

UMA PROPOSTA DE MAPAS CONCEITUAIS A PARTIR DA ABORDAGEM DO CONCEITO DE CAMPO ELÉTRICO EM LIVROS DIDÁTICOS

A PROPOSAL OF CONCEPTUAL MAPS FROM THE ELECTRIC FIELD CONCEPT APPROACH

Graciela Paz Meggiolaro^I 

Antônio Vanderlei dos Santos^{II} 

^I Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), Cerro Largo, RS, Brasil. Doutora em Ensino de Ciências e Matemática. E-mail: gracipmegg@gmail.com

^{II} Universidade Regional Integrada do Alto do Uruguai e das Missões (URI), Santo Ângelo, RS, Brasil. Doutor em Física. E-mail: vandao@san.uri.br

Resumo: O uso de livros didáticos no ensino da física é uma prática muito difundida entre os diferentes níveis de educação. Sendo assim, o objetivo deste trabalho é analisar o conceito de campo elétrico e propor mapas conceituais em dois livros didáticos de Física utilizados em sala de aula, sendo um indicado no PNLEM/2015 (Programa Nacional do Livro Didático do Ensino Médio – Física) e o outro no Ensino Superior nos cursos de Engenharia. Utilizou-se a metodologia de Moraes e Galiuzzi (2007), e a análise dos resultados deu-se a partir do referencial de Ausubel (1980) e Vergnaud (1982). Constatamos que os livros didáticos não abordam mapas conceituais dentro do material, sendo assim, acredita-se que existe uma lacuna na aprendizagem do aluno.

Palavras-chave: Campo elétrico. Livro didático. Mapas conceituais.

Abstract: The use of textbooks in physics teaching is a widespread practice among different levels of education. Thus, the objective of this work was to analyze the concept of electric field and to provide conceptual maps in two textbooks of physics used in the classroom, one of which is indicated in PNLEM / 2015 (National Program of High School Didactic Book) and the other one used in Higher Education in Engineering courses. The methodology of Moraes and Galiuzzi (2007) was used, and the analysis of the results was based on the reference of Ausubel (1980) and Vergnaud (1982). The textbooks did not approach conceptual maps within the material, it is believed that there is a gap in student learning.

Keywords: Electric field. Textbook. Concept maps.



DOI: <https://doi.org/10.31512/vivencias.v16i30.103>

Recebido em: 06.09.2019

Aceito em: 18.11.2019



Esta obra está licenciada com uma Licença Creative Commons Atribuição-NonComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

1 Introdução

Entende-se que o uso de livros didáticos como recurso em sala de aula pode desempenhar um papel importante no processo de ensino e aprendizagem, desde que o professor consiga articular com a sua metodologia de ensino e os conceitos propostos pelas ementas. O livro é utilizado em vários níveis de ensino, e alguns conceitos também são os mesmos, alterando-se apenas a profundidade com que o mesmo é apresentado e a sua abordagem matemática.

Sendo o livro um dos instrumentos utilizados pelos professores, é necessário que o docente analise as características dos livros, buscando conhecer sua estrutura e possibilidades de trabalho junto aos alunos, conforme o nível de ensino em que o livro será utilizado, pois é tarefa do professor estimular a sua utilização e direcionar o estudo dos conceitos lecionados para os alunos.

No Ensino Médio, o livro didático tem uso intensivo como um recurso didático, dentro e fora da sala de aula, trazendo conceitos de uma maneira não tão aprofundada, devido à complexidade de alguns conteúdos. Um desses conceitos é o de campo elétrico na área da Eletrostática, que é estudado em vários níveis, do Ensino Médio até a pós-graduação. No Ensino Superior, em variados cursos, o livro didático é uma das muitas ferramentas utilizadas para a aprendizagem. Em outros cursos, o livro exerce a função de complemento e atua como um guia para que o aluno possa percorrer os temas abordados. Seja qual for o papel que esse material assume, a maioria dos cursos tem o livro como um guia em suas ementas.

Na era digital, a natureza do livro está mudando, uma vez que a maioria dos estudantes tem computadores e celulares ligados à Internet, fonte de muitas informações. Dessa forma, os estudantes trazem muitos conceitos extraclasse adquiridos por meio do uso dessas ferramentas. Com isso, cabe ao professor criar mecanismos de ensino que provoquem interações entre o conhecimento novo e o conhecimento prévio adquirido pelos estudantes, usando essas novas fontes. Estas informações estão ocultas sob a forma de subsunçores, que podem ser adequadamente guiados e levar a uma aprendizagem significativa (Ausubel, 1978).

Pelo exposto acima, entende-se que o uso do livro didático, na forma impressa, não está no fim, pois ainda é fonte de pesquisa e análises, devido à sua importância como instrumento de ensino e ao modo como o conhecimento é abordado nesse material, desde que o professor consiga relacioná-lo, em sala, com as novas ferramentas utilizadas pelos alunos.

Nesse contexto, têm-se como objetivos analisar o conceito de campo elétrico e propor mapas conceituais em dois livros didáticos de Física, utilizados em sala de aula, sendo um indicado no PNLEM/2015 (Programa Nacional do Livro Didático do Ensino Médio – Física) e o outro utilizado no Ensino Superior nos cursos de Engenharia.

Primeiramente, o trabalho aponta as concepções de livro didático e o referencial teórico. Na sequência, apresenta-se a metodologia adotada na pesquisa, juntamente com as concepções do conceito de campo elétrico. Por fim, são apontados e analisados os resultados obtidos no estudo.

2 Sobre o livro didático: o uso e suas funções

É fundamental que o livro didático adotado pela instituição de ensino sirva de ferramenta entre professor e aluno, estabelecendo um diálogo. Porém, “com frequência, os livros didáticos diluem fontes de conhecimento, simplificam-nas para torná-las acessíveis à compreensão do aluno. E raros são aqueles que o fazem com competência” (ROMANATTO, 2004, p.1).

Freitag e outros (1987), em suas análises dos livros didáticos e sua relação com os alunos, concluíram que existem poucas pesquisas referentes ao livro voltadas ao aluno e enfatizam “que os livros didáticos, destinados para as crianças, desconhecem essa criança” (p.93). As autoras afirmam que os alunos são pouco motivados e estimulados na utilização desse material. Ferreira e Selles (2003) também apontam que o livro didático de Física tem sido objeto de investigação em termos de forma de apresentação, assunto, senso comum dos alunos e erros conceituais, ressaltando que o estudo sobre o uso do material didático pelo professor é pouco abordado.

Segundo Choppin (2004), os livros didáticos assumem quatro funções essenciais: *função referencial*, também chamada de curricular ou programática, na qual o livro é um suporte dos conteúdos educativos; *função instrumental*, como método de aprendizagem que facilita a memorização dos conhecimentos e apropriação de habilidades; *função ideológica e cultural*, como instrumento da construção de identidade; e, por último, a *função documental*, que pode fornecer um conjunto de documentos textuais, cuja observação ou confrontação pode vir a desenvolver o espírito crítico do aluno.

Meggiolaro (2012) evidencia que o professor precisa refletir sobre o uso do livro didático em seu planejamento, tendo em conta os conteúdos e

comportamentos que ele trabalha, para que seja um instrumento adequado. Cabe ao professor direcionar o estudo, contextualizando e conduzindo o aluno à aprendizagem. A intervenção do professor é necessária no sentido de relacionar os conhecimentos envolvidos, propiciando ao aluno uma compreensão mediante a diferença de fenômenos e conceitos (MEGGIOLARO, 2012). Nessa perspectiva, o professor possui um papel fundamental em sala de aula, pois mobiliza saberes ao ensinar por meio de planejamentos e metodologias de ensino, auxiliando o aluno na aprendizagem.

Porém, quando fala-se em aprendizagem, deve-se ficar atento às dificuldades e carências de conteúdo e de domínio operacional que o aluno apresenta em relação aos conceitos de ciências básicas. Isso para que não representem ao estudante um empecilho profundamente limitador à continuidade e ao aperfeiçoamento de seus estudos no período de formação universitária (ASSUNÇÃO *et al.*, 2012).

3 Mapas conceituais como estratégia de ensino junto a livros didáticos

Em um estudo Costa (2005) realizou um trabalho com cinco experimentos empíricos, envolvendo alunos da disciplina de Mecânica Geral, do curso de Engenharia, a fim de investigar a modelagem mental por meio dos enunciados de problemas. A autora trabalhou com modelos mentais de Johnson-Laird, a Teoria dos Campos Conceituais de Vergnaud e a Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel, com o objetivo de investigar como o professor poderia ajudar os alunos a modelarem o enunciado por intermédio de modelos conceituais e mentais.

A autora identificou que a modelagem mental de um enunciado era difícil para os alunos e que eles tinham tendência a resolver os problemas sem uma representação interna. Os alunos conheciam as estratégias de solução, mas não reconheciam as condições de contorno. Sem uma modelagem mental adequada, os enunciados dos problemas revelavam-se grandes obstáculos, sendo necessário fazer uma mudança do domínio teórico, oferecendo condições imprescindíveis para construir o conhecimento sobre as estratégias utilizadas, visando, desse modo, a aprendizagem significativa. Portanto, tornam-se de suma importância as representações, situações didáticas e as operações, as quais estão associadas a um conjunto de invariantes que leva à discussão sobre o triplete de três conjuntos de Vergnaud $C=(S, I, R)$, no qual

S é um conjunto de situações que dão sentido ao conceito;
I é um conjunto de invariantes (objetos, propriedades e relações) sobre os quais repousa a operacionalidade do conceito, ou o conjunto de invariantes

operatórios associados ao conceito, ou o conjunto de invariantes que podem ser reconhecidos e usados pelos sujeitos para analisar e dominar as situações do primeiro conjunto;

R é um conjunto de representações simbólicas (linguagem natural, gráficos e diagramas, sentenças formais, etc.) que podem ser usadas para indicar e representar esses invariantes e, conseqüentemente, representar as situações e os procedimentos para lidar com elas (Moreira apud, 2002, p. 10).

Para analisar a abordagem do conceito nos livros didáticos, relacionando-o com a aprendizagem, é necessário considerar esses três conjuntos simultaneamente, uma vez que a aprendizagem se torna significativa à medida que o novo conceito é incorporado nas estruturas de conhecimento do aluno e adquire significado para ele a partir da relação com seu conhecimento prévio (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980). A aprendizagem significativa ocorre quando a tarefa da aprendizagem implica relacionar, de forma não arbitrária e substantiva, uma nova informação a outras com as quais o aluno já esteja familiarizado, e quando o aluno adota uma estratégia correspondente, para assim proceder.

Assim sendo, o conhecimento prévio que o aluno possui é o fator isolado mais importante que influenciará na aprendizagem subsequente (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1978). Nessa perspectiva, os mapas conceituais apresentam-se como uma possível técnica, ou estratégia, para ensinar os alunos a aprenderem ou, como propõe Novak (1996, p. 31), para tornar claro “tanto aos professores como aos alunos, o pequeno número de ideias-chave em que eles se devem focar para uma tarefa de aprendizagem específica”.

Entende-se que construir um mapa conceitual não é uma tarefa simples, sendo bastante desafiadora, para a qual é necessário fazer uma boa pergunta, escolher as palavras-chave e decidir qual é a melhor ligação entre elas. Compreende-se que mapas conceituais guardam certa semelhança com mapas geográficos, nos quais as cidades seriam os conceitos e as estradas seriam as linhas que os ligam, simbolizando relações entre eles, tratando-se, assim, de um instrumento flexível, o qual pode ser usado em variadas situações, com diferentes finalidades.

A utilização dos mapas conceituais com o livro didático pode ser complementada à medida que o aluno conseguir compreender os conceitos e quais objetivos se quer alcançar em termos da aprendizagem do aluno.

No uso do livro didático no Ensino Superior, Cunha e outros (2007) apontam que os professores que trabalham nas áreas exatas precisam ajustar seu trabalho mediante um acompanhamento para verificar se seus alunos estão utilizando os livros didáticos e, principalmente, estimular o uso da confecção de

mapas conceituais. A pesquisa também apontou que a utilização dos livros se dá por aqueles alunos que gostam de Física. Já, entre os alunos que não demonstram interesse por Física, o livro é usado apenas para a resolução de exercícios.

Pensando no livro como material utilizado em sala de aula, não somente para a resolução de exercícios, mas como meio de apresentação do conceito, neste trabalho faz-se uma análise do livro didático considerando-se o conceito de campo elétrico, que é a atribuição de uma quantidade a todo ponto do espaço. Os dois campos mais famosos são o campo gravitacional, no qual é atribuído um potencial gravitacional a cada ponto do espaço, e o campo elétrico, que é atribuído ao potencial elétrico no espaço e é representado pelas linhas de campo. O conceito de campos pode ser definido por quantidades estruturadas, isto é, formadas por diversos componentes. Assim, por exemplo, o campo gravitacional é um campo vetorial, como o campo elétrico ou o campo magnético, quantidades que associam três valores a cada ponto do espaço, em cada instante de tempo – a saber, os seus componentes em um dado sistema de coordenadas. Além da necessidade de possuir um dado número de componentes, eles precisam obedecer a uma dada lei de transformação para que se trate, efetivamente, de um vetor. Na Física clássica, por exemplo, a magnitude de um vetor precisa ser invariante sob rotações espaciais.

O conceito de campo elétrico possui algumas representações matemáticas. Conforme o rigor matemático, iniciamos, no Ensino Médio, com, simplesmente, um vetor dividido por um escalar

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q_0}$$

e q_0 é a carga de prova. No Ensino Superior, o conceito de limite pode-se definir como:

$$\vec{E} = \lim_{q_p \rightarrow 0} \frac{\vec{F}_P}{q_p}$$

sua interferência no campo elétrico, portanto, mais eficiente será a medida. Em cursos avançados, utiliza-se uma matemática mais rebuscada. Se for analisada uma carga elétrica, pode-se descrevê-la utilizando-se $\vec{E}(\vec{r}) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \int_V \rho(\vec{r}') \frac{(\vec{r} - \vec{r}')}{|\vec{r} - \vec{r}'|^3} dV$

onde $\rho(\vec{r}')$ é a densidade volumétrica de cargas e a integral é feita sobre todo o volume V ocupado pelas cargas geradoras de campo elétrico (MACHADO,

2000). É possível ver que o conceito de campo elétrico tem definições matemáticas diferentes, dependendo do nível de ensino, mas deve ser passado utilizando-se os subsençores do nível anterior.

4 Metodologia

A natureza desta pesquisa é qualitativa por tratar-se de uma busca de informações na tentativa de identificar e compreender como é apresentado o conceito de campo elétrico nos livros didáticos de Física do Ensino Médio e do Ensino Superior.

A metodologia adotada para obter informações e analisar o conceito de campo elétrico expresso nos livros didáticos fundamenta-se em Moraes e Galianzi (2007), a partir da Análise Textual Discursiva (ATD).

O *corpus* da pesquisa é um conjunto de documentos a ser analisado que constitui “um conjunto capaz de produzir resultados válidos e representativos em relação aos fenômenos investigados” (Moraes e Galianzi, 2007, p.17). Para este estudo, optou-se pela análise de dois livros texto, um sendo utilizado no Ensino Médio e outro no Ensino Superior. Os livros foram renomeados como LD3_{EM} (Livro didático, 3, Ensino Médio) e LD3_{ES} (Livro didático, 3, Ensino Superior), preservando-se o nome das editoras e os nomes dos autores.

A partir do *corpus* de pesquisa, gerou-se a unitarização com o propósito de “[...] delimitar e destacar unidades básicas de análise a partir dos materiais pesquisados, envolvendo permanentes interpretações do investigador (2007, p.171).” Para a unitarização, definiu-se como critério de análise encontrar, no material, fragmentos que abordassem o conceito de campo elétrico, destacando-se capítulos, trechos e imagens. Nesse processo, não faziam parte da análise os fragmentos relacionados a exercícios, atividades e sumários. Para a localização desses fragmentos, todos os livros didáticos envolvidos na pesquisa foram manuseados, em busca das palavras-chave que geraram os recortes, tais como: *campo elétrico*.

5 Análise dos livros didáticos

Nesta etapa do trabalho são apresentadas as análises dos livros didáticos e as discussões. A escolha do material do Ensino Médio ocorreu por ter sido indicado no PNLEM de Física/2015 e também por sua diferenciação no início

dos estudos sobre Eletromagnetismo, uma vez que a obra começa com o estudo da radiação, conforme Tabela 1.

Tabela 1 - Unidades apontadas dentro do Livro Didático analisado*

Unidades	Capítulos
Unidade 1: Radiações, materiais, átomos e núcleos.	Capítulo 1: Radiações e a matéria.
	Capítulo 2: Átomo quântico.
	Capítulo 3: As radiações, o núcleo atômico e suas partículas.
	Capítulo 4: Estrutura da matéria e propriedade dos materiais.
Unidade 2: Toda a Física hoje e através de sua história.	Capítulo 1: A física como parte da cultura humana, tecnológica e científica.
	Capítulo 2: O estudo dos movimentos: a mecânica.
	Capítulo 3: O estudo do calor: a termodinâmica.
	Capítulo 4: Os campos de força clássicos: a gravitação e o eletromagnetismo.
	Capítulo 5: A física quântica e a relatividade.
	Capítulo 6: Energia e economia e meio ambiente.
	Capítulo 7: A aventura do conhecimento: um livro eternamente aberto e nunca terminado.

* LD_{3_{EM}} (2013).

Como esta análise está voltada ao conceito de campo elétrico, focalizou-se na Unidade 2, na qual se percebe a contextualização histórica em que os conceitos são abordados, além de recortes da evolução dos conhecimentos sobre eletricidade e magnetismo, mostrando um avanço na definição/determinação do conceito. Os autores iniciaram as discussões dessa unidade abordando itens como concepções sobre cargas, voltando-se à discussão de atração, repulsão e processos de eletrização. Relacionando-se Stephen Gray e o fenômeno de indução, aponta-se que “[...] as cargas iguais às do indutor permanecem mais afastadas dele enquanto as cargas opostas ficam mais próximas, o que promove uma diferença entre a força de atração (maior) e a força de repulsão (menor) (LD_{3_{EM}}, 2013, p.179)”.

Logo em seguida, constava uma abordagem das semelhanças e diferenças entre a força gravitacional e elétrica, promovendo uma articulação com as outras unidades, e a apresentação algébrica da Força Coulombiana:

$$F = \left(k \frac{Q}{D^2} \right) q,$$

sendo Q e q as cargas elétricas, D a distância entre as cargas e k a constante de proporcionalidade da força elétrica. Essa constante depende do meio em que estão imersas as cargas elétricas Q e q. No vácuo, seu valor no Sistema Universal de Unidades (SI) é

$$k = 9.10^9 \frac{Nm^2}{C^2} \text{ (LD3}_{EM}\text{)}$$

2013, p.185).

Na sequência, na discussão sobre campo eletromagnético, envolvendo corrente, resistência, tensão elétrica e lei de Faraday foi, então, introduzido, o conceito de campo elétrico.

A cada carga elétrica pode-se associar uma qualidade do espaço à sua volta, algo como uma “aura”, que se denomina campo elétrico. Isso nos leva a pensar na lei de Coulomb,

$$F = \left(k \frac{Q}{D^2} \right) q,$$

atribuindo um ponto no espaço, onde se encontra a carga q, uma propriedade do espaço que é o campo elétrico

$$E = k \frac{Q}{D^2}$$

de forma que a expressão da força elétrica pode ser escrita assim: $F = E \cdot q$

(LD3_{EM}, 2013, p.190).

No livro também constava a abordagem da imagem com a representação das linhas de campo (Figura 1). Essa imagem, no entendimento dos autores deste trabalho, cria uma representação do conceito de campo elétrico fundamental à aprendizagem, de acordo com o referencial de campos conceituais.

Percebe-se a tentativa dos autores de contextualizar a força elétrica por meio da Lei de Coulomb, com o conceito de campo elétrico, uma vez que eles abordam as expressões algébricas tentando fazer referências. Porém, não existe clara definição do que é o campo, sendo a apresentação de forma simplificada.

Figura 1: Representação do campo elétrico: (A) carga positiva aponta para fora em todas as direções; (B) carga negativa, para dentro, em todas as direções.



Acredita-se que os conceitos não estão dispostos em uma ordem que facilite o entendimento lógico do aluno, pois, quando há uma carga estática no

universo, o que surge em volta dela é o campo elétrico. Partindo-se dessa premissa, é necessário introduzir o conceito de força elétrica, que, na verdade, é $F=qE$. Em suma, o livro aborda a equação da força, depois o campo elétrico e, então, retorna ao conceito de força. Também não existe claramente o sistema de unidade utilizado na força – se é o SI |(Sistema Internacional de Medidas) ou o CGS (centímetro, grama, segundo).

No que se refere à representação das linhas de campo, ela está de acordo com as mesmas utilizadas na orientação do campo, porém, a explicação sobre linhas de campo associadas a uma “aura” promove uma concepção errônea com essa analogia, uma vez que o conceito de “aura” está ligado à metafísica. Ademais, a utilização da representação proposta pode gerar um conflito com situações específicas de campo elétrico e na delimitação entre situações Físicas e metafísicas. Segundo Vergnaud (1982), representações são úteis na medida em que auxiliam os estudantes a distinguirem entre situações pertinentes a um conceito e situações que não sejam pertinentes ao conceito.

A unidade segue com discussões sobre campos e forças magnéticas, voltando a referir-se a campo elétrico. “Em um circuito elétrico fechado, a função da pilha ou do gerador é garantir a manutenção do campo elétrico no fio condutor, mantendo a força necessária para o movimento das cargas elétricas (LD3_{EM}, 2013, p. 194)”. Percebe-se que os autores têm a preocupação de trabalhar o conceito de campo elétrico, relacionando-o com as descobertas e a unificação dos conceitos de eletricidade e magnetismo. No entanto, na representação sobre o fenômeno físico, não foi dada a devida atenção, faltando uma maior discussão do conceito e representação dos vetores de campo elétrico. Constata-se, também, uma desordem dos conceitos, conforme exposto acima, e acredita-se que uma reordenação poderia tornar a aprendizagem mais significativa.

Na análise do conceito de campo elétrico no livro didático do Ensino Superior e suas inter-relações com outros conceitos, nota-se que o mesmo não faz nenhuma alusão à discussão das inter-relações do conceito de campo elétrico com os demais conceitos. O livro didático apenas apresenta as equações como meras representações matemáticas, por exemplo: nunca discute o conceito de integral ou derivada, mas utiliza-as plenamente. Vale ressaltar, porém, que apresenta uma relação com as equações nos seus apêndices.

Na parte conceitual do livro não é feito nenhum comentário sobre a sequência de conceitos ou suas intersecções, sendo apresentado o conceito com ênfase na parte matemática. Também não se localiza o uso de mapas conceituais no

livro didático em nenhuma seção. Como os mapas conceituais não são abordados no livro didático, este começa discutindo força elétrica. Acredita-se que o livro didático deveria iniciar os conceitos a partir das concepções de campo elétrico, pois esse origina a força e, como consequência, outros conceitos detalhados em um no mapa conceitual.

A interdisciplinaridade entre os cursos que utilizam o livro não é ressaltada, uma vez que ele é usado em vários cursos, como Matemática, Química e Física, e pelas diversas Engenharias. Constata-se que não é sugerida uma interação entre os conceitos físicos e os conceitos dos cursos em que está sendo ministrada a disciplina. Dessa forma, na próxima seção, apresenta-se uma contribuição que poderá ser utilizada como complementação do livro LD3_{ES}, a fim de melhorar a aprendizagem dos conceitos de eletromagnetismo. Isto porque a aprendizagem significativa refere-se aos significados das ideias expressas por grupos de palavras combinadas em posições e frases (STEFANI, TSAPARLIS, 2009).

Em comum entre o livro do Ensino Médio e o do Ensino Superior, tem-se que em nenhum deles há alguma interdisciplinaridade entre as disciplinas do mesmo nível de ensino. Outra observação é que nenhum dos dois discute o conceito e suas ligações por mapas conceituais, dificultando, assim, a aquisição do conhecimento do conceito de campo elétrico, o que impede uma aprendizagem significativa. A seguir, aponta-se uma proposta de organização do conteúdo de campo elétrico, utilizando mapas conceituais para a facilitação da aprendizagem significativa.

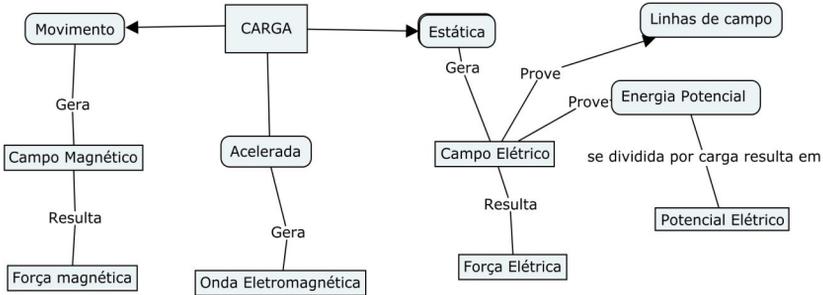
6 Proposta utilizando mapas conceituais

De acordo com o objetivo proposto na introdução, nesta seção, a partir das análises feitas nos livros didáticos, combinadas com o referencial teórico adotado neste estudo, aborda-se a utilização dos mapas conceituais do conceito de campo elétrico.

Analisando-se os livros didáticos LD3_{EM} e LD3_{ES} não foi encontrada nenhuma proposta de uso de mapas conceituais dentro do material. Acredita-se que existe uma lacuna na aprendizagem do aluno, pois, com base no referencial teórico aqui adotado, voltado à discussão da aprendizagem significativa e mapas conceituais, “na medida em que os alunos utilizarem mapas conceituais para integrar, reconciliar e diferenciar conceitos, [...] eles estarão usando o mapeamento conceitual como um recurso de aprendizagem” (Moreira, 2012, p.5).

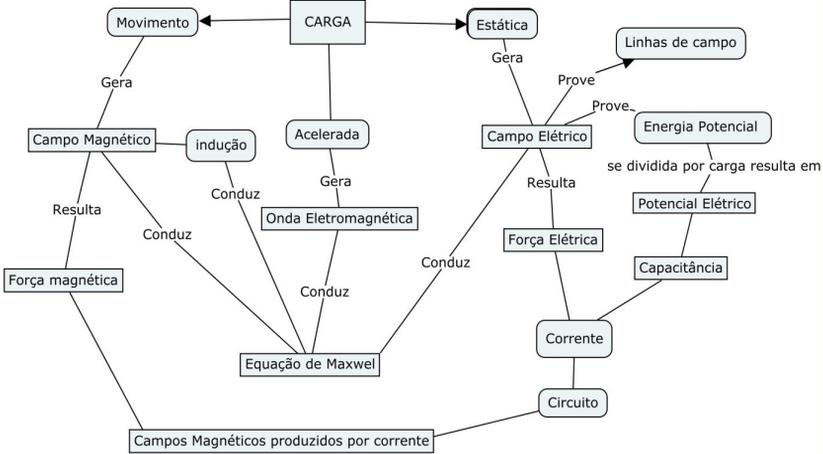
Com isso, propõe-se uma forma de ensinar o conceito de campo elétrico dentro do eletromagnetismo, mediante o uso de mapas conceituais (Figuras 2 e 3), confeccionados com o uso do *software* Cmap Tools.

Figura 2 - Proposta de mapa conceitual para LT3_{EM} dentro do estudo de eletromagnetismo voltado ao Ensino Médio.



Fonte: A pesquisa.

Figura 3: Proposta de mapa conceitual para LT3_{ES} dentro do estudo de eletromagnetismo voltado ao Ensino Superior.



Fonte: A pesquisa.

Pode-se observar que, em ambos os mapas, tanto no proposto para o Ensino Médio quanto para o Ensino Superior, o campo elétrico resulta na força elétrica. O conceito de campo promove as linhas de campo e a energia potencial. Assim, dividindo-se pela carga elétrica encontra-se o potencial elétrico.

Por meio do conceito de potencial elétrico é possível definir a capacitância, que, em conjunto com o conceito de corrente elétrica, possibilita trabalhar o conceito de circuitos elétricos, derivando para todos os tipos de circuitos. Esse é

apenas um exemplo de como se pode realizar uma aprendizagem significativa, e não mecânica, com os alunos.

A aprendizagem é dita significativa quando uma nova informação (conceito, ideia, proposição) adquire significados para o aprendiz através de uma espécie de ancoragem em aspectos relevantes da estrutura cognitiva preexistente do indivíduo, isto é, em conceitos, ideias, proposições já existentes em sua estrutura de conhecimentos (ou de significados) com determinado grau de clareza, estabilidade e diferenciação (MOREIRA, 2012, p.5).

Com isso, aprender significativamente está relacionado a atribuir significados. Para que ocorra a aprendizagem significativa o professor deve promover o uso de materiais e mecanismos de ensino potencializados, os quais buscam um maior envolvimento do aluno (Machado e Pinheiro, 2010). Ausubel (1980) enfatiza que o material deve ser potencialmente significativo para o aprendiz.

Exemplifica-se com dois possíveis mapas conceituais, os quais poderiam ser acrescentados nos materiais e discutidos posteriormente em sala de aula. Logo, se o professor conhecer a aprendizagem significativa e os mapas conceituais, talvez melhore o livro em sala de aula. Caso contrário, pode haver uma aprendizagem mecânica.

Ausubel refere que a aprendizagem significativa é um processo pelo qual uma nova informação relaciona-se com aspecto relevante da estrutura de conhecimento do indivíduo. O armazenamento de informações na mente humana é algo altamente organizado, “[...] por exemplo, se os conceitos de força e campo já existem na estrutura cognitiva do aluno, eles poderão servir de subsunçores para novas informações referentes a certos tipos de força e campo” (MOREIRA; MASINI, 2001, p.18).

6 Considerações finais

Destacamos que a análise dos livros didáticos indicou que o material precisa ser repensado na sua utilização em relação à abordagem do conceito de campo elétrico. Não estamos nos referindo à veracidade do conteúdo, mas às suas conexões com os demais conhecimentos.

A principal inovação é que este trabalho forneça subsídios a pesquisadores da área de ensino, para, assim, realizarem uma reflexão sobre o livro que está sendo utilizado em Física, de maneira que possa ser melhorado. É necessário sermos

reflexivos sobre a utilização dos materiais que empregamos em sala de aula. Uma boa análise dos conceitos e metodologias abordados nos livros didáticos nos leva a sermos profissionais comprometidos com a aprendizagem do aluno.

Também é possível concluir que o conceito de campo elétrico do nível de Ensino Médio é o mesmo do Ensino Superior. O que varia, conforme o nível de ensino, é a formulação matemática desse conceito. Verifica-se, ainda, que o livro didático está sendo abandonado nos estudos dos alunos e substituído por outros materiais didáticos, uma vez que a forma como o livro apresenta seus conteúdos não está sendo mais atrativa. A conexão do conceito de campo elétrico com os demais conceitos do eletromagnetismo talvez seja responsabilidade do próprio docente, bem como a utilização dos mapas conceituais como estratégia metodológica de ensino e construção do conhecimento.

Como citado acima, neste trabalho, o objetivo não foi discutir acertos e erros, mas apenas fazer uma análise do modo como o conceito foi apresentado ao professor e ao aluno. Fica aqui uma crítica ao livro didático, tanto do Ensino Médio quanto do Ensino Superior, considerando a discussão do conceito de campo elétrico. Para estudos posteriores, é possível pensar em outros conceitos, a fim de conectar novas e mais modernas ferramentas de ensino baseadas na aprendizagem significativa, e não apenas na aprendizagem mecânica. Também pode-se utilizar em sala de aula mapas conceituais para que o aluno possa preencher os conceitos e hierarquizá-los, familiarizando-se com a sequência lógica.

Referências

ASSUNÇÃO, A., PEREIRA, M. J.; FONSECA, M. C. Uma análise exploratória comparativa do desempenho acadêmico nas disciplinas básicas em um curso de engenharia. **XL COBENGE**. Belém, 2012

AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN H. **Educational psychology**. New York: Holt, Rinehart and Winston. Publicado em português pela Editora Interamericana, Rio de Janeiro, 1980.

AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN H. **Psicologia educacional**. 2. ed. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

BRASIL. **Ministério da Educação**. Secretaria de Educação Básica. PNLEM/2009. Brasília. 2008.

BRASIL. **Edital de Convocação 01/2013** – CGPLI. Edital de convocação para o processo de inscrição e avaliação de obras didáticas para o programa nacional do livro didático PNLD 2015. Brasília. 2013.

BRASIL. **Guia PNLD**. <http://www.fnde.gov.br/programas/livro-didatico/guias-do-pnld/item/5940-guia-pnld-2015>. Acesso em: 3 abr. 2015.

COSTA SC. **Modelos mentais e resolução de problemas em física**. Tese (Doutorado em Ciências) Universidade do Rio Grande do Sul, 2005. UFRGS. Porto Alegre. <http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/7697/000554060.pdf?sequence=1>. Acesso: 11 nov. 2014.

CRUZ I. A. **Geografia dos serviços e sua transposição didática para o livro didático de Geografia do Ensino Fundamental**. Dissertação (Dissertação do Mestrado em Geografia). Universidade Federal de Pernambuco. Recife. 2007.

CUNHA GA, LIMA EC, SILVEIRA TA, Werkhaizer FE, Hosoume Y. O uso do Livro Didático em disciplinas de Física em cursos de graduação de ciências exatas. **Simpósio Nacional de Física**. PUC – Minas. <http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xvii/sys/resumos/T0279-1.pdf> (Cons. 30/08/2015).

DANIEL D, WOODY W. E-textbooks at what cost? Performance and use of electronic v. print texts. **Computers & Education**. 2013.

FERREIRA MS, SELLES SE. A produção acadêmica brasileira sobre livros didáticos em ciências: uma análise em periódicos nacionais. In: **Encontro Nacional de pesquisa em Educação em Ciências**, 4. Bauru. Anais. Bauru: [s. n.], 2003.

FERREIRA J, OLIVEIRA A. Temáticas Ambientais em Livros Didáticos de Biologia: Possibilidades para o desenvolvimento da Educação Ambiental Crítica. **Revista Ciências&Ideias**, v 7, n. 2, p. 21-37, maio/agos. 2016.

FREITAG B, MOTTA V, COSTA W. **O estado da arte do livro didático no Brasil**. Instituto nacional de estudos e pesquisas educacionais. Brasília. 1978.

HALLIDAY D, RESNICK R. **Fundamentos de Física, volume 3:** eletromagnetismo. Jearl Walker: tradução e revisão técnica Ronaldo Sérgio de Biasi. Rio de Janeiro: LTC. pp. 395. 2009.

LAJOLO M. Livro Didático: um (quase) manual de usuário. In: SEDIAE/INEP. **Em aberto:** livro didático e qualidade de ensino. Brasília, ano 16, n.69, jan./mar. 1996.

LORDE L. Engenheiro e professor, dois papéis em uma profissão: desafios e perspectivas na conciliação de identidades. **XXXV COBENGE 2007**. Disponível em: <http://www.abenge.org.br/CobengeAnteriores/2007/artigos/290-Liane%20Ludwig%20Loder.pdf>. Acesso em: 17 nov. 2014.

MACHADO V, PINHEIRO NAM. Investigando a metodologia dos problemas geradores de discussões: aplicações na disciplina de Física no ensino de engenharia. **Ciência & Educação**, v. 16, n. 3, p. 525-542, 2010. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1516-73132010000300002&script=sci_arttext. Acesso em: 21 set. 2014.

MACHADO, K. D. **Teoria do eletromagnetismo**. Ponta Grossa, UEPG, 2000.

MEGGIOLARO, G. **A abordagem da dualidade onda-partícula em livros didáticos de Física do Ensino Médio**. Dissertação (mestrado). Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul. Educação nas Ciências. Ijuí: Unijuí, 2013.

MENEZES, L.C. **Quanta Física**, 3º ano. 2. ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2013.

MORAES, R, GALIAZZI, M.C. **Análise textual discursiva**. Ijuí: UNIJUÍ, 2007.

MOREIRA, M. A. **Mapas conceituais e aprendizagem significativa**. <http://www.if.ufrgs.br/~moreira/mapasport.pdf>. Acesso em: 29 agos. 2015.

MOREIRA, M. A. Teorias dos campos conceituais de Vergnaud, o Ensino de Ciências e a pesquisa nesta área. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 7, p. 7-29. http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID80/v7_n1_a2002.pdf Acesso em: 3 abr. 2015.

MOREIRA, M. A; MASINI, E. F. S. **Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel**. São Paulo: Centauro. 2001.

ROMANATO, M. C. **O livro didático: alcances e limites**. http://www.sbempaulista.org.br/epem/anais/mesas_redondas/mr19-Mauro.doc 2004. Acesso em: 07 jul. 2011.

SILVA, B.V.C. **Controvérsias sobre a natureza da luz: uma aplicação didática**. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Centro de Ciências Exatas e da Terra. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática. Natal – RN. 2010.

STEFANI, C; TSAPARLIS, G. Student's Levels of Explanations, Models, and Misconceptions in Basic Quantum Chemistry: a Phenomenographic Study. **Journal of research in Science Teaching**. v. 46, n. 5, p. 520-536, 2009. <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/tea.20279/epdf>. Disponível em: 4 maio 2015.

VERGNAD, G. A classification of cognitive tasks and operations of thought involved in addition and subtraction problems. In: CARPENTER, T.; MOSER, J.; ROMBERG, T. **Addition and subtraction**. A cognitive perspective. Hillsdale: Lawrence Erlbaum. pp. 39-59. 1882.