	3

## Instrucciones Generales

Cada **grupo de trabajo** (máximo dos personas) debe desarrollar un proyecto final compuesto por **tres partes** seleccionadas según el esquema siguiente:

### Trabajo por grupo

- **Un (1) problema de la Parte A** – Simulación de un sistema físico usando Programación Orientada a Objetos (POO).
- **Un (1) problema de la Parte B1** – Generación y análisis de números aleatorios.
- **Un (1) problema de la Parte B2** – Aplicación del método de Monte Carlo a la Física Estadística.

Para *todas* las partes se exige:

- Implementación en C++ con POO y estructura modular: `src/`, `include/`, `results/`, `scripts/`, `documents/`, `bin/`.
- Métodos numéricos apropiados (*Verlet*, *Euler*, *RK4*, etc.).
- Visualización científica (trayectorias, histogramas, energías, distribuciones).
- Documentación completa en L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X (teoría, resultados, análisis físico).
- Comentarios con formato Doxygen y, si quiere ir más allá, un archivo `Doxyfile`.
- `Makefile` funcional para compilar el proyecto, generar documentación y producir gráficos/informes.

Cada entrega debe incluir:

- a) Código fuente y ejecutable.
- b) Scripts de graficación (`.gp`(gnuplot), `.py`(python), `.m`(octave)).
- c) Carpeta `results/` con datos y Figuras.
- d) Informe principal en L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X.
- e) Si quiere: Documentación HTML/PDF generada con `doxygen`.
- f) Carpeta comprimida con toda la estructura.

## 1. Parte A: Simulación de Sistemas Físicos con POO

Este problema se acompaña de objetivos, fundamento físico, requisitos técnicos, entrada/salida, visualización, documentación y criterios de evaluación.

### 1.1. Problema 6: Movimiento Browniano en Medio Viscoso

#### Objetivo

Simular el movimiento browniano y analizar la difusión.

## Fundamento

$$m \frac{d\vec{v}}{dt} = -\gamma \vec{v} + \vec{\eta}(t), \quad \langle \eta_i(t) \eta_j(t') \rangle = 2\gamma k_B T \delta_{ij} \delta(t - t').$$

## POO

Clase `ParticulaBrowniana`; método de *Euler-Maruyama*.

## Visualización & Documentación

`results/browniano.dat`; scripts `plot_browniano.*`; informe `documents/browniano.tex`.

## 2. Parte B1: Generación de Números Aleatorios y Caminatas Aleatorias

Antes de resolver los problemas, cada grupo debe entregar un documento `documents/investigacion.tex` que explique:

- Concepto y requisitos de los *pseudonúmeros aleatorios*.
- Ejemplo de generador simple en C++ y visualización de correlaciones.
- Uso y precauciones de los RNG en simulaciones físicas.
- Descripción del generador MIXMAX.
- Definición de *caminata aleatoria* y su relación con difusión.
- Comparación de `rand()`, `drand48()`, `<random>`, etc.

### 2.1. Problema B1.2: Caminata Aleatoria Autoevitante (SAW)

- Implementar SAW en retícula 2D; medir tiempo de CPU y máximo  $N$  factible.
- Investigar un algoritmo más eficiente y describirlo.
- Clase sugerida: `SAWSimulador`.

## 3. Parte B2: Aplicación del Método de Monte Carlo a la Física Estadística

Seleccione **un** problema.

### 3.1. Problema B2.4: Integración de $e^{-x^2}$ por Muestreo Aleatorio

- Calcular  $\int_0^1 e^{-x^2} dx$  con Monte Carlo.
- Graficar error vs. número de muestras.
- Clase sugerida: `IntegradorMonteCarlo`.

# Investigación Final: Método de Monte Carlo y Física Estadística

Entregar `documents/montecarlo.tex` con:

- Introducción general al método de Monte Carlo.
- Tipos de integrales y problemas que resuelve.
- Aplicaciones a distintos ensambles (microcanónico, canónico, gran canónico).
- Propuesta e implementación de **cinco** problemas sencillos:
  - a) Cálculo de  $\pi$  (disco en cuadrado).
  - b) Energía media de un gas ideal 1D.
  - c) Lanzamiento de monedas.
  - d) Integración de  $e^{-x^2}$ .
  - e) Partición canónica para dos niveles.

El problema debe:

- Usar POO y modularización.
- Guardar resultados en `results/`.
- Incluir visualizaciones en `scripts/`.
- Documentarse en el mismo archivo `LATEX`.

## Entrega y Calificación

- **Fecha límite: 9/7/23** .
- Puntuación total: **100 pts**. Cada parte vale 33.3 pts, ponderados según:
  - Video de Sustentación (20 %).
  - Correctitud física y numérica (30 %).
  - Estructura de código y POO (20 %).
  - Visualización y análisis (20 %).
  - Documentación y estilo (`LATEX` + Doxygen) (10 %).
- Suba un archivo `.zip` con la estructura completa al aula virtual.