

ANÁLISE DA PRÁTICA FORMATIVA DE PRODUÇÃO DE MATERIAIS DIDÁTICOS NA FORMAÇÃO DE FUTUROS PROFESSORES DE FÍSICA

ANALYSIS OF THE FORMATIVE PRACTICE OF PRODUCTION OF DIDACTIC MATERIALS IN THE FORMATION OF FUTURE PHYSICS' TEACHERS

Christiano Santos Rennó
Universidade Federal de Itajubá
christiano.rmz@gmail.com

João Ricardo Neves da Silva
Universidade Federal de Itajubá
jricardo.fisica@unifei.edu.br

Resumo

Essa pesquisa visou avaliar os impactos de uma prática de formação de professores voltada à elaboração de materiais didáticos na construção conceitual de futuros professores de física de um curso de Licenciatura em Física. Em uma disciplina de Prática como Componente Curricular, os licenciandos foram convidados a escreverem seus próprios capítulos de um pretendo livro didático acerca do tema eletromagnetismo. Assim, essa pesquisa buscou analisar como as concepções dos alunos sobre o tema são impactadas após esse processo formativo. A análise foi realizada por meio de um questionário aplicado antes do processo de confecção do capítulo, com questões abertas sobre os temas a serem abordados, e depois pela leitura crítica dos capítulos desenvolvidos pelos alunos. Após a análise, foi possível discutir esse processo formativo impacta positivamente o entendimento dos alunos sobre os temas estudados.

Palavras chave: concepções alternativas, formação de professores, material didático, prática formativa

Abstract

This research aimed to measure the impacts of a formative practice focused in the writing of didactic materials with the objective of helping constructing conceptions of future physics teachers in current course of Licenses' degree in Physics. As a part of a subject that the students were being part of, they were invited to write a chapter from a didactic book regarding the themes of electromagnetism. This work aimed to analyze how the conception from the students about this theme were affected after this formative process. The analysis was made by using a questionnaire that was applied before the writing of the chapter, using open-ended questions regarding the themes addressed, and by a critical reading of the

chapters developed by them afterwards. After this, was possible to discuss how this formative process affects positively their own understanding about the studied themes.

Key words: misconceptions, teacher training, didactic material, formative practices

Introdução

No ensino de ciências, as ideias de um aluno sobre determinado assunto influenciam muito como ele irá interpretar e entender um processo de ensino-aprendizagem do qual participar. Essas noções que os alunos trazem consigo para a sala de aula vêm das suas vivências prévias e desempenham um papel importante nesses processos, como afirma Leão (2015). Essas noções são chamadas de concepções alternativas. De acordo com Leão (2015, pg. 2):

As concepções alternativas, também conhecidas como concepções espontâneas, são entendidas como os conhecimentos que os alunos detêm sobre os fenômenos naturais, e que muitas vezes não estão de acordo com os conceitos científicos, com as teorias e leis que servem para descrever o mundo em que vivem. (LEÃO, 2015, pg. 2):

Nos cursos de licenciatura, é essencial que os licenciandos possam não somente entender quais são as concepções alternativas mais frequentes em uma sala de aula, mas também compreender como essas concepções alternativas podem ser superadas e/ou ressignificadas, utilizando estratégias e materiais didáticos adequados para tal (RESENDE & BARROS, 2001). Nesta pesquisa, uma prática formativa desenvolvida no contexto de uma disciplina de Prática de Ensino buscou fazer com que os licenciandos entendam as concepções alternativas dos seus futuros alunos assim como as suas próprias, e produzam um capítulo de um livro didático após esse processo, na área de eletromagnetismo.

A produção de material didático como ferramenta de ensino-aprendizagem não só contribui para um melhor entendimento da área estudada, mas também como uma forma de criar um material contextualizado com a realidade da sala de aula ou escola onde é aplicado o material, o que enriquece a formação do professor e estimula o caráter crítico e problematizador dos professores e dos alunos (EICHLER & DEL PINO 2010; PACHECO ET AL. 2022).

Assim, o objetivo principal da pesquisa aqui relatada é o de analisar o impacto da produção de um material didático sobre eletricidade e magnetismo para a reconstrução das concepções apresentadas pelos licenciandos em física sobre esses tópicos em física e do processo de entendimento de como eles irão explicar conceitos de eletromagnetismo para os seus futuros alunos.

Metodologia

Esta pesquisa é qualitativa (LUDKE 1986), e de estudo de caso, pois se concentra especificamente na prática formativa realizadas e nos impactos desta. A disciplina em questão se foca em reflexões e atividades acerca do tema de eletromagnetismo, e como exercício final da disciplina, os alunos precisam desenvolver um livro didático sobre os conteúdos de eletromagnetismo do Ensino Médio. Para isso, os conteúdos são divididos em capítulos, que são distribuídos para que cada um dos alunos se dedique a um tema específico.

Nesta pesquisa, o objetivo foi estudar a construção conceitual empreendida pelos licenciandos durante esse processo de construção do material didático com foto em dois conceitos principais: carga elétrica e campo elétrico, e em como as ideias dos alunos sobre o tema se transformaram após as discussões e principalmente, após a confecção do capítulo do livro didático que os alunos desenvolveram.

Para isso, foi aplicado um questionário antes do início da redação do capítulo do livro didático, que foi analisado a fim de entender quais eram as concepções a respeito do tema antes do processo formativo. Já após a redação do material didático, estes foram minuciosamente analisados também para que possamos entender qual é o impacto deste processo para a formação dos licenciandos em Física e para um melhor entendimento acerca do tema eletromagnetismo e de como ensinar esse tema. As perguntas abertas sobre os conceitos envolvidos e aplicadas com os licenciandos antes da confecção do capítulo o material didático são referidas como Questão 1, 2, 3... até a Questão 7.

Para fins de avaliação entre as respostas dadas pelos licenciandos no questionário, foi adotado o seguinte critério:

Respostas vagas: a maioria dos conceitos físicos fundamentais foi ignorada ou está conceitualmente errada.

Respostas satisfatórias: abordaram corretamente alguns dos conceitos físicos fundamentais.

Respostas adequadas: conseguiram correlacionar corretamente todos os conceitos físicos fundamentais.

Nas tabelas a seguir, as respostas serão avaliadas como vagas (V), satisfatórias (S) ou adequadas (A).

Após a confecção do material didático, foram analisados os capítulos sobre carga e campo elétrico, para que fosse possível a forma como os licenciandos desenvolveram a construção conceitual desses conceitos após todas as discussões e atividades desenvolvidas na disciplina, sendo dentre elas a mais importante a produção do material didático, que teria como público hipotético os alunos do terceiro ano do Ensino Médio, e que tem muito menos familiaridade com os conceitos do que os licenciandos.

A partir dos dados coletados, pudemos fazer uma comparação entre as explicações e exemplos fornecidos pelos alunos, a fim de comparar os conhecimentos apresentados pelos licenciandos sobre o tema, tanto em completeza quanto em precisão na apresentação dos conceitos sobre o tema.

Resultados

Nesta seção, foram analisadas as respostas do questionário e dos capítulos sobre carga e campo do material didático elaborado pelos licenciandos. O questionário diagnóstico aplicado foi respondido por oito alunos da disciplina, e as respostas foram diversas. A análise dos questionários a seguir está dividida em três agrupamentos, sendo elas: 1 – questões sobre carga elétrica; 2 – questões sobre campo elétrico; 3 – texto sobre relações entre cargas e campos. As seções sobre os capítulos do material didático estão divididas em 4 – capítulo

sobre cargas elétricas e 5 – capítulo sobre campos elétricos. As questões realizadas no questionário estão a seguir:

- 1 – Na sua concepção, o que é uma carga elétrica?
- 2 – Dê dois exemplos de como uma carga elétrica pode ser encontrada.
- 3 – Qual a conexão entre *corpos carregados* e *carga elétrica*? Dê um exemplo prático.
- 4 – Na sua concepção, o que é um campo elétrico?
- 5 – Dê um exemplo de como um campo elétrico pode ser detectado.
- 6 – Qual a conexão entre *campo elétrico* e *carga elétrica*?
- 7 – A partir das questões acima, escreva um pequeno texto de até 10 linhas explicando em palavras para um aluno da educação básica como acontece o processo de atração e repulsão eletrostática entre cargas e qual o papel do campo elétrico nesse processo.

Questões sobre carga elétrica

Para a análise das questões sobre carga e campo elétricos, são necessárias respostas esperadas, com as quais as respostas dos licenciandos seriam comparadas, para que possamos entender quais foram os conceitos considerados e/ou desconsiderados pelos licenciandos ao responderem as perguntas.

Questão 1 – A carga elétrica é uma propriedade da matéria, e que podemos notar a existência a partir da repulsão e atração de objetos que também possuem carga. Um corpo pode ter ou estar com uma carga total nula, ou positivamente/negativamente carregado. Se um corpo tem carga nula, ele possui um número igual de cargas negativas e positivas (que vêm dos prótons e elétrons que constituem o corpo). Se um corpo está eletricamente positivo, ele possui mais cargas positivas que negativas (mais prótons que elétrons). Se um corpo está eletricamente negativo, ele possui mais cargas negativas que positivas (mais elétrons do que prótons). Corpos com cargas iguais se repelem, e corpos com cargas opostas se atraem.

Questão 2 – Apenas podemos identificar corpos carregados utilizando outros corpos carregados. Então, a partir do atrito, podemos tirar elétrons do nosso cabelo e os transferir para uma caneta, que ao ser aproximada a pedacinhos de papel, os atrai para si, por exemplo.

Questão 3 – Corpos carregados possuem desequilíbrio entre as suas cargas positivas e negativas (excesso ou falta de elétrons). Um corpo eletrizado possui falta ou excesso de elétrons, e isso faz com que possamos observar atração ou repulsão entre outros corpos carregados quando eles estão suficientemente próximos. A intensidade dessa atração ou repulsão é proporcional à carga que os corpos possuem, ou seja, quantos elétrons em relação aos prótons um material tem em excesso ou falta.

O Quadro 1 a seguir mostra os resultados da avaliação das Questões 1, 2 e 3:

Quadro 1: Respostas das questões 1, 2 e 3.

Alunos	Questão 1	Questão 2	Questão 3
CA	S	S	A
MC	S	S	S
RE	S	S	S
ID	S	A	A
AL	S	V	S
MV	S	S	A
GA	V	V	A
AT	S	S	A

Fonte: Elaborado pelo autor.

Na Questão 1, a maioria dos alunos apresentou pelo menos um dos conceitos de forma correta para explicar o que é uma carga elétrica, mas nenhum deles conseguiu estabelecer todas as correlações esperadas. Alguns deles escreveram corretamente que a carga elétrica é uma característica intrínseca da matéria, mas não explicaram que um corpo é neutro se não possui excesso ou falta de elétrons. Alguns também não explicaram atração e repulsão corretamente, apenas dizendo que corpos carregados positivamente repelem outros corpos, e que corpos carregados negativamente atraem outros, sem considerar que os corpos se atraem ou se repelem quando suas cargas são opostas em natureza ou iguais, respectivamente.

Na Questão 2, o exemplo que foi mais frequente foi o de eletrização por atrito, mas alguns dos alunos tentaram utilizar exemplos que não necessariamente são associados a cargas elétricas, mas sim a correntes elétricas, como o acender de uma lâmpada ou eletrodoméstico ou um choque elétrico. Um dos alunos correlacionou também que a interação magnética entre ímãs é uma forma de observarmos a presença de cargas elétricas, o que está conceitualmente incorreto. Isso mostra que na concepção dos alunos, podemos observar cargas elétricas por meio de aparelhos ou fenômenos que envolvem correntes elétricas.

Foi possível observar que na Questão 3, a maioria dos alunos conseguiu correlacionar os conceitos de carga elétrica e corpos carregados a partir da ausência ou excesso de elétrons em um corpo. A grande maioria deles utilizou o exemplo da fricção como um método de eletrização, mas os alunos AL e RE não explicitaram que objetos neutros podem ser eletrizados, e o aluno MC apenas apresentou um experimento de fricção como possível maneira de eletrização para correlacionar cargas e corpos carregados.

Questões sobre campo elétrico

A seguir estão as respostas padrão esperadas para as questões sobre o tema campo elétrico:

Questão 4 – É uma quantidade matemática que indica como uma carga modifica o espaço. Um corpo carregado modifica o espaço fazendo com que outros corpos carregados sejam atraídos ou repelidos devido à sua presença. O campo elétrico indica qual seria a intensidade da força que um corpo carregado sentiria ao ser colocado na vizinhança dessa carga geradora.

Questão 5 – Podemos identificar campos elétricos apenas utilizando corpos carregados, pois eles sentem uma força elétrica quando inseridos em um campo elétrico suficientemente

intenso. Por exemplo, para medirmos um campo elétrico em geral precisamos de uma carga de prova, e o que medimos é a força elétrica que essa carga sente, e a partir disto podemos determinar a intensidade do campo elétrico naquela localidade.

Questão 6 – Campo e força estão intimamente ligados. O campo elétrico indica qual é a força que um corpo carregado irá sentir quando inserido nessa região do espaço. O exemplo da carga de prova é válido neste caso também

No Quadro 2 podemos conferir a avaliação das respostas dos licenciandos sobre campo elétrico.

Quadro 2: Respostas das questões 4, 5 e 6.

Alunos	Questão 1	Questão 2	Questão 3
CA	V	V	S
MC	S	S	S
RE	S	V	S
ID	A	S	A
AL	S	S	S
MV	S	V	S
GA	S	V	S
AT	S	S	A

Fonte: Elaborado pelo autor.

Na Questão 4, a maioria indicou que o campo elétrico é a área de influência de uma carga, mas a maioria não entrou em detalhes sobre qual é o tipo de influência que ela exerce no espaço ou a correlação com a força elétrica. O aluno CA indicou que o campo elétrico é consequência das interações elétricas entre dois corpos, o que está incorreto.

Na Questão 5, a maioria dos alunos deu exemplos de campos elétricos atuando, mas não necessariamente exemplos de como podemos detectar um campo elétrico. Alguns dos exemplos que foram dados foram passar o braço onde se acredita ter um campo elétrico, raios, correntes, fechadura eletrônica (que utiliza corrente elétrica) e exames de sangue (que utiliza campos para separar os componentes do sangue), e esses exemplos envolvem o campo elétrico, mas não são formas de o detectar. Nenhum dos alunos utilizou o exemplo clássico da carga de prova. Isso é um indício de que as concepções dos alunos sobre como detectar um campo elétrico estão ligadas a coisas que utilizam os campos elétricos, mas sem que necessariamente possamos medir um campo elétrico.

Na Questão 6, a maioria indicou corretamente que uma área que contém um campo elétrico é onde um corpo carregado sentiria uma força elétrica, mas alguns dos alunos indicaram que quem interage são os campos das partículas carregadas, e não campo e carga, e a maioria não deixou claro que a intensidade de um campo é proporcional à intensidade da força elétrica de interação.

Texto sobre atração, repulsão, cargas e campos elétricos

Era esperado que como resposta a essa pergunta fosse feita a correlação entre como a atração e a repulsão são devidas à natureza das cargas dos corpos, sendo que se eles possuem cargas de tipo igual, eles se repelem, e se eles possuem cargas de tipos diferentes, eles se repelem. Isso pode ser observado em trechos de respostas tais como:

[...]Quando (corpos) estão eletrizados com sinais opostos (carga positiva e negativa), eles se atraem. Se estão eletrizados com cargas de sinais iguais, vão se repelir (ALUNO MC)

[...]Uma carga sente a perturbação gerada por outra. Quando elas possuem mesmo sinal (cargas iguais) a interação entre elas será de repulsão e quando possuem sinais opostos (positivo e negativo) será de atração (ALUNO MV)

As respostas dos alunos foram diversas, mas todos eles reconheceram que cargas são as responsáveis pela atração ou repulsão dos corpos carregados, e que quem determina a atração ou repulsão das cargas é o fato de elas serem diferentes ou iguais. Porém, com respeito ao papel dos campos nesse processo, a maioria dos alunos apresentou a concepção de linhas de campo para explicar a conexão entre campos e atração/repulsão, sempre dizendo que as linhas de campo de cargas positivas apontam para fora da carga, e as linhas de campo de cargas negativas apontam para a carga. Esse conceito está correto, mas é uma convenção, e essa direção das linhas de campo não necessariamente indica no que é de fato o campo e como campos interagem. O aluno RE apontou no seu trabalho que quando as linhas do corpo positivo se conectam com as do campo negativo, elas descrevem um caminho, que parte do corpo positivo para o negativo, e isso indica atração entre corpos carregados, o que está correto, mas que é apenas uma convenção útil para que possamos desenhar os campos e entender melhor o fenômeno. Todos os alunos associaram o processo de atração e repulsão com o processo de eletrização por atrito também.

Capítulo sobre carga elétrica

A análise dos capítulos produzidos pelos alunos foi realizada com base na leitura e fragmentação de trechos que se relacionem com os conteúdos citados. Neste texto são apresentados alguns excertos exemplificadores do resultado geral. O aluno MV redigiu o texto do capítulo sobre carga elétrica. Ele escolheu uma abordagem bastante focada em história da Física e em como o conceito de carga foi amadurecendo conforme foi sendo estudado, mostrando desde os primeiros estudos com eletricidade na Grécia com Tales de Mileto, passando pelas teorias de fluido elétrico e de métodos de eletrização e culminando na descoberta do elétron, do próton e do nêutron por Milikan, Rutherford e Chadwick, respectivamente.

Ao longo do capítulo, é bem desenvolvida a ideia de que a carga é uma característica natural da matéria, que os sinais das cargas são uma convenção, mas que a interação das cargas tem a ver com o seu sinal. Um trecho que exemplifica um pouco da mudança das concepções está no excerto do capítulo a seguir:

[...]Vimos que existe uma propriedade fundamental comum entre as partículas elementares, a carga elétrica. Ela é uma propriedade intrínseca dos materiais e é responsável pelos fenômenos de atração e repulsão dos corpos quando eletrizados. Por convenção, os elétrons possuem carga elétrica

negativa e os prótons carga elétrica positiva, mas os seus valores absolutos são iguais, portanto, a carga do próton e do elétron são denominadas cargas elétricas elementares (ALUNO MV)

Também é apontado como a carga final de um corpo carregado tem a ver com a falta ou excesso de elétrons (e inclusive é comentado como Franklin usava o mesmo conceito, porém considerando um fluido elétrico) e que um corpo é neutro se ele possui o mesmo número de elétrons e prótons. No capítulo, também é explicitado que a eletrização por contato é possível, algo que não tinha sido comentado nas respostas do questionário, como é possível observar no trecho “*Foi convencionalizado que os elétrons possuem carga elétrica negativa e os prótons carga elétrica positiva. Essa propriedade se associa aos fenômenos de atração e repulsão dos corpos quando eletrizados, como discutimos na seção 1* (ALUNO MV)”.

Outro conceito importante que foi levantado é o fato de que cargas não podem ser destruídas, mas se conservam nos processos de eletrização. Porém, durante todo o capítulo são citados vários casos onde materiais foram eletrizados e como interagem entre si, mas não houve um momento onde ficou explícito como poderíamos identificar um corpo carregado.

É possível inferir que, neste caso, o processo de desenvolver esse capítulo para que alunos de ensino médio pudessem entender o assunto, fez com que o aluno pudesse expressar com mais detalhes os próprios conceitos e assim reescrever suas concepções sobre a carga elétrica.

Capítulo sobre campo elétrico

O aluno PM (que não respondeu o questionário) redigiu o capítulo sobre campo elétrico. O foco do capítulo foi mais centrado nas características do campo elétrico do que em uma abordagem histórica como no caso anterior.

Para apresentar o conceito de que determinadas interações só podem ser percebidas por corpos que possuem determinadas características, o autor utiliza a visão: *para que possamos ver algo, precisamos de uma fonte luminosa, e de olhos, que captam essa luz refletida pelos objetos* (ALUNO PM), e a partir disso ele constrói o fato de que o campo é a modificação do espaço provocada por uma carga elétrica, e que podemos perceber essa perturbação apenas utilizando uma carga de prova, que é o exemplo mais clássico, e que não foi citado nas respostas do questionário. A partir dessa analogia, o autor aponta que cargas originam campos e que uma carga inserida num campo irá sentir uma força elétrica, que tem uma correlação com a intensidade do campo naquele ponto.

É desenvolvida a ideia de que o campo é uma área de influência da carga e que a força que uma outra carga sente ao estar nesse campo acontece mesmo que não haja contato, ou seja, é uma força a distância, e que o sentido dessa força tem correlação com o tipo das cargas dos corpos, sendo atrativa se elas são diferentes, e repulsiva se são iguais. Podemos ver um pouco destes conceitos no excerto a do capítulo em questão a seguir:

[...]Dois corpos carregados exercem uma força – no caso, elétrica, sobre o outro sem necessariamente estarem em contato. Essa interação é uma ação à distância que só é possível graças ao campo. O campo elétrico é uma área de atuação dos corpos com propriedades elétricas. (ALUNO PM)

É dada ênfase ao fato de que as linhas de campo são convenções, e que embora sejam úteis para que possamos ver a área de atuação de um campo e que estão orientadas na direção do campo elétrico de uma carga e correlacionadas com a sua intensidade em cada ponto do espaço. Esse capítulo mostra que as concepções alternativas sobre como é possível detectar um campo elétrico foram superadas pelo autor do material, que ao passar pelo processo de explicar o tema campo elétrico, precisou entender melhor sobre como esse processo em especial realmente ocorre.

Conclusões

A partir do questionário respondido pelos alunos, foi possível identificar concepções alternativas sobre os temas de carga e campo elétricos, sendo os mais significativos as associações de medidas de cargas elétricas com processos que na verdade envolviam correntes e nas medidas de campos elétricos com processos que na verdade envolviam campos elétricos, sem que necessariamente fosse possível medi-los nesses fenômenos. Em seguida, ao analisar os materiais produzidos por eles, foi possível observar as concepções conceituais para os alunos que produziram os capítulos analisados, e foi possível ver que houve uma mudança de entendimento por parte dos alunos.

O processo de produzir o material didático que tem como finalidade explicar o tema para alunos do Ensino Médio possibilitou que os próprios licenciandos pudessem fazer uma pesquisa mais aprofundada e crítica sobre o seu próprio entendimento sobre os temas, e com isso, facilitou uma mudança de concepções por parte deles próprios. Essa pesquisa corrobora que a produção de materiais didáticos pode contribuir para a formação de professores de Física, como apontado por Pacheco (2022) e Eichler & Dal Pino (2010).

Referências

- Referências em formato ABNT – NBR 6023, de 2018, Times 12, 0pt antes, 6pt depois
- PACHECO, L. C. et al. O processo de construção do material didático “(Há) Física na Cidade?”. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v.39, n.1, p. 83-108, 2022.
- EICHLER, M. L; DEL PINO, J. C. A produção de material didático como estratégia de formação permanente de professores de ciências. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v.9, n.3, p. 633-656, 2010.
- LEÃO, N. N. M.; KAHLHIL, J. B. Concepções alternativas e os conceitos científicos: uma contribuição para o ensino de ciências. **Latin-American Journal of Physics Education**, v.9, n.4, 2015.
- RESENDE, F.; BARROS, S. S. Teoria Aristotética, Teoria do Impetus ou Teoria Nenhuma: um panorama das dificuldades conceituais de estudantes de física em mecânica básica. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v.1, n.1, 2001.
- LUDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. **Pesquisa em Educação: Abordagens Qualitativas**. São Paulo: EPU, 1986.