



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E CULTURA – MEC
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ – UFPI
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO – PRPPG
Coordenadoria Geral de Pesquisa – CGP
Campus Universitário Ministro Petrônio Portela, Bloco 06 – Bairro Ininga
Cep: 64049-550 – Teresina-PI – Brasil – Fone (86) 215-5564 – Fone/Fax (86) 215-5560
E-mail: pesquisa@ufpi.br; pesquisa@ufpi.edu.br

**ESTUDO NUMERICO DE SISTEMAS COMPLEXOS: MAGNETOS
DESORDENADOS, DINÂMICOS DE FLUIDOS E SISTEMAS BIOLÓGICOS.**

*José Solano de Moraes neto (bolsista do PIBIC/CNPq), Francisco Ferreira Barbosa filho
(colaborador, UFPI-PI), Paulo Henrique Ribeiro Barbosa (Orientador, Dep. de física – UFPI)*

Resumo

O dado projeto foi analisado o comportamento da magnetização e energia durante a variação da temperatura, e ainda a correlação dos primeiros vizinhos entre os spin. Para a comprovação dos dados foi utilizado um programa em Fortran, para melhor definir a precisão os spin foram definidos por um gerador de números aleatórios (MC). O intuito desse projeto e a analisar a transição de fase.

Palavras-chave: spin, Transição de fase e sistemas complexos.

Introdução

No presente trabalho são realizadas simulações em redes em uma dimensão com interações apenas entre primeiros vizinhos cuja constante de troca tem o valor $J = 1$. É utilizado o método de Monte Carlos e o algoritmo de Metropolis. São usados condições fronteira e um gerador congruencial linear. Existem generalizações naturais do modelo de Ising, que são importantes em determinadas situações ao se o descrever sistemas mais realistas. Por exemplo, a introdução de interações entre segundos vizinhos, variável S_i de mais de dois valores (ou spin maior que $1/2$), interações envolvendo três ou quatro sítios, etc. Por questões de didática, vamos nos ater apenas ao caso de redes unidimensionais, quadradas, com $S_i = 1$ e interações de primeiros vizinhos. Além disso, usaremos apenas a versão do modelo para ferromagnetismo como dito anteriormente [4].

Metodologia

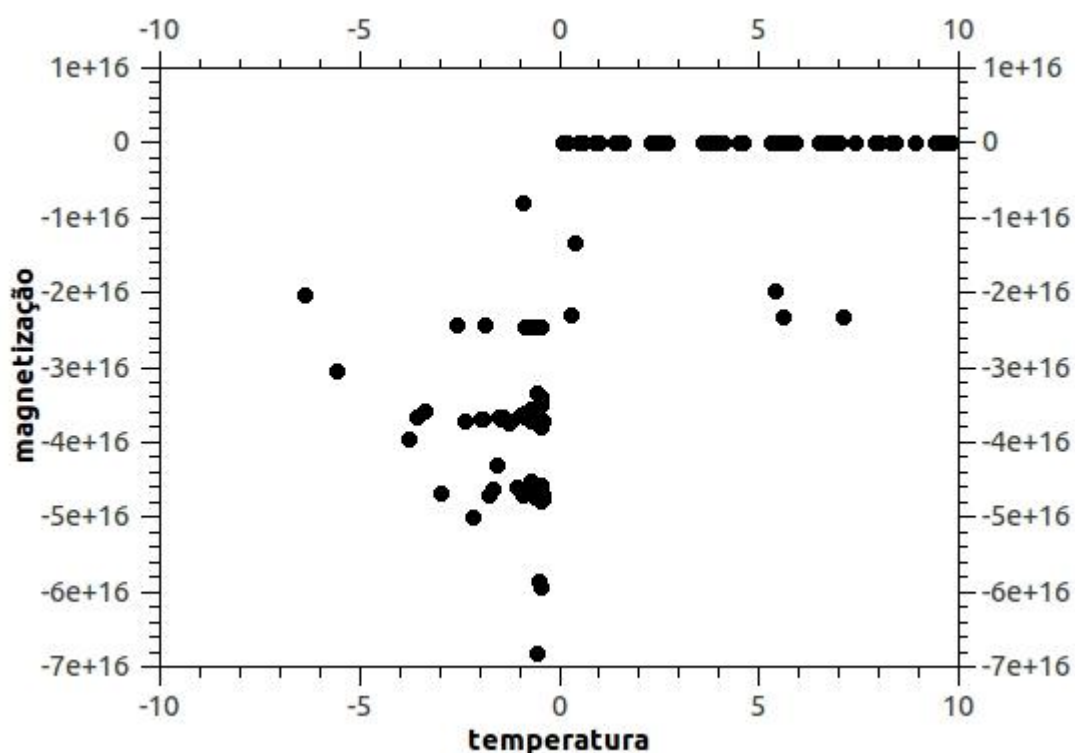
Para a simulação do modelo de ising a principal chave de acesso é o modelo de Monte Carlo , pois seus resultados são probabilísticos (dai a necessidade de ter acesso a números aleatórios) e é a media sobre muitos destes acontecimentos que é a resposta(aproximada) do problema. O problema básico na geração de números aleatórios é gerar uma sequencia de números reais aleatórios, r ,

uniformes distribuídos no intervalo $(0 \leq r < 1)$. Quase todos os números aleatórios usados em cálculos de Monte Carlo são de fato números pseudoaleatório, o que significa que todos eles são gerados por um programa computacional que usa um algoritmo determinístico. O algoritmo é escolhido tal que a sequência de números gerado cobre o intervalo pretendido uniformemente (neste caso o intervalo entre 0 e 1) e que os números não apresentem correlação entre si.

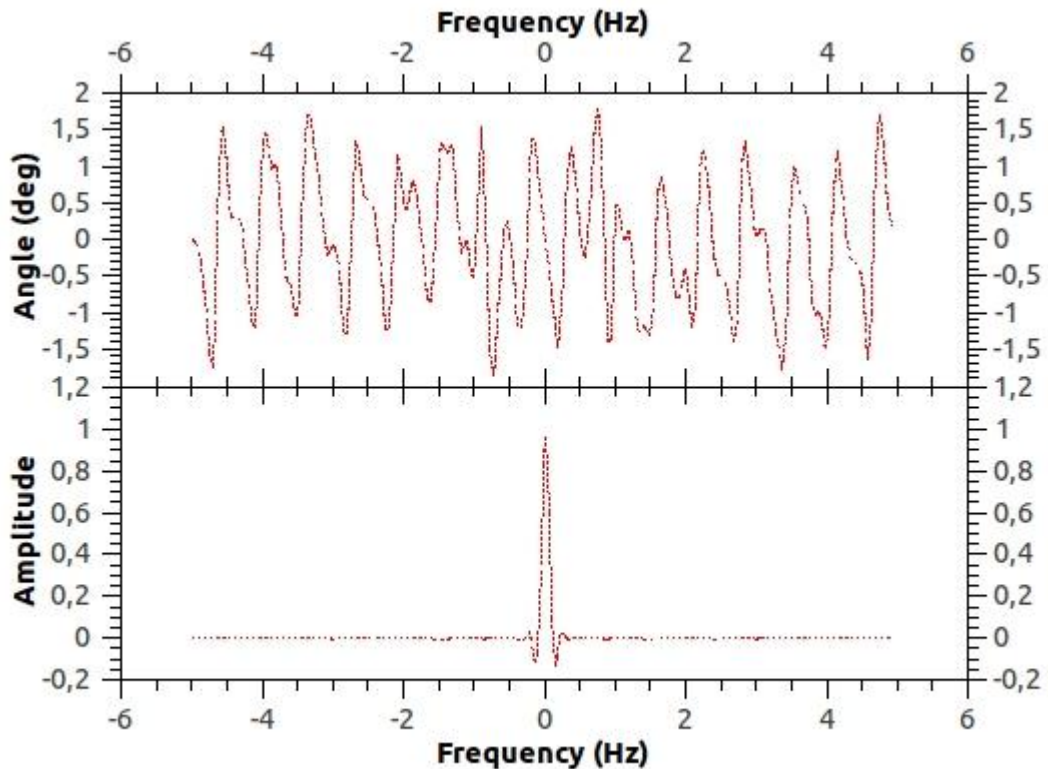
O modelo de Ising estudado neste trabalho consiste num linha com N spins espalhados nos sítios de uma rede unidimensional. Os spins não podem sair de seus sítios e para cada um deles, associamos um valor referente à orientação clássica.

Resultados e discussão

Concordando com os resultados teóricos passamos agora a implementação numérica do resultado. Como é de se observar a figura 1 apresenta o comportamento da magnetização livre pelo número de passos de MC para as redes simuladas, assim como a solução exata descrita acima. Como observado quanto mais próximo da temperatura zero maior a magnetização. Então pode-se afirmar que próximo dessa temperatura existe transição de fase.



A Figura 2 relaciona a energia e temperatura, como observado foi relatado o comportamento próximo de $T=0$, onde o amplitude de energia tem seu valor mais alto.



Conclusão

Observamos que o resultado da magnetização é nula, pois não existe magnetização espontânea para temperatura maior que zero em uma dimensão. Em outras palavras, em 1-d à transição de fase se produz a $T = 0$, com as flutuações numéricas de M que obtemos cerca de $T = 0$. Outro resultado que chama a atenção é a superposição da curva teórica com a simulação para a energia. Para $T = 0$ as curvas nos dizem que a energia por spin é -1 . Isso é porque a diminuição da temperatura provoca aproximadamente o maior valor para a energia. Ou seja, a transição de fase tem seus efeitos vistos aproximadamente próximos de zero, e que quanto maior o número de passos de Monte Carlo (tamanho da rede) mais próximos da teoria a simulação poderá ser encontrada.