

# QUEBRA ESPONTÂNEA DE SIMETRIA NA TEORIA DO CAMPO ESCALAR

*William de Carvalho Vieira (Programa IVC/UFPI) Paulo Renato Silva de Carvalho*

*(Orientador, Depto de Física – UFPI)*

## Introdução

Quebra espontânea de simetria é um tema de pesquisa da teoria de campos que surgiu como idéia crucial para solucionar os problemas da eletrodinâmica quântica a partir das teorias de gauge. Aqui a noção fundamental é de uma simetria que está presente no lagrangiano de forma exata, mas não se manifesta em termos físicos, ou se manifesta apenas de forma aproximada, desse modo é de costume dizer que: “a simetria é espontaneamente quebrada”.

Estamos interessados em quebra espontânea de simetria na teoria do campo escalar  $\phi$ , descrita pela lagrangiana da teoria  $\phi^4$  onde a quebra espontânea de simetria é dada pelo não desaparecimento no valor esperado de vácuo.

## Metodologia

Na teoria do campo escalar o estado ligado é considerado a partir de um vácuo. A lagrangiana que descreve o campo  $\phi$  é considerada a partir da simetria do campo. Desse modo temos um estado de vácuo degenerado. Assim, a partir dessa lagrangiana é encontrado o valor mínimo do potencial envolvido na lagrangiana, que é observado não-nulo, como mostrado na figura 1. Esse mínimo é chamado valor esperado de vácuo do campo  $\phi$ .

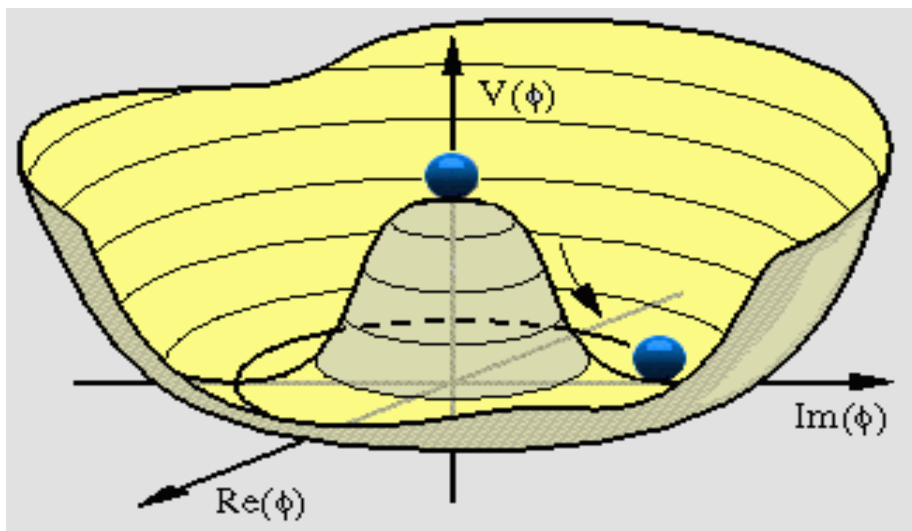


Figura 1: Potencial mínimo de  $V$  com  $|\phi|=a$  e um máximo local com  $|\phi| = 0$

Devido ao não desaparecimento no valor esperado de vácuo é visto que há uma quebra espontânea na simetria do campo escalar. Esse resultado é analisado a partir do teorema de

Goldstone e pôde ser aplicado para o ferromagnetismo, e apartir do mecanismo de Higgs que é analisado pela lagrangiana do campo de gauge.

### **Resultados**

Com o valor esperado de vácuo, que foi observado não-nulo, é analisado a quebra espontânea de simetria no campo escalar  $\phi$ , que resulta em campos escalares massivos e sem massa.

Campos escalares sem massa resultam da quebra espontânea de simetria contínua do campo escalar  $\phi$ , que foi analisada a apartir do teorema de Goldstone, onde envolve simetria global. Assim campos escalares sem massa são conhecidos como bósons de Goldstone.

Em teoria de gauge a análise da quebra espontânea de simetria é feita apartir de um mecanismo onde foi gerado uma massa para os bósons de gauge. Esse fenômeno é conhecido como o mecanismo de Higgs. Esse mecanismo é analisado apartir da quebra espontânea da simetria local, onde aqui devem desaparecer os bósons de Goldstone.

Desse modo, pôde-se aplicar os resultados da quebra espontânea de simetria em problemas físicos como ferromagnetismo, supercondutividade, modelo de Weinberg-Salan de interações eletrofracas, estudo do bóson de Higgs e em física de partículas, onde essas são as principais aplicações da quebra espontânea de simetria na teoria do campo escalar.

### **Conclusão**

Apartir desse estudo foi analisado que a quebra espontânea de simetria é causada pelo não desaparecimento no valor esperado de vácuo e tem como conseqüência campos escalares massivos e campos escalares sem massa (bósons de Goldstone). Assim esse estudo pôde ser aplicado em alguns problemas físicos.

Assim sendo, percebe-se que a quebra espontânea de simetria tem grande influencia em vários problemas de física teórica e experimental.

**Apoio:** Capes, UFPI

### **Referências Bibliográficas**

Ryder L. H.; Quantum Field Theory. Ed.2 Cambridge university press 1985, 1996.

Peskin M. E., Schroeder D. V.; An Introduction to Quantum Field Theory. Addison-Wesley Publishings Company 1995.

Anderson P.W.; Basic notions of Condensed Matter Physics. The Benjamin/ Cummings Publishings Company, inc. 1984.

Bezerra V. A.; Racionalidade, Consistência, Reticulação e Coerência: o caso da renormalização na teoria quântica do campo. Scientiae studia vol.: 1 No. 2, 2003, p.81-151

Moreira M. A.; O Modelo Padrão da Física de Partículas. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 31, n. 1, 1306 (2009).

Gross D.J.; Gauge Theory-Past, Present, and Future? Joseph Henry Laboratories, Ainceton University, Princeton, NJ 08544, USA. Chinese Journal of Physics. Vol. 30 no. 7

**Palavras-Chaves:** Teorema de Goldstone, mecanismo de Higgs, quebra espontânea de simetria