

## Explorando o Caos Induzido pela Geometria na Dinâmica de paredes de domínio: Compreensão e Controle dos Comportamentos Complexos de Magnetização

Airton de Franca Ferreira, Vagson Luiz de Carvalho Santos  
ODS9  
Indústria, inovação e infraestrutura

### Introdução

O comportamento caótico da magnetização induzido por paredes de domínio (PD) tem despertado interesse por suas aplicações em armazenamento de dados, criptografia e spintrônica. A manipulação dessas estruturas pode viabilizar formas mais seguras e eficientes de processar informações. Este trabalho realiza um estudo teórico, com base em literatura especializada, visando desenvolver um modelo matemático que descreva os efeitos das PDs em sistemas ferromagnéticos.

### Objetivos

O objetivo principal é desenvolver um modelo capaz de compreender e controlar os comportamentos da magnetização induzidos por paredes de domínio. A partir de conceitos fundamentais do magnetismo, busca-se identificar os mecanismos físicos envolvidos e analisar seus efeitos em sistemas aplicados, com foco na estabilidade, anisotropia e influência da temperatura.

### Material e Métodos ou Metodologia

A metodologia adotada foi teórica, com base em uma análise crítica de obras clássicas sobre magnetismo em matéria condensada e micromagnetismo. As principais referências foram Magnetism in Condensed Matter (Blundell), que apresenta fundamentos como magnetização, susceptibilidade e ordenamentos magnéticos, e Introduction to the Theory of Ferromagnetism (Aharoni), que desenvolve o formalismo micromagnético e a abordagem da aproximação do campo molecular. O estudo iniciou-se com a revisão dos principais tipos de magnetismo (diamagnetismo, paramagnetismo, ferromagnetismo e antiferromagnetismo), das interações de troca descritas pelo Hamiltoniano de Heisenberg e da dependência da magnetização com a temperatura.

### Resultados e/ou Ações Desenvolvidas

A etapa teórica permitiu identificar elementos essenciais do modelo da magnetização como aproximação do campo molecular que viabiliza uma descrição contínua da magnetização, facilitando a análise de efeitos térmicos. O Hamiltoniano de Heisenberg que descreve as interações de troca entre spins, base para entender o ferromagnetismo e o antiferromagnetismo. Entender a anisotropia magnética mostrou-se fundamental na definição das direções preferenciais da magnetização e no comportamento das paredes de domínio, e finalmente como o micromagnetismo fornece métodos para minimizar a energia total do sistema, considerando troca, anisotropia e campo externo. Foram iniciadas também análises qualitativas das equações não lineares associadas à dinâmica da magnetização.

### Conclusões

O estudo ofereceu uma base teórica sólida para modelar os comportamentos da magnetização relacionados a PDs. Com a literatura especializada, foram organizados os principais mecanismos físicos envolvidos. As equações resultantes da abordagem micro magnética, embora não lineares, representam um ponto de partida para análises numéricas. A complexidade dessas equações indica a necessidade de métodos computacionais para obter soluções estáveis e com relevância física.

### Bibliografia

**AHARONI, Amikam.** Introduction to the Theory of Ferromagnetism. Oxford: Oxford University Press, 1996.

**BLUNDELL, Stephen.** Magnetism in Condensed Matter. Oxford: Oxford University Press, 2001

### Apoio Financeiro