



XXXIII CONIC 23/24

Congresso de Iniciação Científica

Ciência em Movimento: Construindo o Futuro

com Conhecimento

25 a 27 de Novembro de 2024

APRENDIZADO DE MÁQUINA PARA O ESTUDO DE FASES MAGNÉTICAS A PARTIR DE DADOS OBTIDOS DE SIMULAÇÕES DE MODELOS MAGNÉTICOS

Luccas Amorim Rocha – *FAPEAM*
Octávio Daniel Rodriguez Salmon – *UFAM*

RESUMO

Este trabalho investiga o uso de métodos de aprendizado de máquina, tanto supervisionado quanto não supervisionado (Análise de Componentes Principais), para o estudo de fases magnéticas em simulações de modelos do tipo Ising. Uma rede neural foi treinada para determinar a probabilidade de uma configuração de spins, em uma rede quadrada de dimensão $L \times L$, estar em uma fase paramagnética ou ferromagnética, visando identificar a temperatura crítica de transição entre essas fases. Gerando dados de treinamento e teste via método de Monte Carlo em uma rede a duas temperaturas distintas, o método supervisionado foi aplicado inicialmente, onde os resultados indicaram um ponto de cruzamento nas curvas de probabilidade das fases, evidenciando um comportamento quase simétrico entre as fases em relação à temperatura e determinando a temperatura crítica nesse ponto de cruzamento. Posteriormente, no método de Análise de Componentes Principais, desenvolveu-se o modelo Ising com parâmetro de ordem constante, isto é, a magnetização é constante à medida que a temperatura varia, a rede quadrada de spins foi submetida a Dinâmica de Kawasaki e com isso foi obtido resultados satisfatórios para temperatura crítica. Concluiu-se que o método supervisionado de aprendizado de máquina, que consistiu em treinar uma rede neural a fim de identificar configurações de spins obtidas através de simulações de Monte Carlo do modelo de Ising, demonstrou eficácia na detecção da temperatura crítica do modelo, apresentando resultados ligeiramente superiores ao valor exato de 2.269. Essa discrepância é atribuída ao fato de a temperatura crítica exata ser válida para redes de tamanho infinito, enquanto redes de tamanho finito tendem a exibir uma temperatura crítica ligeiramente mais elevada. Por outro lado, foi utilizada uma ferramenta de aprendizado não supervisionado chamada método PCA (Análise de Componentes Principais) a fim de classificar as diferentes fases e a região de criticidade do Modelo de Ising COP. Este modelo difere do Ising tradicional pois apresenta a magnetização constante para toda temperatura. Portanto, a técnica PCA foi adequada para estudar este modelo, uma vez que não é possível construir um parâmetro de ordem que possa identificar a transição entre a fase ordenada e desordenada. Por conseguinte, os gráficos da distribuição dos dados transformados conseguiram identificar os dados que correspondem a fase ordenada, desordenada e a região de transição ou criticidade.

Palavras-Chave: Aprendizado de Máquina; Modelo Ising; Fases Magnéticas; Rede; Spins; PCA; Magnetização.





XXXIII CONIC 23/24

Congresso de Iniciação Científica

Ciência em Movimento: Construindo o Futuro

com Conhecimento

25 a 27 de Novembro de 2024

AGRADECIMENTOS

Aos que habitam o âmago da minha jornada, quero expressar minha mais sincera e profunda gratidão.

Em primeiro lugar, a Deus por se fazer presente em toda minha trajetória de Projeto de Iniciação Científica 2023/2024. Em seguida aos meus pais, Josué Lima Rocha e Joelma Amorim Rocha, que, com sacrifícios e esforços silenciosos, me ofereceram os recursos para que eu pudesse chegar tão longe em meus árduos estudos. A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas (FAPEAM) por ter me contemplado com esta experiência de me sentir integrado a produção científica. A Universidade Federal do Amazonas (UFAM) por fornecer estrutura e recursos acadêmicos para que este projeto enfim se realizasse. Ao meu orientador Prof. Dr. Octavio Rodriguez Salmon que me direcionou ao rigor e a maturidade acadêmica, com paciência e maestria.

É com muita gratidão que vos reconheço nestas singelas linhas por participarem deste trajeto.

