
ANALOGIAS E METÁFORAS NOS LIVROS DIDÁTICOS DE FÍSICA⁺*

Cláudia Adriana de Sousa Silva
Centro Universitário de Belo Horizonte – UNI-BH
Maria Inês Martins
Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais
Belo Horizonte – MG

Resumo

Este artigo classifica e discute a utilização de analogias e metáforas presentes nos livros didáticos de Física recomendados pelo PNLEM/2007. Realizamos um levantamento de todas essas figuras de linguagem e as classificamos, ampliando a proposta de Curtis e Reigeluth. Verificamos que as analogias são mais usadas que as metáforas, sendo recorrente o uso de analogias entre conceitos abstratos e conceitos concretos para facilitar o entendimento discente. As análises, leituras e reflexões realizadas pretendem potencializar o uso racional e sistemático dessas figuras de linguagem.

Palavras-chave: *Analogias e metáforas; livro didático; ensino de Física; PNLEM.*

Abstract

This article classifies and discusses the use of analogies and metaphors present in Physics teaching textbooks recommended by PNLEM/2007. We completed a survey of all the figures of speech and classified them, going beyond Curtis and Reigeluth's

⁺ Analogies and metaphors in Physics teaching textbooks

* *Recebido: agosto de 2009.*
Aceito: março de 2010.

proposal. We discovered that analogies are used more than metaphors, the use of analogies being recurrent between abstract and concrete concepts to make comprehension easier for the students. The analyses, readings, and reflections done intend to strengthen the rational and systematic use of these figures of speech.

Keywords: *Analogies and metaphors; teaching textbooks; Physics teaching, PNLEM.*

I. Introdução

As formas de comunicação mudam ao longo do tempo e, na atualidade, os adolescentes se comunicam através de *e-mails, blogs, sites*, mensagens de telefones e outras formas, diminuindo a frequência de leitura de livros. Esse fato transforma o livro didático em fonte primordial de leitura para os jovens. Ao trabalharmos com recursos de linguagem, salientamos a relevância de um texto agradável, adequado à idade, à série, ao contexto da escola e aos conhecimentos prévios do aluno.

No processo de ensino e aprendizagem da Física, a leitura também se torna fundamental, devendo estar presente no cotidiano de nossos alunos, contextualizada historicamente, ao procurar explicar os fenômenos observados na natureza e princípios de funcionamento dos artefatos tecnológicos.

O livro didático como recurso de aprendizagem deve possibilitar ao aluno vislumbrar a “beleza” da Física – e nesse caso não estamos falando metaforicamente – e o prazer em aprender uma ciência auxiliadora na compreensão do mundo que nos cerca.

Na leitura do texto didático, propomos uma interação professor-aluno-livro didático recorrente, sendo que o uso de analogias e metáforas no livro didático, como recurso de linguagem, pode potencializar uma leitura mais agradável. Além disso, ao apreender novos conceitos e novos modelos ou reconstruir modelos, o uso de analogias pode ser relevante para o aluno ao considerar, no ensino do desconhecido, conceitos ou modelos conhecidos.

Considerando que as figuras de linguagem podem nos auxiliar a aprimorar o ensino de Física, analisamos a utilização das analogias e metáforas presentes nos livros didáticos recomendados pelo Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio, PNLEM/2007, que configuram no catálogo enviado às escolas públicas para seleção e utilização. Investigamos a linguagem como um indicador

da qualidade do livro de Física, a partir das publicações a respeito de livros didáticos, linguagem, analogias e metáforas.

Objetivamos instrumentalizar os professores de Física, nessa temática, para a seleção, adaptação e complementação do livro didático adequado à realidade da sua escola.

II. Livros didáticos

As pesquisas sobre o livro didático ganharam destaque com os programas de distribuição de livros didáticos às escolas públicas, (PNLD, para o ensino fundamental e o PNLEM, para o ensino médio). Nesses programas, os livros são analisados por comissões de especialistas segundo critérios pré-estabelecidos, sendo que os títulos recomendados são disponibilizados para escolha dos professores em suas escolas.

A realidade brasileira torna o livro didático ainda mais necessário, pois a maioria das escolas não possui muitos recursos a serem utilizados pelo professor em sala de aula, fato este explicitado por Pimentel (1998):

Em consequência da realidade das condições existentes em muitas das nossas escolas, o livro didático tem sido praticamente o único instrumento auxiliar da atividade de ensino. Para o aluno, constitui-se numa valiosa fonte de estudo e pesquisa, ajudando-o a complementar as anotações de seu caderno. Para o professor, é o principal roteiro empregado na programação e no desenvolvimento das atividades em sala de aula ou extraclasse (PIMENTEL, 1998, p. 308).

Ainda que o livro didático tenha esse papel, deve ser usado pelo professor de maneira criteriosa, após avaliação e preparação. O papel do professor é, portanto, fundamental na utilização do livro didático, pois, a partir de sua realidade escolar, deve ser capaz de selecionar, excluir ou complementar as atividades e os textos do livro, exercendo a sua autonomia.

No âmbito do PNLEM, a avaliação das obras didáticas baseia-se, portanto, na premissa de que a obra deve auxiliar o professor na busca por caminhos possíveis para sua prática pedagógica. Esses caminhos não são únicos, posto que o universo de referências não pode se esgotar no restrito espaço da sala de aula ou da obra didática, mas atuam como uma orientação importante para que o professor busque, de forma autônoma, outras fontes e experiências para complementar seu trabalho em sala de aula (BRASIL, 2005 p. 32).

O professor deve selecionar as ideias essenciais da série que administra sem a obrigação de “terminar” o livro, como se o seu conteúdo representasse o currículo a ser cumprido. Conforme as Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais, os PCN+, nos esclarecem:

Possivelmente não existem livros didáticos e laboratórios didáticos “perfeitamente adequados” ou ideais que possam ser “adotados” para percursos tão variados, capazes de atender a cada realidade escolar nesse contexto de reforma. Até por isso, seria altamente recomendável que cada escola produzisse novos materiais, com improvisações, com elementos de baixo custo e, o que é mais fundamental, com a contribuição da comunidade escolar, especialmente dos alunos (BRASIL, 2002, p.136).

Além disso, o livro didático de Física, como fonte de informação, contém tabelas, constantes e referências para o professor, tornando-se um facilitador do seu trabalho ao conter textos, leituras, sugestões de experimentos, sugestões de bibliografias, questões de processos seletivos e do ENEM, além de outros recursos de acesso imediato.

III. Analogias e metáforas

Compreendemos analogias como comparações entre dois conteúdos, em que as duas estruturas apresentam similaridades a serem destacadas e diferenças a serem analisadas, enquanto que metáforas são palavras usadas para comparar dois domínios. Contenças (1999) considera a metáfora como uma distorção do significado habitual, tornando evidentes relações de semelhança, explicando o novo e estranho através da ligação ao conhecido, a todo o contexto.

Na metáfora não há um simples deslocamento de palavras, mas uma transferência de contextos, de esquemas, de quadros conceptuais, de categorias. Trata-se de dois pensamentos desnivelados, no sentido em que se descreve um sob os traços de outro (CONTENÇAS, 1999, p. 49).

Em nossa pesquisa, procuramos identificar as metáforas dentro do contexto em que foram geradas.

Consideramos analogias como comparações entre duas estruturas com estabelecimento de relações ou relação entre os dois domínios e consideramos como metáforas as comparações que não estabelecem nenhuma relação, são apresentadas de maneira mais direta.

Ao usarmos uma analogia, ressaltamos algumas similaridades e desprezamos algumas diferenças, mas para uma melhor compreensão, ao compararmos

duas coisas diferentes, é necessário explicitar as similaridades assim como as diferenças, para que o aluno saiba interagir com as analogias e metáforas dentro das limitações que oferecem.

Adotamos as expressões “veículo” e “alvo” na concepção de Duit (1991). A expressão “veículo” é assumida como “analogia” ou “metáfora” enquanto que a expressão “alvo” caracteriza o “conteúdo a ser aprendido”. Por fim, acrescentamos que analogias e metáforas não devem ser confundidas com exemplos, as primeiras são comparações entre estruturas diferentes, dois conteúdos distintos na Física e exemplos ocorrem quando aplicamos o conceito estudado em uma dada situação.

III.1 Analogias e metáforas no ensino

As analogias e metáforas são usadas no ensino através das explicações verbais dos professores e dos textos didáticos. Entretanto, em nossa pesquisa, observamos apenas essas figuras de linguagem presentes nos livros, considerando as situações orais equivalentes às situações de leitura. Essa equivalência ocorre dentro de certos limites, pois, na sala de aula, o professor pode esclarecer as dúvidas, ou mesmo utilizar outra analogia quando a primeira não foi compreendida. No texto, o autor deve ser cuidadoso, pois caso o aluno não compreenda o recurso utilizado e tendo o livro como sua principal fonte de informações, o uso de figuras de linguagem pode contribuir para a formação de conceitos equivocados. Os professores devem conhecer as limitações desses recursos para que orientem seus alunos na incorporação de conceitos, entendendo as comparações envolvidas e desenvolvendo sua criatividade e imaginação.

Concordamos com Duarte (2004) sobre as potencialidades das analogias na ativação do raciocínio, na promoção do interesse dos alunos, no levantamento de concepções alternativas para avaliar o conhecimento dos alunos. Como dificuldades e problemas em sua utilização, destacamos que a analogia pode ser tomada como o próprio objeto de estudo, não ocorrendo um raciocínio através da analogia, ou seja, o aluno não percebe que o professor está fazendo uma comparação e não percebe a sua utilidade.

Vários pesquisadores (MORTIMER, 2000; ANDRADE et al., 2000; DUIT, 1991) consideram que o uso das analogias e metáforas deve ser feito com cautela, explicitando os objetivos do uso e destacando as diferenças e os limites das comparações, evitando o desenvolvimento nos alunos de concepções inadequadas a partir de uma dessas figuras de linguagem. Esse trabalho pode ser efetivado pelo professor em sala de aula, considerando-se a complexidade envolvida na aprendizagem a partir do livro didático.

Segundo o edital do PNLEM (BRASIL, 2005, p. 41), as analogias, metáforas e ilustrações devem ser adequadamente utilizadas, garantindo-se a explicitação das semelhanças e diferenças em relação aos fenômenos estudados, de modo que o aluno consiga perceber as diferenças entre a analogia e o conteúdo a ser ensinado.

Terrazzan et al. (2005), ao analisarem coleções didáticas de Física, Química e Biologia constataram que as analogias apresentadas em Física requerem o conhecimento de uma outra área de conhecimento:

A maioria dos análogos identificados nas coleções didáticas de Física são internos à própria área do conhecimento, o que pode trazer dificuldades de aprendizagem, se aceitarmos o pressuposto de que o análogo deve ser familiar aos alunos (TERRAZZAN et al., 2005, p.14).

Verificamos que várias analogias são criadas a partir de outros modelos. Por exemplo, o campo elétrico é explicado a partir do campo gravitacional em quase todos os livros analisados, com exceção de Sampaio e Calçada (2003). Observamos, ainda, como previsto por Cachapuz (1989), que as analogias estão mais presentes do que as metáforas. Vários autores propõem modelos, especificando etapas no ensino com analogias, entre os quais destacamos a proposta de Glynn (1989), o modelo TWA (Teaching with Analogies), com seis passos a serem seguidos: 1) Apresentação do alvo a ser ensinado; 2) Apresentação da situação análoga a ser utilizada; 3) Identificação das características relevantes do análogo; 4) Estabelecimento das similaridades entre o análogo e o alvo; 5) Identificação dos limites de validade da analogia; 6) Tirar conclusões.

Defendemos o modelo TWA, pela sua adequação para a análise e avaliação das analogias presentes em livros didáticos. Estamos, portanto, considerando que as analogias podem promover mudanças conceituais ao abrir novas perspectivas, podendo facilitar o entendimento de teorias abstratas através da relação com estruturas mais concretas e, além disso, promovendo maior interação e motivação nos alunos.

O uso de metáforas nos livros didáticos pode surpreender o aluno ao apresentar o conceito de energia como uma espécie de “moeda universal” da Física (GONÇALVES; TOSCANO, 2002, p.108), na distribuição dos elétrons como uma “nuvem” ao redor do núcleo (SAMPAIO; CALÇADA, 2003, p.304). As metáforas assim usadas, além de aproximarem os conteúdos do aluno, costumam provocar, segundo Marques (2007), surpresa e/ou estranhamento, podendo, dessa forma, incitar a curiosidade dos alunos.

Na sala de aula, podemos evidenciar a construção do conhecimento científico recorrendo às metáforas presentes na história da ciência. Arruda (1993)

esclarece que as revoluções científicas estão envolvidas com algumas mudanças metafóricas básicas e o conhecimento científico passa a ser estabelecido, então, a partir desta nova metáfora. A luz, por exemplo, tinha como metáfora a “partícula”, mudando para “onda” e atualmente a metáfora para a luz e a radiação fundamenta-se na “dualidade onda-partícula”. Além disso, a mecânica clássica tem como metáfora fundamental “a partícula”, o eletromagnetismo “o campo”.

III.2 Competências e habilidades enfocadas nos PCN, PCN++: o papel das analogias e metáforas no ensino

Os PCN+, complementando os PCNEM, retomam as principais competências em Física esperadas ao final da escolaridade básica. Analisando essas competências, verificamos, nas analogias e metáforas, o favorecimento na sua aquisição. De fato, na análise e interpretação de textos e outras comunicações de Ciência e Tecnologia, o conhecimento do uso das analogias e metáforas pode tornar a interpretação do texto e a aquisição de conhecimento mais eficiente, sendo que a mídia recorre com frequência a esses recursos.

Acompanhar o noticiário relativo à ciência em jornais, revistas e notícias veiculadas pela mídia, identificando a questão em discussão e interpretando, com objetividade, seus significados e implicações para participar do que se passa à sua volta. Por exemplo, no noticiário sobre telefonia celular, identificar que essa questão envolve conhecimentos sobre radiações, suas faixas de frequência, processos de transmissão, além de incertezas quanto a seus possíveis efeitos sobre o ambiente e a saúde (BRASIL, 2002, p.64).

Como exemplo, citamos a seção “O que diz a mídia!” presente no livro (PENTEADO; TORRES, 2005) Física: Ciência e Tecnologia em que aspectos do assunto abordado no livro, publicados em jornais e revistas são apresentados.

Visão eletrônica: Americano cego testa sistema que permite “ver” objetos com a ajuda de uma câmera ligada ao cérebro. O primeiro “olho” artificial... (PENTEADO; TORRES, 2005, p.5).

Na elaboração de comunicações orais ou escritas para relatar, analisar e sistematizar eventos, fenômenos, experimentos, questões, entrevistas, visitas, correspondências (BRASIL, 2002, p.64) o aluno pode utilizar analogias ou metáforas para ser compreendido de maneira mais fácil.

- *Descrever relatos de fenômenos ou acontecimentos que envolvam conhecimentos físicos, tais como relatos de viagens, visitas ou entrevistas, apresentando com clareza e objetividade suas considerações e fazendo uso apropriado da linguagem da Física. Por exemplo, elaborar o relatório da visita a uma usina termelétrica, destacando sua capacidade de geração de energia, o processo de produção e seus impactos locais, tanto sociais como ambientais.*
- *Elaborar relatórios analíticos, apresentando e discutindo dados e resultados, seja de experimentos ou de avaliações críticas de situações, fazendo uso, sempre que necessário, da linguagem física apropriada. Por exemplo, elaborar um relatório de pesquisa sobre vantagens e desvantagens do uso de gás como combustível automotivo, dimensionando a eficiência dos processos e custos de operação envolvidos.*
- *Expressar-se de forma correta e clara em correspondência para os meios de comunicação ou via internet, apresentando pontos de vista, solicitando informações ou esclarecimentos técnico-científicos. Por exemplo, escrever uma carta solicitando informações técnicas sobre aparelhos eletrônicos, ou enviar um e-mail solicitando informações a um especialista em energia solar, explicitando claramente suas dúvidas.*
- *Compreender e emitir juízos próprios sobre notícias com temas relativos à ciência e tecnologia, veiculadas pelas diferentes mídias, de forma analítica e crítica, posicionando-se com argumentação clara. Por exemplo, enviar um e-mail contra-argumentando uma notícia sobre as vantagens da expansão da geração termoelétrica brasileira.*
- *Argumentar claramente sobre seus pontos de vista, apresentando razões e justificativas claras e consistentes, como, por exemplo, ao escrever uma carta solicitando ressarcimento dos gastos efetuados nos consertos de eletrodomésticos que se danificaram em consequência da interrupção do fornecimento de energia elétrica, apresentando justificativas consistentes (Brasil, 2002, p. 64).*

Nos modelos explicativos e representativos, podemos conhecer, interpretar e elaborar modelos através de analogias com outros modelos.

- *Conhecer modelos físicos microscópicos para adquirir uma compreensão mais profunda dos fenômenos e utilizá-los na análise de situações-problema. Por exemplo, utilizar modelos microscópicos do calor para explicar as propriedades térmicas dos materiais ou, ainda, modelos da constituição da matéria para explicar a absorção de luz e as cores dos objetos.*

- Interpretar e fazer uso de modelos explicativos, reconhecendo suas condições de aplicação. Por exemplo, utilizar modelo de olho humano para compreender os defeitos visuais e suas lentes corretoras, ou o modelo de funcionamento de um gerador.

- Elaborar modelos simplificados de determinadas situações, a partir dos quais seja possível levantar hipóteses e fazer previsões. Por exemplo, levantar hipóteses sobre as possíveis causas de interrupção do fornecimento da energia elétrica ou prever o tipo de lentes e a montagem necessária para projetar uma imagem numa tela (BRASIL, 2002, p.66).

IV. Construção de categorias

Analisamos as analogias e as metáforas presentes nos livros didáticos recomendados pelo PNLEM/2007, discriminados no quadro seguinte.

Quadro 1: Livros didáticos recomendados pelo PNLEM/2007. Fonte: Catálogo do PNLEM/2007.

Coleção	Referência bibliográfica
FIS 01	LUZ, A. M. R.; ALVARES, B. A. Curso de Física . São Paulo: Scipione, 2005. 3 v. 6. ed. rev. e amp.
FIS 02	GONÇALVES FILHO, A.; TOSCANO, C. Física para o ensino médio . São Paulo: Scipione, 2002. v. único. 1. ed.
FIS 03	PENTEADO, P. C. M.; TORRES, C. M. A.; <i>Física ciência e tecnologia</i> . São Paulo: Moderna, 2005. 3 v. 1. ed.
FIS 04	SAMPAIO, J. L.; CALÇADA, C. S. Universo da Física . São Paulo: Atual, 2001. 3 v. 2. ed.
FIS 05	SAMPAIO, J. L.; CALÇADA, C. S. Universo da Física . São Paulo: Atual, 2003. v. único. 1. ed.
FIS 06	GASPAR, A. Física . São Paulo: Ática, 2003. v único. 1. ed.

Vários autores propõem classificações de analogias em diferentes categorias, entre as quais adotamos aquelas propostas por Curtis e Reigeluth (1984). As analogias, em sua maioria, aparecem na forma estrutural para conceitos mais concretos e funcional para conceitos mais difíceis e abstratos. Ainda, as analogias mais frequentes (funcionais, verbais, concretas/abstratas) são apresentadas durante a instrução, são enriquecidas e não apresentam nenhuma orientação antecipada.

Usamos essa classificação com algumas modificações tanto para analogias quanto para as metáforas, apresentada em seguida.

1. Relação analógica

Relação estrutural: Uma característica física entre o veículo e o alvo é similar ou uma semelhança é construída. Exemplo de analogia: comparação entre o polarizador e a grade, em que tanto os vãos da grade quanto do polarizador deixam passar a luz.

O polarizador atua como uma grade que só permite a passagem das oscilações paralelas aos vãos, como mostra o esquema abaixo... (GASPAR, 2003, p.290).

Exemplo de metáfora: uma superfície sem atrito é comparada com um colchão de ar.

Deixando o ar escapar lentamente, forma-se entre o bloco e a superfície na qual ele se apóia (um assoalho liso, por exemplo) um “colchão de ar”. Em virtude disso, o bloco poderá deslizar sobre a superfície praticamente sem atrito (LUZ; ALVARES, 2005, v. 1, p.126).

Relação funcional: Funções similares entre o veículo e o alvo são analisadas. Exemplo de analogia: a função da bateria é comparada à função da bomba d'água:

O funcionamento de uma bateria pode ser comparado ao de uma bomba d'água. Considerando o circuito hidráulico mostrado na fig. 21-2, sabemos que água passa naturalmente do alto do edifício... Essa bomba desempenha um papel semelhante ao da bateria, pois realiza um trabalho sobre a água, aumentando sua energia potencial no deslocamento de B para A... (LUZ, ALVARES, 2005, v. 3, p. 158).

Exemplo de metáfora: comparação entre nuvens cinzentas e dúvidas nas teorias Físicas.

Atualmente pairam apenas duas pequeninas nuvens cinzentas sobre o céu cristalino da Física (PENTEADO; TORRES, 2005, v. 3, p. 207).

Relação estrutural-funcional: Combina a relação estrutural e funcional. Exemplo de analogia: comparação entre a atmosfera terrestre e o vidro de uma estufa.

A estufa de plantas. O efeito estufa.

A estufa é um recinto onde plantas são mantidas num ambiente aquecido para isso, seu teto e suas paredes são de vidro, material que possui a propriedade de se deixar atravessar pela energia radiante do sol, mas não permite a passagem das ondas que são reemitidas pelos objetos de seu interior. Dessa maneira, o ambiente interno se mantém quente, mesmo no período noturno, durante o qual não há incidência direta dos raios solares. (Fig. 1.42). O efeito estufa, que acontece na atmosfera terrestre, tem explicação semelhante (PENTEADO; TORRES, 2005, v. 2, p. 50).

A analogia entre corrente elétrica e água corrente também pode ser classificada como estrutural-funcional, considerando o circuito de água e elétrico com características físicas semelhantes e a função de circular água e cargas elétricas similares.

A expressão corrente elétrica está relacionada à antiga concepção de que a eletricidade seria um fluido e, como tal, poderia ser canalizada por condutores, encanamentos hipotéticos desse fluido elétrico. Assim como há água corrente, deveria haver também eletricidade corrente ou correntes elétricas. Na verdade, embora a analogia entre corrente elétrica e água corrente em encanamentos seja ainda hoje muito utilizada, esses fenômenos têm características muito diferentes (GASPAR, 2003, p. 393).

2. Formato de apresentação

Verbal: Explicada somente por palavras. Várias analogias e metáforas são apresentadas apenas verbalmente. Exemplo desta analogia: comparação entre o espectro de emissão de um elemento químico e a impressão digital.

O mais importante é que cada elemento químico possui um conjunto de linhas no espectro que o caracterizam, é como se fosse a impressão digital deste elemento químico (LUZ; ALVARES, 2005, v. 3, p. 347).

Exemplo desta metáfora: a comparação de um espelho com um forno solar.

Construído em uma região da França onde a incidência de luz do Sol é intensa, o espelho é usado como “forno solar” (LUZ; ALVARES, 2005, v. 2, p. 168).

Imagem-verbal: A analogia ou metáfora escrita é reforçada por figuras. Inicialmente esperávamos encontrar maior número de ilustrações nas analogias e metáforas estruturais, pois apresentam características físicas semelhantes, mas verificamos que as figuras aparecem tanto nas estruturais quanto nas funcionais, sendo que as estruturais/funcionais têm menor número de ilustrações. A seguir, apresentamos, respectivamente, analogias de relação estrutural e funcional.

Para ilustrar o fenômeno da polarização, basta imaginarmos uma situação em que algumas moedas estão sendo lançadas na veneziana de uma janela. Só atravessarão a veneziana as moedas que formarem com ela certos ângulos em relação às “fendas” (GONÇALVES FILHO; TOSCANO, 2002. p. 261).

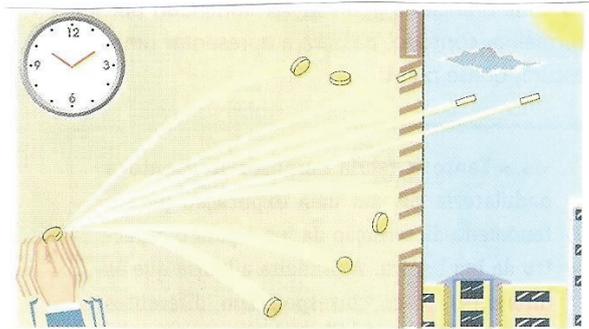
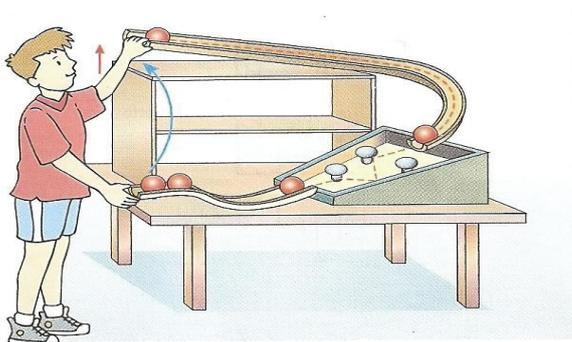


Figura 21: Situação que ilustra a “polarização”: somente algumas moedas passarão pela veneziana.

Fig. 1- Analogia ilustrada. Fonte: GONÇALVES FILHO; TOSCANO, 2002.

Uma analogia, ilustrada na Fig. 2, esclarece essa ideia e justifica a definição desse novo conceito. Admite-se que o gerador opere como se fosse o menino da figura. Ele repõe a energia perdida pelas bolas durante a descida, recolocando-as no ponto mais alto da calha, apoiada na prateleira, em seguida inclina a calha para que as bolas possam descer. Durante a descida, algumas bolas fazem girar pequenas roletas, numa espécie de flipperama, realizando trabalho. Além disso, nos choques das bolas com os obstáculos, ambos se aquecem, como garante a Primeira Lei da Termodinâmica,

dissipando energia. Por isso, as bolas não poderiam voltar ao ponto de partida, mesmo que houvesse um caminho. A corrente de bolas se mantém graças ao trabalho do garoto. Note que, se ele apenas repusesse as bolas no nível inicial, com a calha horizontal, as bolas aí permaneceriam – não haveria razão para que elas se deslocassem (GASPAR, 2003, p. 408, 409).



O garoto inclina a calha, apoiada na prateleira, com uma das mãos e coloca as bolas na sua parte mais alta com a outra.

Fig. 2 - Analogia ilustrada. Fonte: GASPAR, 2003.

3. Condição

Concreto/concreto: Veículo e alvo são de natureza concreta. Exemplo: compara a trajetória do planeta com um laço, de natureza concreta: "... Sua trajetória parece dar um "laço"... (SAMPAIO; CALÇADA, 2001, v. 2 p. 59). Exemplo de analogia: a comparação entre uma nave em órbita e um elevador que despenca:

Podemos pensar numa situação aqui na Terra, nada agradável, mas equivalente à situação da nave em órbita. Imagine-se dentro de um elevador que despenca porque o cabo se rompe e o sistema de segurança não funciona (GONÇALVES FILHO; TOSCANO, 2002. p. 28).

Abstrato/abstrato: Veículo e alvo são de natureza abstrata. Exemplo de analogia: tanto o veículo como o alvo são de natureza abstrata; o calor específico de uma substância é comparado à inércia:

Fazendo uma analogia com Mecânica, podemos considerar o calor específico como uma medida da inércia térmica da substância. Realmente, ele

representa uma resistência da substância às variações de temperatura. Quanto maior o calor específico, maior a dificuldade em variar a temperatura da substância (PENTEADO, TORRES, 2005, v. 2, p. 56).

Não encontramos nenhum tipo de metáfora do tipo abstrato/abstrato, o que era esperado, pois esta figura de linguagem tem um caráter mais concreto.

Concreto/abstrato: O veículo é de natureza concreta e o alvo de natureza abstrata. Exemplo de metáfora: compara um objeto concreto, a esfera, a um conceito abstrato, o átomo: “... o átomo era apenas uma “esferinha” rígida e indestrutível”.

Exemplo de analogia: comparação entre a mistura de bolinhas e entropia:

Ele [Rudolf Clausius] fez analogias práticas, mostrando que o sentido de ocorrência dos fenômenos é sempre o de um aumento na desordem do sistema. Se colocarmos 100 bolinhas brancas na parte de baixo de um recipiente, as bolinhas se misturam. Por maior que seja o número de vezes que agitamos o sistema, dificilmente obteremos a ordem inicial. Outra analogia: se colocarmos uma gota de tinta na água, ela se espalha espontaneamente e provavelmente não mais irá refazer-se a gota inicial (PENTEADO; TORRES, 2005, v. 2, p. 92).

4. Nível de enriquecimento

Simples: São apresentados o veículo, o alvo e um “conector” entre eles. Nessa classificação todas as metáforas se enquadraram, pois são apresentadas de maneira direta. Exemplo: “Essa energia é transportada na forma de pequenos pacotes”. (SAMPAIO; CALÇADA, 2001, v. 2 p.59).

Algumas analogias também apresentam somente o veículo, o alvo e um conector: “A ligação entre esses átomos se faz por meio de forças elétricas, que atuam como se existissem pequenas molas unindo um átomo a outro” (LUZ; ALVARES, v. 2, p. 17).

Enriquecida: Além do veículo e o alvo, trabalha ao menos uma relação. Exemplo:

No estado gasoso, as moléculas se movem como um enxame de abelhas “enfurecidas”; a cada instante há moléculas movendo-se em todas as direções, com velocidades diferentes (SAMPAIO; CALÇADA, 2001, v. 2 p. 59).

Na analogia acima, consideramos o comportamento das moléculas o alvo, o enxame de abelhas o veículo e a descrição do movimento em todas as direções e com velocidades diferentes as relações entre o veículo e o alvo. Outro exemplo:

Para ajudar a formar uma ideia acerca do modelo geométrico de gravitação, foi desenvolvido o “modelo de fios elásticos”.

Nesse modelo, quando uma massa é colocada sobre fios elásticos, distenderia os fios. Essa distorção representaria o espaço curvo em duas dimensões. Por essa representação, uma luz emitida da Terra em direção ao Sol sofreria um desvio à medida que se aproximasse dele, acompanhando o desvio sofrido pelo espaço-tempo (fio) (GONÇALVES FILHO; TOSCANO, 2002. P.79).

A deformação do espaço é o alvo, a deformação dos fios elásticos o veículo e o desvio sofrido pela luz nessa deformação, uma relação entre veículo e alvo.

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

Em síntese, mol é apenas um número definido convenientemente, menor e mais adequado do que os números enormes que os físicos e principalmente os químicos têm de trabalhar. É como a “saca de café de 60 Kg”, unidade utilizada pelos comerciantes. Gente de espírito prático, certamente jamais lhes ocorreu comercializar café por grão. Há muito estabeleceram o seu “mol” de grãos de café.

Questão 3: Fizemos uma analogia comparando 1 mol a uma saca de café de 60 Kg. Nessa analogia, o que seria o número de Avogadro? Essa analogia é perfeita? Explique (GASPAR, 2003, p. 310, 313).

Apesar de o autor não destacar as limitações, coloca o problema para ser discutido. Outro exemplo:

... corpos eletrizados cujas dimensões são desprezíveis em relação às distâncias que os separam um do outro. É comum denominar esses pequenos corpos eletrizados de carga elétrica puntiforme. O conceito é análogo ao de ponto material, porém, além da massa, há a carga elétrica (SAMPAIO; CALÇADA, 2003, p. 277).

Nessa analogia, consideramos a carga puntiforme o alvo, o ponto material o veículo, o pequeno tamanho uma semelhança e o acréscimo de carga elétrica uma diferença entre os dois conceitos.

V. Dados e análises dos dados

Analisamos os livros didáticos, identificando as analogias e metáforas presentes em toda a sua extensão, inclusive em exercícios, tópicos especiais, seções diversificadas, citações, questões de vestibulares, questões do ENEM e outros.

Coleção FIS 01: Verificamos que o volume 1 não apresenta nenhuma analogia e as metáforas são usadas com o objetivo de tornar a linguagem mais acessível ao aluno. Esse volume utiliza somente metáforas estruturais ao tratar da mecânica, sendo o alvo e o análogo ambos de natureza concreta em todos os casos. A utilização de figuras é pequena, apenas uma metáfora foi ilustrada, sendo a forma de apresentação verbal predominante.

O volume 2 apresenta analogias e metáforas predominantemente estruturais e alvo e análogo de natureza concreta. Não observamos nenhuma analogia estendida. A analogia entre o coletor solar e um carro é explorada através das funções e tem como formato de apresentação a categoria imagem-verbal:

*A função da placa de vidro mencionada é criar o efeito estufa...
Você já deve ter percebido este efeito ao notar como fica quente um carro exposto ao Sol, por algum tempo, com os vidros fechados. O mesmo ocorre no coletor, uma vez que a luz solar atravessa o vidro e aquece a superfície negra, que passa a irradiar esta energia na faixa do infravermelho (LUZ; ALVARES, 2005, v. 2, p. 77).*

A analogia entre onda estacionária na corda e no tubo (corda em vibração e onda estacionária) se vale de conhecimentos de conteúdos anteriores deste mesmo volume:

É importante ressaltar que, para melhor visualizar os modos de vibração, representamos as ondas estacionárias que se formam no ar contido no tubo, estabelecendo uma analogia com uma corda em vibração. É evidente, entretanto, que não há corda alguma no interior do tubo e, como sabemos, as vibrações que ali estão presentes são longitudinais, executadas pelas partículas de ar dentro do tubo (LUZ; ALVARES, 2005, v. 2, p. 295).

O volume 3, ao tratar do eletromagnetismo e da física moderna, não utiliza nenhuma metáfora, mas apresenta 13 (treze) analogias, um número considerável em relação aos volumes anteriores. Consideramos que essa elevação no número de analogias deve-se ao fato do eletromagnetismo e a física moderna serem conteúdos mais abstratos e dos autores utilizarem um análogo de natureza concre-

ta para aproximar o alvo do aluno. Dentre as 13 (treze) analogias encontradas, 10 (dez) são de natureza concreto/abstrato. Seguem 3 (três) exemplos dessas analogias:

Esta figura ilustra, nas duas dimensões de uma cama elástica, a curvatura do espaço-tempo causada por uma grande massa como o Sol ou a Terra (LUZ; ALVARES, 2005, v. 3, p. 339).

Em analogia ao horizonte terrestre, que nos impede de ver além, a superfície esférica com o raio de Schwarzschild é denominada horizonte de eventos (LUZ; ALVARES, 2005, v. 3, p. 340).

Foi salientada a analogia da Mecânica Newtoniana com a ótica geométrica, e da Física Quântica com a ótica ondulatória. Entender um problema de Mecânica Newtoniana em termos quânticos é, portanto, análogo a entender um problema de ótica geométrica em termos ondulatórios (LUZ; ALVARES, 2005, v. 3, p. 361).

O circuito elétrico e a bateria são explicados utilizando-se analogias com circuitos hidráulicos.

Pode-se entender melhor a afirmação anterior fazendo-se uma analogia com o escoamento de água em uma tubulação. Suponha uma bomba produzindo uma circulação de água em um cano... A vazão de água no cano é a mesma em qualquer seção do condutor (LUZ; ALVARES, 2005, v. 3, p. 110).

Para ajudá-lo a entender este fato, apresentamos uma canalização na qual temos uma circulação de água semelhante ao circuito elétrico. O fluxo de água, impelido pela bomba, percorre o trecho AB e desvia-se totalmente para o cano BD. Como a extremidade C é fechada, não é possível haver circulação de água no trecho BC (LUZ; ALVARES, 2005, v. 3, p. 116).

O funcionamento de uma bateria pode ser comparado ao de uma bomba d'água. Considerando o circuito hidráulico mostrado na fig. 21-2, sabemos que água passa naturalmente do alto do edifício... Esta bomba desempenha um papel semelhante ao da bateria, pois realiza um trabalho sobre a água, aumentando sua energia potencial no deslocamento de B para A (LUZ; ALVARES, 2005, v. 3, p. 158).

As analogias deste volume apresentam-se com predominância na relação funcional, apresentação verbal, condição concreto/abstrato e com nível de enriquecimento apenas simples.

A coleção apresenta ao todo 7 (sete) metáforas e 16 (dezesesseis) analogias. Nenhuma destas analogias foi classificada como estendida, pois nenhuma explicita alguma limitação e tampouco discute os limites de validade das analogias apresentadas. Apesar do uso das figuras de linguagem para tornar a linguagem mais clara, esta coleção também tem um enfoque no formalismo matemático e, de modo equilibrado, constrói as teorias físicas. De acordo com o catálogo do PN-LEM/2007:

Leis, modelos e teorias físicas recebem tratamento conceitual adequado, procurando equilibrar o formalismo matemático com uma linguagem clara, objetiva e atual (BRASIL, 2008, p. 35).

Tabela 01- Metáforas e analogias presentes na coleção FIS 01.

Coleção FIS 01 Volumes 1,2 e 3	Classificação	Metáforas	Analogias
		07	16
Relação analógica	Estrutural	06	06
	Funcional	01	06
	Estrutural/funcional	00	04
Formato de apresentação	Verbal	05	08
	Imagem-verbal	02	08
Condição	Concreto/concreto	07	01
	Abstrato/abstrato	00	03
	Concreto/abstrato	00	12
Nível de enriquecimento	Simples	07	09
	Enriquecida	00	07
	Estendida	00	00

Fonte: Dados da pesquisa.

Coleção FIS 02: Apresenta um número bem maior de analogias comparado ao número de metáforas. As analogias apresentam a relação funcional em maior parte, verbais, concreto/abstrato e enriquecidas. Exemplos:

Muitos cientistas acreditam que o sistema solar teria se originado de uma enorme nuvem de gás e poeira. A força de atração gravitacional fez com

que essa nuvem fosse se contraindo e, da mesma forma que uma bailarina – que encolhe os braços quando gira-, aumentando de tamanho, fazendo com que sua velocidade de rotação também fosse aumentando (GONÇALVES FILHO; TOSCANO, 2002, p. 68).

Para ajudar a formar uma ideia acerca do modelo geométrico de gravitação, foi desenvolvido o “modelo de fios elásticos”.

Nesse modelo, quando uma massa é colocada sobre fios elásticos, distenderia os fios. Essa distorção representaria o espaço curvo em duas dimensões. Por essa representação, uma luz emitida da Terra em direção ao Sol sofreria um desvio à medida que se aproximasse dele, acompanhando o desvio sofrido pelo espaço-tempo (fio) (GONÇALVES FILHO; TOSCANO, 2002, p. 79).

O movimento retilíneo uniforme caracteriza-se por ter o vetor velocidade constante. Se caminhar em linha reta com um módulo de velocidade constante 1,5 m/s durante 300 s, a velocidade média nesse percurso também será constante ($v = vm$) e terá igualmente valor de 1,5 m/s. Da mesma forma, se você tirar, nos quatro bimestres, nota 7,0 em uma disciplina, sua média anual nessa disciplina também será 7,0 (GONÇALVES FILHO; TOSCANO, 2002, p. 406).

Nas metáforas, observamos maior predominância na apresentação verbal condição concreto/concreto. Segundo avaliação do PNLEM/2007, os conceitos Físicos são introduzidos de modo pertinente, com linguagem clara e objetiva:

A obra desenvolve os conteúdos da Física com tratamento conceitual adequado, organizados a partir de elementos concretos do cotidiano urbano. Esse tratamento visa à contextualização e à compreensão conceitual, sem abrir mão do formalismo matemático. Ao longo dos capítulos, a obra trata inicialmente da fenomenologia e, a seguir, introduz a conceituação física pertinente, buscando evitar uma exposição precoce do aparato matemático-formal. As mensagens são veiculadas de forma clara e objetiva (BRASIL, 2008, p. 56).

Coleção FIS 03: o volume 1, como na coleção FIS 01, explora mais as metáforas do que as analogias. As três analogias presentes neste volume são estruturais, sendo apenas uma delas ilustrada, todas com nível de enriquecimento simples. As metáforas são funcionais, em maior parte, verbais e concreto/concreto. Analogias:

Um exemplo é o modelo atômico proposto por Rutherford, análogo ao nosso sistema solar: o núcleo, o Sol, e os elétrons, os planetas (PENTEADO; TORRES, 2005, v. 1, p. 15).

À medida que vai se formando, com a compactação dos gases e da poeira da nuvem, a estrela vai girando em torno de seu próprio eixo com velocidade de rotação crescente. Como já foi visto no capítulo 5, a concentração da matéria no centro faz com que essa velocidade aumente (à semelhança de uma bailarina, que gira mais rápido quando fecha os braços) (PENTEADO; TORRES, 2005, v.1, p. 176).

Um parafuso pode ser entendido como um “estreito plano inclinado”, enrolado segundo uma hélice... (PENTEADO; TORRES, 2005, v. 1, p. 216).

Tabela 2 - Metáforas e analogias presentes na coleção FIS 02.

Coleção FIS 02 Volume único	Classificação	Metáforas 06	Analogias 13
Relação analógica	Estrutural	01	04
	Funcional	03	07
	Estrutural/funcional	02	02
Formato de apresentação	Verbal	05	10
	Imagem-verbal	01	03
Condição	Concreto/concreto	04	04
	Abstrato/abstrato	00	02
	Concreto/abstrato	02	07
Nível de enriquecimento	Simples	06	05
	Enriquecida	00	07
	Estendida	00	01

Fonte: Dados da pesquisa

O volume 2 dessa coleção apresenta maior número de analogias e menor número de metáforas comparado ao volume 1 e, apesar da quantidade pouco expressiva, observamos que as analogias existentes são, em sua maioria, ilustradas e enriquecidas. Exemplos:

Reflexão

Você provavelmente já assistiu ou participou de um jogo de bilhar. Um bom jogador de bilhar sabe como usar as tabelas (laterais da mesa) para conseguir encaçapar as bolas. Quando atinge uma tabela, a bola em movimento retorna e forma com a perpendicular à lateral da mesa o mesmo ângulo que formava antes do choque (Fig. 3.22) (PENTEADO; TORRES, 2005, v. 2, p. 112).

Se lançarmos as rodas obliquamente em direção ao tapete, aquela que primeiro passar para cima do tapete irá se deslocar mais lentamente, enquanto a outra, ainda no chão liso, manterá sua velocidade. Como resultado, o eixo sofrerá um desvio e mudará a direção e o movimento. (Fig. 3.26) (PENTEADO; TORRES, 2005, v. 2, p. 115).

O volume 3 da coleção FIS 03 apresentou um grande número de metáforas, o contrário do seu equivalente na coleção FIS 01, que apresentou um número elevado de analogias distribuídas nas relações estrutural e funcional, verbalmente e na condição concreto/abstrato na maioria dos casos:

Um elétron aprisionado num “curral” de átomos... (PENTEADO; TORRES, 2005, v. 3, p. 220).

Cortemos ao meio uma laranja. Uma das metades é novamente cortada ao meio. Essa nova “metade” é cortada ao meio mais uma vez. Se fosse possível repetir o mesmo procedimento cerca de trinta vezes, chegaríamos a um “pedaço de laranja” com dimensões atômicas da ordem de um bilionésimo do tamanho original da laranja. Se repetíssemos o processo por mais 13 ou 14 vezes, “chegaríamos” às dimensões do núcleo atômico (PENTEADO; TORRES, 2005, v. 3, p. 227).

A coleção FIS03 apresenta, ao todo, 17 (dezesete) metáforas e 11 (onze) analogias, sendo a única coleção que possui mais metáforas que analogias. Os volumes 1 e 3 apresentam mais figuras de linguagem, o que pode ser atribuído às diferentes ênfases dadas aos conteúdos, de acordo com o catálogo do PNLEM:

A obra apresenta o conteúdo de Física tradicionalmente abordado no Ensino Médio de modo claro, conceitualmente correto e em linguagem adequada ao público ao qual se destina, mas com inovações na ênfase dada a alguns tópicos. Diferentemente do usual em textos didáticos de Física para o Ensino Médio, a obra dá destaque à Física Moderna, dedicando a ela um

espaço que corresponde a mais que o dobro daquele dedicado, por exemplo, à Cinemática (BRASIL, 2008, p. 29).

Tabela 3 - Metáforas e analogias presentes na coleção FIS 03.

Coleção FIS 03 Volumes 1, 2 e 3	Classificação	Metáforas 17	Analogias 11
Relação analógica	Estrutural	08	08
	Funcional	08	02
	Estrutural/funcional	01	01
Formato de apresentação	Verbal	12	07
	Imagem-verbal	05	04
Condição	Concreto/concreto	08	03
	Abstrato/abstrato	00	02
	Concreto/abstrato	09	06
Nível de enriquecimento	Simples	17	06
	Enriquecida	00	05
	Estendida	00	00

Fonte: Dados da pesquisa

Coleção FIS 04: Não apresenta nenhuma analogia no volume 1 e apenas 3 (três) metáforas. No volume 2 aparecem 3 (três) analogias além de 3(três) metáforas. Entre as analogias, 2 (duas) apresentam a relação estrutural/funcional, 2 (duas) são ilustradas, 2 (duas) estão na relação concreto/concreto e todas as 3 (três) são enriquecidas, ou seja, apesar da pequena quantidade as figuras de linguagem, encontram-se bem estruturadas.

Observamos que no volume 3 o uso de analogias torna-se bem acentuado em relação aos volumes 1 e 2, como ocorreu na coleção FIS 01. Verificamos uma predominância de analogias funcionais, enquanto que as demais classificações são numericamente equivalentes. Quanto às metáforas, todas se apresentam verbalmente e na condição concreto/abstrato. Exemplos:

O fóton é um “pacotinho” de energia (SAMPAIO; CALÇADA, 2001, v. 3, p. 15).

Isso significa que, embora a velocidade de arrastamento seja pequena, a transmissão da força que provoca o arrastamento dos elétrons é rápida.

Podemos aqui fazer uma analogia com o Princípio de Pascal, visto em Hidrostática. Na figura 21, representamos um líquido encerrado em um tubo que contém dois êmbolos, A e B. Ao aplicarmos uma força F1 ao êmbolo A, quase no mesmo instante o êmbolo B recebe a ação de uma força F2, embora cada molécula do líquido tenha se movido muito pouco. O mesmo ocorre quando esprememos um tubo de creme dental: ao apertarmos o fundo da bisnaga, quase no mesmo instante sai um pouco da pasta pelo bico; no entanto, essa pasta não é a mesma apertada no fundo (SAMPAIO; CALÇADA, 2001, v. 3, p. 35).

Se você encher vários saquinhos com bolinhas de chumbo idênticas, a massa deles será granulada. A massa de cada um dos saquinhos será um múltiplo da massa de uma bolinha.

Quando uma propriedade física não existe em valores contínuos, mas em valores múltiplos, tal como a massa dos saquinhos de bolinhas de chumbo, ela é denominada quantizada.

A carga elétrica dos corpos constitui também uma grande física quantizada, pois trata-se de um múltiplo da carga elementar. É como se cada carga elementar fosse uma bolinha de chumbo.

$$Q = n \cdot e$$

Onde n é uma quantidade de cargas elementares (SAMPAIO; CALÇADA, 2001, v.3, p.190).

Tabela 4 - Metáforas e analogias presentes na coleção FIS 04.

Coleção FIS 04 Volumes 1, 2 e 3	Classificação	Metáforas 10	Analogias 13
Relação analógica	Estrutural	04	04
	Funcional	06	07
	Estrutural/funcional	00	02
Formato de apresentação	Verbal	10	06
	Imagem-verbal	00	07
Condição	Concreto/concreto	03	06
	Abstrato/abstrato	00	02
	Concreto/abstrato	07	05
Nível de enriqueci- mento	Simplex	10	05
	Enriquecida	00	08
	Estendida	00	00

Fonte: Dados da pesquisa

Coleção FIS 05: apresenta ao todo 10 (dez) metáforas e 13 (treze) analogias. Isso nos mostra que o uso das figuras de linguagem é modesto, o que está em consonância com a opção metodológica do livro em apresentar os conteúdos de forma sintética, conforme podemos verificar na avaliação realizada pelo PNLEM/2007:

A opção metodológica da obra consiste em apresentar os conteúdos clássicos de uma forma sintética, em pequenas doses, com aplicações em situações relacionadas ao dia-a-dia e discussões sobre aspectos históricos relacionados, com diferentes ênfases em cada assunto (BRASIL, 2008, p. 23).

Nessa coleção, o enriquecimento com figuras também é pouco utilizado e o nível de enriquecimento é baixo. Esse fato está de acordo com os resultados da avaliação do PNLEM/2007, que alerta para uma ênfase na resolução de problemas, mas destaca o uso adequado da linguagem:

A utilização da linguagem escrita é acessível tanto no que se refere ao desenvolvimento da teoria, como no que diz respeito aos textos apresentados na forma de caixas de texto (BRASIL, 2008, p. 46).

Tabela 5 - Metáforas e analogias presentes na coleção FIS 05.

Coleção FIS 05 Volume único	Classificação	Metáforas 02	Analogias 05
Relação analógica	Estrutural	02	02
	Funcional	00	02
	Estrutural/funcional	00	01
Formato de apresentação	Verbal	02	03
	Imagem-verbal	00	02
Condição	Concreto/concreto	00	04
	Abstrato/abstrato	00	00
	Concreto/abstrato	02	01
Nível de enriquecimento	Simples	02	02
	Enriquecida	00	02
	Estendida	00	01

Fonte: Dados da pesquisa

Coleção FIS 06: Apresenta um grande número de analogias, explorando de maneira significativa também as estendidas. Exemplo:

Mais importante que o papel desses cientistas, no entanto, foi a criação das academias ou sociedades científicas, na segunda metade do mesmo século. Surgidas na Itália, Inglaterra e França, essas entidades passaram a reunir cientistas e a publicar os seus trabalhos. A partir de então, academias e sociedades científicas foram sendo criadas em inúmeros países, nas mais diferentes áreas e subáreas das ciências.

Atualmente, essas sociedades, de certa forma, oficializam e cuidam das ciências às quais se dedicam. Fazendo uma comparação, podemos dizer que elas exercem um papel parecido com o das associações esportivas em relação aos esportes que representam, regulamentando e cuidando do cumprimento de suas regras. Embora a física, como toda ciência, não tenha regras como um esporte qualquer, ela tem um corpo de conhecimentos aceitos consensualmente pelo conjunto dessas associações (GASPAR, 2003, p. 367).

Várias vezes o autor esclarece o recurso que está utilizando: “fazendo uma comparação”, “uma analogia clássica”, “Nessa analogia, o que seria...” “Uma analogia pode esclarecer melhor...” “Qual das analogias é mais adequada?...” Exemplos:

Uma analogia clássica da refração com fenômenos cotidianos é a da fanfarra que atravessa obliquamente a divisa entre um terreno onde os estudantes marchavam com facilidade, com determinada velocidade, para outro terreno onde a marcha é mais difícil e, por consequência, a velocidade diminui. A figura mostra que a fanfarra se desvia, pois, enquanto os jovens que já entraram no terreno ruim reduzem sua velocidade... (GASPAR, 2003, p. 200)

Uma analogia pode esclarecer melhor essa questão: quando se fala em campo gravitacional da Terra ou em campo elétrico de uma carga, estamos falando em coisas equivalentes (GASPAR, 2003, p. 367).

Era comum, naquela época, a analogia de Deus a um relojoeiro que tivesse construído o universo como um grande relógio, mecânico e perfeito (GASPAR, 2003, p. 475).

O livro apresenta uma linguagem clara e acessível, de modo que o aluno possa realizar a leitura, compreendendo os conteúdos sem grandes dificuldades. O

catálogo do PNLEM/2007 chama a atenção para a possibilidade de uma leitura autônoma pelos alunos e acreditamos nessa possibilidade pelo grande uso de analogias e metáforas.

É adotado o critério tradicional para seleção e sequência dos conteúdos, procurando apresentar um curso de Física com abordagem ampla e abrangente e linguagem acessível à maior parte dos alunos. Os textos de apresentação dos conteúdos são sempre iniciados por aspectos que os contextualizam e organizados de forma a permitir sua leitura autônoma pelos alunos (BRASIL, 2008, p. 48).

Tabela 6 - Metáforas e analogias presentes na coleção FIS 06.

Coleção FIS 06 Volume único	Classificação	Metáforas 02	Analogias 21
Relação analógica	Estrutural	01	10
	Funcional	00	09
	Estrutural/funcional	01	02
Formato de apresentação	Verbal	02	15
	Imagem-verbal	00	06
Condição	Concreto/concreto	02	07
	Abstrato/abstrato	00	04
	Concreto/abstrato	00	10
Nível de enriquecimento	Simple	02	06
	Enriquecida	00	10
	Estendida	00	05

Fonte: Dados da pesquisa

Analisando este quadro com o somatório das metáforas e analogias presentes nas coleções didáticas recomendadas pelo PNLEM/2007, verificamos a predominância das analogias. As metáforas são apresentadas bem distribuídas nas relações estruturais e funcionais, com predominância na apresentação verbal e as condições concreto/concreto e concreto/abstrato são ambas exploradas. Não observamos nenhuma metáfora do tipo abstrato/abstrato, o que nos sugere uma natureza mais concreta nessas figuras de linguagem, com a função de aproximar o conteúdo ao estudante. As analogias mais comuns são estruturais e funcionais, verbais, concreto/abstrato e enriquecidas.

Tabela 07 - Total geral das analogias e metáforas.

Total geral	Classificação	Metáforas 44	Analogias 79
Relação analógica	Estrutural	22	34
	Funcional	18	33
	Estrutural/funcional	4	12
Formato de apresentação	Verbal	36	49
	Imagem-verbal	8	30
Condição	Concreto/concreto	24	25
	Abstrato/abstrato	00	13
	Concreto/abstrato	20	41
Nível de enriquecimento	Simples	44	33
	Enriquecida	00	39
	Estendida	00	07

Fonte: Dados da pesquisa

A coleção FIS 06 aborda as analogias de modo mais adequado, pois o autor, ainda que, em alguns casos, tenha o cuidado de explicitar qual é o recurso que está utilizando, chamando a atenção do aluno para o fato de tratar-se de uma analogia. Nesta coleção, além de observarmos o maior número de analogias, verificamos que algumas delas são estendidas, ou seja, o autor segue todos os passos do modelo TWA. Nas demais coleções, os autores pouco discutem a validade das analogias, ou trabalham suas limitações. Outro destaque é a apresentação da analogia numa linguagem próxima ao aluno, solicitando, avaliando ou estabelecendo os limites.

De acordo com o modelo TWA, é necessário, além de estabelecer os limites e validades da analogia, traçar as conclusões possíveis. Verificamos que isso é raro pois, em nenhuma das 79 (setenta e nove) analogias presentes nas coleções didáticas, foram explicitadas as características de uma analogia ou mesmo o conceito de analogia.

Consideramos que apresentar um alvo abstrato usando uma analogia com um análogo concreto mais adequado que a condição abstrato/abstrato e na coleção FIS 06 a maioria das analogias tem condição concreto/abstrato ou concreto/concreto.

A coleção FIS 03 explora mais a metáfora que a analogia e o faz adequadamente, apresentando uma distribuição mais acentuada nas relações estruturais e

funcionais. Essa coleção tem 17 (dezessete) metáforas e nenhuma delas apresenta-se na condição abstrato/abstrato, o que pode ser um facilitador para o aluno.

VII. Considerações finais

O livro didático é uma importante ferramenta no processo de ensino-aprendizagem e o professor deve utilizá-lo atento aos objetivos educacionais que deseja alcançar. O PNLEM sugere vários títulos e, dentre eles, o professor deve escolher o mais adequado à sua escola e ao seu projeto político-pedagógico, aos seus alunos e à região em que leciona. Para fazer essa escolha, os docentes devem levar em conta vários fatores, dentre eles, a linguagem e as figuras de linguagem utilizadas. Esses livros recomendados não contêm erros conceituais, não veiculam imagens, figuras ou textos preconceituosos e, de modo geral, estão de acordo com os preceitos legais. Os Parâmetros Curriculares Nacionais são uma referência para os autores na elaboração dos textos, imagens, tabelas, analogias, metáforas, enfim, do livro didático.

Salientamos que o professor deve ser cuidadoso no uso das analogias e metáforas, observando todos os passos necessários de acordo com o modelo TWA. Verificamos que, na maioria dos casos, os autores não identificam os limites de validade da analogia e não apresentam as conclusões, deixando a cargo do aluno, ou do professor, essa tarefa. Recomendamos ao professor que, ao utilizar uma analogia ou uma metáfora, explore todas as equivalências sem deixar de mencionar as diferenças e os limites, podendo, assim, utilizar as figuras de linguagem de modo que os discentes possam expressar suas dúvidas e suas conclusões.

As analogias podem promover a aprendizagem de teorias abstratas através da comparação com estruturas mais concretas, ou mais conhecidas pelos alunos. Novos conteúdos podem ser introduzidos usando-se analogias com conceitos já estudados, mas nesse caso recomendamos uma revisão desse conteúdo anterior, pois se o aluno não tem um bom domínio, a analogia não só não ajudará como poderá levar à compreensão de conceitos equivocados. Verificamos que algumas analogias são muito comuns no ensino de Física; o circuito elétrico-circuito hidráulico, por exemplo, aparece apenas nas coleções FIS 01 e FIS 06. As analogias são mais usadas, nos livros didáticos de Física, que as metáforas, talvez pela possibilidade de maior exploração.

As metáforas comparam duas estruturas de maneira mais direta, sem relacionar as características ou qualidades semelhantes ou não nos dois domínios. Algumas metáforas são muito usadas no ensino de Física e nas pesquisas científicas.

cas. Assim como os modelos evoluem e se modificam as metáforas também se alteram.

Criamos algumas categorias para classificar as analogias e metáforas e, nessa categorização, percebemos a dificuldade em selecionar e apontar uma classificação mais útil ou mais adequada a cada caso. Poderíamos, por exemplo, sugerir a utilização de analogias estruturais para a visualização de conceitos mais abstratos, mas isso não é assim tão simples. Em mecânica quântica, por exemplo, observamos uma predominância nesse tipo de analogia, mas isso não se apresenta como uma regra. Analogias estruturais se tornam mais explicativas quando são enriquecidas com uma figura adequada. Conceitos mais concretos são bem explorados com analogias funcionais e, em alguns casos, estruturais funcionais. Quanto à condição, consideramos mais adequado apresentar uma analogia de natureza concreta para atingir um alvo de natureza abstrata.

As analogias apresentadas na forma estendida podem ser mais eficientes em um livro didático, porque possibilita ao aluno a compreensão dessas figuras de linguagem de forma autônoma, pois todos os passos sugeridos para uma boa apresentação encontram-se no próprio livro sem a necessidade da intervenção do professor. Como na maioria das vezes isso não acontece, das 79 (setenta e nove) analogias encontradas, apenas 7 (sete) são estendidas. O professor deve estar preparado para complementá-la ou enriquecê-la em sala de aula.

Verificamos na literatura que as analogias, muitas vezes, surgem durante a aula diante da necessidade dos alunos. Nesse momento, o professor pode explorar as concepções espontâneas, promover a argumentação, estabelecer limites nas comparações, fazer uma revisão de conceitos já estudados para que possam ser usados nessas comparações.

Encontramos, de início, uma grande dificuldade em encontrar analogias e metáforas nas coleções didáticas, mas, à medida que nos aprofundamos nas pesquisas, essa tarefa se tornou bem mais simples. Acreditamos que o uso de analogias e metáforas contribua para um ensino de Física mais agradável, com professores e alunos mais envolvidos no processo de ensino-aprendizagem.

Referências

ALMEIDA JUNIOR, J. B. A evolução do ensino de Física no Brasil. **Revista de Ensino de Física**, v. 1, n. 2, p. 45-58, out.1979.

ALVARES, B. A. Livro didático: análise e seleção. In: MOREIRA, M. A.; AXT, R. **Tópicos em ensino de ciências**. Porto Alegre: Sagra, 1991. p.18-46.

ANDRADE, B. L.; ZYLBERSZTAJN, A.; FERRARI, N. Analogias e metáforas no ensino de ciências à luz da epistemologia de Gaston Bachelard. **Ensaio: pesquisa em educação em ciências**, v. 2, n. 2, dez. 2000.

ARRUDA, S. M. Metáforas na física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 10, n. 1, abr. 1993, p. 25-37. Disponível em: <<http://www.fsc.ufsc.br/ccef/port/10-1/index.html>>. Acesso em: 26 nov. 2007.

BRASIL. Ministério da Educação. Portaria n. 2.922, de 17 de outubro de 2003. Disponível em: <<http://www.abrelivros.org.br/abrelivros/texto.asp?id=494>>. Acesso em: 27 jul. 2007.

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

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

BRASIL. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica. Física: Catálogo do Programa Nacional do livro para o Ensino Médio: PNLEM/2009. Brasília, 2008.

CACHAPUZ, A. Linguagem metafórica e o ensino das ciências. **Revista Portuguesa de Educação**, v. 2, n. 3, p. 117-129, 1989.

CALDAS, H.; CUNHA, A. L.; MAGALHÃES, M. E. Repouso e movimento: Que tipo de atrito? O que relatam os livros didáticos. **Ensaio: pesquisa em educação em ciências**, v. 2, n. 2, dez. 2000.

CONTENÇAS, P. A eficácia da metáfora na produção da ciência. In: CRUZ, A. O. **Epistemologia e Sociedade**. Lisboa: Instituto Piaget, 1999.

CORACINI, M. J. A metáfora no discurso científico: expressão de subjetividade. In: CORACINI, M. J. **Um fazer persuasivo: o discurso subjetivo da ciência**. São Paulo: Educ/Campinas: Pontes, 1991.

CURTIS, R. V.; Reigeluth, C. M. The use of analogies in written text. **Instructional Science**, n. 13. p. 99-117, 1984.

DAGHER, Z. R. Does the use of analogies contribute to conceptual change? **Science Education**, v. 6, n. 78, p. 601-614, 1994.

DAGHER, Z. R. Analysis of analogies used by science teachers. **Journal of research in science teaching**, v. 32, n. 3, p. 259-27, 1995.

DUARTE, M. C. Analogias na educação em ciências: Contributos e desafios. In: ENCONTRO IBERO-AMERICANO SOBRE INVESTIGAÇÃO BÁSICA EM ENSINO DE CIÊNCIAS, II, 2004, Burgos, Espanha. **Anais...** Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/vol10/n1/v10_n1_a1.htm#Top> Acesso em: 27 jul. 2007.

DUIT, R. On the role of analogies and metaphors in learning science. **Science Education** v. 6, n. 75, p. 649-672, 1991.

FABIÃO, L. S.; DUARTE, M.C. Dificuldades de produção e exploração de analogias: um estudo no tema equilíbrio químico com alunos/futuros professores de ciências. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**. v. 4, n. 1, 2005. Disponível em: <http://www.saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen4/ART6_Vol4_N1.pdf>. Acesso em 25 jun. 2007

FERRAZ, D. F.; TERRAZZAN, E. A. O uso espontâneo de analogias por professores de biologia: observações da prática pedagógica. **Ensaio: pesquisa em educação em ciências**, v. 4, n. 2, dez. 2002. Disponível em: <www.fae.ufmg.br/ensaio/v4_n2/4212.pdf>. Acesso em: 02 mar. 2008.

GILMORE, R. **Alice no País do Quantum**: uma alegoria da física quântica. Rio de Janeiro: Zahar, 1998.

GLYNN, S. M. The teaching with analogies model. In: GLYNN, S. M. **Children's Comprehension of Text: Research into Practice**. 1998. p. 185-204.

GLYNN, S. M.; LAW, M.; GIBSON, N.; HAWKINS, C. H. **Teaching science with analogies**: a resource for teachers and textbooks authors. 1998. Disponível em: <www.teach.virginia.edu/go/clic/nrrc/scin_ir7.html>. Acesso em: 12 mar. 2008.

GONZÁLEZ, G.; MARTÍN, B. La analogía y su presentación en los libros de texto de ciências de educación secundaria. **Ensenanza de lãs ciências**, 2005. n.extra. Disponível em:

http://enciencias.uab.es/webblues/www/congres2005/htm/index_art_htm/42.htm. Acesso em: 09 set. 2007.

LAJOLO, M. (Org.). Livro didático: um (quase) manual de usuário. **Em aberto**. Brasília, 1996. Disponível em: <www.inep.gov.br/download/cibec/1996/periodicos/em_aberto_69.doc>. Acesso em: 12 jul. 2007

MARQUES, L. M .B. Metáforas: Subjetividade em Discurso Científico. In: SEMANA NACIONAL DE ESTUDOS FILOLÓGICOS E LINGUÍSTICOS, 9, 2007, Rio de Janeiro. **Anais...** Disponível em: <<http://www.filologia.org.br/ixsenefil/anais/14.htm>>. Acesso em: 03 set. 2007.

MARTINS, I.; OGBORN, J.; KRESS, G. Explicando uma explicação. **Ensaio: pesquisa em educação em ciências**, v. 1, n. 1, set. 1999.

MONTEIRO, I. G.; JUSTI, R. S. **Analogias em livros didáticos de química brasileiros destinados ao ensino médio**. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/vol5/n2/v5_n2_a1.htm#Top>. Acesso em: 30 jan. 2008.

MOREIRA, M. A.; AXT, R. Ênfases curriculares e ensino de ciências. In: MOREIRA, M.A.; AXT, R. **Tópicos em ensino de ciências**. Porto Alegre: Sagra, 1991.

NAGEM, R L. et al. Analogias e metáforas no cotidiano do professor. In: REUNIÃO ANUAL DA ANPED, 26, 2003, Poços de Caldas-MG. Disponível em: <<http://www.anped.org.br/reunioes/26/outrostextos/mc08ronaldonagem.doc>>. Acesso em: 24 jun. 2007.

NAGEM, R. L.; CARVALHÃES, D. O.; DIAS, J. A. Y. T. Uma proposta de metodologia de ensino com analogias, **Revista Portuguesa de Educação**, v. 14, n. 1, p. 197-213, 2001.

NAGEM, R. L.; MARCELOS, M. F. Analogias e metáforas no ensino de Biologia: A árvore da vida nos livros didáticos. In: ENCONTRO NACIONAL DE PES-

QUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, V. **Anais...** Disponível em: <<http://www.gematec.cefetmg.br/Artigos/Fatima%20-%20Analogias%20no%20ensino%20da%20biologia.PDF>>. Acesso em: 30 jan. 2008.

OLIVEIRA, J. B. A.; GUIMARÃES, S. D. P.; BOMÉNY, H. M. B. **A política do Livro Didático**. São Paulo: Summus; Campinas: UNICAMP, 1984.

OTERO, M. R. CÓMO USAR ANALOGÍAS EN CLASES DE FÍSICA? **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 14, n. 2, p. 179-187, ago.1997. Disponível em: <<http://www.fsc.ufsc.br/ccef/port/14-2/index.html>>. Acesso em: 28 jul. 2007.

PENTEADO, P. C. M.; TORRES, C. M. A. **Física, ciência e tecnologia**. v. 1, 1. ed. São Paulo: Moderna, 2005.

PIMENTEL, J. R. Livros didáticos de ciências: A física e alguns problemas. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**. v. 15, n. 3, p. 308-318, dez. 1998. Disponível em: <<http://www.fsc.ufsc.br/ccef/port/15-3/index.html>>. Acesso em: 28 jul. 2007.

TERRAZZAN, E. A.; PIMENTEL, N. L.; SILVA, L. L.; BUSKE, R.; AMORIM, M. A. L. Estudo das analogias utilizadas em coleções didáticas de Física, Química e Biologia. **Ensenanza de las ciencias**, 2005. n. extra. Disponível em: http://ensciencias.uab.es/webblues/www/congres2005/htm/index_art_htm/42.htm. Acesso em: 09 set. 2007.