SISTEMAS COLOIDAIS CARREGADOS: UMA APLICAÇÃO DE ELETROSTÁTICA NO ENSINO DE FÍSICA

Antonio Wellington Dantas Da Costa[1]
Karla Bianca Soares Xavier[2]
Igor Rochaid Oliveira Ramos[3]
João Philipe Macedo Braga[4]

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo, a partir do estudo da Eletrostática aplicada aos Sistemas Coloidais Carregados, desenvolver problemas e demonstrações mais didáticas, de tal forma que estes possam ser utilizados em sala de aula por professores e alunos tanto da graduação como também da pós-graduação. Para isso, resolvemos alguns dos problemas clássicos da eletrostática (esfera carregada, fio infinito carregado, plano infinito carregado) na presença de coloides, afim de investigar como a blindagem eletrostática causada pelo próprio coloide altera o comportamento do campo elétrico nesses problemas tradicionais acadêmicos. A criação destes materiais pode contribuir significativamente no processo de ensino aprendizagem dos envolvidos, tornando o ensino de Física mais atraente para aqueles que anseiam por uma educação mais contextualizada com aplicações da teoria estudada, principalmente no que tange o ensino de Eletromagnetismo, onde este desempenha um papel fundamental na formação dos estudantes de Licenciatura em Física, Licenciatura em Matemática, Licenciatura em Química, Engenharia de Energias e áreas afins.

Palavras-chave: Coloides; Eletrostática; Eletromagnetismo.

Universidade Internacional da Integração da Lusofonia Afro-brasileira, Instituto de Ciências Exatas e da Natureza, Discente, welldantas@aluno.unilab.edu.br[1]
Escola Estadual de Ensino Médio Diva Cabral, ..., Docente, karlabianca.prof.ce@gmail.com[2]
Universidade Estadual Vale do Acaraú - Sobral, ..., Docente, igorrochaid@gmail.com[3]
Universidade Internacional da Integração da Lusofonia Afro-brasileira, Instituto de Ciências Exatas e da Natureza, Docente, philipe@unilab.edu.br[4]

ISSN: 2447-6161

INTRODUÇÃO

A teoria do eletromagnetismo de James Maxwell é o ramo da Física que estuda os fenômenos de eletricidade e magnetismo, e basicamente baseia-se nos conceitos de campo eletromagnético, bem como a interação entre os campos elétricos e magnéticos. Essa ciência é dividida para os alunos em duas partes, elétrica e magnética, respectivamente, de tal forma que o ensino seja facilitado. De maneira geral, o ensino de eletromagnetismo, a partir de uma visão histórica ou através de várias aplicações, juntamente com exemplos didáticos, ao decorrer do tempo, vêm sendo utilizados e, contribuem de forma bastante positiva para a melhoria do ensino de graduação em Física. Esse formato abrangente de se estudar física tem um grande potencial para gerar uma gama de produtos didáticos tais como guias didáticos, exemplos e demonstrações didáticas e problemas mais contextualizados. Nesse cenário, uma das muitas áreas que podem servir de suporte para um crescimento desses produtos didáticos no ensino de eletromagnetismo é o estudo dos coloides. Com base nisto e na importância desta área, o presente trabalho foi resultado do projeto de pesquisa "Ensino de Eletromagnetismo por meios de suas aplicações: Eletrostática de Sistemas Coloidais Carregados" e financiado pela Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FUNCAP).

Coloides, soluções coloidais ou sistemas coloidais são tipos de misturas heterogêneas com pelos menos duas fases diferentes, onde a matéria de uma dessas fases está finamente dividida, denominada fase dispersa e está misturada com uma fase contínua, denominada meio de dispersão. O estudo dessas soluções está ligado a análise de sistemas nos quais um ou mais componentes apresentam dimensões dentro do intervalo de 1nm a 1μm. De fato, os sistemas coloidais apresentam uma gama de aplicações industriais (xampu, creme dental, sabonete, maionese) como também existem várias formas na natureza (sangue, neblina, fumaça).

Didaticamente falando, a maioria dos livros adotados na graduação e pós-graduação apresentam a eletrostática seguindo basicamente a mesma sequência: introdução histórica e formalismo matemático [3]. As definições de eletrostática são muito bem organizadas, com todos os problemas se idealizando no vácuo. Entretanto, se pudermos estendermos as cargas elétricas para esses sistemas coloidais, como ficariam as equações da eletrostática? Ora, se pararmos para analisar, não existem demonstrações em livros didáticos que envolvam a eletrostática nos sistemas coloidais, isso, de certa forma, é um ponto negativo, pois o aluno fica preso a mesma problematização. A criação de problemas mais didáticos que envolvam maiores aplicações da teoria pode facilitar o processo de ensino e aprendizagem dos alunos de cursos de graduação e pós-graduação, especialmente na área de eletromagnetismo. Este trabalho tem por objetivo trazer os estudantes para um maior aprofundamento na física dos sistemas coloidais carregados, bem como desenvolver produtos didáticos que possam ser utilizados no ensino de eletromagnetismo tanto a nível de graduação quanto pós-graduação utilizando como base a Eletrostática de Sistemas Coloidais Carregados resolvendo problemas acadêmicos envolvendo esfera carregada, fio infinito carregado e plano infinito carregado imersos em um coloide. Com isso, a formação desses alunos terá um maior enriquecimento, uma vez que o mesmo precisará se aprofundar em eletromagnetismo e iniciar o estudo da física dos coloides que é um assunto importante para a pesquisa em física. Além disso, pode-se obter benefícios imediatos ao processo de ensino-aprendizagem nas disciplinas que abordam a teoria eletromagnética na Unilab, uma vez que os produtos gerados poderão ser utilizados pelos docentes dessas disciplinas despertando um maior interesse pelo conteúdo nos discentes, o que trará um retorno positivo para os cursos de graduação em Licenciatura em Física, Matemática, Química e Engenharia de Energias, onde o eletromagnetismo desempenha um papel fundamental na formação dos estudantes.

ISSN: 2447-6161

METODOLOGIA

Este trabalho consiste em uma investigação de natureza teórica, de tal forma que inicialmente foi realizado uma extensa pesquisa bibliográfica da referência [1], afim de se adquirir os conhecimentos básicos de eletrostática, para, em seguida, investigar a referência [3], onde está apresentada didaticamente a Teoria da Eletrostática de Sistemas Coloidais Carregados. Em seguida, elaboramos e resolvemos, com auxílio da referência [4] problemas acadêmicos envolvendo esfera carregada, fio infinito carregado, plano infinito carregado e capacitores imersos em um coloide para investigar como a blindagem eletrostática causada pelo próprio coloide modifica o comportamento do campo elétrico nesses modelos acadêmicos tradicionais. O problema proposto no referencial [3] é de um sistema coloidal do tipo Sol constituído de partículas sólidas finamente divididas e dispersas em um meio dispersante líquido. Nesse sistema as partículas coloidais esféricas i possuem diâmetro a e estão carregadas em seus centros ou positivamente ou negativamente (r=0). Além disso, o sistema é considerado eletricamente neutro. A partir daí, pudemos encontrar expressões para o potencial elétrico, campo elétrico, força elétrica entre cargas pontuais, além de uma expressão modificada da Lei de Gauss aplicada aos coloides.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com a execução das pesquisas bibliográficas pudemos encontrar expressões para os clássicos problemas da eletrostática, só que aplicadas aos coloides. A partir das equações obtidas para os coloides, podemos aplica-las e assim resolver problemas em que as expressões tradicionais não funcionam pois não estamos mais trabalhando no vácuo.

Figura 1 - Esfera carregada de raio R

Fonte: Griffiths, p. 50 (2011)

O primeiro problema se trata de uma esfera carregada (figura 1). Para esta configuração, e considerando a simetria do problema, teríamos que o campo externo à esfera é igual ao que teríamos se toda a carga estivesse concentrada no centro, ou seja

$$E = 1/(4\pi\epsilon_0) \cdot q/r^2 \hat{a} \quad (1)$$

Figura 2 - Esfera sólida uniformemente carregada imersa numa dispersão coloidal

Fonte: Xavier, p. 49 (2019)

Para a figura 2 o problema é o mesmo, só que agora estamos levando em conta no cálculo a contribuição de todas as partículas dentro do coloide. Além disso, a simetria se mantém a mesma e E ⃗ e dS ⃗ possuem a mesma direção e sentido, pois o campo aponta também na direção radial. Logo, a expressão para esse problema é dada por:

$$E = Q(1+\kappa r)/4\pi\epsilon \cdot e^{-\kappa r}/r^2 \quad (2)$$

ISSN: 2447-6161

A partir desse resultado podemos verificar que: “o campo produzido em um ponto distante no exterior da esfera é igual ao de uma carga pontual no meio considerado” (XAVIER, 2019, p. 50).

Figura 3 - Fio infinito e carregado

Fonte: Griffiths, p. 52 (2011)

Iremos considerar agora um segundo problema clássico da eletrostática, envolvendo um fio infinito carregado e não condutor de densidade linear de carga λ. Considerando a simetria cilíndrica (figura 3), o campo elétrico produzido por uma carga a uma distância r do fio é dado por:

$$E = \lambda/(2\pi r\epsilon_0) \quad (3)$$

Figura 4 - Fio infinito e carregado imerso em um coloide

Fonte: Xavier, p. 52 (2019)

Para descobrirmos como este campo irá se comportar se essa linha de cargas estiver imersa em um coloide, precisamos calcular o campo elétrico em um ponto dentro da solução, à uma distância r do fio, o que nos dá

$$E = \lambda/2\pi\epsilon r \cdot (1+\kappa r)e^{-\kappa r} \quad (4)$$

Figura 5 - Plano infinito carregado

Fonte: Griffiths, p. 51 (2011)

O terceiro e último problema clássico da eletrostática que iremos abortar aqui é do plano infinito carregado. O campo à uma distância r de uma placa fina (figura 5), infinita com uma densidade superficial de cargas σ é dado por:

$$E = \sigma/(2\epsilon_0) \quad (5)$$

Figura 6 - Plano infinito carregado imerso em um coloide

Fonte: Xavier, p. 55 (2019)

Perceba que para resolvermos problemas envolvendo coloides (figura 6) usamos o mesmo raciocínio para resolver os problemas no vácuo. Dessa forma, obtemos:

$$E = \sigma/2\epsilon \cdot (1+r\kappa)e^{-\kappa r} \quad (6)$$

Veja que na Equação (5) não existe dependência da distância, ou seja, em qualquer ponto do plano o campo elétrico continua o mesmo. Além disso o campo é constante. Já na Equação (6) temos o termo de decaimento $(1+\kappa r)e^{-\kappa r}$) que resulta em um campo que diminui conforme nos afastamos do plano. Isso resulta em um campo que não é mais constante. O aparecimento desse termo de decaimento nas equações para os casos em que os objetos estão imersos em coloides significa que a nuvem iônica que se forma nas proximidades do plano infinito vai causar a blindagem eletrostática. Se houver uma maior concentração de íons ou eles tiverem maior carga, isso resultará em um maior efeito de blindagem, consequentemente, o parâmetro κ será menor e o decaimento será mais rápido. Já se a temperatura do sistema aumenta, menor será a blindagem e, r e o decaimento será mais lento.

CONCLUSÕES

Os sistemas coloidais apresentam gigantescas aplicações na indústria, na natureza e em nosso cotidiano.

ISSN: 2447-6161

Neste trabalho, apresentamos um estudo da eletrostática aplicada aos sistemas coloidais e fizemos uma aplicação direta do conhecimento em um meio específico que não seja o abordado nos livros de Eletromagnetismo e que desenvolvem a teoria no vácuo e em outros meios, nesse caso, um coloide. Tais constituem um interessante material didático ao estudante, contribuindo para uma melhor compreensão dos conceitos da eletrostática pelo fato da aplicação direta da teoria.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à FUNCAP pela oportunidade, experiência proporcionada e pelo incentivo financeiro para a realização do projeto. Agradeço ao meu orientado Prof. Dr. João Philipe Macedo Braga, por me dar a oportunidade de trabalhar neste projeto que tanto me ajudou, pessoal e profissionalmente, pela disponibilidade, atenção e paciência. Também deixo meus agradecimentos ao Instituto de Ciências Exatas e da Natureza (ICEN), à Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação (PROPPG) e à toda equipe do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC) pelo empenho em auxiliar aos bolsistas e alunos.

REFERÊNCIAS

[1] GRIFFITHS, David Jeffrey. Introdução a Eletrodinâmica. 3. ed. São Paulo: Pearson Edition, 2011.

[2] MISUKAMI, Maria das Graças Nicoletti. Ensino: As Abordagens do Processo. São Paulo: EPU, 1986.

[3] RAMOS, Igor Rochaid Oliveira; BRAGA, João Philipe Macedo; ATAÍDE, João Vítor Alencar; LIMA, Alexandro Pereira; HOLAND, Lino. Eletrostática em sistemas coloidais carregados. Revista Brasileira de Ensino de Física, 40, e5408: 2018.

[4] XAVIER, Karla Bianca Soares. Eletrostática em sistemas coloidais carregados. Acarape: 2019.

ISSN: 2447-6161