



Física Computacional 2026-1, Profesores: Pedro Porras, Ossmar Díaz



# Modelo de Ising usando método montecarlo

Iván Morales Flores, Íñigo Casanova Díaz

## MÉTODO METRÓPOLIS (MONTECARLO)

Promedio de una observable a temperatura T

$$\langle A \rangle = \frac{1}{Z} \sum_s A(s) e^{-H(s)/k_b T}$$

Ecuación de balance detallado

$$w(X)T(X \rightarrow Y) = w(Y)T(Y \rightarrow X)$$

Probabilidad de aceptar movimiento

$$\min[1, w(Y)/w(X)]$$

# MODELO DE ISING

Energía de un espín. (Para una red cuadrada con condiciones cíclicas)

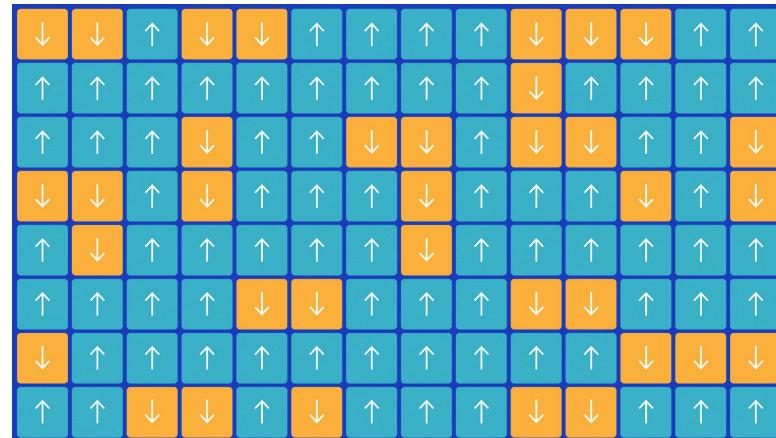
$$E_{ij} = -J s_{ij} \left( s_{(i-1) \bmod L, j} + s_{(i+1) \bmod L, j} + s_{i, (j-1) \bmod L} + s_{i, (j+1) \bmod L} \right)$$

Energía de la red

$$H(s) = -J \sum_{\langle i,j \rangle} s_i s_j,$$

Magnetización de la red

$$M_{\text{total}} = \sum_{i,j} s_{ij}$$

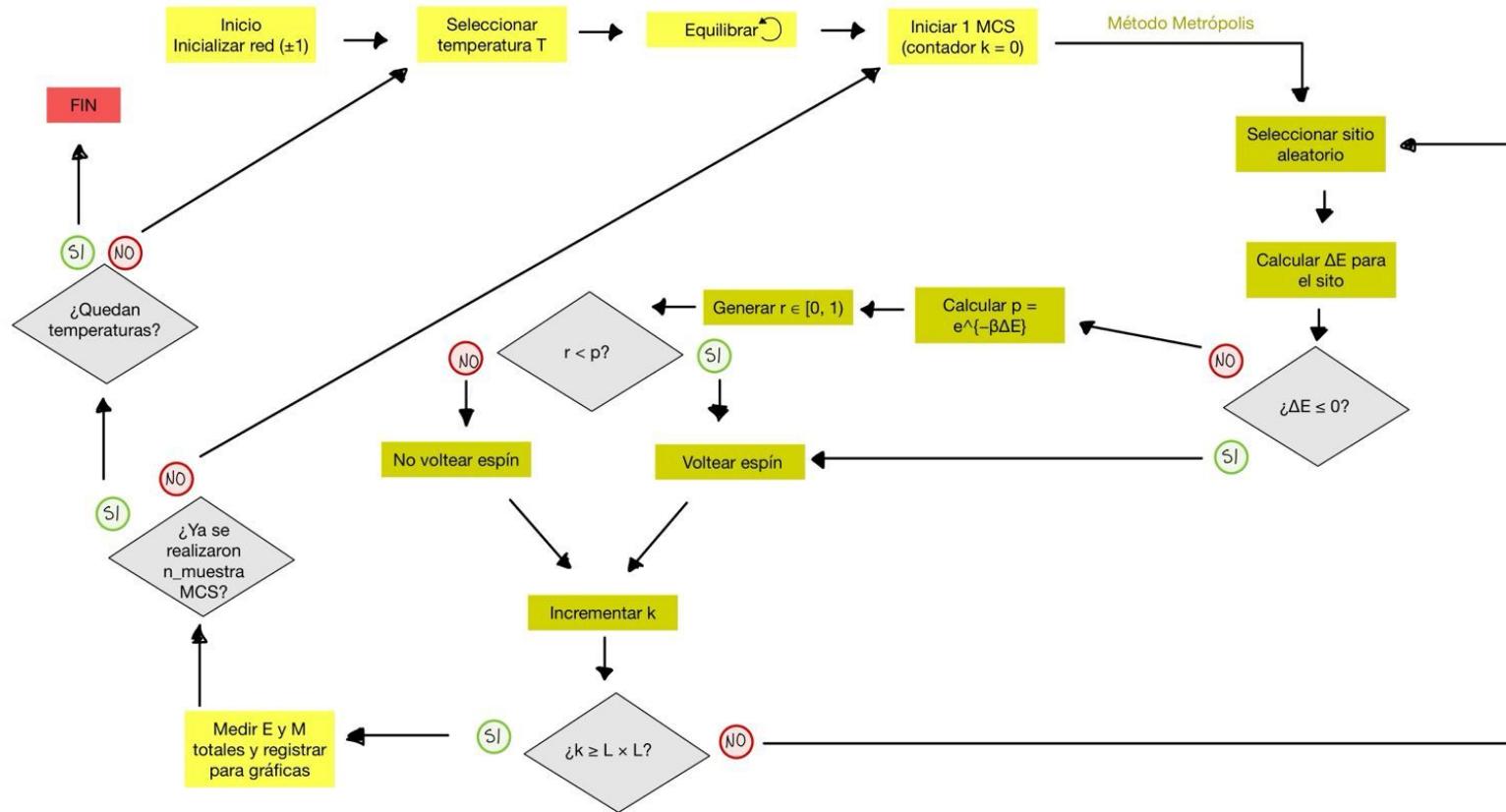


## OBJETIVOS

Para una red de Ising en estado de equilibrio, visualizar el comportamiento mediante gráficas de:

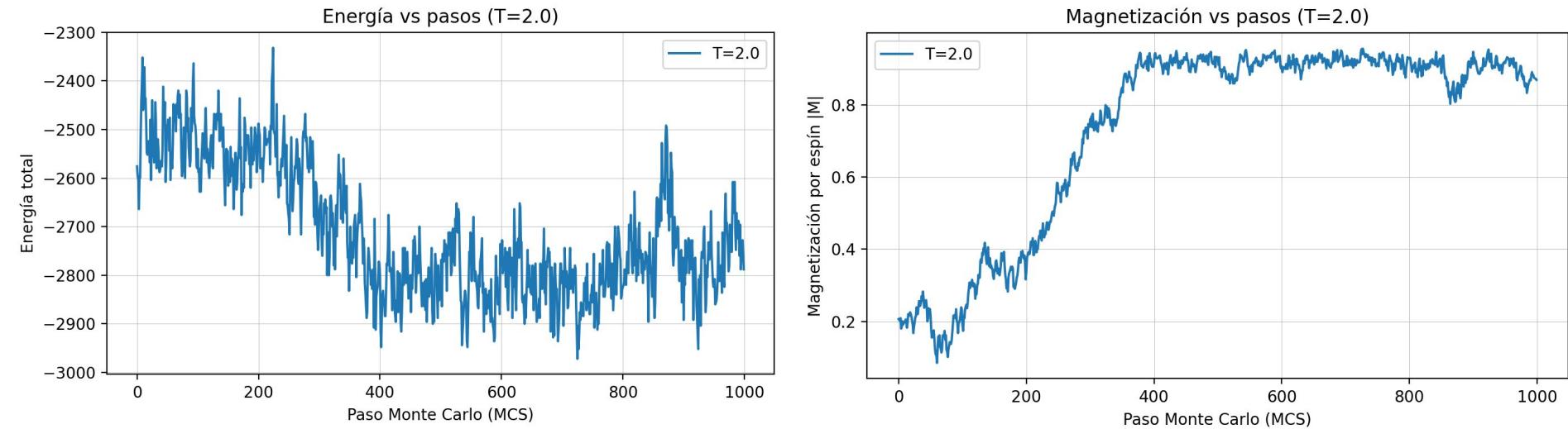
- La magnetización con respecto a la cantidad de MCS (Monte Carlo Steps)
- La energía del sistema con respecto a la cantidad de MCS
- La magnetización total y calor específico con respecto a valores de temperatura del baño térmico.
- Calor específico del sistema con respecto a valores de temperatura del baño térmico

# CÓDIGO (Diagrama de flujo):



# RESULTADOS

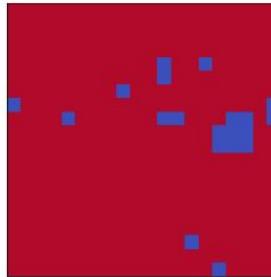
## Convergencia de Energía y Magnetización del sistema tras 1000 MCS



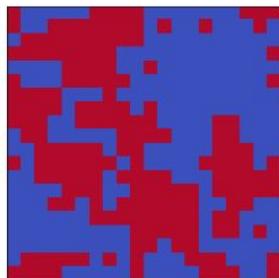
# RESULTADOS



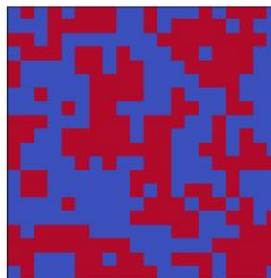
T=0.5



T=2.2



T=2.8



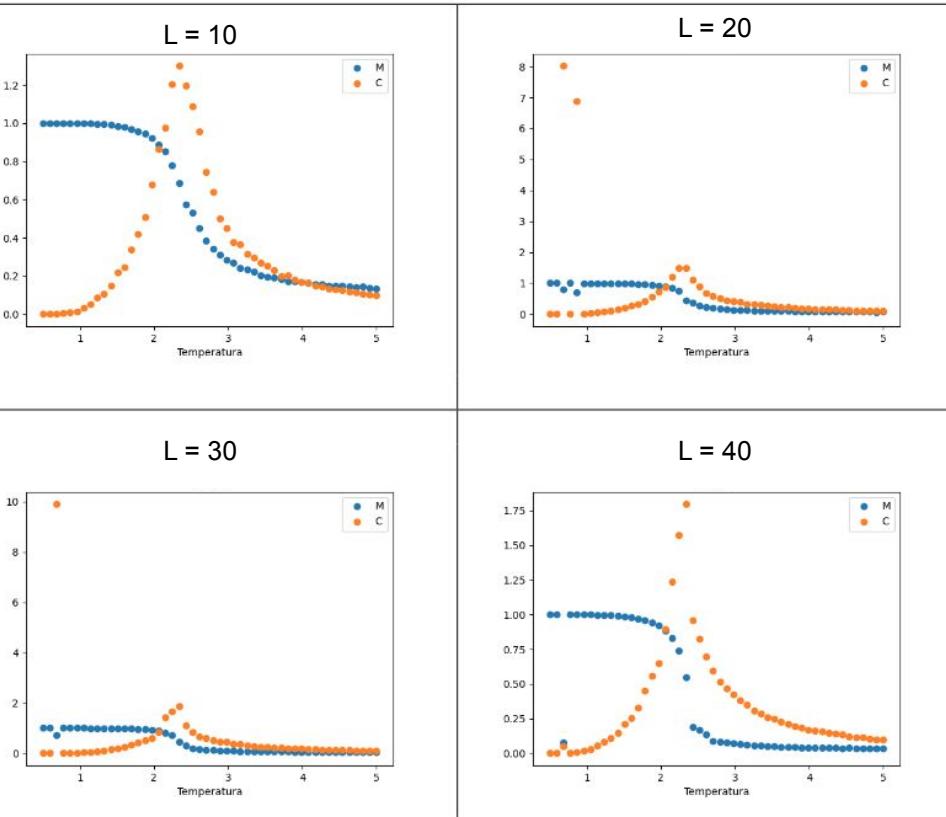
T=4.1

## Estados típicos para L=20

Algunos estados que ocurrieron durante el programa.

La magnetización decrece con la temperatura.

# RESULTADOS



## Magnetización y calor específico contra temperatura

Entre  $T=2$  y  $T=3$  la magnetización decrece drásticamente y la capacidad calorífica sube.

El sistema aproxima un cambio de fase.