

# Guía 4 - Simulaciones de Monte Carlo

October 8, 2020

## Problema 1: Susceptibilidad y fluctuaciones

Considere un sistema de spines discretos  $S_i$  definidos en una red de  $N$  sitios en presencia de un campo  $B$ , descrito por el Hamiltoniano  $H$ . Sea

$$m \equiv \frac{1}{N} \sum_i S_i, \quad (1)$$

muestre las siguientes relaciones

$$\chi = \frac{\partial \langle m \rangle}{\partial B} = \beta N [\langle m^2 \rangle - \langle m \rangle^2], \quad (2)$$

$$C = -T \frac{\partial^2 f(T, B)}{\partial T^2} = \frac{\beta^2}{N} [\langle H^2 \rangle - \langle H \rangle^2]. \quad (3)$$

## Problema 2: Modelo de Ising en $d = 2$ .

Considere el modelo de Ising en la red cuadrada de  $L \times L$  sitios (parámetro de red unitario) con interacciones entre primeros vecinos:

$$H = -J \sum_{\langle i, j \rangle} S_i S_j - B \sum_i S_i. \quad (4)$$

Usando condiciones de contorno periódicas y tomando la energía en unidades de  $k_B$  (esto es, tomando  $k_B = 1$ ) implemente un programa para simular las propiedades termodinámicas del modelo usando el algoritmo de Metropolis. Mediante este programa realice los siguientes cálculos:

- A campo nulo calcule las curvas de magnetización ( $\langle |m| \rangle_L$ ), susceptibilidad y calor específico en función de  $T/J$ , para tamaños  $L = 16, 32, 64, 128$ , y  $200$ . Para cada magnitud grafique simultaneamente las curvas correspondientes a los diferentes tamaños. En el caso de la magnetización y el calor específico grafique también la solución exacta para la red infinita. Calcule en las mismas simulaciones las cantidades  $\langle m^2 \rangle_L$  y  $\langle m^4 \rangle_L$ . Recuerde que cerca de la temperatura crítica los tiempos de relajación al equilibrio aumentan. Realice algunos tests preliminares.

