

## A TEORIA MICROSCÓPICA DA CONDUÇÃO ELÉTRICA NOS SÓLIDOS ESTUDADA POR MEIO DE UM ANÁLOGO MECÂNICO

### THE METALLIC CONDUCTION STUDIED THROUGH A MECHANICAL ANALOG

RENATO FUMAGALLI MIRANDA\*  
ANDERSON LUIZ ELLWANGER\*\*  
GILBERTO ORENGO\*\*\*

#### RESUMO

Neste trabalho é descrito o desenvolvimento e aplicação de uma atividade didática de ensino que utiliza analogia para auxiliar na aprendizagem dos conceitos envolvidos na teoria microscópica da condução elétrica. Este é um fenômeno no nível atômico e de difícil compreensão por métodos tradicionais. A fundamentação teórica está baseada na Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel. A utilização de analogias segue o modelo TWA - *Teaching-With-Analogies* (Ensinando com Analogias) desenvolvido por Glynn e modificado por Harrison e Treagust. Como situação análoga à teoria microscópica da condução elétrica, foi utilizado o análogo mecânico proposto por Bagnato e Rodrigues. A análise qualitativa dos resultados da aplicação permite inferir indícios de uma compreensão expressiva do conceito estudado, bem como indicativos de uma aprendizagem significativa.

**Palavras-chave:** Ensinando por Analogias; Aprendizagem Significativa; Condução Elétrica; Análogo Mecânico; Eletromagnetismo.

#### ABSTRACT

*This paper reports the development and application of a teaching didactic activity that uses analogy to help in the learning of the concepts involved in the metallic conduction. This is a phenomenon that occurs at the atomic level, which is difficult to understand using traditional methods. The theoretical basis is the Meaningful Learning theory by David Ausubel. The Teaching with Analogies (TWA) strategy introduced by Glynn and modified by Harrison and Treagust was employed. As an analogous situation to the metallic conduction, we used the mechanical analog proposed by Bagnato and Rodrigues. The qualitative analysis of the results allows us to infer evidence of a significant understanding of the concepts studied as well as an indicative of a significant learning.*

**Keywords:** *Teaching with analogies; Metallic Conduction; Meaningful learning, Electromagnetism.*

\* Professor de Núcleo de Tecnologia Educacional da 8a CRE/SEDUC/RS. E-mail: renatofmiran-da@gmail.com.

\*\* Professor do Centro Universitário Franciscano.

\*\*\* Professor do Centro Universitário Franciscano. Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPGECIMAT). E-mail: g.orengo@gmail.com.

## INTRODUÇÃO

Na prática de ensino de Física, muitas vezes, há uma forte tendência de aprimorarmos, e em alguns casos abandonarmos, a forma tradicional de ensinar; na qual, a “lousa” torna-se apenas uma das ferramentas disponíveis. Conforme Marandino (2003), apesar do surgimento de várias metodologias pedagógicas, a formação didática dos professores é mais direcionada para as rotinas tradicionais em sala de aula. Na visão de Piconez (1991) a Prática de Ensino deve ser o produto da união entre a realidade escolar e um processo de reflexão, que possa colaborar para o “esclarecimento e o aprofundamento da relação dialética prática-teoria-prática”.

Marandino (2003) também ressalta que, apesar de haver trabalhos científicos na área da pesquisa de Ensino de Ciências e oferecimento de cursos de especialização e pós-graduação, os resultados destas pesquisas repercutem pouco na prática dos professores em sala de aula. Marandino (2003) escreve

a prática concreta dos professores na área ainda é marcada por perspectivas tradicionais de ensino-aprendizagem, seja por motivos políticos e econômicos da própria Educação, seja por problemas na própria formação inicial do professor de ciências. Os resultados das pesquisas do campo educacional ainda encontram resistências à sua aplicação na prática pedagógica, apesar da ampliação do número de experiências que incorporaram tais resultados. (*op. cit.*, 177)

Pena (2004) salienta que o panorama na Física é igualmente preocupante e indaga: “Por que, apesar do grande avanço da pesquisa acadêmica sobre ensino de Física no Brasil, ainda há pouca aplicação dos resultados em sala de aula?”. No texto é apresentada uma discussão de que não basta simplesmente transferir os resultados da pesquisa para o professor; é preciso que este adequue e transforme tais resultados frente a sua realidade escolar. Além disso, salienta-se que os resultados de pesquisa devem ser discutidos com os professores e que estes preferencialmente participem dos processos de pesquisa (PENA, 2004).

A participação nos processos de construção do conhecimento é fortemente incentivada em teorias da aprendizagem, em especial pela Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel (2003). Esta indica o processo de como o aprendiz pode adquirir novos conceitos e de que forma ele os organiza na sua estrutura cognitiva. Descreve, ainda, os processos de aprendizagem tais como eles acontecem no cotidiano dos professores e alunos.

Ausubel (2003) sugere duas condições essenciais para que ocorra a aprendizagem significativa. A primeira condição é de que o material seja organizado de forma lógica e tenha facilidade em relacionar-se com as estruturas cognitivas do aprendiz de modo não literal e não arbitrário. O material tem que conter informações que possam ser assimiladas pela estrutura cognitiva do aprendiz. Moreira (1999) chama materiais que contenham estas características de *potencialmente significativos*. A segunda condição refere-se ao aprendiz, que não basta o material ser potencialmente significativo, o aprendiz deve demonstrar interesse em “relacionar de maneira substantiva e não-arbitrária o novo material, potencialmente significativo, à sua estrutura cognitiva” (MOREIRA, 1999, p.156).

Um recurso didático que pode ser empregado, a favor da aprendizagem significativa, é o uso de analogias para facilitar a relação com os conceitos científicos (HARRISON; TREAGUST, 1993; GLYNN, 2008). As analogias podem ser utilizadas como estratégia em sala de aula para auxiliar na compreensão de um conceito ou fenômeno.

No Eletromagnetismo, a teoria microscópica da condução elétrica em sólidos trata do fenômeno no nível atômico, o que é de difícil compreensão porque exige um alto grau de abstração. Este é

um caso em que o professor pode usar a analogia com um sistema mecânico, pois permitirá comparações entre domínios de conhecimento que mantêm certa relação de semelhança entre si (OLIVA *et al.*, 2001).

Neste estudo é descrito o desenvolvimento e aplicação de uma analogia (BAGNATO; RODRIGUES, 2006) para auxiliar na aprendizagem significativa dos conceitos envolvidos na teoria microscópica da condução elétrica, em meios materiais sólidos.

## A ANALOGIA NO ENSINO DE CIÊNCIAS

Segundo Harrison e Treagust (1993) as analogias devem ser utilizadas em sala de aula para auxiliar a exemplificar, mais concretamente, um conceito ou fenômeno. Esta ferramenta pedagógica será mais eficaz se englobar elementos conhecidos dos alunos (AUSUBEL, 2003) e se seus atributos forem precisamente identificados. As analogias têm a capacidade de trazer ao aluno imagens mentais familiares que auxiliam na transferência e organização de conceitos desconhecidos por parte dele (DUARTE, 2005).

Para Harrison e Treagust (1993) as analogias melhoram o aprendizado dos alunos por um caminho construtivista, no qual eles tentam integrar os novos conhecimentos aos já existentes ou estruturas alternativas.

Glynn (2008) salienta que a analogia é a comparação das semelhanças de dois conceitos: o familiar e o que os alunos não conhecem da situação alvo. A situação análoga e o alvo devem possuir atributos de semelhanças entre si. Assim, uma analogia pode ser organizada envolvendo estas duas situações, e a comparação, verbal ou visual, entre os atributos do análogo com o alvo é chamada de mapeamento.

As analogias devem servir para esclarecer uma nova informação ou especificar a relação entre a informação a ser aprendida com os conhecimentos prévios dos alunos (GLYNN, 2008). Dessa forma, na perspectiva construtivista para a aprendizagem da ciência, os alunos vão progressivamente elaborando conceitos subsunçores mais sofisticados sobre os conceitos científicos.

Oliva (2004) descreve que o ensino com analogias deve estar baseado nos seguintes fundamentos teóricos:

- i) A analogia é, em primeiro lugar um processo interno ao sujeito, e não apenas o estímulo externo que se apresenta como um recurso ao longo do livro ou explicação do professor.
- ii) Mais de um conteúdo ou conhecimento para aprender, se trata de um processo ou, se quiserem de um caminho que o aluno tem que percorrer: a transferência análoga.
- iii) O processo de transferência análogo exige a construção de um modelo mais elaborado que a mera associação direta de atributos entre o alvo e o análogo. Este modelo é configurado em estreita relação com o contexto em que se elabora a analogia, delimitando a mensagem da mesma desde a intencionalidade didática que ela se propõe.
- iv) Além disso, é gerado através de um complexo processo bidirecional que se constitui em um marco interativo, entre o alvo e o análogo, mediado por um modelo que se baseia na analogia. (OLIVA, 2004, p. 364, tradução nossa)

A sistematização dessa metodologia é proposta no modelo TWA (*Teaching-with-Analogies*, numa tradução livre, Ensinado Com Analogias), proposto por Glynn (2008), e o seu desenvolvimento está baseado na análise das tarefas cognitivas de sala de aula e de livros. Posteriormente o modelo de Glynn (2008) foi alterado, pois nas primeiras aplicações, notou-se que os professores tendiam a mostrar as características semelhantes e as suas diferenças ao mesmo tempo, tornando-as consecutivas. Para Harrison e Treagust (1993) se justifica esta mudança, pois os alunos tiram conclusões sobre o alvo sem fazer as considerações sobre as diferenças da analogia e do alvo, assim, concepções alternativas podem surgir mesmo depois de serem feitas as considerações entre a analogia e o alvo. É importante salientar que algumas das concepções alternativas são consideradas não científicas, mesmo que possuam significado para o aprendiz. Portanto, essas deverão ser reconstruídas, numa fase anterior à das novas aprendizagens. Desta forma o modelo utilizado propõe:

1. *Introduzir o conceito-alvo a ser estudado.*
2. *Apresentar a situação análoga.*
3. *Identificar as características relevantes do análogo.*
4. *Mapear as semelhanças entre análogo e alvo.*
5. *Identificar as situações que não podem ser mapeadas.*
6. *Fazer considerações sobre o que o conceito destino trata.*

## **APLICAÇÃO E ANÁLISE DE RESULTADOS DA ATIVIDADE DIDÁTICA BASEADA EM ANALOGIA**

A atividade foi desenvolvida com alunos da disciplina de Eletromagnetismo I que estão no 6º semestre do Curso de Física Médica, no Centro Universitário Franciscano - UNIFRA de Santa Maria - RS.

Os alunos foram informados sobre o desenvolvimento da atividade, assim como os procedimentos adotados para a implementação da proposta. Todos eles concordaram em participar.

A turma era composta de 10 alunos, mas um deles não participou de todos os encontros, por esse motivo as suas atividades não foram computadas. Foram quatro (4) encontros com os estudantes, totalizando 6,5 horas trabalhadas.

## **LEVANTAMENTO DOS CONHECIMENTOS PRÉVIOS DOS ALUNOS**

No início regular das aulas, no primeiro encontro, solicitou-se que os alunos respondessem um questionário para identificar os conhecimentos prévios a respeito de condução elétrica em sólidos. O questionário 1, cujas respostas serviram para delinear as atividades subsequentes, foi o seguinte:

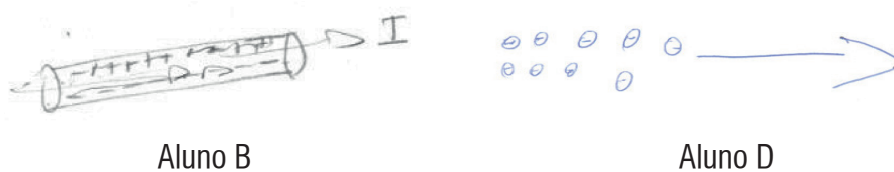
**Escreva o que você conhece sobre o tema em questão:**

1. *O que você entende por carga elétrica?*
2. *A carga elétrica obedece ao princípio de conservação? Se sim como?*
3. *A carga elétrica é discretizada e quantizada? (Isto é, a carga elétrica elementar só existe em valores múltiplos inteiros de uma carga elementar, não sendo possíveis valores fracionários?).*
4. *Qual a origem do campo elétrico? Ou quais as origens, caso seja mais de uma?,*
5. *O que você entende por corrente elétrica?*
6. *Como se estabelece uma corrente elétrica?*
7. *Como você compreende uma resistência elétrica?*
8. *Represente uma corrente elétrica estabelecida, com uma visão microscópica, num condutor.*

Para a atividade com analogia, é importante observar as respostas da questão 8, que neste momento mostram os modelos que os alunos utilizam para interpretar a condução elétrica em nível microscópico.

Duas representações para o modelo da condução, solicitado no item 8, são apresentadas na Figura 1. Observou-se que os demais estudantes também fizeram pictografias similares inferindo um modelo pouco aprimorado. Para o Aluno B os portadores de cargas negativas se movem, que está correto, mas não apresenta o meio condutor. O Aluno D indica um sentido de corrente, mas não identifica quais “elementos” se movem

**Figura 1** - Duas representações para o modelo da condução, solicitado no item 8, do primeiro questionário.



Após decorrer parte do semestre letivo, os alunos responderam a um segundo questionário preliminar antes de iniciar o conteúdo sobre Corrente Elétrica. Neste questionário 2 os alunos foram convidados a responder questões mais específicas sobre a teoria microscópica da condução elétrica em sólidos.

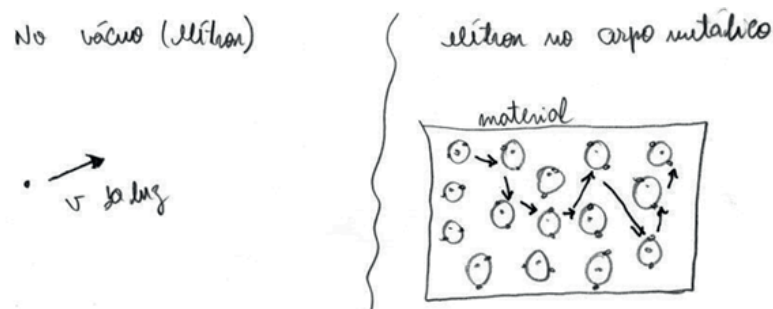
**Escreva o que você conhece sobre o tema em questão:**

1. Qual é o portador de carga em um metal?
2. Representar o elétron no interior do metal:
  - i) Sem a presença de um campo elétrico;
  - ii) Com a presença de um campo elétrico.
3. Qual é a velocidade do elétron no vácuo, sujeito a um campo elétrico?
4. Em um corpo metálico a velocidade de migração dos elétrons é da ordem de  $10^{-3}$  m/s, no mesmo campo elétrico do item 3. Por que o valor é menor comparado com a do item 3?
5. Faça um esquema representando (desenho) a sua resposta anterior.

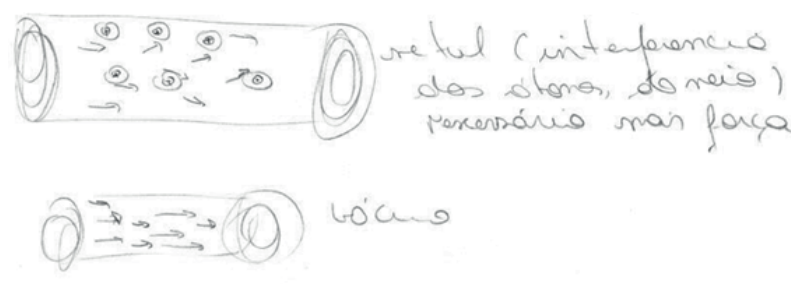
É interessante notar as respostas das perguntas 3, 4 e 5. A pergunta 3, foi feita para os alunos refletirem a respeito da velocidade do elétron no vácuo, na ausência de uma oposição ao movimento. Já a questão 4 relacionava a velocidade do elétron com uma nova informação e pedia para os alunos relacionarem estas duas. Na questão 5 é solicitado que os alunos façam um esquema que representa a resposta da questão 4.

Algumas representações para o modelo da condução, solicitado no item 5, são apresentadas na Figura 2. Observa-se que o aluno A tem uma concepção bem apropriada ao assunto abordado, especialmente no que se refere ao movimento de um elétron num material metálico sujeito a um campo elétrico. Já o aluno C tem uma concepção prévia que necessitará ser trabalhada, na tentativa de substituição de seu subsunçor inicial.

**Figura 2** - Duas representações para o modelo da condução, solicitado no item 5, do segundo questionário.



Aluno A



Aluno C

## INTRODUÇÃO DO CONCEITO-ALVO

Utilizando-se das respostas dos dois primeiros questionários foi possível identificar qual o conhecimento que os alunos já possuíam e, a partir dele, introduzir os conceitos sobre a teoria microscópica da condução elétrica em sólidos.

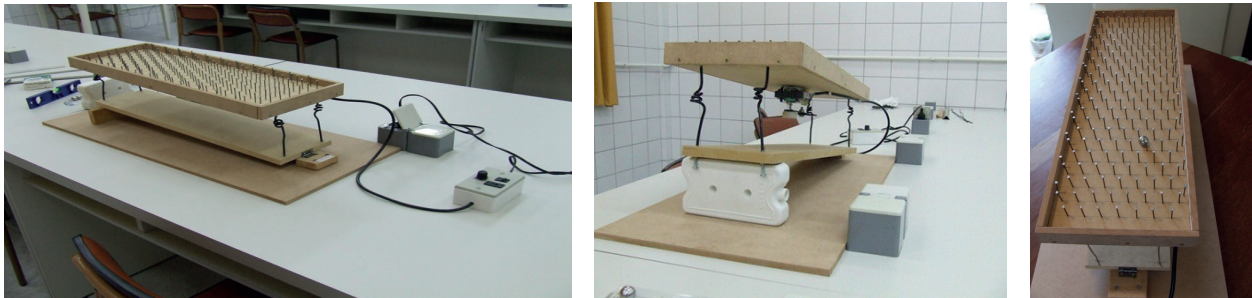
Foram retomados os conceitos de corrente elétrica e da lei de Ohm já vistos anteriormente e os alunos foram estimulados a comentar as respostas dos questionários. Principalmente na questão 04 do segundo questionário, eles foram incentivados a pensar na estrutura atômica do condutor metálico e estabelecer hipóteses do por que a velocidade de deriva dos elétrons é muito menor no interior de um condutor metálico do que no vácuo.

## APRESENTAÇÃO DA SITUAÇÃO ANÁLOGA

Em meio à discussão das hipóteses e lembrando que muitos não conseguiam fazer uma representação da situação, foi apresentado aos alunos o análogo mecânico da teoria microscópica da condução elétrica em sólidos.

O análogo mecânico consiste numa rampa de madeira com pregos, e na parte inferior desta foi adaptado um motor fora de centro com o objetivo de fazê-la vibrar. A velocidade do motor é controlada por um potenciômetro. A construção do análogo mecânico está descrita na referência (BAGNATO; RODRIGUES, 2006, BAGNATO, 1994), e a nossa configuração final é apresentada na Figura 3.

**Figura 3** - Dispositivo do análogo mecânico da teoria microscópica da condução.



A atividade com o análogo mecânico da condução elétrica em sólidos foi executada, basicamente, de duas formas: uma com o tabuleiro de pregos na horizontal e outra inclinada, descritas a seguir. Inicialmente, o motor que faz o tabuleiro dos pregos vibrar foi ligado sem que o mesmo apresentasse qualquer inclinação, e foram soltas três esferas (bolinhas). Os alunos observaram o movimento das esferas para diferentes velocidades de vibração do tabuleiro. O objetivo desta atividade foi identificar que o movimento aleatório das bolinhas pode retratar o movimento dos elétrons livres devido à temperatura do meio, na ausência de um campo elétrico, ou de uma diferença de potencial elétrico.

Na sequência, elevou-se, em diferentes níveis, o tabuleiro em um de seus lados. Novamente as bolinhas foram soltas da parte mais elevada, com o tabuleiro vibrando. Num outro momento, repetiu-se o procedimento anterior, mas com o motor que faz o análogo mecânico vibrar desligado, objetivando a comparação entre o sistema com vibração e sem vibração. Além disso, foi simulada a influência da temperatura na condutividade elétrica (BAGNATO; RODRIGUES, 2006). Para visualizar a experiência, acessar o link [www.orengonline.com/analogia](http://www.orengonline.com/analogia).

### IDENTIFICAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS RELEVANTES DO ANÁLOGO

Esta etapa foi feita concomitante com a anterior, pois no momento que se executava a apresentação da situação análoga, os alunos já estavam identificando as características mais relevantes do análogo. Como estas etapas foram feitas em um grande grupo, serviram também para a socialização das ideias. Notou-se, também, que as dúvidas eram respondidas pelos próprios colegas, enriquecendo muito mais o debate. Este compartilhamento é um favorecedor de uma aprendizagem significativa, e condição necessária para uma aprendizagem significativa.

### MAPEAMENTO DAS SEMELHANÇAS ENTRE O ANÁLOGO E O ALVO

De posse da Ficha 01 (descrita abaixo) e depois da discussão em grupo, os alunos mapearam as semelhanças entre os elementos do análogo e da situação alvo. A análise das respostas permitiu verificar que eles conseguiram associar as principais características das duas situações.

Ficha 01: descrição das semelhanças entre situação análoga e situação alvo apontadas pelos alunos.

Estabeleça as correspondências entre teoria microscópica da condução elétrica e o análogo mecânico a partir do exposto, preenchendo a tabela abaixo.	
Elementos do análogo	Elementos da situação alvo

Como exemplo representativo, as respostas de dois alunos:

Aluno E

Elementos do análogo	Elementos da situação alvo
ESFERA	ELÉTRON
PREGO	ÁTOMOS
INCLINAÇÃO DA MESA	CAMPO ELÉTRICO
BASE DO TABULEIRO	MATÉRIA
CHOQUE DA ESFERA	BANDEIA DE ENERGIA

Aluno C

Elementos do análogo	Elementos da situação alvo
ESFERA	ELÉTRON
PREGO	ÁTOMO
COMPONENTE DA GRAVIDADE	CAMPO ELÉTRICO
TABULEIRO	CONDUTOR
PEÇA GIRANDO (MOTOR)	VIBRAÇÃO DO MATERIAL

## MAPEAMENTO DAS DIVERGÊNCIAS ENTRE O ANÁLOGO E O ALVO

Nesta etapa os alunos deveriam relacionar as divergências entre a analogia e a situação alvo. Para tanto foram convidados a preencher a Ficha 02.



Ficha 02: descrição das divergências entre situação análoga e situação alvo apontadas pelos alunos.

Enumere as características que <u>não encontram correspondência</u> entre a teoria microscópica da condução elétrica e o análogo mecânico a partir do exposto, preenchendo a tabela abaixo.	
Elementos do análogo	Elementos da situação alvo

### Aluno A

Elementos do análogo	Elementos da situação alvo
Prigo, <del>átomo</del> esfera	escala dos átomos, elétrons
energia sonora	vibração térmica
Dimensões 2D	Dimensão 3D
<del>átomo</del> Prigo	tem imobilidade total

### Aluno B

Elementos do análogo	Elementos da situação alvo
escala microscópica	escala microscópica
elétrons individual	mov de elétrons
tomadas do átomo em relação ao elétrons (muito mais na situação alvo)	
produção de som no elemento análogo	
o material inteiro se move	os átomos movem-se individualmente

Aqui, também, a análise das respostas permitiu verificar que eles conseguiram associar as principais divergências entre as duas situações.

## CONSIDERAÇÕES A RESPEITO DO CONCEITO

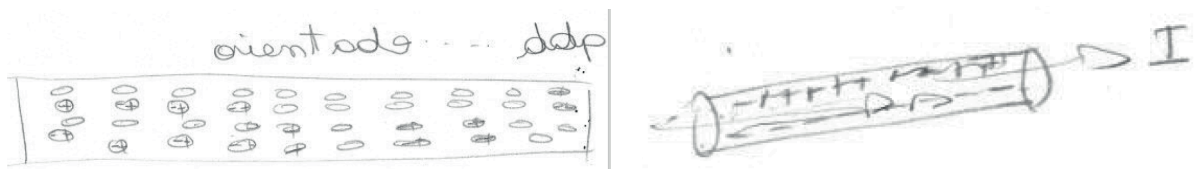
O questionário abaixo foi preenchido pelos alunos na semana seguinte à atividade com o análogo mecânico, e antes da formalização da teoria microscópica da condução elétrica em sólidos.

### Escreva o que você conhece sobre o tema em questão:

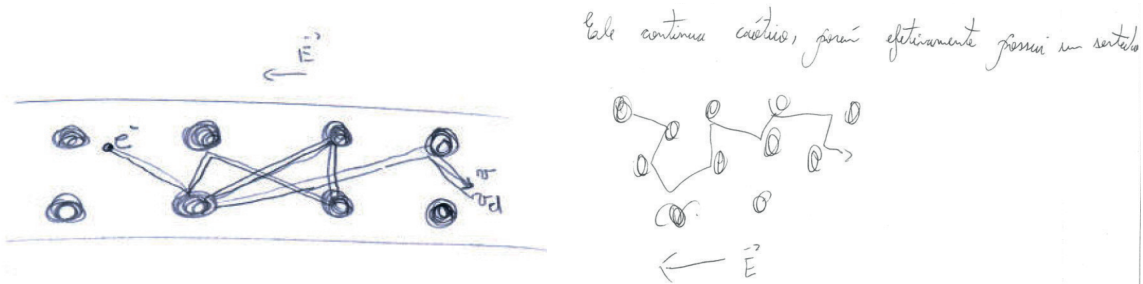
1. Como é o comportamento dos elétrons no interior de um condutor metálico sem a presença de um campo elétrico. (Esboce um esquema para ilustrar a sua resposta)
2. Ocorre alguma alteração no comportamento dos elétrons, que estão no interior de um condutor metálico, com a presença de um campo elétrico. (Esboce um esquema para ilustrar a sua resposta)

A maioria dos alunos esboçou um modelo para representar a teoria microscópica da condução elétrica em sólidos. Comparando com o ponto de partida, os modelos esquemáticos iniciais, nota-se uma evolução na forma de representar a condução elétrica em sólidos. A estratégia, por meio das analogias, auxiliou os alunos que não tinham nenhum modelo para representá-la e, assim, construíram um, ou aperfeiçoaram o que já tinham. A comparação entre as Figuras 4 e 5 nos permite evidenciar essa conclusão. Foram tomados dois exemplos, dos nove obtidos, mas que representam muito bem a turma toda.

**Figura 4** - Duas descrições esquemáticas para a condução elétrica em sólidos antes da aplicação da atividade, para os alunos A e D, respectivamente.



**Figura 5** - Duas descrições esquemáticas para a condução elétrica em sólidos após a aplicação da atividade, para os alunos A e D.



Verificando os resultados qualitativos deste estudo, constatou-se que os alunos apresentaram sinais de aprendizagem significativa, pois suas representações se aproximaram de um adequado modelo microscópico físico.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise das respostas dos questionários iniciais, que foram organizados levando em consideração os referenciais teóricos que balizaram este estudo, permite concluir o quanto os alunos têm dificuldades em visualizar ou montar um esquema sobre um fenômeno microscópico. Neste ponto, a utilização de analogia mostrou-se de grande valia, pois auxiliou os alunos a visualizar uma situação semelhante que represente o fenômeno. A frase de um aluno exemplifica bem este ponto de vista: “Analogia e simulações sem dúvida tornam o conhecimento palpável e mais tarde sólido”.

Verificando os resultados qualitativos deste estudo, constatou-se que os alunos apresentaram sinais de aprendizagem significativa. O análogo mecânico que representa a teoria microscópica da

condução elétrica em um corpo metálico auxiliou os alunos que não tinham nenhum modelo para representá-lo e, assim, construíram um ou aperfeiçoaram o que já possuíam.

E complementando, duas condições têm que estar presentes para que haja aprendizagem significativa. A primeira diz respeito ao aluno, o qual tem que demonstrar interesse em aprender e estar motivado. Durante toda a aplicação da atividade, os alunos mostraram interesse em participar, auxiliaram os colegas nas dificuldades e indagaram o professor sobre suas dúvidas. A segunda condição refere-se ao material, que deve ser potencialmente significativo, ou seja, o material instrucional utilizado tem que conter informações que possam ser assimiladas pelos alunos. Ao observar as respostas, notou-se que eles assimilaram e deram significado às ideias contidas na atividade desenvolvida, demonstrando que o material proposto foi potencialmente significativo.

Ao final, os alunos responderam um questionário para levantamento de opiniões a respeito das atividades desenvolvidas. Entre as opiniões, destaca-se, o aluno A que escreveu: *“Facilita e muito, desde que se façam (como foi feito) esclarecimentos entre a analogia e o que acontece realmente. Ex: escala não é a mesma, campo gravitacional seria o análogo ao campo elétrico...”*, e ainda complementa, *“Analogia e simulações sem dúvida tornam o conhecimento palpável e mais tarde sólido”*. O aluno C também ressalta que *“Facilitou, pois na aula expositiva apenas observamos e ao trabalharmos com algo mais fácil de compreender”*. Já o aluno D afirma *“... aulas que utilizem formas de analogia ou simulação, acredito que proporcionam melhor ‘fixação’ do conteúdo”*. Com base nas respostas acredita-se que ocorrem melhores condições para a aprendizagem significativa utilizando o recurso das analogias e o uso de simulações. Entretanto, como comentou o Aluno E, esses recursos devem ser complementares às atividades tradicionais, *“Eu prefiro ter aulas expositivas inicialmente, após aulas com simulações para esclarecimento e ilustração”*.

A expectativa deste trabalho é contribuir com uma abordagem metodológica diferenciada para o ensino e aprendizagem de tópicos do Eletromagnetismo, em especial, a condução elétrica em sólidos. É importante considerar que esta proposta foi aplicada uma única vez e para uma única turma. Desta forma, novas aplicações serão realizadas, para validar definitivamente como uma proposta do uso de analogias no estudo da condução elétrica em sólidos, embora os resultados apresentados permitem concluir que se trata de uma abordagem metodológica que permite uma aprendizagem significativa.

Além dos tópicos discutidos neste artigo, outras propostas de temas instigantes e de difícil compreensão, abordados por meio de analogias, vem sendo organizados pela equipe de pesquisadores e seus resultados serão externados assim que forem sistematizados.

## REFERÊNCIAS

AUSUBEL, D. P. **Aquisição e retenção de conhecimentos**: uma perspectiva cognitiva. Lisboa: Plátano, 2003.

BAGNATO, V. S. Análogo mecânico da Lei de Ohm. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 16, n. 1-4, p. 129-131, 1994.

BAGNATO, V. S.; RODRIGUES, V. Análogo mecânico para a condutividade elétrica: efeito da temperatura. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 28, n. 1, p. 35 –39, 2006.

DUARTE, M. da C. Analogias na educação em ciências: contributos e desafios. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 10, n.1, p. 7-29, 2005.

GLYNN, S. M. Making science concepts meaningful to students: teaching with analogies. In: MIKELSKIS-SEIFERT, S.; RINGELBAND, U.; BRÜCKMANN, M. (Eds.), **Four decades of research in science education: from curriculum development to quality improvement**. Münster, Germany: Waxmann, 2008, p. 113-125. Disponível em: <[http://www.coe.uga.edu/twa/index\\_printer.html](http://www.coe.uga.edu/twa/index_printer.html)>. Acesso em: 22 agosto 2010.

HARRISON, A. G.; TREAGUST, D. F. Teaching with analogies: a case study in grade-10 optics. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 30, n. 10, p. 1291-1307, 1993.

MARANDINO, M. A prática de ensino nas licenciaturas e a pesquisa em ensino de ciências: questões atuais. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 20, n. 2: p. 168-193, ago. 2003.

OLIVA, J. M.; ARAGÓN, M. M.; MATEO, J.; BONAT, M. Uma propuesta didáctica basada em la investigación para el uso de analogias em la enseñanza de las ciências. **Enseñanza de las Ciéncias**, v. 19, n. 3, p. 453-470, 2001.

\_\_\_\_\_. El pensamiento analógico desde la investigación educativa u desde la perspectiva del profesor de ciencias. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciéncias**, v. 3, n. 3, 2004.

PENA, F. L. A. Por que, apesar do grande avanço da pesquisa acadêmica sobre ensino de Física no Brasil, ainda há pouca aplicação dos resultados em sala de aula? **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 26, n. 4, 2004, p. 293-295.

PICONEZ, S. C. B. (Org.). **A prática de ensino e o estágio supervisionado**. Campinas: Papyrus, 1991.

---

RECEBIDO EM: 19 jun 2015

CONCLUÍDO EM: 30 ago 2015