## import matplotlib.pyplot as plt from numba import jit import numpy as np

@jit(nopython=True) def vizinhos(L, N):

return viz

@jit(nopython=True) def energia(s, viz, N):

return ener

@jit(nopython=True) def expos(beta):

ex[2] = 0.0

return ex

@jit(nopython=True)

N = len(s)

ex = expos(beta) for i in range(N):

return ener, mag, s

viz = vizinhos(L, N)s = estado inicial(N)ener = energia(s, viz, N)

mag = np.sum(s)

def loop monte carlo(T, L, PASSOS):

for i in range(1, PASSOS):

aener[i] = ener amag[i] = magreturn aener, amag

grafico(T=0.5, L=36, PASSOS=2000) grafico(T=1, L=36, PASSOS=2000) grafico(T=1.5, L=36, PASSOS=2000) grafico(T=2, L=36, PASSOS=2000) grafico(T=2.5, L=36, PASSOS=2000) grafico(T=3, L=36, PASSOS=2000)

def grafico(T, L, PASSOS):

plt.legend() plt.show()

@jit(nopython=True)

 $N = L \star L$ beta = 1 / T

for i in range(N):

ener -= s[i] \* h

ener = int((ener + 2 \* N) / 4)

ex = np.zeros(5, dtype=np.float32)

def passo\_monte\_carlo(beta, s, viz, ener, mag):

de = int(s[i] \* h \* 0.5 + 2)if np.random.random() < ex[de]:</pre> ener += 2 \* s[i] \* h mag -= 2 \* s[i] s[i] = -s[i]

aener = np.zeros(PASSOS, dtype=np.float32) amag = np.zeros(PASSOS, dtype=np.float32)

ener, mag = loop\_monte\_carlo(T, L, PASSOS)

L = 36; T = 0.5;

Passos de Monte Carlo

L = 36; T = 1;

Passos de Monte Carlo

L = 36; T = 1.5;

1000 1250 1500 1750

750 1000 1250 1500 1750 2000

1250

1500

1750

1750

1000

Passos de Monte Carlo

plt.xlabel("Passos de Monte Carlo") plt.title( $f"L = \{L\}; T = \{T\};"$ )

plt.plot(np.arange(0, PASSOS), ener, label="Ener") plt.plot(np.arange(0, PASSOS), mag, label="Mag")

h = s[viz[i, 0]] + s[viz[i, 1]] + s[viz[i, 2]] + s[viz[i, 3]]

ener, mag, s = passo monte carlo(beta, s, viz, ener, mag)

Fixando o L em 36 e variando o T em [0.5, 1, 1.5, 2, 2.5, 3]

Ener Mag

2000

Ener Mag

2000

ex[0] = np.exp(8.0 \* beta)ex[1] = np.exp(4.0 \* beta)

ex[3] = np.exp(-4.0 \* beta)ex[4] = np.exp(-8.0 \* beta)

ener = 0

In [4]:

In [6]:

In [8]:

In [45]:

-200

-400

-600

-800

-1000

-1200

500

0

-500

-1000

-1500

1000

500

0

-500

-1000

-1500

-2000

-500

-1000

-1500

750

500 250

0

-250-500 250

250

Ener Mag

250

250

500

750

1000

Passos de Monte Carlo

L = 36; T = 2.5;

Mag

1250

500

for k in range(N):

viz[k, 0] = k + 1

viz[k, 1] = k + L

viz[k, 2] = k - 1

viz[k, 3] = k - L

Trabalho IV - Metropolis

@jit(nopython=True) def estado\_inicial(N): s = np.zeros(N, dtype=np.int16) for i in range(N):

viz = np.zeros((N, 4), dtype = np.int16)

**if** (k + 1) % L == 0: viz[k, 0] = k + 1 - L

**if** k > (N - L - 1): viz[k, 1] = k + L - N

**if** k % L == 0: viz[k, 2] = k + L - 1

**if** k < L: viz[k, 3] = k + N - L

h = s[viz[i, 0]] + s[viz[i, 1]]

Gabriel Victor Carvalho Rocha - 2018054907

return s

s[i] = np.sign(2 \* np.random.random() - 1)

L = 36; T = 2;Ener 1000 Mag 500 0

500

-750-1000250 500 1000 1250 1500 1750 2000 Passos de Monte Carlo L = 36; T = 3;400 200 0 -200-400-600 Ó 250 500 1000 1500 1750 2000 750 1250 Passos de Monte Carlo Podemos perceber que a medida que a temperatura varia para 0.5, 1, 1.5 e 2 há um aumento do número de passos de monte carlo

aumento na velocidade de convergência em torno do valor 0.

L = 36; T = 1.5;

L = 49; T = 1.5;

Passos de Monte Carlo

L = 64; T = 1.5;

grafico(T=1.5, L=36, PASSOS=2000) grafico(T=1.5, L=49, PASSOS=2000) grafico(T=1.5, L=64, PASSOS=2000) grafico(T=1.5, L=81, PASSOS=2000) grafico(T=1.5, L=100, PASSOS=2000)

1000

500

0

2000

1000

-1000

-2000

-3000

-6000

-8000

0

-2000 -4000-6000

-8000

-10000-12000-14000

0

250

250

500

500

750

0

Ener

Mag

250

Mag -500-1000-1500-2000250 500 1000 1250 1500 1750 Passos de Monte Carlo

1000 1250 1500 1750 2000

Ener

Fixando o T em 1.5 e variando o L em [36, 49, 64, 81, 100]

necessário para convergencia da magnetização ocorrer. Porém após a temperatura 2, como por exemplo nas temperaturas 2.5 e 3, há um

Ener Mag -1000-2000-3000-4000-5000-60001000 1250 1500 1750 250 500 2000 Passos de Monte Carlo L = 81; T = 1.5;0 Ener Mag -2000-4000

1250

1250

1000 Passos de Monte Carlo

1000

L = 100; T = 1.5;

Passos de Monte Carlo

1500 1750 Ener Mag 2000 1500 1750 Agora, variando o tamanho de L e mantendo a temperatura fixa, não há grandes mudanças que podem ser notadas, parece manter um certo comportamento bem próximo dado a sua aleatoriedade, diferente ao que ocorreu quando se variava a temperatura.