
**ANALOGIAS EM FÍSICA PRESENTES NOS PERIÓDICOS
NACIONAIS NA ÁREA DE ENSINO**

<http://dx.doi.org/10.4025/imagenseduc.v5i3.26186>

Cleci Teresinha Werner da Rosa*

Michele Ferreira Cardoso**

Luiz Marcelo Darroz***

* Universidade de Passo Fundo – UPF. cwerner@upf.br

** Universidade de Passo Fundo – UPF. 105687@upf.br

*** Universidade de Passo Fundo – UPF. ldarroz@upf.br

Resumo

O presente trabalho objetiva identificar, na produção científica brasileira, a forma como as analogias vêm sendo utilizadas nas investigações em Ensino de Física, visando fornecer subsídios para uma melhor compreensão desse uso. Para tanto, procedeu-se à identificação do estado da arte nas pesquisas nessa área, mediante análise de periódicos nacionais Qualis A1, A2 e B1 no período de 2004 a 2013. No total, foram analisados 17 artigos, selecionados após a triagem na base de dados. Tais artigos foram analisados e classificados de modo a se identificar o foco de interesse da investigação, bem como a situação didática a que esta se refere. Como resultado, verificou-se que, apesar da escassez de trabalhos sobre essa temática no período em foco, revelada pela pequena produção brasileira, os pesquisadores vêm mostrando um crescente interesse pelo assunto nos últimos anos.

Palavras-chave: analogias, ensino de física, aprendizagem, estado da arte, produção nacional.

Abstract. Physics analogies present in national journals in the field of teaching. The present work objective to identify, within the Brazilian scientific production, how analogies have been used on investigations in Physics teaching, aiming to provide resources for a better understanding of such use. Thus, state of the art identification was performed in researches of the field, upon analyses of national journals Qualis A1, A2 and B1, from 2004 to 2013. A total of 17 articles were analyzed, and classified in order to identify the focus of interest of the investigation, as well as the didactic situation to which it is referred. As a result, it was verified that, despite the lack of studies on this topic within the period addressed, which was revealed by the small Brazilian production, researchers have been increasingly interested in the subject over the last years.

Keywords: analogies, physics teaching, learning, state of the art, national production.

Introdução

Com o rápido avanço nos conhecimentos científicos e tecnológicos nas últimas décadas, torna-se fundamental repensar a escola, especialmente o ensino das disciplinas diretamente vinculadas à área científica, como é o caso da Física. Formar cidadãos críticos e atuantes está nos pressupostos da legislação nacional; portanto, prepará-los para intervir de

forma consciente e com conhecimentos suficientes junto aos diferentes eventos da contemporaneidade deve estar entre as premissas da escola moderna.

O ensino tradicional, livreiro e baseado na memorização e reprodução do conhecimento que tem sido consolidado ao longo dos séculos já não se faz adequado às necessidades dos jovens. Em termos do Ensino de Física, esse

modelo tradicional mostra-se problemático, uma vez que pouco favorece a associação dos conceitos e fenômenos a situações cotidianas e vivenciais dos estudantes. A redução no distanciamento entre o que é abordado em sala de aula e o mundo dos estudantes é apontada, na literatura, como essencial para dar sentido e favorecer a apropriação dos saberes (ROSA; ROSA, 2012).

Um ensino que não prioriza a contextualização e a interdisciplinaridade pouco contribui para (re)significar na escola os saberes construídos pelos estudantes em suas vivências diárias, perpetuando um modelo vazio de significado e com pouca relação com a vida desses sujeitos. Isso contribui para aumentar o fracasso escolar, diminuindo cada vez mais o número de jovens que se sentem atraídos pelas ciências, ou mesmo que as visualizam como algo importante para a vida em sociedade. Afinal, como lembra Jorge: “O aprendizado da física torna-se mais fácil e agradável se o estudo de um fenômeno novo for comparado a um fenômeno semelhante já conhecido” (JORGE, 1990, p. 196).

Para mudar o panorama apresentado, de modo a contribuir para tornar o Ensino de Física prazeroso e mais simples, o professor precisa buscar alternativas e estratégias didáticas que a aproximem da vida dos estudantes, promovendo situações de descoberta, encantamento e compreensão. Os conceitos e fenômenos relacionados à Física e explorados em sala de aula requerem uma abordagem mais simplificada e mais próxima do mundo e dos conhecimentos dos jovens. Nesse sentido, as analogias vêm ganhando espaço no Ensino de Física, especialmente por permitirem aos docentes buscar comparações e conexões entre os conteúdos e o conhecimento prévio dos alunos. Mesmo sem ser uma unanimidade no ensino, pois sua utilização ainda suscita discussões na literatura, sua presença vem ganhando espaço nos cenários nacional e internacional, como mostra o trabalho de Godoy (2002).

A analogia e o uso de metáforas têm se assentado como uma estratégia de ensino na qual o professor utiliza uma situação ou um evento familiar como ponte para engajar o aluno com o objeto de estudo. Gentner (1983) mostra que o estabelecimento de analogias é algo praticamente inato do ser humano; ele aprende a estabelecer comparações e associações analógicas desde muito cedo. Na defesa do uso dessas analogias e

metáforas de linguagem, Bozzelli (2005) destaca que elas representam um recurso estratégico e fundamental na aprendizagem de conteúdos complexos, por auxiliarem na construção, ilustração e compreensão de domínios científicos desconhecidos a partir de domínios familiares.

Com o intuito de facilitar a aprendizagem, esses recursos têm aparecido de diferentes formas no fazer pedagógico, mostrando que seu uso varia tanto em termos do conteúdo em estudo como das características pedagógicas do professor e até mesmo da obra didática adotada. Há conteúdos que suscitam mais seu emprego, assim como há professores que têm verdadeira idolatria por sua utilização em sala de aula; do mesmo modo que há autores de obras didáticas que recorrem mais a seu uso do que outros.

Nesse contexto de diversidade do uso de analogias no Ensino de Física, surge o questionamento sobre como as pesquisas nessa área vêm considerando sua utilização no contexto de sala de aula. Tal questionamento leva a estabelecer uma investigação na produção científica nacional.

Para atingir o objetivo pretendido, estabeleceu-se como recorte da pesquisa a produção nacional em periódicos nos últimos dez anos, estruturando o presente trabalho em três momentos, assim especificados: inicialmente, uma reflexão sobre o uso de analogias no Ensino de Física; a seguir, a descrição metodológica e os dados coletados; e, na continuidade, a análise desses resultados. Para encerrar o estudo, são apresentadas algumas considerações que apontam novas possibilidades de investigação.

Analogias e o Ensino de Física

Existem várias definições para analogia, e estas dependem da perspectiva de cada autor. Para Duarte (2005, p. 7), por exemplo, “uma analogia é, frequentemente, entendida como uma comparação baseada em similaridades entre estruturas de dois domínios de conhecimentos diferentes, um conhecido e outro desconhecido”. Como se sabe, as analogias são recursos didáticos favoráveis ao Ensino de Física quando utilizadas de maneira eficaz e correta, pois auxiliam os estudantes a compreenderem os conceitos e fenômenos físicos desconhecidos, com base em relações de semelhanças e diferenças com outros assuntos que lhes são familiares, ao ligar o alvo (conceito a ser ensinado) e o análogo (conceito já conhecido).

Além disso, os temas complexos acabam por se tornar mais simples, na medida em que a analogia possibilita a construção e ilustração do alvo.

Adrover e Duarte explicam o uso das analogias no processo de ensino e aprendizagem da seguinte maneira:

A estratégia analógica de instrução consiste em uma modalidade de explicação, onde a introdução de novos conhecimentos por parte de quem ensina se realiza a partir do estabelecimento explícito de uma analogia com um domínio de conhecimento mais familiar e melhor organizado, que serve como um marco referencial para compreender a nova informação, captar a estrutura da mesma e integrá-la de forma significativa na estrutura cognitiva (ADROVER; DUARTE *apud* ANDRADE; ZYLBERSZTAJN; FERRARI, 2002, p. 1).

As analogias podem contribuir com a aprendizagem em diversos aspectos, como na ativação do raciocínio analógico, na organização da percepção e no desenvolvimento de capacidades cognitivas, tais como a criatividade e a tomada de decisões. Além disso, elas podem propiciar que o conhecimento científico se torne mais inteligível e plausível para o estudante, facilitando a compreensão e a visualização de conceitos abstratos (DUARTE, 2005). Com isso, pode-se perceber o quão útil é o uso das analogias em sala de aula, inclusive para promover a metacognição, levando, assim, a uma breve reflexão sobre o próprio processo de construção do conhecimento.

Quando colocados diante de uma situação nova, os estudantes tentam compará-la a algo já vivenciado em outro momento; ou seja, é possível identificar uma nova informação com experiências passadas, servindo de modelo para experiências futuras. É dessa forma que se constitui o processo analógico, por meio do qual o indivíduo relaciona ideias, exercendo um paralelismo entre a fonte e o alvo, percebendo as semelhanças e as diferenças entre as informações novas e aquelas que já possui, de maneira que compreenda essas novas informações para construir um novo conhecimento.

Nas palavras de Santos:

O que o senso comum muitas vezes não percebe é que a cognição humana já nasce dotada desse maravilhoso mecanismo e

que, ademais, ele pode se construir numa ferramenta de extrema eficácia na aquisição de novos conhecimentos (SANTOS, 1998, p. 5).

Entretanto, se uma analogia não for usada de forma correta, poderá conduzir a dificuldades no aprendizado. Caso os estudantes a interpretem como uma aproximação correta do conceito em estudo, ou observem apenas alguns de seus detalhes, sem chegar ao conceito científico alvo, o raciocínio lógico poderá não ser atingido, resultando na falta de compreensão (DUARTE, 2005).

Outros pesquisadores do Ensino de Ciências investigam o uso de analogias como recurso didático em sala de aula, a exemplo de Lawson (1993), Aragón, et al. (1999), Cachapuz (1989), Duit (1991), Glynn, et al. (1998), que fazem apontamentos sobre as vantagens e desvantagens dessa utilização. Duit (1991), por exemplo, aponta uma desvantagem em relação ao uso da analogia: por não haver um ajuste exato entre alvo (conhecimento-fim) e análogo (conhecimento-meio), é possível que características que não são compartilhadas sejam atribuídas ao alvo. No entanto, o mesmo autor defende que as analogias, valiosas ferramentas no ensino por mudança conceitual, propiciam a visualização de 'abstratos'.

A maioria das pesquisas aponta as analogias como recursos didáticos importantes no ensino e na aprendizagem, tendo em vista que auxiliam os educandos a compreenderem, de maneira mais eficiente, os conceitos por eles até então desconhecidos. Vale ressaltar que o uso de analogias é fundamental, porém, o professor deve possuir formação didática para mediar e reconhecer quais recursos pedagógicos poderão contribuir para o processo de ensino e aprendizagem dos alunos em determinados assuntos.

Descrição metodológica e coleta dos dados

A metodologia adotada para este estudo envolveu coleta de dados quantitativa com análise qualitativa. O objetivo geral consistiu em identificar, na produção científica brasileira, a maneira como as analogias estão presentes e vêm sendo utilizadas nas investigações relacionadas ao Ensino de Física, buscando descrever aspectos referentes à sua agregação às situações didáticas.

Para a coleta de dados, recorreu-se a periódicos nacionais na Área de Ensino

relacionados à Física/Ciências disponíveis *online* e classificados como Qualis A1, A2 e B1 do sistema *webqualis* da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), base de dados 2013. Como recorte da pesquisa, definiu-se o período de 2004-2013.

Como critério para identificação dos artigos, procedeu-se à busca por meio da expressão 'analogia' no título, nas palavras-chave e no resumo. Em havendo dúvidas, procedeu-se à leitura completa do artigo. Após a seleção dos textos, realizou-se a seleção e exclusão dos que não estão vinculados ao Ensino de Física. Os artigos restantes são considerados os dados da pesquisa e constituem o objeto de análise deste estudo. A Tabela 1, a seguir, apresenta os periódicos por ordem alfabética, sua classificação, bem como o número de artigos encontrados em cada um.

Tabela 1: Periódicos e número de artigos.

Periódico	Qualis	N.
Alexandria	B1	-
Caderno Brasileiro de Ensino de Física	B1	3
Ciência e Ensino	B1	-
Ciência & Educação	A1	2
Ciência em Tela	B1	-
Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências	A2	-
Experiências em Ensino de Ciências	B1	2
Investigações em Ensino de Ciências	A2	1
Revista Brasileira de Ensino de Física	A1	8
Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências	A2	1
Revista Ciência & Ideias	B1	-
Revista de Educação em Ciência e Tecnologia	B1	-

Fonte: Dados da pesquisa.

Os dados coletados na base de dados possibilitaram identificar artigos científicos que relatam as analogias vinculadas ao Ensino de Física. Feita a coleta desses dados empíricos, procedeu-se à identificação e categorização das produções, das quais 17 foram selecionadas para análise.

Os artigos que constituem o objeto de estudo estão apresentados no Quadro 1, em ordem alfabética dos autores.

Quadro 1: Artigos selecionados para análise

Título	Autor e ano
Análogo mecânico para condutividade elétrica dos metais: Efeito de temperatura	Bagnato e Rodrigues (2006)
Interações discursivas e o uso de analogias no ensino de física	Bozelli e Nardi (2012)
O uso de analogias no ensino de física em nível universitário: interpretações sobre os discursos do professor e dos alunos	Bozelli e Nardi (2006)
Análise dos transientes de ondas de tensão	Calegari (2011)

em ambos os extremos de uma linha quarto de onda e analogia com o fenômeno de reflexão e transmissão de ondas eletromagnéticas	
A evolução das ideias relacionadas aos fenômenos térmicos e elétricos: algumas similaridades	Cindra e Teixeira (2005)
Wave propagation in a non-uniform string	Dall'Agnol (2011)
Como o potencial vetor deve ser interpretado para revelar analogia entre grandezas magnéticas e elétricas	Ferreira (2004)
Contribuições da epistemologia bachelandiana no estudo da história da óptica	Melo e Peduzzi (2007)
Abordando a dinâmica dos fluidos por uma via intuitiva, embora de validade restrita: princípio da superposição	Ramalho e Santos (2008)
Analogia eletrônica no ensino de Física	Rocha e Martins-Filho (2005)
Utilizando analogias para a visualização de equipotenciais com uma planilha de dados	Santos e Nunes (2013)
Analogias e metáforas nos livros didáticos de física	Silva e Martins (2010)
As analogias no ensino de conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais em aulas de física do ensino médio	Silva e Terrazzan (2011)
Correspondências estabelecidas e diferenças identificadas em atividades didáticas baseadas em analogias para o ensino de modelos atômicos	Silva e Terrazzan (2008)
Familiaridade de alunos de ensino médio com situações análogas	Silva e Terrazzan (2009)
Analogias produzidas por alunos do ensino médio em aulas de física	Zambon e Terrazzan (2013)
Aproximación didáctica a la termodinámica com modelos y literatura de ciencia ficción	Zamorano, Moro e Gibbs (2011)

Fonte: Dados da pesquisa

Após a leitura de cada um dos artigos, eles foram classificados em seis categorias, utilizando como principal critério uma análise descritiva das investigações, com o intuito de verificar as condições e o contexto nos quais a associação das analogias com o ensino e a aprendizagem de Física estava presente. Salienta-se que essa é uma metodologia que requer um processo reiterativo de leitura e releitura do material.

Dessa forma, classificaram-se os artigos de acordo com a essência das analogias no seu contexto, indo ao encontro da temática central desta pesquisa, que é identificar a forma como esse enfoque vem sendo utilizado por diferentes autores, associado a situações didáticas.

Análise dos dados

A classificação dos trabalhos encontrados organiza-se em seis categorias, que, juntamente com o número de ocorrências, são listadas na Tabela 2. As categorias foram estabelecidas mediante leitura e (re)leitura dos artigos.

Tabela 2: Categorias

Categoria	Artigo
Conceitos e fundamentos	2

Relações entre fenômenos	5
Analogias centradas no aluno	4
Analogias centradas no professor	2
Analogias com simulação computacional	2
Figuras de linguagem	2

Fonte: Dados da pesquisa.

Conceitos e fundamentos

Nesta categoria, foram identificados dois trabalhos, os quais apresentam as analogias de forma apenas teórica, com base histórica. Um dos trabalhos refere-se à exploração do diálogo entre a história e a filosofia da ciência, no qual se deu ênfase aos períodos de rupturas e descontinuidades no confronto entre o modelo corpuscular e ondulatório da luz. Para isso, faz uso do recurso analógico na estruturação da hipótese ondulatória da luz. Esse trabalho também questiona o papel das analogias no desenvolvimento das teorias científicas, apontando os malefícios do seu uso exagerado e distorcido. Essa análise é feita com base nas considerações de Bachelard, como se verifica nesta transcrição:

A história do pensamento científico, para Bachelard, mostra que a ciência caminha contra o conhecimento comum, afastando-se do concreto e do perceptível, investindo contemporaneamente em áreas cada vez mais especializadas. Contudo, a necessidade de inferir conclusões sobre o desconhecido, objetivando simular os comportamentos da natureza requer, com frequência, conexões com o que é observável, com imagens e com modelos concretos, para que relações analógicas possam tornar os conhecimentos não familiares acessíveis e inteligíveis (MELO; PEDUZZI, 2007, p. 114).

Observa-se que Bachelard recomenda que as analogias devem ser usadas de maneira moderada, podendo ser deixadas de lado quando necessário, para se tornarem uma boa aliada do ensino. Embora esse estudo não aborde as analogias em sua essência como foco principal, elas fazem parte do contexto, contribuindo com alguns significados e representações.

O segundo trabalho faz uma análise sobre as analogias existentes dentro da terminologia e da eletricidade, referindo-se ao contexto histórico, com vistas a estabelecer relações entre o conhecimento do cientista e as concepções dos alunos, bem como a propiciar discussões conceituais em sala de aula e analisar ideias sobre esses dois ramos da Física ao longo dos anos.

ROSA, C. T. W.; CARDOSO, M. F.; DARROZ, L. M.

Relações entre fenômenos

Nesta categoria, enquadram-se cinco trabalhos, os quais se fundamentam nas relações entre os fenômenos físicos e o uso das analogias. Um dos trabalhos faz uma breve discussão de analogias e sistemas físicos, interligando-as com o tema abordado no próprio artigo e utilizando-as para exemplificá-lo.

O próximo trabalho identificado nessa categoria faz uso de uma analogia existente entre grandezas magnéticas e elétricas, revelando, por meio de fórmulas matemáticas, a existência de semelhanças entre essas grandezas. O autor desse trabalho o conclui mencionando que

No século XIX chegou-se a pensar que para se compreender realmente a Natureza, as teorias físicas destinadas a explicá-la deviam ser susceptíveis de uma interpretação mecânica, garantidora de sua inteligibilidade. Com o advento da Teoria da Relatividade, quando as tensões do éter desapareceram, houve um movimento em sentido oposto procurando-se evitar qualquer traço de explicação ao mecanicista. Quanto à relação entre os potenciais vetorial e escalar explicitada aqui – aquele uma espécie de ‘vento’ deste –, esperamos que, embora ‘the limits to allowable heterodoxy in science are soon reached’ [...], não se considere que a estreita zona tenha sido ultrapassada aqui. Afinal, com ela, conseguiu-se diminuir o número de grandezas eletromagnéticas independentes e revelar semelhanças entre grandezas magnéticas e elétricas (FERREIRA, 2004, p. 362).

O seguinte trabalho procede à análise de transientes de ondas de tensão e à analogia com o fenômeno da reflexão e transmissão de ondas eletromagnéticas, utilizando, também, fórmulas matemáticas para se obter a conexão desejada.

No quarto trabalho, os autores fazem uso de analogias eletrônicas no Ensino de Física, o qual julgam ser uma boa solução para o desenvolvimento e a implementação de experimentos didáticos, fazendo uma ligação com os conceitos e seu emprego por meio da experimentação.

No quinto e último trabalho dessa categoria, a relação entre fenômenos de que o texto trata se dá por meio de um análogo mecânico macroscópico para condutividade, visando à compreensão de como ocorrem as limitações de condutividade elétrica nos metais. Para tal, os

Imagens da Educação, v. 5, n. 3, p. 10-18, 2015.

átomos do metal foram substituídos por obstáculos como pregos em uma tábua, e o campo elétrico, pelo gravitacional. Eis a proposição dos autores:

Imagine uma tábua na qual se colocam pregos, aleatoriamente distribuídos ou segundo uma rede pré-estabelecida. Se esta tábua se inclina criando uma diferença de potencial gravitacional entre seus extremos, uma bolinha de massa m deixada no seu extremo superior, rola plano abaixo, sofrendo no seu caminho colisões com os pregos e sendo acelerada pelo campo gravitacional entre as colisões consecutivas. A situação é, portanto bem parecida com o modelo de Drude para a condução elétrica descrito em muitos textos básicos neste tema. Assim podemos dizer que é um análogo mecânico macroscópico para a condução elétrica (BAGNATO; RODRIGUES, 2006, p. 36).

Analogia centrada no aluno

A categoria foi estabelecida pelo fato de ter se encontrado, durante a pesquisa, alguns artigos que mencionam, direta ou indiretamente, os alunos como geradores de analogias nas aulas de Física, e outros que relatam a aplicação de questionários a estudantes de ensino médio, buscando entender até onde vai o seu pensamento analógico, com base em diferentes situações analógicas que lhes são familiares. Fazem parte desta categoria quatro trabalhos.

No primeiro, é investigado o uso de analogias como recursos didáticos em aulas de Física por parte dos alunos de ensino médio, coletando-se analogias referentes à temática termodinâmica. Os autores iniciam o texto justificando a construção do conhecimento, segundo uma visão construtivista, e defendendo que a aprendizagem somente é efetiva se o aluno atribui significado ao conhecimento que lhe foi ensinado. Para essa atribuição, argumentam, ele precisa criar conexões entre a informação nova e a já conhecida, para o que pode ser útil a mediação do uso de analogias (ZAMBON; TERRAZZAN, 2013).

Os próximos três trabalhos fazem uso de questionários com os alunos. Um deles relata um estudo sobre a familiaridade de estudantes do ensino médio com situações análogas, com a intenção de verificar se tais sujeitos conhecem as situações análogas, para que possam ser utilizadas nas aulas de Física. Outro estudo

utiliza o questionário, a fim de identificar as correspondências estabelecidas e as diferenças identificadas entre análogo e alvo pelos alunos, além de verificar o nível dessas explicações e se estas se aproximam das expectativas criadas pelos autores em atividades didáticas baseadas em analogias para o ensino de modelos atômicos (SILVA; TERRAZZAN, 2008).

O último trabalho, de mesma autoria do anterior, relata a análise da implementação de atividades didáticas com uso de analogias no ensino de conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais em aulas de física do ensino médio, avaliando a influência do recurso analógico na aprendizagem de circuitos elétricos, além de investigar quais características tornam as analogias mais eficientes na compreensão dos conteúdos físicos. Para tal, os autores relatam ter aplicado um questionário a 83 alunos, perguntando se as situações apresentadas lhes eram familiares ou não, resposta que deveria ser justificada. Nesse caso, a análise dos resultados deu-se segundo o modelo desenvolvido por Glynn, Duit e Thiele (1995), denominado de *Teaching With Analogies* (TWA). Tal modelo consiste em seis passos: 1) introduzir o conceito; 2) comentar o conceito análogo; 3) identificar as características relevantes do alvo e do análogo; 4) mapear similaridades; 5) indicar onde a analogia falha; 6) tirar conclusões.

Analogia centrada no professor

Nessa categoria, em que os trabalhos destacados referem-se a uma investigação desenvolvida de forma a analisar o discurso do professor nas aulas de física, incluem-se três trabalhos, sendo dois dos mesmos autores.

O primeiro relata o uso de analogias por professores universitários e busca conhecer que situações os levam a fazer uso dessas figuras de linguagem. Para tal, foram gravados o discurso de um professor universitário e os relatos dos alunos no decorrer de 36 aulas. O autor faz a seguinte explanação sobre o uso de analogias:

Segundo o professor, a utilização da analogia desperta a atenção dos alunos em sala de aula, fazendo com que se sintam mais à vontade na discussão de conceitos, relacionando-os a outros e a situações semelhantes. Para os alunos, além da facilidade da aprendizagem dos conceitos que estão sendo estudados, também essa maneira de o professor ensinar faz com que deixe de lado a 'matematização', que

tem sido entendida como determinante na compreensão de conceitos (BOZELLI; NARDI, 2006, p. 1).

O segundo texto analisa de que modo os professores dão suporte aos estudantes quando estes constroem analogias em sala de aula. Em vista disso, foram analisados os processos interativos discursivos, verificando como ocorrem a laboração, utilização e exploração das analogias nos discursos em aula e se a postura assumida pelo professor no aspecto conversacional tem contribuído ou influenciado no surgimento e na exploração desses recursos.

Analogias com simulação computacional

Para esta categoria, foram selecionados dois trabalhos que se utilizam da ferramenta tecnológica, como *software* de ensino ou planilhas de *Excel*, para a representação de analogias.

O primeiro apresenta uma proposta didática cujo objetivo consiste em ajudar os alunos a compreenderem melhor os conceitos de campo potencial elétrico, com estratégias de ensino pautadas em analogias mediante o uso de uma planilha de dados do *Excel*. Essa planilha consegue fornecer linhas equipotenciais que, antes abstratas ao aluno, agora podem ser visualizadas, graças a uma simulação computacional. O autor observa, nessa perspectiva:

Os alunos fazem confusão entre as linhas de força, equipotenciais e trajetórias. Muitos alunos aprendem a manipular a fórmula sem entender o conceito que ela expressa. Uma maneira de contornar este problema é através do uso da analogia com o campo gravitacional $g = P/m$, ou seja, força gravitacional por unidade de massa [...] (SANTOS; NUNES, 2013, p. 2401).

Por meio de ferramentas gráficas computacionais, o segundo trabalho dá ênfase ao traçado de linhas de corrente, explorando as analogias com o eletromagnetismo e promovendo uma mudança no conhecimento do estudante sobre dinâmica dos fluidos, ao relacionar o conteúdo com analogias eletromagnéticas. O autor faz uso de *softwares* como *Excel* e *MATLAB* para traçar as linhas de corrente, pois acredita que as demonstrações computacionais resultam em motivação. Além disso, entende que programas computacionais dotados de ferramentas que podem ser usadas para mapear escoamento simples enriquecem a

introdução do conteúdo (RAMALHO; SANTOS, 2008, p. 4303).

Figuras de linguagem

Na última categoria, foram identificados dois trabalhos, cada qual envolvendo uma metodologia distinta, porém ambos utilizando-se das figuras de linguagem em seu contexto. O primeiro consiste em um estudo descritivo realizado com alunos da última série do ensino médio e aborda conceitos de termodinâmica por meio de figuras de linguagem de ficção. Tendo como base a leitura de duas histórias, visa identificar conquistas conceituais e desafiar os alunos a interpretar a natureza da energia. O segundo trabalho classifica e discute a utilização de figuras de linguagem (analogias e metáforas) nos livros didáticos de física, segundo o Plano Nacional do Livro Didático (PNLEM) de 2007.

Considerações finais

A opção por identificar, na produção científica nacional, as pesquisas que fazem uso de associações entre analogias e o processo ensino-aprendizagem em Física decorre da necessidade de propor uma reflexão a professores e pesquisadores sobre essa importante temática. De acordo com Duarte (2005), a utilização desses recursos analógicos pode levar o aluno à alcançar potencialidades, como a organização da percepção e desenvolvimento de capacidades cognitivas, tais como a criatividade e a tomada de decisões.

Cabe salientar que o ensino envolvendo analogias pode ser visto como um vilão, se seu uso for exagerado e/ou distorcido, em relação ao foco real, na medida em que pode conduzir a uma interpretação errônea dos conceitos ou conteúdos. Se o ensino, por si só, já é objeto de críticas e julgado no âmbito educacional, fazer uma reflexão sobre ele pensando em mudanças conceituais para ensinar acaba sendo uma tarefa ainda mais difícil. Optou-se, porém, por desenvolver este estudo levando em consideração que, se utilizadas de maneira coerente e correta, as analogias revelam-se ótimas aliadas no desenvolvimento da aprendizagem do educando, ou seja, tornam-se facilitadoras da aprendizagem.

Os resultados obtidos apontam a necessidade de desenvolver pesquisas na área, haja vista que a produção brasileira ainda é

escassa, havendo menos de dois trabalhos por ano. Todavia, a presença da temática nas pesquisas brasileiras demonstra o interesse dos pesquisadores e que tem sido considerado como de valia para o Ensino de Física.

Conclui-se esta pesquisa apontando para a viabilidade de se incluir, no processo de ensino e aprendizagem de física, estratégias metacognitivas com a utilização de recursos analógicos. Ressalta-se, por fim, que as analogias podem facilitar o estabelecimento de correspondências entre os assuntos envolvidos, levando a que conteúdos de um domínio conceitual e não familiar sejam transferidos para um domínio familiar. Assim, pode ser superada a falta de interesse dos educandos pela física, e estes, por sua vez, podem se tornar os construtores da própria aprendizagem.

Referências

- ANDRADE, B. L. de; ZYLBERSZTAJN, A.; FERRARI, N. As Analogias e metáforas no ensino de Ciências à luz da epistemologia de Gaston Bachelard. **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 2, n. 2, p. 1-11, 2002.
- ARAGÓN, M. del M.; BONAT, M.; OLIVA, J. M.; MATEO, J. Las analogías como recurso didáctico en la enseñanza de las ciencias. **Didáctica de las Ciencias Experimentales**, n. 22, p. 119-126, 1999.
- BAGNATO, V. S.; RODRIGUES, V. Análogo mecânico para condutividade elétrica dos metais: Efeito de temperatura. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 28, n. 1, p. 35-39, 2006.
- BOZELLI, F. C. **Analogias e metáforas no ensino de Física: o discurso do professor e o discurso do aluno**. 2005. 232f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Bauru, 2005.
- BOZELLI, F. C.; NARDI, R. O uso de analogias no ensino de física em nível universitário: interpretações sobre os discursos do professor e dos alunos. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 6, n. 3, p. 1-17, 2006.
- BOZELLI, F. C.; NARDI, R. Interações discursivas e o uso de analogias no ensino de física. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 17, n. 1, p. 81-107, 2012.
- CALEGARI, F. A. Análise dos transientes de ondas de tensão em ambos os extremos de uma linha quarto de onda e analogia com o fenômeno de reflexão e transmissão de ondas eletromagnéticas. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 33, n. 2, p. 2307/1-2307/5, 2011.
- CACHAPUZ, A. Linguagem metafórica e o ensino das ciências. **Revista Portuguesa de Educação**, v. 2, n. 3, p. 117-129, 1989.
- CINDRA, J. L.; TEIXEIRA, O. P. B. A evolução das ideias relacionadas aos fenômenos térmicos e elétricos: algumas similaridades. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 22, n. 3, p. 379-399, 2005.
- DALL'AGNOL, F. F. Wave propagation in a non-uniform string. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 33, n. 4, p. 4306/1-4306/5, 2011.
- DUARTE, M. C. Analogias na Educação em Ciências: contributos e desafios. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 10, n. 1, p.7-29, 2005.
- DUIT, R. On the role of analogies and metaphors in learning science. **Science Education**, v. 75, n. 6, p. 649-672, 1991.
- FERREIRA, G. F. L. Como o potencial vetor deve ser interpretado para revelar analogia entre grandezas magnéticas e elétricas. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 26, n. 4, p. 359-363, 2004.
- GENTNER, D. Structure-Mapping a theoretical framework for analogy. **Cognitive Science**, v. 7, p. 155-170, 1983.
- GLYNN, S. M.; LAW, M.; GIBSON, N.; HAWKINS, C. H. **Teaching science with analogies: a resource for teachers and textbooks authors**. 1998. Disponível em: <http://curry.virginia.edu/go/clic/nrrc/scin_ir7.html>. Acesso em: 12 out. 2014.
- GLYNN, S. M.; DUIT, R.; THIELE, R. B. Teaching science with analogies: a strategy for constructing knowledge. In: GLYNN, S. M.; DUIT, R. (Eds.). **Learning science in the**

- schools: research reforming practice.** Mahwah, NJ: Erlbaum, 1995. p. 247-273.
- GODOY, L. A. Sobre La Estructura de las Analogías en Ciencias. **Interciencia**, v. 27, n. 8, p. 422-429, 2002.
- JORGE, W. Analogia no ensino da Física. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 7, n. 3, p. 196-202, 1990.
- LAWSON, A. E. The importance of analogy: a prelude to the special issue. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 30, n. 10, p. 1291-1307, 1993.
- MELO, A. C. S.; PEDUZZI, L. Contribuições da epistemologia bachelandiana no estudo da história da óptica. **Ciência & Educação**, v. 13, n. 1, p. 99-126, 2007.
- RAMALHO, M. V. C.; SANTOS, M. B. L. Abordando a dinâmica dos fluidos por uma via intuitiva, embora de validade restrita: princípio da superposição. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 30, n. 4, p. 4303/1 – 4303/10, 2008.
- ROCHA, R.; MARTINS-FILHO, I.; MACHADO, R.F. Analogia eletrônica no ensino de Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 27, n. 2, p. 211-218, 2005.
- ROSA, C. T. W.; ROSA, Á. B. O ensino de ciências (Física) no Brasil: da história às novas orientações educacionais. **Revista Iberoamericana de Educación**, v. 58, n. 2, p. 1-24, 2012.
- SANTOS, W. T. **Analogias e metáforas: pontes para o conhecimento.** Seminário de cognitivismo, pedagogia e informática. Petrópolis, RJ: Universidade Católica de Petrópolis, 1998. disponível em: <<http://www.waynesantos.com.br/obras%20completas.php>>. Acesso em: 25 out. 2015.
- SANTOS, A. C. F.; NUNES, L. N. Utilizando analogias para a visualização de equipotenciais com uma planilha de dados. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 35, n. 2, p. 2401/1-2401/9, 2013.
- SILVA, C. A. S.; MARTINS, M. I. Analogias e metáforas nos livros didáticos de física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 27, n. 2, p. 255-287, 2010.
- SILVA, L. L.; TERRAZZAN, E. A. Correspondências estabelecidas e diferenças identificadas em atividades didáticas baseadas em analogias para o ensino de modelos atômicos. **Experiência em Ensino de Ciências**, v. 3, n. 2, p. 21-37, 2008.
- _____.; _____. Familiaridade de alunos de ensino médio com situações análogas. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 26, n. 1, p. 145-172, 2009.
- _____.; _____. As analogias no ensino de conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais em aulas de física do ensino médio. **Experiência em Ensino de Ciências**, v. 6, n. 1, p. 133-154, 2011.
- ZAMBON, L. B.; TERRAZZAN, E. A. Analogias produzidas por alunos do ensino médio em aulas de física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 35, n. 1, p. 1505/1-1505/9, 2013.
- ZAMORANO, R. O.; MORO, L. E.; GIBBS, H. M. Aproximación didáctica a la termodinámica com modelos y literatura de ciencia ficción. **Ciência & Educação**, v. 17, n. 2, p. 401-419, 2011.

Recebido em: 31/12/2014

Aceito em: 22/04/2015