



## A CRITICALIDADE QUÂNTICA DESCONFINADA DO MODELO J-Q-h BIDIMENSIONAL

V. G. S. Pereira<sup>1,2†§</sup>, D. H. G. Duarte<sup>1‡</sup>, W. A. Moura-Melo<sup>1€</sup>.

<sup>1</sup> Departamento de Física, Universidade Federal de Viçosa;

<sup>2</sup> Instituto de Física “Gleb Wataghin”, Universidade Estadual de Campinas.

† [vitor.guilherme@ufv.br](mailto:vitor.guilherme@ufv.br), § [vitorgps@ifi.unicamp.br](mailto:vitorgps@ifi.unicamp.br), ‡ [diogo.duarte@ufv.br](mailto:diogo.duarte@ufv.br), € [winder@ufv.br](mailto:winder@ufv.br)

Palavras-chave: Física; Matéria Condensada; Criticalidade Quântica; Modelo de Heisenberg.

TRABALHO DE PESQUISA

### Introdução

O modelo  $J$ - $Q$  é uma variação do modelo de Heisenberg onde são adicionados dois termos  $J$  e  $Q$ , o primeiro relacionado ao aumento da interação de troca de Heisenberg e o segundo representa o papel de uma interação de competição entre os spins. A adição desses parâmetros simula interações, e conseqüentemente fenômenos, presentes em sistemas frustrados, com aplicações notórias em simulações de Monte Carlo quântica. A existência de um campo magnético externo no sistema produz o chamado modelo  $J$ - $Q$ - $h$ . Esse modelo leva a aspectos interessantes do ponto de criticalidade quântico desconfinado, que mostram a evidência da existência de fenômenos como a transição BKT (Berezinskii-Kosterlitz-Thouless), que está relacionada com pares de vórtices e anti-vórtices.

### Objetivos

O objetivo do projeto foi o estudo da criticalidade quântica presente no modelo  $J$ - $Q$ - $h$  2-D, de maneira a conhecer suas principais características.

### Material e Métodos

Foi realizada uma revisão bibliográfica sobre os assuntos abordados neste trabalho, utilizando artigos e livros textos para a consulta e estudo. Os materiais utilizados podem ser vistos na seção referências bibliográficas.

### Resultados e Discussão

- A criticalidade quântica desconfinada (DQC) é um tipo de comportamento crítico caracterizado pela presença de excitações exóticas fracionizadas[2];
- O modelo  $J$ - $Q$ - $h$  em uma rede bidimensional é descrito pela Hamiltoniana[1]:

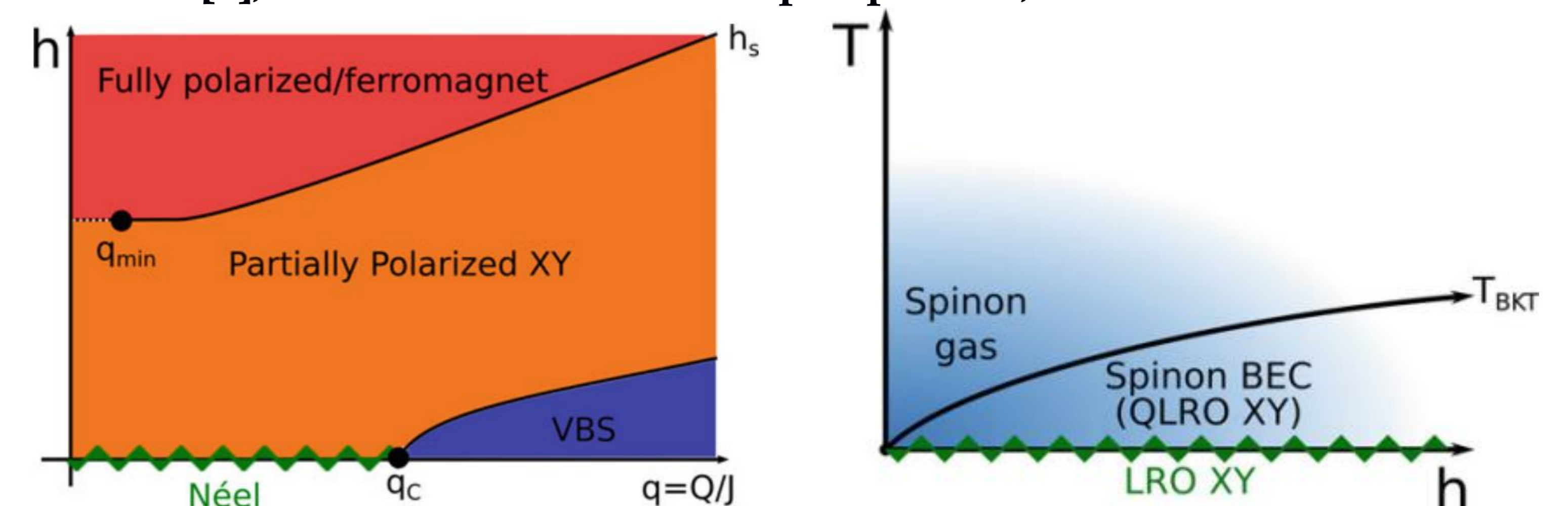
$$H_{JQ} = -J \sum_{\langle i,j \rangle} P_{i,j} - Q \sum_{\langle i,j,k,l \rangle} P_{i,j} P_{k,l} - h_z \sum_i S_i^z$$

onde  $h_z$  é o campo externo aplicado,  $S_i^z$  representa o componente  $z$  do  $i$ -ésimo spin, os termos  $P$  representam as combinações dos spins da rede, e é dado por:

$$P_{i,j} = \frac{1}{4} - \vec{S}_i \cdot \vec{S}_j,$$

sendo que a soma é realizada sobre os vizinhos próximos.

- Nos gráficos abaixo são mostrados os diagramas de fase do modelo à temperatura zero, esquerda e com uma temperatura variável e com os valores das constantes sendo  $Q/J = q_c$ , direita[1], onde o “ $h$ ” indica o campo aplicado;



- O ponto  $q_c$  indica o ponto de transição de fase entre o estado de Néel (antiferromagnético) e o estado de sólido de valência (VBS) com campo zero, nesse ponto há a presença da (DQC).
- O diagrama de fase com temperatura variável, realizado no ponto  $q_c$  dotado da (DQC) mostra que há a existência de estados exóticos como gás de spinons além de uma transição BKT, onde há a formação de pares e anti-pares de vórtices que não estão ligados[2].

### Conclusões

Devido ao fato do ponto onde há a presença da (DQC) apresentar uma transição BKT, pode-se concluir que o modelo estudado seja de grande interesse, devido às aplicações de vórtices na spintrônica [3], podendo levar a aplicações relevantes no futuro.

### Bibliografia

- [1] IAIZZI, A. *Magnetic Field Effects in Low-Dimensional Quantum Magnets*, Cham: Springer Nature Switzerland AG, 2018.
- [2] SENTHIL, T.; et al. *Deconfined Quantum Critical Points*. *Science*, v. 303, p. 1490-1494, 2018.
- [3] HIROHATA, A.; et al. *Review on spintronics: Principles and device applications*, *Journal of Magnetism and Magnetic Materials*, v. 509, 2020.

### Apoio Financeiro

CNPq

### Agradecimentos

Gostaríamos de agradecer ao CNPq pelo apoio financeiro, e à Camila Andressa Silva de Oliveira pelo apoio.