

ABORDAGEM DE CONCEPÇÕES ALTERNATIVAS E PROCESSOS DE MUDANÇA CONCEITUAL EM LIVROS DIDÁTICOS DE FÍSICA

Bruno Bernardo Galindo Lopes¹

RESUMO

O presente artigo objetiva verificar em que medida as coleções didáticas contemporâneas de Física incorporam aspectos de dois dos principais movimentos da pesquisa em Educação em Ciências: o Movimento das Concepções Alternativas e os Processos de Mudança Conceitual. Partindo da metodologia de análise de conteúdo, foram analisados os capítulos de Mecânica de seis coleções (livro do aluno e manual do professor) de Física das Editoras Ática, Atual, FTD, IBEP, Moderna e Scipione, selecionadas por serem as coleções de volume único mais vendidas de cada editora e terem edições atualizadas. Os resultados desta análise qualitativa permitiram chegar à conclusão de que, de modo geral, todas as coleções analisadas incorporaram apenas parcialmente as inovações da pesquisa em Educação em Ciências pelo menos quanto ao propósito, realizando muito pouco, de fato, no Livro do Aluno, sendo que, nas vezes em que o fazem, realizam uma abordagem inadequada dos conhecimentos prévios dos estudantes, das concepções alternativas e dos processos de mudança conceitual.

Palavras-chave: Livros didáticos; Ensino de Física; Concepções Alternativas; Mudança Conceitual

INTRODUÇÃO

“A Física deve promover um conhecimento contextualizado e integrado à vida do estudante. O professor tem o papel de suscitar as concepções alternativas dos alunos e de intermediar o processo de mudança conceitual dos conhecimentos espontâneos que provêm das vivências deles. E ao livro didático cabe a função de instrumentalizar o docente oferecendo textos, atividades coletivas e individuais para que esse trabalho pedagógico seja viabilizado.”

As afirmativas acima fazem parte de um ideário em Educação em Física. Acreditamos, contudo, que afirmativas semelhantes ocorrem comumente em outras áreas do conhecimento. Mais especificamente, muitos pesquisadores da área de Educação em Física e professores perceptivos investem na análise e seleção de livros de Física e, dentre os aspectos estudados nessas coleções, *as concepções alternativas* e o *processo de mudança conceitual* são alvos de investigação de diversos grupos de pesquisas nacionais e internacionais.

É consenso entre professores e pesquisadores do ensino de Física que os conhecimentos dessa área do saber devem ser potencializados a partir do mundo vivencial dos alunos, haja vista que, quando partem de suas realidades próximas, indagações e curiosidades, os conceitos específicos da Física passam a ter significados e tornam instrumentos para que os estudantes compreendam o mundo que os cercam.

Nesse processo de construção de significados e conceitos da Física, o professor tem um papel importante, que é o de promover no estudante o questionamento das concepções espontâneas que são construídas em seu mundo vivencial, além de intermediar o processo de mudança conceitual do conhecimento prévio para uma noção científica.

Espera-se que o livro didático instrumentalize o professor para esse tipo de trabalho, investindo em textos contextualizados e atividades coletivas e individuais que criam situações que induzem os alunos a invocarem suas concepções, encorajam o debate entre conceitos alternativos e científicos e promovem a evolução desses conhecimentos alternativos para os científicos.

Assim, por caracterizarmos o livro didático como um elemento importante para a qualidade do aprendizado e por subsidiar o trabalho do professor em sala de aula, pretendemos, neste artigo, discutir alguns elementos que sinalizam a forma como essas duas tendências da Educação em Ciências (*as concepções alternativas e a mudança conceitual*) são incorporadas nos capítulos de Mecânica das coleções didáticas de Física analisadas.

REFERENCIAL TEÓRICO

Dentre as principais linhas investigadas no campo da Educação em Ciências, o estudo das concepções “alternativas”, “prévias” ou “espontâneas”, entre outras denominações, constituiu, desde a década de 1970, um campo fértil para os grupos de pesquisa das universidades e está diretamente relacionado ao ensino, ou seja, faz parte do dia-a-dia da sala de aula. Essas concepções são os conhecimentos alternativos, geralmente distintos dos conhecimentos científicos e do rigor científico, e resultantes das experiências do aluno, imerso no seu universo cultural, social e político.

Segundo Villani e Cabral (1997), os estudos que têm as concepções alternativas dos alunos como objeto de estudo definem o espaço para a mudança conceitual no âmbito das

¹ Professor de Física da Fundação Bradesco – Campinas

Ciências e das Matemáticas. Assim, buscamos na Teoria da Mudança Conceitual subsídios teóricos para identificarmos, nas coleções de Física do Ensino Médio analisadas, quais aspectos dessa teoria são contemplados. Partimos da abordagem teórica proposta por Posner, Strike, Hewson e Gertzog em 1982, passando por outros trabalhos que trouxeram contribuições a esta teoria.

Em 1982, Posner et al. realizaram um estudo abrangente a respeito das concepções alternativas dos estudantes. A partir dos trabalhos de Viennot (1979) e Driver (1973), Posner e seus colaboradores desenvolveram um entendimento mais detalhado de algumas dessas concepções e a tentativa de justificar o fato de elas serem tão “fortes” e resistentes ao ensino escolar.

Considerando que uma questão central da Filosofia da Ciência contemporânea é a de como os conceitos mudam sob o impacto de novas idéias ou informações, os autores propõem uma analogia com esta noção, esboçando um modelo geral de *mudança conceitual*. Até então, segundo os autores, não existia uma teoria que explicasse o processo pelo qual um indivíduo modifica ou substitui um conjunto de concepções por outro incompatível com o primeiro.

Tomam por base, também, o entendimento da aprendizagem como atividade racional, isto é, que o aprendizado é fundamentalmente vir a compreender e aceitar idéias porque elas são vistas como inteligíveis e racionais. O aprendizado é, assim, um tipo de investigação em que o estudante deve fazer julgamentos com base em evidências válidas. Isso não quer dizer que as variáveis motivacionais ou afetivas não tenham importância no processo de aprendizado, porém, o trabalho de Posner et al. procurou focalizar a natureza do aprendizado, não os fatores dos quais ele depende. Assim, o escopo do estudo é a forma como as concepções dos estudantes mudam, sob o impacto de novas idéias e evidências.

Segundo estes autores, a Filosofia da Ciência sugere que existem duas fases distintas na mudança conceitual na Ciência. A primeira se refere ao corpo de conceitos que a Ciência possui, que define problemas, indica estratégias para lidar com eles e especifica critérios para o que será considerado como solução para esses problemas. Esses conceitos centrais haviam sido chamados de *paradigmas* por Kuhn (1970) e de *programas de pesquisa* por Imre Lakatos (1970). Já a segunda fase ocorre quando essas noções centrais requerem modificações e a ciência procede à pesquisa, adquirindo novos conceitos e uma nova forma de ver o mundo. A essa segunda fase, Kuhn denominou *revolução científica* e Lakatos, *mudança de programas de pesquisa*.

De forma semelhante ocorre a mudança conceitual no aprendizado, segundo Posner et al.. A primeira fase, denominada pelos autores *assimilação*, ocorre quando os estudantes usam conceitos prévios para entender e lidar com novos fenômenos. Contudo, quando estes conceitos são inadequados para os estudantes lidarem com esses novos fenômenos, eles devem trocar ou reorganizar seus conceitos centrais, o que define a segunda fase, que é a da *acomodação*.

Como essa base de conhecimentos prévios é fundamental para que o estudante possa fazer perguntas sobre um fenômeno, é essencial saber o que pode ser considerado como resposta a essas perguntas e distinguir aspectos relevantes e irrelevantes do fenômeno. Esses conceitos, que governam a mudança conceitual, formam o que os autores denominam *ecologia conceitual*, metáfora elaborada por Stephen Toulmin (1972).

Segundo Villani (2001):

O processo de mudança conceitual se desenvolve no cenário dos conceitos já existentes para o indivíduo. Este, denominado ecologia conceitual, influencia a seleção de novos conceitos ou teorias determinando a direção da acomodação, condiciona a aprendizagem e envolve analogias e metáforas significativas para o sujeito. Em suma, a ecologia determina se as condições são, ou não, possíveis de serem satisfeitas. (p. 6)

Concentrando-se nos tipos de mudanças conceituais radicais descritas como acomodações, para responder à questão de como as acomodações ocorrem, Posner et al. recorrem novamente à Filosofia da Ciência, desdobrando esta questão em duas. A primeira se refere às condições sob as quais uma acomodação pode ocorrer: quando os indivíduos acharão razoável desconsiderar uma reorganização maior de seus conceitos atuais ou trocarão um conjunto de conceitos centrais por outro? Segundo os autores, mesmo em uma reorganização conceitual maior, nem todos os conceitos podem ser trocados. Os indivíduos reterão muitos dos conceitos vigentes, alguns dos quais servirão para guiar o processo de mudança conceitual. Pode-se então perguntar que tipos de conceitos tendem a governar o processo de acomodação, isto é, que aspectos das ecologias conceituais governam o processo das mudanças conceituais maiores. Assim, pode-se expressar a teoria de acomodação dos autores como resposta a duas questões: *1. Sob que condições um conceito central será trocado por outro? 2. Quais são as características da ecologia conceitual que governam a seleção de novos conceitos?*

Antes de responder à primeira questão, os autores continuam sua analogia com a Filosofia da Ciência e encontram uma forma de solução nos estudos de Lakatos (1970): os

programas de pesquisa não são confirmados ou refutados. Ao invés disso, eles são progressivos ou degenerativos, já que

(...) as concepções centrais são rejeitadas quando têm gerado um conjunto de problemas que não conseguem resolver. Uma visão competitiva será aceita quando pareça ter o potencial de resolver estes problemas e gerar uma linha frutífera de pesquisa posterior. (Posner et al., 1982, p.225)

Assim, Posner e seus colaboradores formalizam quatro condições fundamentais para que ocorra a mudança conceitual das concepções alternativas dos alunos em direção aos conhecimentos científicos:

1. *Insatisfação:* A mudança conceitual das concepções prévias de alunos, professores (e cientistas) é realizada a partir da constatação desses indivíduos de que mudanças parciais em suas concepções não funcionam, antes de considerar a necessidade de encontrar uma nova concepção. Nesse caso, a presença de anomalias, uma das características do conjunto de idéias e concepções prévias do indivíduo, se constitui na principal fonte de insatisfação.
2. *Inteligibilidade:* Para uma nova concepção ser aceita pelo indivíduo, esta tem que fazer sentido para ele, tornando-o capaz de compreender os termos, os símbolos, a sintaxe e o modo de expressão utilizados na nova concepção, e representá-la através de metáforas e analogias, dando-lhe um sentido.
3. *Plausibilidade:* A nova idéia tem que resolver os problemas e anomalias que foram gerados pela concepção anterior e também ser consistente com outros conhecimentos do indivíduo, que podem ser crenças metafísicas e compromissos epistemológicos, experiências anteriores ou outras teorias consideradas satisfatórias.
4. *Frutificação:* A nova idéia tem que conduzir a novas descobertas, abrindo a possibilidade de ser estendida para novos domínios ou, ao menos, ser mais atrativa que as possíveis concorrentes. Ela também conduz a novas formas de ver e interpretar fenômenos, sugerindo novas possibilidades, direções e idéias.

Além das quatro condições acima, que produzem a mudança conceitual, os autores adicionam a *ecologia conceitual* dos indivíduos, que influencia fortemente a escolha dos novos conceitos. Em outras palavras, a ecologia conceitual é o fator determinante para que as condições acima sejam satisfeitas ou não, e é caracterizada por um ambiente intelectual específico, onde as concepções dos indivíduos ocupam um “nicho” entre os elementos cognitivos do sujeito, tais como suas crenças metafísicas, analogias, metáforas,

conhecimentos ou teorias pessoais que possuem alguma relação com o conhecimento aprendido (Villani e Cabral, 1997, p.3).

Uma posição teórica distinta da de Posner et al. para os processos de mudança conceitual é a de Mortimer (1994). O autor considera que a evolução das concepções dos alunos em sala de aula não ocorre simplesmente como uma substituição das idéias alternativas por idéias científicas, tal como proposto por Posner et al. (1982), e propõe a evolução de um perfil de concepções em que as idéias espontâneas convivem com as novas, sendo que cada uma delas pode ser empregada no contexto conveniente para o estudante. Portanto, este modelo admite que as diferentes formas de pensar convivem de modo estável na ecologia conceitual do indivíduo, e que o perfil conceitual evolui à medida que o aluno adquire um corpo de conhecimentos.

Também segundo esse autor, não é adequado descrever o processo de ensino como uma substituição dos conhecimentos prévios por noções científicas. Assim, Mortimer introduz a noção de “perfil conceitual” que fornece elementos para se entender a permanência das idéias prévias entre estudantes que passaram por um processo de ensino de noções científicas. Ao ter consciência do seu próprio perfil, o aluno usará os conhecimentos prévios e os científicos, cada qual sendo usado em contextos apropriados.

Como exemplo de conscientização da noção do perfil conceitual,

(...) o aluno teria adquirido o conceito newtoniano de movimento, mas não teria se conscientizado da relação entre este e o seu conceito anterior de que ‘movimento requer força’, não sabendo, portanto, em que contexto é mais apropriado usar um ou outro. Numa situação nova ele usaria o conceito newtoniano com sucesso em situações familiares, justamente porque ele não teria tomado consciência de que esses dois conceitos pertencem a um mesmo perfil, mas que os domínios a que se aplicam são diferentes. (Mortimer, 1994, p. 9)

METODOLOGIA

Como objeto de estudo, selecionamos seis coleções de Física disponíveis no mercado editorial brasileiro. Para tanto, foi empreendida uma pesquisa nesse mercado quanto às coleções de Física disponibilizadas para comercialização. Para critério de escolha, optou-se por uma coleção de cada editora, a partir dos seguintes critérios: 1º - ser a coleção de volume único mais vendida de cada editora e 2º - ter edição atualizada. As coleções selecionadas foram as seguintes:

- RAMOS, Clinton Márcico, BONJORNO, Valter, BONJORNO, Regina Azenha e BONJORNO, José Roberto. **Física, História e Cotidiano**. São Paulo: FTD, 2005 (volume único – livro do aluno e do professor, caderno de atividades e de resolução dos exercícios).
- GASPAR, Alberto. **Física**. São Paulo: Ática, 2003 (volume único – livro do aluno e do professor).
- FERRARO, Nicolau Gilberto e SOARES, Paulo Antonio de Toledo. **Física Básica**. São Paulo: Saraiva/Atual, 2005 (volume único – livro do aluno e do professor).
- ANJOS, Ivan Gonçalves dos. **Física para o Ensino Médio**. São Paulo: IBEP, 2005, 2^a. ed. (volume único – livro do aluno e do professor).
- FILHO, Aurélio Gonçalves e TOSCANO, Carlos. **Física para o Ensino Médio** (Série Parâmetros). São Paulo: Scipione, 2003 (volume único – livro do aluno e do professor).
- CARRON, Wilson e GUIMARÃES, Oswaldo. **Física**. São Paulo: Moderna, 2005 (volume único – livro do aluno e do professor).

Optamos por analisar somente os capítulos relativos à Mecânica, principalmente pelo fato de ser a área da Física mais abordada nas pesquisas acadêmicas sobre conhecimentos prévios de estudantes e professores e processos de mudança conceitual. Na análise dos capítulos de Mecânica de cada coleção, buscou-se identificar no conjunto de textos do livro do aluno e do manual do professor, atividades e exercícios, entre outras partes que constituem o conjunto da obra didática, os elementos indicativos da incorporação das inovações presentes nos dois movimentos da pesquisa em Educação em Ciências alvos de investigação desse artigo.

Para a análise do material de investigação do presente estudo, foram adotados os princípios da Análise de Conteúdo, que tem como funções a verificação de hipóteses e/ou questões e a *descoberta do que está por trás dos conteúdos manifestos*, ou seja, ir além das aparências, entender as entrelinhas e realizar inferências (Minayo, 1994, p.74).

Segundo Bardin (1995), o método de análise de conteúdo é um instrumento composto de procedimentos sistematizados e objetivos de descrição de conteúdos, indicadores (quantitativos ou não), que ascende a possibilidade de se descobrir ideologias, tendências e outros aspectos que caracterizam os livros didáticos.

Por se tratar de uma pesquisa qualitativa, priorizamos os conteúdos presentes em textos e atividades do livro do aluno e manual do professor como fonte de informação. Assim, utilizamos o método de análise de conteúdo idealizado por Bardin (1995), que se desdobra em três fases: pré-análise, análise dos documentos e interpretação inferencial.

A *pré-análise* consistiu na leitura flutuante das coleções didáticas a serem analisadas. A fase de *análise das coleções didáticas* precede a pré-análise e consiste numa fase longa e minuciosa de identificação dos elementos que incorporam as tendências supracitadas. Nesta etapa da análise de conteúdo, optamos pelos seguintes procedimentos de codificação: *o recorte* (escolha das temáticas ou unidades) e a *classificação e categorização* (escolha das categorias). Neste caso, realizamos a leitura dos capítulos de Mecânica do Livro do Aluno e textos do Manual do Professor – nosso recorte – a fim de demarcar trechos de textos, propostas de exercícios, problemas, atividades experimentais e orientações ao professor, a fim de enquadrá-los nas categorias **Movimento das Concepções Alternativas e Teoria da Mudança Conceitual**.

Na *interpretação inferencial*, que corresponde à terceira fase do método de análise de conteúdo, os elementos e aspectos identificados dentro de cada categoria foram inferidos e interpretados para que pudéssemos construir a síntese de cada coleção analisada, o que possibilitou um posicionamento nas considerações finais acerca do conjunto das coleções analisadas.

ANÁLISE DAS COLEÇÕES

Iniciaremos pela análise da coleção *Física*, da Editora Ática. Já no primeiro capítulo, o autor propõe uma atividade de pesquisa na qual o aluno deverá validar os conhecimentos oriundos de sua região do ponto de vista científico:

Além do conhecimento científico e religioso, há uma outra forma de conhecimento chamada costumeiramente de senso comum. É do conhecimento originário da cultura e das tradições de uma comunidade. Um exemplo desse conhecimento é a influência da Lua nas plantações, no corte dos cabelos, na geração e nascimento de crianças. Faça uma pesquisa procurando detalhar e relacionar essas e outras formas de conhecimento originárias de sua região. Procure saber da validade desse conhecimento do ponto de vista científico, em particular, do ponto de vista da física. (GASPAR, A. Física, Livro do Aluno, 2003, p.17)

No Manual do Professor desta coleção, o autor destaca a importância do resgate dessas concepções alternativas e da pouca (ou nenhuma) influência da lua no crescimento das plantações ou nos cortes de cabelos:

É importante lembrar aos alunos que a Física se originou de conhecimento desse tipo. Eles devem ser vistos de forma crítica, mas com

respeito. É importante também evitar justificativas físicas de credices populares. Dizer que a Lua influencia as plantações por causa da atração gravitacional, por exemplo, é uma bobagem. Pode ser que essa influência exista – embora não haja nenhuma comprovação experimental séria a respeito -, mas certamente ela não se deve à atração gravitacional. Além de ser insignificante, a atração gravitacional é a mesma em qualquer fase da Lua. (idem, p.35)

O exemplo acima ilustra a preocupação do autor em promover a superação gradual das concepções alternativas dos leitores. Além disso, considera o processo de transição do senso comum para a visão científica e, ao se referir aos conhecimentos prévios dos alunos, afirma que

É importante levar em conta tais conhecimentos no processo pedagógico, porque o efetivo diálogo só se verifica quando há confrontação verdadeira entre visões e opiniões. O aprendizado da ciência é um processo de transição intuitiva, de senso comum ou de auto-elaboração, pela visão de caráter científico construída pelo aluno, como produto de embate de visões. (idem, p.12)

Já no Manual do Professor da coleção *Física – História & Cotidiano*, da Editora FTD, os autores, ao discutirem o papel da Física no ambiente escolar, ressaltam que os conceitos abordados no ensino dessa área do conhecimento – como força, movimento, velocidade, temperatura etc. – já têm um significado prévio para o aluno. Contudo, este significado muitas vezes não coincide com o científico.

Como exemplo, no Capítulo 5 da obra, intitulado “Queda dos Corpos”, os autores iniciam o assunto com a seguinte afirmação:

Largando, de uma mesma altura, uma pena e uma pedra, observamos que a pedra cai primeiro. Por causa disso, pensamos que os corpos mais pesados caem mais depressa que os mais leves. (BONJORNIO & CLINTON, Física - História & Cotidiano, Livro do Aluno, 2005, p.63)

Nesse trecho, os autores ilustram uma concepção espontânea comum entre os estudantes, que é quando dois objetos em queda chegam ao chão em tempos diferentes, caso um deles seja mais pesado que o outro.

Em seguida, os autores afirmam que tal experiência, quando realizada em um recipiente desprovido da resistência do ar, apresenta um outro resultado: os objetos caem ao mesmo tempo, independente de suas massas, tamanhos ou formas.

Dessa forma, os autores procuram enfatizar que os resultados baseados em experiências científicas muitas vezes não coincidem com as observações que o aluno traz de seu mundo vivencial.

Ao longo dos textos que compõem o Manual do Professor e o Livro do Aluno desta obra, são apresentadas de várias situações do cotidiano que fazem com os alunos reflitam sobre os conhecimentos da Física e os advindos de suas vivências. No entanto, seus autores não estimulam a reflexão dos conhecimentos alternativos que podem resultar das situações desse cotidiano “genérico”.

No Capítulo 9, por exemplo, intitulado “Força e Movimento”, ao introduzir o conceito de atrito, os autores utilizam uma situação do cotidiano para exemplificar as aplicações desse conhecimento físico:

Uma pessoa não poderia andar se não houvesse atrito entre o sapato e o solo; o pé da pessoa empurra o solo para trás e este empurra o pé da pessoa para frente. (idem, p. 127)

Quanto às interpretações dos fenômenos físicos presentes no cotidiano do aluno, os autores consideram que, na maioria das vezes, a compreensão da realidade a partir da teoria científica, implica, para o aluno, uma mudança na maneira de olhar determinado fenômeno.

Para estes autores, nas situações de aprendizagem, os professores devem permitir que os alunos explicitem suas idéias sobre os assuntos em estudo.

Assim, as situações de aprendizagem devem permitir, em primeiro lugar, que o aluno explicita suas idéias sobre os assuntos em estudo e posteriormente, apresentar problemas que não sejam resolvidos pelos alunos. A percepção de que suas justificativas sobre um fenômeno não explicam todas as questões relativas ao tema favorece uma postura de investigação da realidade pelo aluno, permitindo-lhe avaliar suas concepções diante das teorias científicas. idem, Manual do Professor, 2005, p.2)

É dessa forma que os autores incentivam o debate entre as concepções espontâneas dos estudantes e as noções científicas.

Em outra coleção, *Física Básica*, da Editora Atual, nossa análise revelou a preocupação (embora discreta) dos autores em trabalhar nos textos os conhecimentos prévios dos alunos a partir do resgate, ao longo da obra, de vários aspectos que estão presentes no cotidiano dos leitores. Todavia, são aspectos de um cotidiano generalizado, no qual não ocorre a especificação de locais ou regiões.

No Capítulo 1, por exemplo, ao trabalhar com a relação tempo e medida, os autores destacam que

Assim, em nossa vida, em nossas leituras e estudos, nos deparamos com intervalos de tempo desde os extremamente grandes (milhões de anos,

centenas de séculos etc.) até os extremamente pequenos (frações de segundo). (NICOLAU E TOLEDO. Física Básica, Livro do Aluno, 2004, p.7).

Já na página 135, os autores resgatam o conceito de energia que é construído intuitivamente pelo leitor:

Diariamente somos bombardeados pelas notícias sobre a procura de novas fontes de energia, como a energia solar e a energia nuclear, para substituir as quase esgotadas fontes de energia química, obtidas a partir do petróleo. (idem, p. 135)

Por outro lado, ao analisar tanto o Livro do Aluno como o Manual do Professor desta obra, constatamos que não existe uma preocupação dos autores em contrapor os conhecimentos do senso comum dos alunos às noções científicas: o que se apresenta são situações do cotidiano que fazem com que o leitor resgate os seus conhecimentos prévios de um determinado conceito ou fenômeno físico. Os autores fazem isto apenas para ilustrar o que será tratado em cada tópico, tornar mais “familiares”, mais “amigáveis” os conhecimentos científicos novos. Não há uma preocupação em apresentar conflitos entre as idéias dos alunos e as noções científicas, e menos ainda de promover processos de mudança conceitual.

Analisando os capítulos que compõem a temática Mecânica da Coleção *Física para o Ensino Médio*, da Editora IBEP, inúmeros elementos distribuídos ao longo dos textos indicam a preocupação de seu autor em ilustrar as situações de um cotidiano “genérico” para posteriormente trabalhar os conhecimentos científicos.

No Capítulo 6 desta obra, por exemplo, intitulado “Leis de Newton e suas aplicações”, o autor, ao trabalhar a primeira Lei de Newton (Princípio da Inércia), utiliza um exemplo aristotélico para ilustrar o senso comum das pessoas:

Aristóteles afirmava que um corpo só podia permanecer em movimento se existisse uma força agindo sobre ele. Tal afirmação corresponde ao “senso comum” das pessoas ainda hoje. É correta a afirmação de Aristóteles? (Anjos, I. G. Física para o Ensino Médio, Livro do Aluno, 2005, p.85)

E discute sobre a veracidade da afirmação de Aristóteles:

À primeira vista parece realmente que um corpo só se movimenta quando é puxado ou empurrado, porém Galileu mostrou que é devido à existência da força de atrito que isso assim parece. Se o atrito entre os corpos pudesse ser eliminado, um corpo poderia permanecer em movimento indefinidamente, apenas por inércia. (idem, p.85)

No Manual do Professor, mais especificamente na seção “Considerações específicas por capítulo”, pode-se encontrar, nos objetivos de cada capítulo, indícios dessa preocupação do autor em trabalhar aspectos do cotidiano. Como exemplo, na página 10 desse manual, aparece uma preocupação do autor em contrapor o conceito de atrito de acordo com o senso comum à noção científica desse conceito. A respeito desse assunto, o autor comenta:

O atrito deve ser abordado com destaque para sua ampla utilidade (ou necessidade) na vida real, minimizando a possibilidade de criação da idéia de atrito como algo que atrapalha o movimento, algo prejudicial (idem, Manual do Professor, 2005, p. 10).

No entanto, apesar de propor a “exploração” das idéias prévias dos alunos, o autor não sugere como o professor deve fazer isto. Ao invés disso, sugere a “correção dos possíveis enganos”, isto é, propõe a substituição das idéias prévias quando essas não forem concordantes com as noções científicas, não permitindo a convivência das duas noções ou a possibilidade de mudança parcial das noções prévias.

Dada a importância do estudo das concepções prévias, os autores da coleção *Física para o Ensino Médio*, da Editora Scipione, na página 19 do livro, alertam para a linguagem usual do aluno: “Cuidado! Na linguagem cotidiana, massa e peso têm o mesmo significado, mas, para a física, peso é a força da gravidade”.

Este trecho ilustra um tipo de conhecimento prévio distinto do científico. Os conceitos de massa e peso têm significados distintos, contudo, por uma influência cultural: o aluno, ao realizar a medição de sua massa em uma balança, utiliza o termo “peso” para designar “massa”.

Ao longo do livro, algumas questões suscitam mais conhecimentos trazidos pelos alunos, de suas vivências, e esses são trabalhados no texto, sem, no entanto, explicitar o que os alunos pensam acerca desses conceitos ou teorias.

Na página 27, por exemplo, o texto “Você é capaz de imaginar como seria viver sem peso?” apresenta a seguinte questão: “O que aconteceria se a gravidade deixasse de existir?”. Nesse caso, a questão exige do aluno o resgate dos seus conhecimentos prévios; contudo, os autores não abrem uma discussão dos diferentes pontos de vista. O mesmo ocorre na página 33 do mesmo: “Imagine que você está numa pista de patinação e percebe um adulto e uma criança vindo de encontro a você, com a mesma velocidade. Não vai ser possível escapar dos dois. Você terá que escolher se foge do adulto e tromba com a criança ou vice-versa. Qual das colisões causaria maior estrago?”.

Além disso, no Manual do Professor, os autores, ao se referirem aos termos conhecidos e utilizados pelos alunos com um sentido restrito ao cotidiano, tais como calor, temperatura e sensação de frio e calor, dizendo esperar

(...) que os (as) alunos (as) possam, ao final do estudo, transpor a concepção do senso comum ou pelo menos, reconhecer suas limitações e compreender suas diferenças com a conceituação científica utilizada pela física.

(...) Com esse propósito, primeiramente, apresentamos as noções usuais de temperatura e calor e, posteriormente, as da física. A evolução do conhecimento científico contribuiu significativamente nesse caso, pois a teoria do calórico tem vários aspectos comuns com algumas dessas noções intuitivas dos alunos. (Gonçalves Filho e Toscano. Física para o Ensino Médio, Manual do Professor, 2002, p. 13)

Nesse caso, os autores esperam que os alunos possam transpor os conhecimentos espontâneos, ou ainda que, na opção da convivência dos conhecimentos científicos e prévios na mesma ecologia conceitual, possam reconhecer as limitações e diferenças dos espontâneos em relação aos científicos.

Apesar dos autores incentivarem o confronto das concepções prévias e das noções científicas, não foram identificadas, ao longo da coleção, atividades (práticas, exercícios, pesquisas etc.) que estimulem a solução, ainda que parcial, dos conflitos cognitivos que eventualmente venham a se instaurar nos alunos.

Todos os capítulos de Mecânica da coleção *Física*, da Editora Moderna, apresentam elementos que mostram a preocupação dos autores em resgatarem situações de um cotidiano “genérico” dos leitores.

Para começar, no Capítulo 2 do Livro do Aluno desta coleção, os autores ao trabalharem com o movimento uniforme, utilizam exemplos do cotidiano, tais como “o movimento de uma pessoa transportada numa escada rolante, o da Lua em torno da Terra e o dos ponteiros de um relógio” (p. 42).

Já no Capítulo 6, para exemplificarem a primeira Lei de Newton, conhecida como Lei inercial, os autores utilizam a seguinte situação cotidiana:

Consideremos uma pessoa em pé, em um ônibus em repouso em relação ao solo, e que não esteja segurando em lugar algum. Se o ônibus entrar em movimento, acelerando rapidamente, a pessoa fica para trás, podendo até cair. (Carron e Guimarães. Física, Livro do Aluno, 2003, p. 45).

Assim, ao analisar tanto o Livro do Aluno como o Manual do Professor, constatamos a presença de situações isoladas que demonstram a preocupação dos autores

em contrapõem os conhecimentos do senso comum dos alunos às noções científicas. Outro exemplo do mesmo capítulo ocorre quando os autores, ao trabalharem com o conceito de força, destacam que

Temos intuitivamente a noção de força. Embora a palavra “força” seja usada com diferentes significados em nosso cotidiano, nosso conceito primitivo de força leva-nos a associá-la a um puxão ou a um empurrão. Nessa linha de raciocínio, as forças estariam associadas ao contato físico. Mas nem sempre esse contato é necessário. Uma força é sempre um resultado de uma interação de dois corpos – que não precisam obrigatoriamente estar em contato. (Idem, p. 42).

Neste caso, os autores resgatam o conhecimento primitivo do conceito de “força” dos leitores, para posteriormente introduzirem a noção científica desse conceito.

CONCLUSÃO

Na análise das coleções, observamos que os autores ilustram os conteúdos tradicionais com *conceitos alternativos* (distintos dos conhecimentos científicos e do rigor científico) e com elementos do *cotidiano* do aluno. Porém, trata-se de um cotidiano “genérico” que não se refere a locais ou regiões específicas e tampouco trata de conhecimentos específicos dos alunos ou classes que trabalharão com as coleções. Uma possível justificativa para esse fato é que os autores realizam essas inserções com um objetivo exclusivamente mercadológico, ou seja, de acordo com a necessidade de tornar a linguagem mais acessível aos leitores, para que as coleções se tornem mais agradáveis de serem lidas e, conseqüentemente, mais vendáveis.

Em algumas coleções, mais especificamente nos Livros do Aluno, as atividades propostas propiciam o resgate dos conhecimentos prévios dos estudantes. Contudo, seus autores não realizam adequadamente a exploração desses conceitos e muito menos abrem espaço para que os estudantes realizem um debate sobre os diferentes pontos de vista.

O estudo que focaliza as concepções alternativas dos alunos define o espaço para a Teoria da Mudança Conceitual. Nas coleções didáticas analisadas, predominantemente nos Manuais do Professor, foram identificados elementos que configuram a incorporação parcial da Teoria da Mudança Conceitual. Nesses manuais, os autores destacam a importância do professor em resgatar as concepções alternativas dos alunos e em contrapô-las às noções científicas. Contudo, não promovem debates, atividades individuais ou coletivas e exercícios que visem promover a confrontação entre as idéias dos alunos e as

noções científicas, e muito menos promover processos de mudança conceitual. Dessa forma, entendemos que o manual do professor, ao ser produzido pelos autores e seus colaboradores, realiza uma abordagem da Teoria da Mudança Conceitual em nível de propósito, sem concretizá-la no livro do aluno.

Em algumas coleções, os autores citam conceitos que têm significados tanto no senso comum quanto na visão científica. No entanto, ao invés de trabalhar ao longo dos textos a superação gradual ou simplesmente a substituição do conceito alternativo pelo científico, os autores optam por apresentar as diferenças entre o significado do senso comum e o do científico para depois avançarem com o enfoque científico.

Além disso, as coleções não discutem o processo de “substituição” das idéias alternativas dos alunos em direção aos conhecimentos científicos e tampouco a “convivência” dessas idéias em contextos diferentes. No primeiro caso, aproximamo-nos das idéias de Posner et al. (1982), e nossos resultados indicam que as coleções assumem – em nível de propósito – postura próxima dessas idéias. No segundo caso, tomamos por base os estudos de Mortimer (1994), segundo o qual as noções prévias podem permanecer e conviver no pensamento dos estudantes juntamente com as noções científicas, sendo cada uma delas empregada em contextos diferentes. Todavia, não observamos nas coleções analisadas indicativos de incorporação dessa segunda visão.

Em resumo, pode-se afirmar que todas as seis coleções analisadas incorporam parcialmente as duas inovações analisadas neste estudo em nível de propósito, realizando muito pouco em nível de fato nos Livros do Aluno, sendo que, nas vezes em que o fazem, realizam uma abordagem inadequada dessas inovações. Falta ainda muito empenho dos autores em procurarem superar o modelo clássico de livro didático de Física, rompendo com a estrutura rígida do “convencional” e permitindo, assim, que este se torne uma ferramenta efetiva da aprendizagem, no sentido de estimular a criatividade dos alunos, a reflexão, o debate e o senso de investigação individual e coletiva.

REFERÊNCIAS

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Rio de Janeiro: Edições 70, 1995.

DRIVER, R. **The representation of conceptual frameworks in young adolescent science students**. (1973) Tese (Doutorado). Universidade de Illinois, Urbana, Illinois.

GIL-PÉREZ, D., SOLBES, J. The introduction of modern physics: overcoming a deformed vision of science. **International Journal of Science Education**, Londres, vol. 15, n. 3, p. 255-260, 1993.

KUHN T.S. **A estrutura das revoluções científicas**. 2ª ed. São Paulo: Perspectiva, 1978.

LAKATOS, Irme. O falseamento e a metodologia dos programas de pesquisa. In: LAKATOS, I.; MUSGRAVE, A. (eds.). **A crítica e o desenvolvimento do conhecimento**. São Paulo: Cultrix, 1970, p. 109-169.

LOPES, Bruno Bernardo Galindo. **Livros didáticos de Física e as inovações da pesquisa em Educação em Ciências**. Dissertação (Mestrado). 2007. 136 p. Faculdade de Educação – Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP.

MORTIMER, Eduardo. Construtivismo, mudança conceitual e ensino de Ciências: para onde vamos? In: **Anais da ANPED**, Caxambu, MG, out. 1994.

POSNER, G. J., STRIKE, K. A., HEWSON, P. W., GERTZOG, W. A. Accommodation of scientific conception: Toward a theory of conceptual change. **Science Education**, v. 66, n.2, p. 221-227, 1982.

POZO, J. I., GOMEZ, Crespo. A solução de problemas nas ciências da natureza. In: POZO, L. **A solução de problemas**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998. p. 67-102.

TEODORO, S. R. **A História da Ciência e as concepções alternativas de estudantes como subsídios para o planejamento de um curso sobre atração gravitacional (2000)** Dissertação (Mestrado). Faculdade de Ciências, Universidade Estadual “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP, Bauru, SP.

TOULMIN, S. **La comprensión humana. I. El uso colectivo y la evolución de los conceptos**. Madrid: Alianza Universidad, 1977.

VIENNOT, L. **Le raisonnement spontané en dynamique élémentaire**. Paris: Hermann, 1979.

VILLANI, A., CABRAL, T. C. B. Mudança conceitual, subjetividade e psicanálise. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 2, n. 1, p. 43-61, 1997.

VILLANI, A. Filosofia da Ciência e ensino de Ciência: uma analogia. **Ciência e Educação**, Bauru, v. 7, n. 2, p. 24-37, 2001.