



[white paper]

Diamond Open Access

# Por que forças de longo alcance são inversamente proporcionais ao quadrado da distância?

Colaboração Ciência Aberta<sup>1</sup>

13 de Setembro de 2020

## Resumo

Argumentamos que forças de longo alcance dependem da área superficial que partículas virtuais relativísticas têm acesso no decorrer da mediação das interações envolvidas.

palavras-chave: força de longo alcance, interação quântica, partículas virtuais, quadrado da distância

*A versão mais atualizada deste artigo está disponível em*

<https://osf.io/7ctnw/download>

## Como ser coautor(a) deste artigo?

1. Envie-nos suas observações e responda às seguintes perguntas.
2. Quais discussões você adicionaria a este artigo?
3. Você encontrou algum erro ou argumento inconsistente? Dê uma justificativa detalhada.

---

<sup>1</sup>Todos os autores com suas afiliações aparecem no final deste artigo.

# Introdução

4. O vácuo quântico é uma turbulência de partículas virtuais sendo criadas e aniquiladas em superposição quântica [1].
5. Ainda que no vácuo clássico não existam partículas reais, no vácuo quântico, há muita energia sendo produzida e aniquilada na forma de vibrações, as partículas virtuais surgem e deixam de existir em um tempo muito, muito curto.
6. Essas partículas virtuais do vácuo quântico, além de outras atividades, fazem a mediação de forças [2].
7. A teoria quântica de campos passa a denominar as forças de interações.

# Interações

8. A força elétrica, por exemplo, é de grande alcance, isto é, ela atua a uma grande distância de sua fonte [3].
9. Um elétron perturba o vácuo quântico e as partículas virtuais propagam essa perturbação, de forma análoga a um efeito dominó [2, 4, 5].
10. Suponha uma certa quantidade finita de partículas virtuais se propagando a partir de um elétron, após um certo tempo.
11. À medida que as partículas virtuais se afastam da fonte (o elétron), suas interações com o meio em que se encontram ocorrem **perpendicularmente ao raio**.
12. A interação perpendicular ao raio pode ser entendida segundo a relatividade especial, pois a contração espacial ocorre apenas na direção do movimento [6].
13. Contração espacial é um efeito da relatividade restrita que faz com que as medidas dos comprimentos de objetos em movimento relativo tenham valores diferentes dependendo da velocidade em questão.

14. De forma resumida, *observadores medem o tamanho de objetos em movimento relativo com distorção.*
15. Note que a contração espacial é um efeito cinemático, não dinâmico.
16. As velocidades altíssimas das partículas virtuais fazem com que, aproximadamente, as direções ortogonais ao movimento se tornem mais relevantes para a interação.
17. *Área* é medida pelo *quadrado* de unidade de *distância*.
18. Portanto, a **área** se torna *mais significativa* do que o volume e, por isso, tais *interações decaem com o quadrado da distância*.

## Considerações Finais

19. Devido à natureza quântica relativística, as interações de longo alcance decaem de acordo com a área superficial das interações das partículas virtuais mediadoras, proporcional ao quadrado da distância à fonte.

## Ciência Aberta

O **arquivo latex** para este artigo, juntamente com outros *arquivos suplementares*, estão disponíveis [7].

## Referências

- [1] Greene, Brian. *O universo elegante: supercordas, dimensões ocultas e a busca da teoria definitiva*. Companhia das Letras, São Paulo (2001).
- [2] Zee, Anthony. *Quantum field theory in a nutshell*. Princeton university press, 2010.
- [3] Griffiths, David Jeffrey. *Eletrodinâmica*. Pearson Addison Wesley, 2011.

- [4] Mandl, Franz, and Graham Shaw. *Quantum field theory*. John Wiley & Sons, 2010.
- [5] Peskin, Michael Edward, and Daniel V. Schroeder. “Quantum field theory”. The Advanced Book Program, 1995.
- [6] Taylor, Edwin F., Edwin F. Taylor, and John Archibald Wheeler. *Spacetime physics*. Macmillan, 1992.
- [7] Lobo, Matheus P. “Open Journal of Mathematics and Physics (OJMP).” *OSF*, 21 Apr. 2020.  
<https://doi.org/10.17605/osf.io/6hzyp>

## Colaboração Ciência Aberta

Matheus Pereira Lobo (autor principal, [mplobo@uft.edu.br](mailto:mplobo@uft.edu.br))<sup>1,2</sup>  
<https://orcid.org/0000-0003-4554-1372>

Viviane Vitória Machado Mariano<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal do Tocantins (Brasil)

<sup>2</sup>Universidade Aberta (UAb, Portugal)