



## LAGRANGIANA PARA PARTÍCULAS CARREGADAS

Mateus Mussunda Landa<sup>1</sup>  
Raphael Nicolas Domingos Maia<sup>2</sup>  
Igor Rochaid Oliveira Ramos<sup>3</sup>  
João Philipe Macedo Braga<sup>4</sup>

### RESUMO

A Mecânica Lagrangiana é uma abordagem poderosa para descrever o movimento de sistemas físicos complexos. Proposta por Joseph-Louis Lagrange no século XVIII, ela oferece uma alternativa à tradicional Mecânica Newtoniana, permitindo uma descrição mais geral e eficaz do comportamento de sistemas físicos. Em vez de depender de equações de movimento diferencial, como as equações de Newton, a Mecânica Lagrangiana se baseia no Princípio da Ação Mínima, que postula que o caminho real seguido por uma partícula é aquele que minimiza a ação; este princípio está relacionado ao princípio de Hamilton, que configura uma formulação mais geral de Hamilton, que destaca a ligação contínua com os princípios de mínimos na física. Assim, no presente trabalho nos propomos a demonstrar a expressão da Lagrangiana para os campos elétricos e magnéticos de uma maneira didática oferecendo uma perspectiva criativa e unificada das interações eletromagnéticas. O formalismo Lagrangiano permite uma análise mais eficaz e precisa dos campos eletromagnéticos, além de desempenhar um papel central na física moderna. Seu uso continuado na pesquisa científica e na engenharia é essencial para avanços futuros em diversas áreas da ciência e da tecnologia.

**Palavras-chave:** Lagrangiana; Campos; Mecânica; Partículas.

---

UNILAB, ICEN, Discente, landateu@gmail.com<sup>1</sup>

Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira- UNILAB, ICEN, Discente, nicolasmaia501@gmail.com<sup>2</sup>

Universidade Estadual do Vale do Acaraú, Departamento de Física, Docente, igorrochaid@gmail.com<sup>3</sup>

UNILAB, ICEN- Instituto de ciência exatas e da natureza, Docente, philipe@unilab.edu.br<sup>4</sup>



## INTRODUÇÃO

O formalismo newtoniano da mecânica caracteriza-se pelo conjunto de equações diferenciais que determinam o movimento de uma configuração uma vez especificadas todas as posições e velocidades num dado instante inicial. Entretanto, quando existem restrições de natureza geométrica ou até mesmo cinemática que limitam a princípio o movimento de um determinado sistema mecânico; por exemplo, imaginemos que o movimento de uma determinada partícula esteja restrita, e não possa se mover livremente no espaço modo que suas coordenadas não são todas independentes entre si, isto é, há uma equação que as conecta. essas restrições são chamadas vínculos. [1]. Em determinada configuração tornasse inviável a formulação Newtoniana, pois que, ela precisa de mais coordenadas para especificar a configuração do sistema em cada instante. [1]

De acordo com esse princípio [2]. "De todos os caminhos possíveis nos quais um sistema dinâmico pode se mover de um ponto a outro em um intervalo de tempo específico (consistente com quaisquer vínculos), o caminho real seguido é aquele que minimiza a integral temporal da diferença entre as energias cinética e potencial". Para o cálculo variacional fica.

## METODOLOGIA

Este estudo baseou-se em uma estratégia qualitativa de pesquisa, de caráter exploratória bibliográfica, na qual utilizamos os seguintes livros como base: Joffily [3], Griffiths [4], Lemos [1] e Thornton [2] onde eles apresentam discussões sobre a dinâmica de partículas e o formalismo de Lagrange. A primeira atividade realizada foi o estudo sobre o elétron, [3], onde estudamos sua descoberta e suas trajetórias, em seguida, buscamos compreender de maneira mais sólida como sua trajetória é afetada pelos campos eletromagnéticos, tomando [4] como base, e observamos que, na verdade para essa abordagem, uma análise em função dos potenciais ao invés dos campos facilitaria muito a discussão proporcionando uma facilidade na abordagem dentro do formalismo lagrangiano. Por conseguinte, estudamos a dinâmica de partículas em campos eletromagnéticos em [1] e [2] onde é apresentado uma discussão elaborada sobre este formalismo; que serviu como base para elaboração deste trabalho onde nos propomos em apresentar de maneira mais didática a lagrangiana nessa configuração.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Introduzimos à Mecânica Lagrangiana a partir da ação mínima, por conseguinte, passamos para o formalismo em Coordenadas Generalizadas, e percebemos que uma das características mais distintivas da do formalismo Lagrangiano é a capacidade de trabalho com articulações generalizadas, em vez de utilizar as coordenadas cartesianas tradicionais para descrever o movimento de um sistema, e que simplificaram a descrição do sistema.

Construímos a força Generalizada no contexto dos campos elétricos e magnéticos, e utilizamos as equações de Maxwell, para descrever as interação do campo eletromagnético por meios dos seus potenciais.

O momento generalizado, também conhecido como momento canônico, é fundamental na teoria Lagrangeana para os campos elétricos e magnéticos. Ele desempenha um papel crucial na formulação das equações de movimento para partículas contidas em campos eletromagnéticos, permitindo a previsão precisa de suas trajetórias. A compreensão do momento generalizado é essencial em diversas aplicações práticas, como o funcionamento de dispositivos eletrônicos, a geração de energia elétrica e a física de partículas.



A Lagrangiana para os campos elétricos e magnéticos é construída a partir da configuração dos potenciais, e descreve a energia contida no campo eletromagnético. Essa abordagem revela como as interações eletromagnéticas estão dentro do princípio da ação mínima, dando uma compreensão mais clara da física eletromagnética. O estudo do formalismo Lagrangeano aplicado aos campos elétricos e magnéticos é de grande importância na física moderna. Ele nos dá uma estrutura teórica forte para entendermos as interações eletromagnéticas, que desempenham um papel fundamental em praticamente todos os aspectos da física contemporânea. Além disso, essa abordagem é essencial o formalismo da teoria eletromagnética de Maxwell, que unifica os campos elétricos e magnéticos em um único conjunto de equações, revolucionando nossa compreensão da eletricidade e do magnetismo.

## CONCLUSÕES

Assim, o formalismo Lagrangiano para os campos elétricos e magnéticos é de grande relevância na física teórica, destacando a construção da força generalizada e a Lagrangiana para esses campos. Essa abordagem revela como as interações eletromagnéticas estão embutidas no princípio da ação mínima, proporcionando uma compreensão mais profunda da física eletromagnética. A utilização do formalismo Lagrangiano permite expressar essas equações de uma forma unificada, simplificando a análise de sistemas eletromagnéticos não muito simples. Além disso, essa abordagem é essencial na formulação da teoria eletromagnética de Maxwell, que unifica os campos elétricos e magnéticos o único conjunto de equações, revolucionando nossa compreensão da eletricidade e do magnetismo.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço à Unilab pelo financiamento da pesquisa intitulada: Ensino de Mecânica Quântica por Meio do Formalismo do Operador Translação Dependente da Posição; executada entre 01/10/2022 e 30/09/2023, através do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (Pibic) e Tecnológica (Pibiti), da Unilab.

## REFERÊNCIAS

- [1] LEMOS, N. A. Mecânica analítica. [S.l.]: Editora Livraria da Física, 2007.
- [2] THORNTON, S. T.; MARION, J. B. Dinâmica clássica de partículas e sistemas.[S.l.]: Cengage Learning, 2011.
- [3] JOFFILY, S. A descoberta do elétron. Instituto de Cosmologia, Relatividade e Astrofísica (ICRA-BR), Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas, Rio de Janeiro,2005.
- [3] FEYNMAN, R. P.; LEIGHTON, R. B.; SANDS, M. Lições de Física, vol. II. [S.l.]:Bookman, 2009.
- [4] GRIFFITHS, D. J. Eletrodinâmica. Tradução: Heloisa Coimbra. [S.l.]: São Paulo:Editora Pearson, ed, 2011.