

Tarea guiada: Visualización del potencial electrostático 2D

Electromagnetismo Computacional

1. Objetivo de la actividad

El objetivo de esta tarea es que el estudiante:

- Comprenda cómo se construye una malla bidimensional en el plano.
- Aprenda a calcular el potencial electrostático como suma de contribuciones.
- Entienda el papel de los ciclos `for` en cálculos numéricos.
- Visualice cómo pequeñas decisiones numéricas afectan la gráfica final.
- Gane confianza para modificar el código y proponer nuevos ejercicios.

La estrategia será deliberadamente **simple y explícita**, incluso si el código se vuelve más largo.

2. Modelo físico

Consideramos cargas puntuales en dos dimensiones. El potencial electrostático generado por una carga puntual q situada en (x_0, y_0) es:

$$\phi(x, y) = \frac{q}{\sqrt{(x - x_0)^2 + (y - y_0)^2}}$$

Cuando hay varias cargas, el potencial total es la suma de los potenciales individuales:

$$\phi_{\text{total}}(x, y) = \sum_i \phi_i(x, y)$$

3. Problema numérico y regularización

En el punto donde $(x, y) = (x_0, y_0)$, el potencial diverge. Para evitar problemas numéricos, introducimos un parámetro pequeño ε :

$$\phi(x, y) = \frac{q}{\sqrt{(x - x_0)^2 + (y - y_0)^2 + \varepsilon^2}}$$

Este término:

- Evita divisiones entre cero.
 - Suaviza la gráfica.
 - No cambia el comportamiento lejos de la carga.
-

4. Construcción del dominio espacial

Primero definimos el plano donde evaluaremos el potencial.

- Usamos un intervalo cuadrado.
 - Discretizamos el dominio en una malla regular.
-

5. Uso de ciclos for

En lugar de usar estructuras compactas difíciles de leer, seguiremos esta lógica:

1. Recorremos todos los puntos del plano.
2. En cada punto, sumamos la contribución de cada carga.
3. Guardamos el resultado en una matriz.

Esto permite ver claramente:

- Qué se calcula.
 - Dónde se calcula.
 - Por qué se suma.
-

6. Visualización y escala logarítmica

El potencial puede variar varios órdenes de magnitud. Para revelar mejor la estructura espacial, graficamos:

$$\log(|\phi| + 1)$$

Esto:

- Reduce el contraste extremo.
- Hace visibles regiones alejadas de las cargas.
- Produce gráficas más suaves y estéticas.

—

7. Código completo (para copiar y pegar)

```
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt

# -----
# Par metros del dominio
# -----
N = 200
xmin, xmax = -2.0, 2.0
ymin, ymax = -2.0, 2.0

x = np.linspace(xmin, xmax, N)
y = np.linspace(ymin, ymax, N)

# Matriz del potencial
phi = np.zeros((N, N))

# -----
# Par metro de suavizado
# -----
epsilon = 0.05

# -----
# Definición explícita de cargas
# -----
q1 = 1.0
x1 = -0.5
y1 = 0.0

q2 = -1.0
```

```

x2 = 0.5
y2 = 0.0

# -----
# C lculo del potencial
# -----
for i in range(N):
    for j in range(N):

        dx1 = x[i] - x1
        dy1 = y[j] - y1
        r1 = np.sqrt(dx1**2 + dy1**2 + epsilon**2)
        phi[i, j] += q1 / r1

        dx2 = x[i] - x2
        dy2 = y[j] - y2
        r2 = np.sqrt(dx2**2 + dy2**2 + epsilon**2)
        phi[i, j] += q2 / r2

# -----
# Visualizaci n
# -----
plt.figure(figsize=(7,6))

plt.imshow(
    np.log(np.abs(phi) + 1),
    extent=[xmin, xmax, ymin, ymax],
    origin='lower',
    cmap='inferno'
)

plt.colorbar(label='log(| | + 1)')
plt.xlabel('x')
plt.ylabel('y')
plt.title('Potencial electrost tico 2D (dipolo)')
plt.axis('equal')

plt.show()

```

8. Actividades sugeridas

1. Cambiar la posici3n de una carga.
2. Cambiar el signo de una carga.
3. Agregar una tercera carga copiando el mismo patr3n.

4. Cambiar ε y observar el efecto.
5. Eliminar la escala logarítmica y comparar.

—

9. Comentario final

Este enfoque prioriza la comprensión sobre la brevedad. Una vez dominado este esquema, el estudiante estará listo para:

- Compactar el código.
- Usar estructuras más avanzadas.
- Resolver configuraciones más complejas.

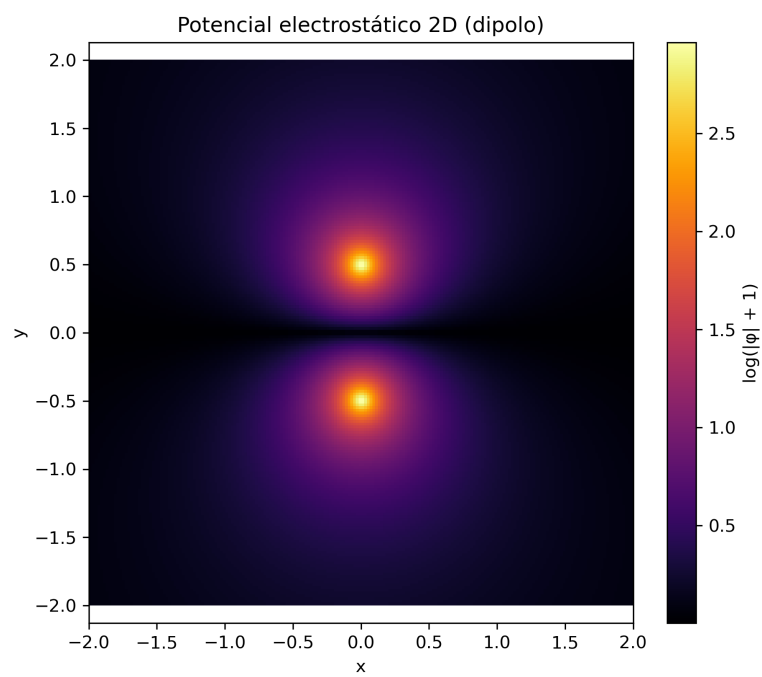


Figura 1: Potencial bidimensional evaluado sobre una malla explícita. Los ejes corresponden a coordenadas físicas.