

## **Analogias no estudo de eletricidade nos livros didáticos de física**

**Cleci T. Werner da Rosa, Renato Pereira Cótica e Luiz Henrique Pereira**

Universidade de Passo Fundo (UPF), Rio Grande do Sul, Brasil. Emails: [cwerner@upf.br](mailto:cwerner@upf.br), [renatocotica@hotmail.com](mailto:renatocotica@hotmail.com), [lh@upf.br](mailto:lh@upf.br)

**Resumo:** O presente texto volta-se ao estudo das analogias presentes nos livros didáticos de física, conteúdo de eletricidade, bem como discorre sobre sua importância para o ensino. Para isso, apresenta inicialmente o conceito de analogia e a classificação adotada para o estudo, salientando os cuidados que se deve tomar ao recorrer a elementos metafóricos e às figuras de linguagem. A partir do referencial adotado, são analisadas e classificadas as analogias encontradas em eletricidade nos livros indicados pelo Plano Nacional do Livro Didático (PNLD) ano de 2012. Os resultados obtidos são apresentados em formato de tabelas, que contemplam as analogias encontradas nos livros investigados, sua classificação e análise. O destaque é dado nos conceitos físicos nos quais as analogias são mais utilizadas, sugerindo possibilidades de melhorá-las. Os resultados ainda apontam a existência de um relevante número de figuras metafóricas e de linguagem criadas e utilizadas no estudo de eletricidade e revelam que esse uso é importante no processo ensino-aprendizagem de física, no entanto, deve ser utilizado como uma "válvula de escape", uma alternativa didática para conteúdos que não estão sendo entendidos ou que, tradicionalmente, se mostram de difícil compreensão.

**Palavras-chave:** analogias, eletricidade, livros didáticos, ensino física.

**Title:** Analogies in the study of electricity on physics textbooks

**Abstract:** This text is devoted to the study of the analogies present in Physics textbooks, content of electricity, as well as discusses its importance for teaching. For that, first introduces the concept of analogy and the classification adopted for the study, emphasizing the care that must be taken when resorting to metaphorical elements and figures of speech. Based on referential adopted, are analyzed and classified analogies found into electricity in the books listed by the National Plan Textbook (NPT) of 2012. The obtained results are presented in table format, which consider the analogies found in the books investigated, as well as their classification and analysis. The emphasis is placed on physical concepts on which the analogies are more used, and are suggested possibilities to improve them. The results also point out the existence of a significant number of metaphorical and language figures created and used in the study of electricity, and show that this use is important in the teaching-learning process of physical, however, this practice should be used as an "escape valve", as an educational alternative for contents that are not being understood or that, traditionally, are difficult to understand.

**Keywords:** analogies, electricity, textbooks, physics teaching.

## **Introdução**

Quem nunca se deparou com uma situação na qual foi necessário pensar uma maneira mais fácil para explicar algo a outra pessoa? Quando isso ocorre, comumente procuramos, na explicação, envolver elementos já conhecidos pelo interlocutor para que este possa, ao estabelecer relações, entender algo que ainda não conheça. Quando fazemos isso, estamos aplicando uma analogia.

Nos livros didáticos, frequentemente percebemos o recurso a analogias como forma de ilustrar um determinado conteúdo, principalmente quando se trata de conhecimentos abstratos e/ou distantes do cotidiano dos alunos. Por ser, este, um facilitador nas explicações, os autores vêm recheando as obras didáticas com elementos análogos, sem, contudo, analisar a pertinência e a concepção de ciência que isso provocará nos estudantes. Nos últimos anos, em razão da evolução gráfica/editorial na publicação dos livros – os quais recorrem de forma exaustiva a ilustrações e explicações mediadas por esquemas, a nível de poderem ser considerados “poluídos” – tal situação tem sido relativamente agravada.

Para exemplificar a situação e proceder a uma análise frente à qualidade das analogias utilizadas nas obras didáticas, o presente estudo estabelece como recorte o conteúdo de eletricidade nos livros didáticos de física indicados no Plano Nacional do Livro Didático do ano de 2012. Dessa forma, tem-se como objetivo a identificação, a classificação e a análise das analogias presentes nas referidas obras, bem como a reflexão acerca de sua pertinência.

## **Fundamentação teórica**

As analogias têm sido historicamente utilizadas pelo ser humano, de todas as idades, na construção do saber, seja este relacionado ao conhecimento, seja voltado para si mesmo ou para outro indivíduo. Isso faz com que essa figura de linguagem se constitua como uma importante ferramenta de auxílio ao ensino-aprendizado, sendo considerada “por muitos pesquisadores como um importante componente da cognição humana” (Dagher, 1995 apud Ferry; Nagem, 2008, p. 44). Mas a utilização das analogias no ensino não deve apenas ficar na espontaneidade do livro didático ou do aluno, o professor tem papel importante na sua implementação em sala de aula e pode fazer isso recorrendo a propostas didáticas como a de Glynn (1989) ou a modelos como o *Teaching With Analogies* (TWA).

As analogias vêm sendo gradativamente utilizadas no ensino de ciências, contudo, observamos nas pesquisas uma crescente preocupação acerca da influência de seu uso na aprendizagem dos alunos e do papel desse recurso na construção dos conceitos. As figuras de linguagem favorecem a compreensão de conteúdos, principalmente os considerados mais complexos, de difícil entendimento pelos alunos. Sobre isso, Silva e Terrazzan, ao relatarem a importância das analogias na compreensão dos conteúdos, mencionam a fala do editor do *Journal of Research in Science Teaching* (edição 30, v. 30). O editor destaca que as analogias são

importantes na construção de conceitos teóricos, como, por exemplo, o conceito de átomo, e ressalta que, embora estudantes não possam experimentar diretamente a natureza de átomos, podem ter contato com outros materiais de vários tamanhos, que contribuirão na formação da percepção necessária (2011, p. 32).

Nessa perspectiva, relevante pontuar que, nas últimas décadas, a pesquisa sobre o emprego de analogias no processo ensino-aprendizagem vem crescendo significativamente, o que implica, naturalmente, a disponibilidade de expressivo acervo de literatura especializada contemplando as possibilidades de utilização desse recurso em sala de aula, conforme destacado por Ferry e Nagem (2008). Moreira et al. (2010, p. 171), fazendo referência aos trabalhos de Duit (1991), Duarte (2005) e outros, destacam algumas dessas potencialidades, a saber:

1. levam à ativação do raciocínio analógico;
2. organizam a percepção;
3. desenvolvem capacidades cognitivas como a criatividade e a tomada de decisões;
4. tornam o conhecimento científico mais inteligível e plausível;
5. facilitam a compreensão e visualização de conceitos;
6. podem promover o interesse dos alunos;
7. constituem instrumentos facilitadores na mudança conceitual;
8. permitem perceber, de uma forma mais evidente, eventuais concepções alternativas;
9. podem ser usadas para avaliar o conhecimento e a compreensão dos alunos.

Tais vantagens e potencialidades estão relacionadas ao auxílio que as analogias proporcionam no processo de construção dos conceitos. Sobre isso, digno de nota é o fato de que sua presença não ocorre somente em pesquisas, sendo também referenciadas em textos oficiais, como os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio PCNEM (2000). Em termos do ensino de física, nos PCN+ (2002), que complementam os PCNEM, a presença das analogias é evidenciada quando se faz menção às competências que os alunos deverão apresentar ao final do Ensino Médio, conforme relatam Silva e Martins (2010, p. 261): "Analisando essas competências, verificamos, nas analogias e metáforas, o favorecimento na sua aquisição".

Nesse contexto, fica evidenciado que as analogias estão presentes nas pesquisas e nos textos oficiais relacionados ao ensino de ciências, enaltecendo seu papel na construção dos saberes e no desenvolvimento das competências e habilidades, conforme relatam os PCN+ (2002). Além disso, elas se fazem presentes nos manuais e livros didáticos, mostrando que sua função transcende opções didáticas e mostram-se fundamentais para a formação de determinados conceitos, principalmente os de natureza mais abstrata.

Com relação ao livro didático, é importante mencionar que ele vem ganhando espaço cada vez mais significativo na educação brasileira e a distribuição de exemplares às escolas públicas do país pelo Plano Nacional do Livro Didático reforçou tal importância. Com a gratuidade dessas obras e sua oferta nas escolas, os professores aumentaram sua utilização, conforme mencionado por Silva e Martins (2010).

No PNLD, há um considerável número de obras a disposição do professor, cabendo a este a decisão por sua utilização. Por contar com tal autonomia, é importante que o professor esteja bem informado sobre essas obras. Para isso, o professor recebe o exemplar e procede à sua análise, podendo inclusive recorrer à ficha de avaliação da obra disponível na *web*. Nessa ficha, dentre os quesitos a serem considerados, está a presença de analogias e metáforas. Os livros recomendados pelo PNLD passam por uma avaliação, a qual dedica parte específica à análise do uso de analogias e metáforas, uma vez que, nessas publicações, estão presentes textos (verbais e não verbais) que acabam utilizando figuras de linguagem, exemplo e analogia.

Nesse contexto, é importante distinguir analogia de metáfora ou exemplo. Analogia é uma comparação direta entre duas estruturas que apresentam similaridades; metáfora é comparação com uma palavra, e é indireta; e exemplo, por sua vez, refere a algo que tem mesma estrutura e característica, algo igual.

Sobre isso, precisamos ter clareza do que são analogias e de como elas podem ser empregadas no ensino de física. A literatura apresenta uma diversidade de definições para o conceito de analogias, conforme mostram Ferry e Nagem (2008). Os autores apresentam algumas das definições mais utilizadas, relatando, a partir do estudo de Abbagnano (1999), a existência de um núcleo comum centrado em dois significados: o primeiro é o sentido próprio e restrito, extraído do uso matemático (equivalente à proporção) de igualdade de relações; o segundo, no sentido de extensão provável do conhecimento mediante o uso de semelhanças genéricas que se podem aduzir entre situações diversas (Ferry; Nagem, 2008).

Diante da diversidade de conceito, mencionamos que para fins do presente estudo, optamos por valermos-nos da definição proposta por Silva e Terrazzan, por considerarmos esta a mais próxima do ensino de física. No entender dos autores:

[...] uma analogia é definida como uma comparação entre dois conceitos/fenômenos/assuntos que mantém certa relação de semelhança entre ambos. Os elementos que constituem uma analogia são: o *análogo* (representa o conhecimento já familiar, é aquele onde há diferenças bem nítidas), o *alvo* (representa o conhecimento desconhecido) e as *relações analógicas* (conjunto de relações que se estabelecem, sejam elas de semelhança ou de diferença, permitindo a compreensão/entendimento do alvo) (2008, p. 22, grifos dos autores).

Outro aspecto a ser considerado no estudo de analogias é a importância da sua avaliação. Para isso é pertinente discutir os cuidados que necessitamos ter ao recorrer a elas no ensino. Dagher (1995) salienta isso destacando que algumas vezes é possível que se cause um efeito

indesejado, tampouco planejado. Continua o autor mencionando a necessidade de conhecer as condições para que se alcance resultados promissores. Nesse caso, ele menciona a importância da seleção de análogos, especialmente falando do contexto da sala de aula. Para Silva e Terrazzan (2009) torna-se imprescindível que o professor tenha informações sobre o grau de familiaridade dos estudantes com os análogos para que eles possam ser considerados efetivamente na preparação de atividades didáticas.

Há que se levar em conta, ainda, a questão cultural e a época em que a analogia foi estabelecida, pois, na transição para outra cultura ou época, o análogo pode deixar de ser compreendido. Fazendo referência ao modelo atômico de Thomson e o pudim com passas, Silva e Terrazzan (2009, p. 162) relatam que tal analogia “deveria fazer sentido para as pessoas no contexto histórico de sua elaboração, ou seja, na Inglaterra do final do séc. XIX, início do séc. XX”. No entanto, atualmente ele não faz mais sentido, ou seja, “aqui não existe pudim de passas, sendo, portanto, uma questão cultural”.

A analogia mencionada pelos autores exemplifica um uso que foi perpetuado no ensino, em diferentes culturas e épocas, apesar de, em muitos casos, estar fora do contexto no qual o ensino ocorre. Os livros didáticos, independentemente do nível de escolarização e em muitos idiomas, apresentam essa analogia, demonstrando ter sido ela a relação mais próxima e de maior facilidade de entendimento do modelo elaborado pelo cientista. Da mesma forma e ainda com relação ao modelo de Bohr, se tem a analogia com o sistema solar, sendo o núcleo representado pelo sol e os elétrons pelos planetas que orbitam ao seu redor. Apesar de ter sofrido várias críticas, esse modelo ainda se encontra em voga, demonstrando que para a aprendizagem ou a construção de saberes complexos e abstratos a comparação com outros saberes se mostra uma importante ferramenta.

### **Contexto e metodologia**

O exposto sobre analogia somado ao objetivo do presente estudo, leva ao questionamento sobre o ensino de eletricidade: quais as analogias utilizadas pelos autores? Elas são unânimes como o pudim de passas ou variam de acordo com o entendimento do autor? As analogias apresentam todas a mesma função ou podem ser utilizadas com diferentes objetivos?

Para responder a esses questionamentos recorre-se a uma pesquisa do tipo qualitativa, na qual busca-se, conforme destacado por Triviños (1994), analisar e compreender a realidade dos dados coletados, permitindo, de um lado, apreender as atividades de investigação que podem ser denominadas como específicas e, de outro, identificar os traços comuns. Dessa forma, a pesquisa parte de dados quantitativos para centrar sua discussão e explicação a partir do referencial teórico do estudo.

Como recorte do estudo como objetivo de identificar as analogias presentes no universo das obras didáticas, estabelece-se como recorte da pesquisa o tópico de eletricidade presente nos livros didáticos de Física recomendados pelo Plano Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio (PNLDEM) no ano de 2012.

Livro	Referência bibliográfica
1	Silva, Claudio Xavier da; BARRETO, Benigno Filho. <i>Física aula por aula, volume 3</i> . São Paulo: FTD, 2008.
2	Gaspar, Alberto. <i>Física</i> . São Paulo: Ática, 2002.
3	Shigekiyo, Carlos Tadashi. et al. <i>Os alicerces da Física, 3: eletricidade</i> . 14 ed. São Paulo: Saraiva, 2007
4	Sant'anna, Blaidi. et al. <i>Conexões com a Física</i> . São Paulo: Moderna, 2010.
5	Menezes, Luís Carlos de. et al. <i>Física, 2º ano: ensino médio</i> . São Paulo: Editora PD, 2010.
6	Biscuola, Gaulter José. et al. <i>Física, 3</i> . São Paulo: Saraiva, 2010.
7	Pietrocola, Maurício. et al. <i>Física em Contextos : pessoal, social e histórico: eletricidade e magnetismo, ondas eletromagnéticas, radiação e matéria</i> . São Paulo: FTD, 2010.
8	Máximo, Antônio; Alvarenga, Beatriz. <i>Curso de Física, volume 3</i> . São Paulo: Scipione, 2010.
9	Torres, Carlos Magno A. et al. <i>Física – Ciência e Tecnologia: volume 3</i> . 2 ed. São Paulo: Moderna, 2010.
10	Gonçalves, Aurelio Filho; Toscano, Carlos. <i>Física e realidade: ensino médio física, 3</i> . São Paulo: Scipione, 2010.

Tabela 1.- Livros didáticos recomendados pelo PNLEM/2012. Fonte: Catálogo do Programa Nacional do livro para o Ensino Médio: PNLEM/2012

A partir desse recorte e da identificação das obras, coletaram-se os dados de forma a destacar os diferentes momentos em que as analogias se faziam presente nestas obras. De posse desses dados, procedeu-se a sua categorização e análise. A perspectiva teórica adotada para tanto foi a análise do conteúdo na concepção de Laurence Bardin (2004). Na análise do conteúdo o foco central é a compreensão aprofundada do teor apresentado nos dados de modo a subsidiar as discussões e dando significado a esses dados. Para isso, a autora infere o uso de categorias como espaço para discutir e refletir esses dados. Tais categorias podem estar definidas a priori ou ser construídas com base na leitura do material coletado. No caso da análise das obras que são objeto de estudo desta pesquisa, adotam-se categorias já estão definidas na literatura pertinente, constituindo-se portanto, como categorias a priori.

As categorias adotadas nesta pesquisa são as propostas por Silva e Martins (2010) que tomam por referência a classificação sobre analogias em textos apresentado por Curti e Reigeluth (1984). De acordo com os autores, tal opção decorre de uma análise prévia sobre o tipo de analgias frequentemente utilizados pelos professores de Física, cuja análise remete a identificação de que elas aparecem na forma estrutural e na forma funcional, enquadrando-se na classificação de Curti e Reigeluth (1984).

Dessa forma, temos os seguintes critérios definidos para a constituição das categorias de análise dos dados:

a) Relação analógica: distingue a estrutura do funcionamento de uma analogia, mostrando que essa poderá apresentar uma ou outra relação, ou ainda, ambas.

Relação estrutural: uma característica física entre o veículo e o alvo é similar ou uma semelhança é construída.

Exemplo: Nenhuma analogia de caráter estrutural foi encontrada durante a pesquisa.

Relação funcional: funções similares entre o veículo e o alvo são analisadas.

Exemplo: “Esse fato tem analogia com o campo gravitacional que existe na região do espaço que envolve um planeta. Por exemplo: um corpo de massa  $m$  colocado em um ponto qualquer dessa região fica sujeito a uma força de natureza gravitacional” (Torres et al., 2010, p. 28).

Relação estrutural-funcional: combina a relação estrutural e funcional.

Exemplo: “Para entender como acontece o aquecimento de um condutor, pensa em vários carros tentando acessar uma via estreita ao mesmo tempo no horário de maior trânsito do dia. A possibilidade de colisões é maior do que em horários de menor fluxo de veículos, certo? Essa comparação é válida para a corrente elétrica no condutor: quanto maior a resistência imposta para o trânsito das cargas negativas, maior o número de colisões entre elas. A energia das colisões é convertida em calor, causando o aquecimento da fiação” (Pietrocola et al., 2010, p. 56).

#### b) Formato de apresentação

Verbal: explicada somente por palavras.

Exemplo: “Quando consideramos, por exemplo, uma quadra de vôlei em que está ocorrendo um jogo, estamos falando de um espaço onde estão acontecendo interações que seguem as regras do vôlei, durante certo tempo. Quando o jogo termina, a quadra deixa de ser um campo, porque as interações deixaram de existir” (Silva; Barreto, 2008, p. 40).

Imagem-verbal: a analogia escrita é reforçada por figuras.

Exemplo: “No mapa topográfico, as linhas indicam altitudes. Ao percorrer uma mesma linha, temos uma mesma altitude. No campo elétrico, as linhas e as superfícies equipotenciais representam os potenciais elétricos nessa região. Ao percorrer uma mesma equipotencial, encontramos um mesmo potencial” (Menezes et al., 2010, p. 62).

#### c) Condição

Concreto/concreto: Veículo e alvo são de natureza concreta.

Exemplo: nenhuma analogia de caráter concreto/concreto foi encontrada durante a pesquisa.

Abstrato/abstrato: veículo e alvo são de natureza abstrata.

Exemplo: “[...] a interação elétrica deveria ser descrita por uma lei semelhante à da interação gravitacional – a atração ou repulsão entre cargas elétricas deveria ser também diretamente proporcional ao produto das cargas elétricas, grandeza equivalente à massa na interação gravitacional, e inversamente proporcional à distância” (Gaspar, 2002, p. 21).

Concreto/abstrato: o veículo é de natureza concreta e o alvo natureza abstrata.

Exemplo: "Quando um corpo cai em direção à Terra, como o livro que escorrega de nossas mãos, percebemos claramente a existência de campo gravitacional terrestre. Mas esse campo existe mesmo que não observemos nada caindo. De forma análoga, um campo elétrico existe independentemente do movimento de uma carga atraída ou repelida. A carga que colocamos em um ponto para verificar a existência ou não de um campo elétrico na região é uma carga de prova ou carga-teste, e não é ela responsável pela geração do campo" (Sant'anna et al., 2010, p. 42).

d) Nível de enriquecimento

Simple: são apresentados o veículo, o alvo e um "conector" entre eles.

Exemplo: "Um corpo de massa  $m$  é atraído para o centro da Terra com uma força de módulo  $P$ , correspondente ao peso do corpo. A razão entre  $P$  e  $m$  é igual ao valor da aceleração da gravidade ( $g$ ):  $P/m = g$ . Quando uma carga de prova  $q$  é colocada em um ponto do espaço e sofre a ação de uma força de módulo  $F$ , dizemos que a razão entre  $F$  e  $q$  é igual ao módulo do campo elétrico  $E$  naquele ponto:  $F/q = E$ " (Sant'anna et al., 2010, p. 42-43).

Enriquecida: além do veículo e do alvo, trabalha ao menos uma relação.

Exemplo: "De modo análogo, se uma mola sofre deformação, a força elástica que atua nela pode provocar uma variação na sua energia potencial elástica. Portanto, uma força elétrica que atua sobre um partícula ou corpo eletrizado, dentro de um campo elétrico, pode provocar uma variação de natureza elétrica (energia potencial elétrica) na sua energia" (Shigekiyo, 2007, p. 75; destaque dos autores).

Estendida: apresenta o veículo, o alvo, a relação ou relações, entre eles, com ao menos uma limitação.

Exemplo: "No volume 1, você conheceu a lei da Gravitação Universal, elaborada por Isaac Newton:  $F_G = G \cdot (m_1 \cdot m_2) / d^2$ . Comente as possíveis semelhanças e/ou diferenças entre essa força e a força de interação eletrostática" (Pietrocola et al., 2010, p. 37).

A partir dessa classificação, procedeu-se à análise das obras selecionadas para a pesquisa.

## **Resultados e discussão**

Em uma perspectiva mais ampla e utilizando a classificação apresentada na Tabela 1, a tabela a seguir (Tabela 2) apresenta o número de analogias totais encontradas nas obras analisadas.

Os resultados apresentados referem-se ao conteúdo de eletricidade nas obras relacionadas na Tabela 1, incluindo os textos explicativos, exemplos, tópicos especiais e exercícios de diferentes naturezas.

A tabela a seguir descreve as analogias encontradas no Livro 1 apresentado na Tabela 1.

Verificamos na presente obra a existência de sete analogias, todas com algum elemento (veículo ou alvo) de caráter abstrato, enfatizando a importância do seu uso para explicar conceitos que não são de natureza

concreta. Isso levou a se estabelecer relações analógicas apenas de caráter estrutural/funcional ou somente funcional.

<b>Todos os livros</b>	<b>Classificação</b>	<b>Analogias – 7</b>
Relação analógica	Estrutural	--
	Funcional	38
	Estrutural/funcional	27
Formato de apresentação	Verbal	34
	Imagem/verbal	31
Condição	Concreto/concreto	--
	Abstrato/abstrato	34
	Concreto/abstrato	31
Nível de enriquecimento	Simple	3
	Enriquecida	50
	Estendida	12

Tabela 2.- Classificação das analogias nos dez livros. Fonte: dados da pesquisa, 2013.

<b>Livro 1</b>	<b>Classificação</b>	<b>Analogias - 7</b>
Relação analógica	Estrutural	--
	Funcional	4
	Estrutural/funcional	3
Formato de apresentações	Verbal	3
	Imagem/verbal	4
Condição	Concreto/concreto	--
	Abstrato/abstrato	4
	Concreto/abstrato	3
Nível de enriquecimento	Simple	1
	Enriquecida	5
	Estendida	1

Tabela 3.- Classificação das analogias no Livro 1. Fonte: dados da pesquisa, 2013.

Quatro das sete analogias encontradas no livro utilizaram imagens para facilitar a compreensão. Com relação ao nível de enriquecimento o número reduzido encontrado mostra que os autores têm por objetivo que o leitor conclua quais são as diferenças entre o veículo e o alvo e em um caso que ele mesmo faça a relação analógica.

Notamos na obra muitas analogias no conteúdo de eletricidade, 19 ao total. Como já previsto, não foi estabelecida nenhuma relação analógica de caráter estrutural e em todas as analogias um dos elementos (veículo ou alvo) é abstrato, o que ocorre devido ao fato de se estar trabalhando com conceitos que não podemos simplesmente ver. Podemos ver suas consequências, mas não é possível ver uma corrente elétrica passando por um fio condutor ou elétrons indo de um corpo para outro. Nesse livro foram encontradas seis analogias, das quais cinco estão na seção de eletrostática. Esse fato remete a que quatro dessas seis analogias apresentem relação analógica funcional, pois os conteúdos dessa parte da eletricidade geralmente são relacionados com conteúdos de mecânica (força e campo gravitacional), ocasionando também quatro analogias com veículo e alvo de origem abstrata.

<b>Livro 2</b>	<b>Classificação</b>	<b>Analogias – 19</b>
Relação analógica	Estrutural	--
	Funcional	8
	Estrutural/funcional	11
Formato de apresentação	Verbal	13
	Imagem/verbal	6
Condição	Concreto/concreto	--
	Abstrato/Abstrato	5
	Concreto/Abstrato	14
Nível de enriquecimento	Simples	--
	Enriquecida	14
	Estendida	5

Tabela 4.- Classificação das analogias no Livro 2. Fonte: dados da pesquisa, 2013.

O autor utilizou muitas analogias verbais, mas quando recorreu a uma mais elaborada e que poderia ser de difícil entendimento, não hesitou em utilizar imagens para melhor compreensão. E falando sobre o nível de enriquecimento, o autor não utilizou nenhuma analogia que somente apresentasse o veículo e o alvo, tão somente preocupou-se em apresentar a comparação entre eles e, em alguns casos, mostrou até mesmo as diferenças (analogia de nível estendida).

<b>Livro 3</b>	<b>Classificação</b>	<b>Analogias – 6</b>
Relação analógica	Estrutural	--
	Funcional	4
	Estrutural/funcional	2
Formato de apresentação	Verbal	3
	Imagem/verbal	3
Condição	Concreto/concreto	--
	Abstrato/abstrato	4
	Concreto/abstrato	2
Nível de enriquecimento	Simples	--
	Enriquecida	5
	Estendida	1

Tabela 5.- Classificação das analogias no Livro 3. Fonte: dados da pesquisa, 2013.

Metade das analogias utilizou imagens, o que, como já destacado neste trabalho, em muito auxilia a compreensão e a correta leitura da analogia. Outro fator que auxilia o seu entendimento é o nível de enriquecimento da metáfora usada. No caso deste livro, percebeu-se uma de nível estendida e cinco de nível enriquecida. No quarto livro avaliado, foram encontradas oito analogias, todas referentes ao estudo de eletrostática. Com isso, enfatizamos que, nesse tipo de conteúdo (com o qual o aluno só tem contato em um breve período de sua vida), o uso de analogias é bem vindo e de grande utilidade. Percebeu-se, com as análises, que os autores também compactuam dessa preocupação, já que em eletrodinâmica (conteúdo cujas aplicações podem ser testemunhadas no seu cotidiano) esse recurso não é empregado.

<b>Livro 4</b>	<b>Classificação</b>	<b>Analogias – 8</b>
Relação analógica	Estrutural	--
	Funcional	8
	Estrutural/funcional	--
Formato de apresentação	Verbal	5
	Imagem/verbal	3
Condição	Concreto/concreto	--
	Abstrato/Abstrato	7
	Concreto/Abstrato	1
Nível de enriquecimento	Simples	1
	Enriquecida	7
	Estendida	--

Tabela 6.- Classificação das analogias no Livro 4. Fonte: dados da pesquisa, 2013.

Todas as relações analógicas são funcionais, elemento que tem caráter de obviedade, uma vez que geralmente as analogias encontradas no estudo de eletrostática têm o veículo na mecânica, sendo as comparações feitas com a força e o campo. E sete das oito analogias têm veículo e alvo de natureza abstrata, apesar de serem diferentes (relação analógica e condição). Na maioria dos casos de condição abstrato/abstrato, se estabelece uma relação analógica funcional, como pode ser visto na análise deste livro.

Em relação aos níveis de enriquecimento das analogias encontradas, sete são enriquecidas e somente uma é simples. Sobre isso, pertinente salientar que seria importante que houvesse analogias de nível de enriquecimento estendida, pois quando os autores não apontam a(s) diferença(s) do veículo para o alvo, essa leitura acaba sendo exigida do aluno e/ou professor, sendo possível que, nesse processo, seja alterado o “ponto de chegada” originalmente pensado pelos autores quando decidiram recorrer a uma analogia para uma explicação. Este livro tem o seu conteúdo de eletricidade trabalhado de forma um pouco diversa do “tradicional”, ele não aborda tantos conceitos como tradicionalmente são tratados em livros na parte de eletricidade (exemplo: eletrização, vetor campo elétrico, linhas de campo, etc.). Em razão disso, havia um número menor de páginas a serem lidas. No livro, os conceitos de eletricidade estão relacionados à eletrodinâmica, no entanto, é estabelecida relação com a eletrostática, não sendo, contudo, tais conceitos, separados dentro do livro. É um livro que diferencia mais a corrente contínua da corrente alternada, usa uma analogia para explicar corrente elétrica, e evidencia que esta é somente válida para corrente contínua, e não para alternada. Outra característica desse livro é que ele traz o conteúdo de magnetismo na mesma unidade do de eletricidade, apenas os separando por páginas.

Nessa publicação, encontramos três analogias no estudo de eletricidade, sendo duas estruturais/funcionais e uma funcional, duas analogias utilizando imagens e uma não, duas comparando veículo de natureza concreta com alvo de natureza abstrata e uma comparando veículo e alvo de natureza abstrata. Uma das três analogias possui nível de enriquecimento estendida e as outras duas enriquecidas. O fato de não

haver muitas analogias na publicação limita nossa análise sobre as características destas, pois não há um parâmetro para seguir.

<b>Livro 5</b>	<b>Classificação</b>	<b>Analogias – 3</b>
Relação analógica	Estrutural	--
	Funcional	1
	Estrutural/funcional	2
Formato de apresentação	Verbal	1
	Imagem/verbal	2
Condição	Concreto/concreto	--
	Abstrato/abstrato	1
	Concreto/abstrato	2
Nível de enriquecimento	Simple	--
	Enriquecida	2
	Estendida	1

Tabela 7.- Classificação das analogias no Livro 5. Fonte: dados da pesquisa, 2013.

<b>Livro 6</b>	<b>Classificação</b>	<b>Analogias – 3</b>
Relação analógica	Estrutural	--
	Funcional	1
	Estrutural/funcional	2
Formato de apresentação	Verbal	1
	Imagem/verbal	2
Condição	Concreto/concreto	--
	Abstrato/abstrato	1
	Concreto/abstrato	2
Nível de enriquecimento	Simple	--
	Enriquecida	2
	Estendida	1

Tabela 8.- Classificação das analogias no Livro 6. Fonte: dados da pesquisa, 2013.

No sexto livro analisado, foram encontradas três analogias que apresentam características similares, todas funcionais, imagem/verbais e com veículo e alvo de natureza abstrata. A única característica que os difere é que uma das analogias é de nível de enriquecimento estendida e as outras duas enriquecidas. O livro, por ser de autoria de dois engenheiros eletricitas, apresenta uma linguagem mais técnica no estudo sobre eletricidade, o que pode dificultar o aprendizado. Analogias poderiam facilitar o entendimento dos termos técnicos com a linguagem que os professores sabem/tem do conhecimento. Este livro apresentou seis analogias no estudo de eletricidade, das quais uma tem caráter bem interessante. Esclarecemos, sobre isso, que embora já tenham sido encontradas outras ocorrências desse tipo na pesquisa, queremos chamar atenção para esta e para esse tipo de recurso. Essa é uma analogia de nível de enriquecimento estendida, mas tão somente estendida, pois ela faz um questionamento ao leitor, que é solicitado a estabelecer semelhanças e diferenças entre força gravitacional e força elétrica, apesar de ela não apresentar as comparações e as diferenças e a analogia somente se completa quando o leitor fizer o que está enunciado, se tornando assim uma analogia estendida, (esta analogia é a de número um nas citações

abaixo descritas). Isso mostra que nem sempre a analogia tem de ser definida pelo livro ou pelo professor, evidenciando que alunos são capazes e podem realizar tais tarefas, principalmente na resolução de exercícios, pois isso o faz pensar e facilita o entendimento do conceito. Também mostra uma maneira diferenciada de se fazer uma analogia, não recorrendo somente à explicação dos conteúdos por parte do professor em sala de aula, mas em um processo no qual o aluno estabelece a relação analógica entre o veículo e o alvo. Além de uma analogia estendida, o livro apresentou três enriquecidas e uma simples.

<b>Livro 7</b>	<b>Classificação</b>	<b>Analogias – 6</b>
Relação analógica	Estrutural	--
	Funcional	2
	Estrutural/funcional	4
Formato de apresentação	Verbal	2
	Imagem/verbal	4
Condição	Concreto/concreto	--
	Abstrato/Abstrato	2
	Concreto/Abstrato	4
Nível de enriquecimento	Simple	1
	Enriquecida	3
	Estendida	1

Tabela 9.- Classificação das analogias no Livro 7. Fonte: dados da pesquisa, 2013.

Esse livro também pode servir de exemplo para mostrar que, em alguns casos, analogias com imagens são mais frequentes do que analogias somente verbais, mas isso não ocorre na maioria dos livros. Em relação à condição de duas analogias com veículo e alvo de natureza abstrata e quatro com algum elemento concreto e outro abstrato. No estudo de eletricidade do livro 8 foram encontradas três analogias, todas utilizando imagens para facilitar a compreensão, apesar de nenhuma delas ser de nível de enriquecimento estendida, sendo, todas, enriquecidas. Isso não significa, contudo, que uma analogia, por apresentar imagens, tem que ser estendida, mas, se os autores preocupam-se com a compreensão dos leitores, ao recorrerem ao uso de imagens, seria mais válido citar as diferenças entre o veículo e o alvo, assim, o leitor apenas absorveria da analogia aquilo que interessa, ou seja, a(s) semelhança(s) entre o veículo e o alvo.

Em relação aos outros dois critérios de classificação, há uma semelhança entre as três analogias, a única funcional também é a única com veículo e alvo de natureza abstrata e as duas analogias com relação analógica estrutural/funcional têm um dos elementos (veículo ou alvo) de caráter concreto e o outro abstrato. Isso não permite concluir, contudo, que pelo fato de a relação analógica ser estrutural/funcional as condições sempre envolverão elemento de natureza concreta, tampouco que, se for funcional, terá os dois elementos da analogia de natureza abstrata. Na própria pesquisa, há analogias que provam isso. Válido lembrar, nesse sentido, que há poucas analogias nessas condições, mas provam que elas não seguem sempre o mesmo padrão.

<b>Livro 8</b>	<b>Classificação</b>	<b>Analogias – 3</b>
Relação analógica	Estrutural	--
	Funcional	1
	Estrutural/funcional	2
Formato de apresentação	Verbal	--
	Imagem/verbal	3
Condição	Concreto/concreto	--
	Abstrato/Abstrato	1
	Concreto/Abstrato	2
Nível de enriquecimento	Simple	--
	Enriquecida	3
	Estendida	--

Tabela 10.- Classificação das analogias no Livro 8. Fonte: dados da pesquisa, 2013.

<b>Livro 9</b>	<b>Classificação</b>	<b>Analogias – 3</b>
Relação analógica	Estrutural	--
	Funcional	1
	Estrutural/funcional	2
Formato de apresentação	Verbal	--
	Imagem/verbal	3
Condição	Concreto/concreto	--
	Abstrato/Abstrato	1
	Concreto/Abstrato	2
Nível de enriquecimento	Simple	--
	Enriquecida	3
	Estendida	--

Tabela 11.- Classificação das analogias no Livro 9. Fonte: dados da pesquisa, 2013.

No nono livro analisado, foram encontradas cinco analogias nos conceitos de eletricidade. Nenhuma delas apresenta imagens, o nível de enriquecimento também é uma unanimidade, uma vez que todas elas são enriquecidas.

Em relação às associações do tipo análoga e às do tipo condição, não ocorrem unanimidades, já que três delas têm relação analógica funcional e duas estrutural/funcional. Já a analogia de condição percorre três abstrato/abstrato e duas concreto/abstrato. Acreditamos que os autores poderiam ter complementado mais as analogias, com imagens, com diferenças entre veículos e os alvos, tornando as analogias mais ricas e mais interativas com o conhecimento que o leitor já possui. No último livro analisado, foram encontradas cinco analogias, todas elas relacionadas aos conceitos de eletrostática. O livro é marcado por uma peculiaridade: ao contrário dos outros livros, nos quais a eletricidade divide espaço com eletrostática e eletrodinâmica, e nos quais a eletrostática compõe a primeira parte dos trabalhos, neste, a eletrodinâmica é primeiro conteúdo. Acreditamos que isso não tem grande influência no aprendizado, desde que os conceitos sejam bem explicados, no entanto, tal análise não compõe o objeto deste trabalho não é este, tendo, este registro, apenas caráter de curiosidade.

<b>Livro 10</b>	<b>Classificação</b>	<b>Analogias – 5</b>
Relação analógica	Estrutural	--
	Funcional	4
	Estrutural/funcional	1
Formato de apresentação	Verbal	2
	Imagem/verbal	3
Condição	Concreto/concreto	--
	Abstrato/Abstrato	4
	Concreto/Abstrato	1
Nível de enriquecimento	Simples	--
	Enriquecida	4
	Estendida	1

Tabela 12.- Classificação das analogias no Livro 10. Fonte: dados da pesquisa, 2013.

Das cinco analogias encontradas, quatro têm relação analógica funcional, e as mesmas quatro têm o veículo e alvo de natureza abstrata. Podemos notar nesse livro que a maioria das analogias encontradas nos conceitos de eletrostática tem relação analógica funcional e condição abstrato/abstrato, mas, como foi dito, na maioria, e esse livro mostra que nem todas as analogias seguem essa regra, uma das figuras metafóricas encontradas tem relação analógica estrutural/funcional e condição concreto/abstrato.

Em relação ao nível de enriquecimento, não foi encontrada nenhuma analogia de nível simples, quatro de nível enriquecido e uma de nível estendido. E em relação ao formato de apresentação, três analogias apresentam imagens e duas não. O fato de ter o conteúdo reduzido sobre eletricidade não influenciou no número de analogias encontradas no livro, pois há livros que, mesmo com o dobro de páginas dedicadas ao estudo de eletricidade, recorre a menor número de analogias. Tal postura pode ser percebida em outros livros analisados neste trabalho, logo, o número de páginas dedicado ao estudo de eletricidade não influencia no número de analogias.

### **Conclusão e implicações**

O presente estudo possibilita inferir que as analogias são utilizadas com frequência pelos autores das obras didáticas e constituem uma importante ferramenta no ensino de Física.

As analogias representam comparações entre dois elementos e parte-se do pressuposto de que um deles seja de conhecimento do sujeito. Nesse sentido, o estudo mencionou que elas são vinculadas a uma cultura ou região e que, por isso, é preciso ter cuidado e cautela na sua utilização indiscriminada em sala de aula. Outro aspecto importante é que as analogias, por vezes, são estabelecidas com conhecimentos anteriores ou mesmo se reportam a obras anteriores, que poderão não ser conhecidas ou mesmo podem já ter sido esquecidas pelo aluno. Isso dificulta que se conheça o que se pretende comparar.

Por fim, pertinente reiterar a importância do uso de analogias para o ensino de física, pois elas consistem em uma estratégia que busca facilitar a compreensão dos conhecimentos, porém, há que se ter cuidado para não

causar confusão, sendo necessário ter ciência que a analogia é tão só uma alternativa para explicações de difícil compreensão.

### **Referências bibliográficas**

Andrade, B.L.; Zybersztajn, A., e Ferrari, N. (2000). Analogias e metáforas no ensino de ciências à luz da epistemologia de Gaston Bachelard. *Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciência*, 2, 2.

Bardin, L. (2004). *A análise de conteúdo*. Tradução de Luís Antero Reto e Augusto Pinheiro. 3ª Ed. Lisboa: Edições 70.

Biscuola, G. J. et al. (2010). *Física*, 3. São Paulo: Saraiva.

Curtis, R.V., e Reigeluth, C.M. (1984). The use of analogies in written text. *Instructional Science*, 13, 99-117.

Duarte, M. C. (2005). Analogias na educação em ciências: contributos e desafios. *Investigações em Ensino de Ciências*, 10(1), 7-29.

Duit, R. (1991). On the role of analogies and metaphors in learning science. *Science Education*, 6(75), 649-672.

Ferry, A. S., e Nagem, R. L. (2008). Analogias & contra-analogias: uma proposta para o ensino de ciências numa perspectiva bachelardiana. *Experiências em Ensino de Ciências*, 3(1), 7-21.

Giraldi, P. M., e Souza, S. C. (2006). O funcionamento de analogias em textos didáticos de biologia: questões de linguagem. *Ciência & Ensino*, 1(1), 9-17.

Gonçalves, A. F., e Toscano, C. (2010). *Física e realidade: ensino médio*. *Física*, 3. São Paulo: Scipione.

Máximo, A., e Alvarenga, B. (2010). *Curso de Física, volume 3*. São Paulo: Scipione.

Menezes, L. C. de et al. (2010). *Física, 2º ano: ensino médio*. São Paulo: Editora PD.

Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. (1999). Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio, Brasília.

Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica (2002). Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Brasília.

Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica (2012). Física: Catálogo do Programa Nacional do livro para o Ensino Médio: PNLEM/2012. Brasília: MEC.

Moreira, A. F. (2010). O tabuleiro de xadrez mutilado como ferramenta para o ensino sobre a matemática e a ciência: uma proposta de reconstrução do modelo por analogia. *Experiências em Ensino de Física*, 5(1), 169-177.

Pietrocola, M. et al. (2010). *Física em Contextos: pessoal, social e histórico – eletricidade e magnetismo, ondas eletromagnéticas, radiação e matéria*. São Paulo: FTD.

Pozo, J. I. (2000). A aprendizagem e o ensino de fatos e conceitos. Em C. Coll et al. (Eds.), *Os conteúdos na reforma: ensino e aprendizagem de conceitos, procedimentos e atitudes* (pp. 17-71). Porto Alegre: Artes Médicas.

Sant'anna, B., et al. (2010). *Conexões com a Física*. São Paulo: Moderna.

Shigekiyo, C. T., et al. (2007). *Os alicerces da Física, 3: eletricidade*. 14 ed. São Paulo: Saraiva.

Silva, C. A. S., e Martins, M. I. (2010). Analogias e metáforas nos livros didáticos de física. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 27(2), 255-287.

Silva, C. X., e Barreto, B. F. (2008). *Física aula por aula, 3*. São Paulo: FTD.

Silva, L. L., e Terrazzan, E. A. (2008). Correspondências estabelecidas e diferenças identificadas em atividades didáticas baseadas em analogias para o ensino de modelos atômicos. *Experiências em Ensino de Ciências*, 3(2), 21-37.

Silva, L. L., e Terrazzan, E. A. (2009). Familiaridade de alunos de ensino médio com situações análogas. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 26(1), 145-172.

Silva, L. L. e Terrazzan, E. A. (2011). As analogias no ensino de conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais em aulas de física no ensino médio. *Experiências em Ensino de Ciências*, 6(1), 133-154.

Torres, C. M. A., et al. (2010). *Física – Ciência e Tecnologia, 3*. 2 ed. São Paulo: Moderna.

Triviños, A. N. S. (1994). *Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação*. 4ª Ed. São Paulo: Atlas.