

Modelos de Ehrenfest para transições de fase

Autor: Pedro Eduardo Harunari

Orientador: Mário José de Oliveira

Instituto de Física - Universidade de São Paulo

harunari@if.usp.br

Objetivos

O objetivo do projeto é estudar processos Markovianos simples por meio de quatro modelos pré-definidos e observar eventuais transições de fase e estados estacionários; e estudar o modelo de Ising com foco nas grandezas a ele associadas.

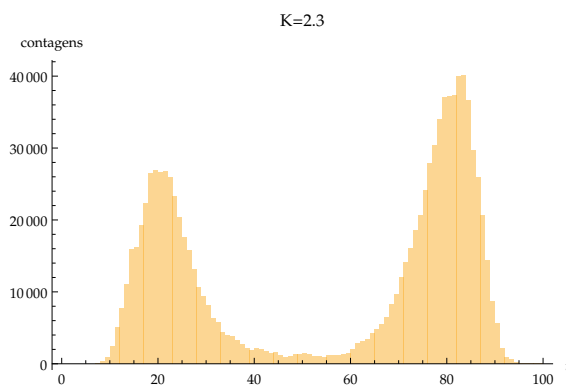
Métodos e Procedimentos

Foram estudados o modelo original de Ehrenfest e modelos baseados nele mas com propriedades diferentes, por meio de simulações foi observado o comportamento de picos que apareciam no histograma da grandeza n , que é o número de bolas na urna A . Também foi incluída uma solução exata para o estado estacionário.

O modelo de Ising foi simulado e dos dados foram extraídos gráficos e grandezas para caracterizar o comportamento crítico e os resultados foram comparados com a solução exata de Onsager. Também foi feita a aproximação de campo médio.

Resultados

Foram observadas flutuações em torno de um estado estacionário, um estado absorvivo e dois casos de transição de fase que são caracterizadas pelo surgimento de um segundo pico no histograma como ilustra o seguinte gráfico, extraído da análise do modelo 3:



No modelo de Ising os resultados obtidos da análise dos dados foi condizente com a solução exata de Onsager, mas a aproximação de campo médio resultou em um valor diferente. Os gráficos para magnetização, calor específico e susceptibilidade deram resultados esperados.

Conclusões

No modelo de Ehrenfest pudemos observar como os resultados numéricos podem ser úteis quando o modelo é complicado demais para ser resolvido analiticamente, e no modelo original de Ehrenfest vimos como a solução analítica concorda com os resultados.

No modelo de Ising extraímos a temperatura crítica e os expoentes críticos de maneira satisfatória, além de reproduzir bem o comportamento das grandezas importantes a partir do algoritmo de Metropolis.

Referências Bibliográficas

T. Tomé e M. J. de Oliveira, Dinâmica Estocástica e Irreversibilidade, Editora da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014; 2a. edição.

David P. Landau e Kurt Binder, A Guide to Monte Carlo Simulations in Statistical Physics, Editora Cambridge University Press, 2005; 2a. edição.

PERON, T. K. D. M. Sincronização explosiva em redes complexas. 2013. 125 p. Dissertação (Mestrado em ciências) - Instituto de Física de São Carlos, USP, São Carlos, 2013.

FIORE, Carlos E. Transições de fase em modelos de Ising cinéticos, relatório de IC, IFUSP, 2001.