

A ABORDAGEM DA RELATIVIDADE RESTRITA EM LIVROS DIDÁTICOS DO ENSINO MÉDIO E A TRANSPOSIÇÃO DIDÁTICA

Carlos Daniel Ofugi Rodrigues
Maurício Pietrocola de Oliveira¹
Departamento de Física/UFSC

Resumo

Neste trabalho é realizada e acompanhado o resultado da transposição didática da Teoria da Relatividade Restrita em livros de Física no Ensino Médio. Para tanto, analisamos a forma de apresentação de tal conteúdo em alguns livros universitários básicos e em artigos de divulgação científica publicados na revista Super Interessante, pelo fato destes dois últimos elementos estarem presentes em etapas intermediárias que configuram transições entre o saber sábio e o saber a ensinar.

Introdução

A Transposição Didática (TD) é uma ferramenta de análise que visa a compreensão do processo de fabricação do objeto de ensino. Chevallard², ao analisar a forma como conteúdos de matemática aparecem no currículo escolar, define três tipos de esfera de saber: o *saber sábio*, construído e desenvolvido no âmbito da comunidade científica; o *saber a ensinar*, presente nos programas e livros didáticos; e o *saber ensinado*, que é comunicado na sala de aula pelo professor.

Estes três “tipos” de saber representam os três estágios da TD, que são intermediados pela *noosfera*, responsável pelas pressões exercidas ao longo do processo de passagem de um para o outro³.

Assim, a ação da noosfera determina quais e de que forma os conhecimentos presentes no saber sábio deverão constituir o saber escolar. Quando tais conhecimentos são tomados no seio da ciência e introduzidos no contexto escolar, eles sofrem três processos fundamentais:

1) **despersonalização**, pois não existe mais o sujeito da pesquisa, a figura do pesquisador, com seus motivos pessoais. O conhecimento é divulgado de forma universal, impessoal, seguindo uma construção lógica e formal;

2) **descontextualização**, na medida em que, a história ligada à pesquisa é suprimida. Se, antes a pesquisa estava conectada a uma determinada problemática e imersa num contexto, agora seus resultados passam a ser aplicáveis a problemas gerais, sem qualquer ligação com sua origem;

3) **desincretização** ocasionado pela extração do saber de seu ambiente epistemológico. Se em sua origem, um conhecimento está imerso numa rede conceitual, onde cada conteúdo está conectado a uma outra área ou outra teoria, a transposição gera uma rede epistemológica específica, limitada ao contexto escolar.

¹ Com apoio parcial do CNPq

² YVES CHEVALLARD (1991)

³ ASTOLFI (1995)

Nesta transformação, os principais atores pertencentes à noosfera são: cientistas, técnicos da secretaria da educação, políticos, diretores de escola, professores, autores de livros e educadores de maneira geral, pois são estes que determinarão os conteúdos que deverão ser abordados no ensino médio; e os resultados finais são os livros e o currículo escolar.

Os autores de livros didáticos tem hoje papel destacado na definição dos conteúdos escolares. É sabido que muitas vezes conteúdos curriculares de ciência são transcrições muito próximas de índices de livros, evidenciando uma simbiose que reforça o tradicionalismo do ensino de ciências.

Note que, se os autores referidos pretendem confeccionar livros que sejam adotados pelos professores de nível médio, devem levar em consideração fatores presentes na relação ensino-aprendizagem dentro da sala de aula. O conjunto desses fatores é abrangido pelo Contrato Didático, pois este “descreve as regras implícitas que regem na situação de ensino a partilha das responsabilidades de cada um dos dois parceiros (do professor e do aluno) que são relevantes para o outro. Este contrato geralmente só se revela na ocasião de suas rupturas, e freqüentemente são momentos positivos de aprendizagem⁴”.

A avaliação assume, nesta relação, um papel fundamental pois serve para “pilotar” a classe, a gerir o contrato e sua evolução; afinal, através dela é confirmado, no quadro de um contrato eventualmente específico a uma classe, o que deve ser considerado como importante, e o que é secundário, o que é decisivo de saber fazer e o que acessório.

Uma outra preocupação dos autores é a forma de abordagem dos conteúdos que devem estar presentes nos livros, por fazerem parte do currículo escolar. Para que um determinado conhecimento seja introduzido no ensino médio, ele deve, necessariamente, sofrer transformações que o adaptem à realidade escolar.

E, para que um conhecimento que sofreu a transposição citada se torne objeto de ensino, necessita ser *recontextualizado*. No entanto, o seu formato atual não corresponderá a uma mera adaptação ou modificação de sua estrutura/contexto original, e sim a um quadro epistemológico artificial, específico, especialmente confeccionado em conformidade com pressupostos didático-pedagógicos adotados explicita ou implicitamente.

Tendo esse contexto em mente, os autores buscam formas de produzir um livro didático aplicável ao ensino médio.

O que este artigo propõe é analisar a forma com que alguns livros utilizados no segundo grau abordam a Teoria da Relatividade Restrita, visando a identificação de sua fonte.

É sabido, que a transposição entre saberes não ocorre de forma direta. Isso é, autores de livros universitários básicos, recorrem a livros textos de nível superior, assim como a artigos científicos destinados a um público mais amplo. Existem, pois degraus intermediários que configuram transições entre o saber sábio e o saber a ensinar. Isso é particularmente importante nos livros de física de nível médio, onde a estruturação, tópicos e abordagem se configuram como simplificações dos equivalentes em nível universitário básico.

Nessas transições teríamos os livros básicos do terceiro grau, como “elos” preferenciais entre o saber sábio e o saber a ser ensinado. Afinal, o conhecimento a ser

⁴ ASTOLFI (1995)

transmitido a nível de ensino médio está muito distante do produzido no seio da ciência, de forma que os livros de graduação fariam o papel de ponte entre o saber científico e o escolar.

Porém, não devemos esquecer que embora majoritariamente calcada nos livros universitários, os autores de livros para o ensino médio apoiam-se também em outros textos de divulgação científica, como aqueles presentes em jornais, revistas, enciclopédias, etc. Apesar de, senso estrito, não se configurarem como uma transposição didática, ainda assim são resultado de uma forma de transposição, na medida em que têm como fonte o saber sábio, modificando-o e disponibilizando-o à um público não científico: a comunidade em geral.

Nesse sentido, passaremos a acompanhar o resultado da transposição didática da Teoria da Relatividade Restrita em livros de Física no Ensino Médio. Para tanto, analisaremos a forma de apresentação de tal conteúdo em alguns livros universitários básicos e em artigos de divulgação científica publicados na revista Super Interessante.

Livros Universitários Básicos

Os livros universitários escolhidos para análise são:

1. *Feynman*, Richard Phillips. “ *The Feynman lectures on physics mainly mechanics, radiation, and heat*”. vol. 1, Estados Unidos da América. Fondo Educativo Interamericano, S.A., 1971.
2. *Mckelvey*, John P. & Grotch, Howard. “ *Física*”. São Paulo: editora Harper & Row do Brasil Ltda. 1981.
3. *Tipler*, Paul A. “ *Física*”. Rio de Janeiro: editora Guanabara Dois S.A. 1984.⁵

A escolha dos livros, assim como uma análise mais geral dos livros citados é feita em Rodrigues 1996. Na análise procuraremos destacar as três categorias básicas anteriormente citadas, descontextualização, despersonalização e a desincretização.

O conteúdo presente nos livros passou por um processo de transformação que não se restringe a uma mera redução ou simplificação do saber sábio; existe a produção de um contexto legitimado didática e pedagogicamente para que *o saber a ensinar* possa ser inserido no contexto educacional. Segundo Johsua⁶, a transposição didática produz simplificação por um lado, e complexificação de conteúdos por outro.

Para ilustrar o processo de recontextualização, tomemos uma discussão a respeito da propagação da luz, presente no livro de *Mackelvey*.

Como a história da óptica indica, no séc. XIX a luz era pensada como uma onda propagando-se através de uma meio material, rígido e elástico, definido como *éter* que preencheria todo o espaço. O éter permitiria a propagação de ondas luminosas transversais com altíssima velocidade, sem no entanto atrapalhar o movimento dos corpos celestes. Este ente era a base de toda a teoria do eletromagnetismo de Maxwell.

No texto de *Mckelvey*, a ordem dos fatos é invertida ao apresentar o éter como consequência, e não como base da Teoria Eletromagnética desenvolvida no século XIX:

⁵ utilizaremos o sobre-nome do primeiro autor para identificar os livros analisados.

⁶ Joshua 1993

“A segunda possibilidade, a qual nega o princípio da relatividade, assegura que as equações de Maxwell podem ser corretas em algum sistema especial de referência mas não são corretas em outros sistemas. Isto, por sua vez, levou à suposição de que as ondas eletromagnéticas devem requerer um meio raro e sutil, referido como éter luminífero, para a sua propagação...Mas, embora muitas experiências fossem imaginadas para revelar a presença do éter e explorar suas propriedades físicas, todas elas terminaram em fracasso. A mais famosa destas foi realizada por Michelson e Morley...”

Isso constitui-se num exemplo de desincretização. Ao inverter a relação causal destes conceitos o autor procura justificar a preservação da estrutura teórica do eletromagnetismo para no entanto abandonar o conceito de éter. Seria mais difícil justificar estas opções caso tivéssemos de abandonar a causa, mantendo contudo a consequência! Os autores desse tipo de livros, em geral, preferem relacionar a TRR à cinemática ou dinâmica ao invés da teoria eletromagnética, por razões desse tipo. Esta última situação constituindo-se numa contextualização diferente da originalmente processada na ciência visto que o problema atacado por Einstein e outros era relacionado aos fenômenos eletromagnéticos e não mecânicos.

Feynman inicia seu capítulo dizendo que a Mecânica Clássica formulada por Newton foi tida como verdadeira por mais de 200 anos, até que um erro nestas leis foi descoberto e também corrigido. Tanto o erro quanto a sua correção foi realizada por Einstein em 1905.

A segunda Lei de Newton, é baseada na concepção de massa constante, mas “sabemos ahora que esto no es cierto y que la masa de un cuerpo aumenta con su velocidad. En la fórmula corregida de Einstein m tiene el valor

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - (v^2 / c^2)}} \quad (15.1)$$

donde la “masa en reposo” m_0 representa la masa de un cuerpo que no se mueve y c es la velocidad de la luz...”

Ressalta que, “para aquellos que quieren aprender sólo lo suficiente en esta materia para poder resolver problemas, esto es todo lo que hay que saber sobre la teoría de la relatividad - se cambian las leyes de Newton introduciendo un factor de corrección para la masa-.”

Neste trecho, Feynman não mostra respeitar a historicidade científica, já que passa uma idéia errada quando relata essa estagnação da ciência por 200 anos.

Os livros universitários, pelo fato de se destinarem à formação de futuros cientistas ou técnicos, introduzem a linguagem científica no tratamento das teorias e conteúdos. Os algebrismos e símbolos característicos da linguagem matemática se faz presente nas demonstrações de fórmulas, na compreensão de dados, nos problemas e exercícios, bem como na matematização das teorias.

Além do uso da linguagem matemática, também temos o de termos técnicos, por fazerem parte dos próprios conceitos e postulados definidos pela comunidade científica. No livro do Tipler, quando um texto anexo do cientista Gerald Holton se refere a um raciocínio

de Einstein, o faz da seguinte forma: se eu estiver em movimento “junto com um feixe de luz com velocidade c (a da luz no vácuo) poderia observar o feixe como um campo eletromagnético oscilatório no espaço”.

Toda área de conhecimento possui uma linguagem própria, cujos termos assumem significados específicos e bem definidos, até mesmo no intuito de preservar interpretações dúbias quando da apresentação de uma teoria, tese ou raciocínio.

Os livros universitários tratam, muitas das vezes, teorias que trazem em seu bojo conceitos complicados e que fogem do cotidiano, que não ficam evidentes com o simples observar da natureza que nos cerca. A Teoria da Relatividade Restrita é uma dessas.

Afirmar que a velocidade da luz é a mesma, ainda que seja medida em diferentes referenciais inerciais, não é uma idéia simples de ser aceita. Nem tampouco é simples reconhecer as várias implicações que este postulado promove.

É verdade que Einstein tinha motivos de sobra para postular a Teoria da Relatividade, mas a questão é que, nem sempre os livros apresentam as problemáticas presentes no ato da formulação da teoria, ou o contexto em que o pesquisador se encontrava inserido.

Ao simplesmente enunciar os postulados ou simplesmente fornecer evidências de sua aplicação, os autores não convencem os alunos do porquê daquele conhecimento.

Mckelvey, por exemplo, ao tratar sobre o segundo postulado da Teoria da Relatividade Restrita, afirma que “Não existem argumentos que possam ser aprimorados para provar esta afirmação, ou mesmo para torná-la plausível. Pelo contrário, a intuição nos levaria a acreditar ser este postulado ridículo.”

Essa afirmação se encontra vinculada estreitamente ao imperialismo fatural da observação e ao poder do empirismo como filosofia espontânea dos sábios.

Quando abrimos qualquer livro e queremos saber se este aborda algum tema em específico, verificamos no índice. Este geralmente está estruturado na forma de capítulos, tópicos e sub-tópicos.

O Mackelvey, por exemplo, redigiu uma coleção de livros de física composta por quatro volumes, dentre os quais são abordados, nesta seqüência, os seguintes temas: Medidas, Unidades e Vetores; Mecânica Newtoniana; Fluidos; Termodinâmica; Eletrostática; Eletromagnetismo; Óptica; Relatividade; Física Nuclear e Física Quântica.

A parte destinada ao estudo da Relatividade ocupa um capítulo de seu quarto volume: o de número 27. O autor divide este capítulo em 09(nove) seções, as quais cinco são dedicadas à Relatividade Restrita e os quatro restantes à Física Nuclear.

Pressupõe-se, dessa forma que, à medida que os alunos vão sendo iniciados no formalismo científico, e em suas teorias, o nível de complexidade exigido pode ser maior, pois à medida que o processo de aprendizagem se efetiva, os alunos vão sendo capazes de elaborar conceitos e raciocínio cada vez mais complexos.

Segundo essa concepção, o tratamento dado aos conteúdos a serem desenvolvidos em sala devem obedecer à elevação gradativa dos graus de dificuldade. O conhecimento, assim apresentado é linear.

No caso da física, inicia-se pelo conceito de espaço e tempo que são os alicerces “lógicos” dos seus conceitos.

Uma preocupação muito presente nos autores de livros universitários básicos, se constitui na operacionalização dos conceitos e possibilidade de cobrança destes em exercícios ou problemas.

Mackelvey, por exemplo, ao tratar a Teoria da Relatividade Restrita dedica três dos seus cinco tópicos ao formalismo matemático das Transformações de Lorentz⁷ e suas conseqüências no equacionamento do espaço, do tempo e da massa em referenciais inerciais.

Tipler dedica apenas uma de suas dez seções referentes à Relatividade Restrita à apresentação dos conceitos dessa teoria. As outras nove comportam o formalismo matemático e as aplicações das Transformações de Lorentz em casos específicos.

Todos os itens ou tópicos presentes nos livros textos são cobrados de uma forma ou de outra, seja através de exercícios, de problemas ou testes.

Isso mostra que os livros de graduação são produzidos levando-se em conta as cláusulas do Contrato Didático. O CD é assimétrico, pois o professor é que detém as regras epistemológicas. É relativamente fechado, pois tem direção definida. O aluno sabe que tem um saber constituído e que nessa situação ele é um aprendiz.

E o livro deve atender a essa relação, caso contrário se torna inaplicável.

Artigos de Divulgação Científica

Dentre os artigos de divulgação científica em circulação, fizemos a análise da Revista Super Interessante pelo fato desta atingir um público amplo e estar no mercado há bastante tempo, o que leva a crer que suas matérias são bem aceitas pela comunidade.

A opção pelo CD-ROM se deve ao fato da simplificação que é promovida no manuseio dos materiais pesquisados. O fato de podemos atribuir palavras-chaves que serão utilizadas para encontrar um ou mais artigos referentes àqueles termos, reduz o tempo gasto na pesquisa de forma expressiva; além de termos a certeza de que nenhuma matéria foi esquecida ou deixada de lado.

Os artigos de divulgação científica apresentam características diferenciadas quando comparadas com os livros de graduação, a começar pela abrangência do público destinado a manusear tal material. Quando, por exemplo, um jornalista científico leva à comunidade um determinado conhecimento na forma de artigo, não objetiva com isso, a formação das pessoas que lêem a matéria. Não é pretensão dos divulgadores, que os leitores compreendam e

⁷ As Transformações de Lorentz são equações utilizadas na relatividade restrita. A partir delas pode-se calcular os efeitos originários da aplicação da Relatividade em fenômenos ocorridos a velocidades comparáveis à da luz.

consigam manipular de forma coerente e habilidosa os conceitos envolvidos numa teoria como a Relatividade Restrita.

Talvez, o objetivo maior deste tipo de material seja o de informar o público em geral dos conhecimentos que vêm sendo construídos pela comunidade científica, além de despertar a curiosidade, voltando a atenção para fatos não explorados nos livros didáticos.

Percebemos isso quando, ao utilizar a palavra-chave **relatividade**, nos deparamos com artigos essencialmente diferentes – pois tratavam de assuntos diferentes - mas que, de uma forma ou de outra faziam alusão à Teoria referida.

No artigo “A Última Cartada de Einstein” (SUPER no 12 ano 09), Flávio Dieguez levanta apontamentos que não estão presentes nos livros universitários básicos analisados. Ele relata, por exemplo, a postura de rejeição de Einstein diante do rumo que a Física Quântica estava tomando, fazendo com que ele abandonasse este estudo e voltasse suas atenções exclusivamente para a formulação da Teoria da Relatividade.

Para evidenciar melhor essa observação selecionamos o seguinte trecho deste mesmo referido artigo: “Daí para a frente, os fótons viraram a coqueluche da pesquisa de ponta. Graças a eles, descobriu-se que os elétrons giram em torno dos átomos, um feito extraordinário do dinamarquês Niels Bohr em 1911. Em 1925, o francês Louis de Broglie empregou-os para deduzir fórmulas mais precisas das ondas de matéria. Einstein, porém, não aceitava os rumos que sua própria invenção estava tomando nas mãos de outros pesquisadores. E se dedicou integralmente a aprimorar sua teoria da relatividade.

A descoberta do quinto estado da matéria não foi exatamente um motivo de alegria para Albert Einstein...”

Note que a recontextualização feita nesse artigo é diferente da realizada nos livros universitários.

Talvez por objetivar a *informação* dos saberes produzidos no âmbito da comunidade científica, leva a público, muitas das vezes, uma série de fatos, e lança mão destes para contextualizar o eixo central da discussão. Assim, não entra no mérito, no detalhamento de cada teoria específica.

Essa teia de conhecimentos que é feita durante a recontextualização, bem como a ausência de uma estrutura linear na apresentação dos conteúdos - apesar de existirem tópicos, não existe uma hierarquia entre eles, mesmo porque, tratam de aspectos diferentes do mesmo assunto - denotam a diferença entre livro e artigo de divulgação.

É claro que o caráter dogmático não deixa de existir, mesmo porque não é esse o intuito dos artigos de divulgação.

Em uma de suas primeiras edições a Super Interessante publicou uma reportagem sobre Einstein (SUPER no 2 ano 01), relatando alguns aspectos e fatos de sua vida. Em anexo a essa reportagem um boxê intitulado “As idéias que demoliram a velha ciência” trata da Teoria da Relatividade proposta por Einstein bem como algumas conseqüências fundamentais na física estabelecida até então, provocadas pela nova concepção de mundo desse cientista.

Ao iniciar este boxê, faz alusão à época em que o eletromagnetismo, calcado no éter, se confrontava com as previsões newtonianas de alguns experimentos. As incompatibilidades existentes no século XIX que serviram de motivação para Einstein postular a sua revolucionária teoria: “Em 1887, descobriu-se que um sinal luminoso viaja sempre à mesma velocidade no espaço vazio. A partir dessa descoberta, Einstein iria demolir o edifício da

Física clássica. Ele percebeu que a constância da velocidade da luz punha em xeque o conceito tradicional de simultaneidade.”

Neste trecho a despersonalização evidente do saber – descobriu-se – é contraposta logo em seguida pela identificação de Einstein como provedor de mudança na ciência.

Esse “notável” cientista é tido ainda como um “visionário” que conseguiu perceber o que a natureza mostrava em suas evidências experimentais. Esse tipo de tratamento é coerente com a visão empirista da ciência, característica muito presente nos artigos de divulgação de um modo geral.

Esse tipo de tratamento e visão da ciência está caracterizada no artigo “O Pulo do Gato” (SUPER no 8 ano 10): “Mas nem os físicos entendem direito o que ela faz. “Posso dizer sem me enganar que ninguém compreende a Mecânica Quântica”, escreveu o americano Richard Feynman (1918-1988), um dos cientistas mais brilhantes deste século, conhecido justamente por explicar conceitos difíceis sem complicar. Numa de suas palestras, Feynman abriu o jogo: “Vou contar-lhes como funciona a natureza”, disse. “Mas evitem ficar perguntando, ‘como é que pode ser assim?’, ou vão acabar num beco sem saída. Ninguém sabe por que as coisas são assim.”

Diante do tratamento dado ao saber produzido pela comunidade científica, no intuito de ser passado para o público em geral, podemos afirmar que existe uma transposição didática, mas não escolar. Os esforços empregados na abordagem dos temas para fazer com que estes tenham um significado e atendam os objetivos de informar o público, são coerentes com a transposição didática.

É claro que os artigos não estão preocupados com o currículo, com a aplicabilidade dos textos na escola, nem possui vínculo algum com a estrutura escolar.

Os artigos não levam em conta o contrato didático, já que não existe a relação professor/aluno, e não faz sentido falar em avaliação ou relações de poder

Livros Didáticos do Ensino Médio

Vários livros de ensino médio foram consultados, no entanto, apenas dois foram analisados efetivamente⁸: *Gonçalves Filho, Aurélio; “Física e Realidade”*; São Paulo: Scipione, 1997 e *Antônio Máximo, Beatriz Alvarenga; “Curso de Física”*; São Paulo: Scipione, 1997.

Esses livros didáticos se destinam a um público específico, os alunos do ensino médio, e por isso levam em consideração os termos do contrato didático. A relação aluno/professor deve ser corroborada com a forma de abordagem dos conteúdos, permitindo, por exemplo, a avaliação dos conhecimentos do aluno através de exercícios e testes.

No entanto, em se tratando de Relatividade Restrita, o que se nota é que os tipos de questionamentos, são diferenciados em relação aos contidos em outros capítulos. Em geral não são sequer cobrados como avaliação pelo professor, pois assumem um caráter de curiosidade, leitura complementar, do que efetivamente de conteúdo obrigatório.

⁸ Dos livros consultados, apenas os dois analisados apresentavam a Teoria da Relatividade Restrita em seu conteúdo.

Antônio, por exemplo, insere em seu tópico uma biografia resumida de Einstein, assim como a Super Interessante no número citado anteriormente. Ele discute alguns exemplos de implicações da Relatividade Restrita como o aumento da massa em função da velocidade do corpo e a conseqüente limitação de velocidade imposta aos corpos materiais. Faz ainda considerações sobre as limitações da Mecânica Clássica que concebem o tempo e o espaço como absolutos.

E, ao propor um questionário, levanta questões como:

“Um elétron está se movendo, em um acelerador de partículas atômicas, com uma velocidade de $2,7 \times 10^5$ Km/s.

- a) Qual a porcentagem da velocidade da luz que esse valor representa ?
- b) Você acha que as leis de Newton podem ser usadas, com êxito, no estudo do movimento desse elétron ?”

Esse tipo de questão, apesar de utilizar algoritmos matemáticos, se limitam à aplicação de fórmula direta, além de terem uma outra finalidade: a de mostrar um resultado inesperado ou curioso (diferente do clássico).

Os tópicos presentes durante a abordagem da Teoria da Relatividade não seguem uma seqüência de complexidade como é feita nos livros universitários ou em outros capítulos dos livros de ensino médio.

As características presentes nestes livros à princípio deveriam ser idênticos aos livros de graduação, pelo fato de seguirem as mesmas regras de TD; e isso realmente ocorre quando tratamos de temas presentes nos currículos escolares. Mas, a Teoria da Relatividade Restrita bem como qualquer tema de Física Moderna, não consta em algumas grades curriculares. É por isso que constatamos, inicialmente, que não existe uma preocupação estrita com o contrato didático, no tocante às avaliações.

Gonçalves, no tópico “ $E=MC^2$ - A DINÂMICA DAS ALTAS VELOCIDADES” segue um encadeamento lógico para chegar a equivalência entre massa e energia, no entanto, o ponto de partida desse encadeamento são dois “postulados” da TRR propostos por Einstein. Na verdade o autor enuncia os “dois postulados” – que não correspondem aos dois postulados originais da TRR – e, então, partindo deles, constrói uma linha de raciocínio que culmina na idéia da equivalência entre massa e energia.

No livro de Antônio, não é justificado a constância da velocidade da luz (um dos postulados da Teoria da Relatividade Restrita), apenas diz que apesar do resultado parecer estranho, ele é amplamente confirmado em várias verificações experimentais.

E isso evidencia o caráter dogmático da abordagem realizada pelo livro de ensino médio.

Gonçalves, ao apresentar o texto “O TRANSCORRER DO TEMPO, explicita a informatividade, quando não se preocupa em sequer enunciar ou desenvolver os postulados. Em especial neste texto, o 1º postulado (fundamental) não é nem sequer citado. O autor se utiliza das previsões inesperadas dos fenômenos a velocidades altas para enunciar algumas previsões da relatividade restrita como, por exemplo, o aumento de massa e a dilatação do tempo.

No mesmo texto citado acima, o autor afirma: “Segundo Newton, o tempo é absoluto, isto é, transcorre de modo igual e uniforme em todos os lugares, sem nenhuma relação com

qualquer objeto ou observador.(...) Enfim, parece de fato que o tempo corre igual para toda a humanidade e, portanto, para todo o universo. E, de fato essa idéia prevaleceu até que Einstein propôs a teoria da relatividade.

Em sua teoria, Einstein afirma que a medida de um certo intervalo de tempo não tem sempre o mesmo valor para qualquer observador...”

Note que, neste trecho, pelo menos dois séculos de história foram omitidos, além de não citar sequer um problema existente na época e que motivou Einstein a propor a Teoria da Relatividade. Ainda nesse trecho, o tempo relativo é colocado como uma proposição em substituição ao tempo absoluto de Newton, o que de fato não ocorreu. A dilatação do tempo é uma consequência dos postulados einsteinianos, e não um deles !

Conclusão

No processo da TD, parece que os autores de livros didáticos de segundo grau buscam como fonte de conteúdo para a Relatividade Restrita os artigos de divulgação, mas que, por estarem inseridos numa obra que possui os mesmos objetivos que os livros de graduação, devem apresentar elementos que não destoem muito do todo.

Podemos perceber a relação entre os livros secundários e os artigos, quanto ao seu caráter informativo e não **formativos**. Por isso é que, apesar do objetivo do livro didático ser formativo, o fato desse tema não estar presente, efetivamente, no currículo do ensino médio, faz com que este tópico seja apresentado apenas como anexo.

Devemos ressaltar que o tratamento dado a este tema é o mesmo aos textos históricos. Aliás, o livro da Beatriz traz uma breve biografia de Einstein no início de seu tópico. O professor em geral não cobra a leitura desses textos, que em geral estão situados nas leituras ditas complementares. Às vezes aparecem também como quadrinhos no canto da página ilustrando o tema central do capítulo.

A questão é que, quando se trata a física dessa forma – muito superficialmente - é gerado um ambiente propício a apropriações indevidas ou conclusões precipitadas, enfim: isso mexe com a imaginação. Isso de uma forma ou de outra fascina o público e faz com que estes acreditem ter entendido o assunto, mesmo porque, o caráter das informações disponibilizadas é tão superficial, que não é capaz de gerar questões fundamentais ou que possam avaliar a sua validade ou veracidade.

Referências

ANDRADE MARTINS, Roberto. “Galileo e o princípio da relatividade”. Cadernos de História e Filosofia da Ciência 9 (1986), pp. 69-86.

ASTOLFI, Jean-Pierre & DEVELAY, Michel; “A didática das ciências” – 4ª ed. – Campinas, SP: Papyrus, 1995.

BACHELARD, G.; “A formação do espírito científico”, Vrin, 1991, Paris.

CAMARGO, Antônio José; “A Introdução da Física Moderna no 2º Grau: Obstáculos e Possibilidades” – tese de mestrado: (1996)

CHEVALLARD, Yves & JOHSUA, Marie-Alberte; “La Transposition Didactique”; La Pensée Sauvage, 1991

DELIZOICOV, Demétrio E ALVETTI, Marco A. S.; “Ensino de Física Moderna e Contemporânea e a Revista Ciência Hoje”; anais do VI EPEF, Fpolis, 1998.

EINSTEIN, Albert & INFELD, Leopold. “A evolução da física”. Rio de Janeiro: editora Guanabara Koogan S.A., 1988.

FEYNMAN, Richard Phillips. “ The Feynman lectures on physics mainly mechanics, radiation, and heat”. vol. 1, Estados Unidos da América. Fondo Educativo Interamericano, S.A., 1971.

GONÇALVES FILHO, Aurélio & TOSCANO, Carlos; “Física e Realidade”; São Paulo: Scipione, 1997.

JOSHUA, Samuel & DUPIN, Jean-Jacques; “Introduction à la didactique des sciences et des mathématiques”; PUF, 1993

LANDAU, L. D. & RUMER, IU. B.. "O que é a Teoria da Relatividade". Série de divulgação científica: "A Ciência ao Alcance de Todos". Editora MIR.

MÁXIMO, Antônio & ALVARENGA, Beatriz; “Curso de Física”; São Paulo: Scipione, 1997.

MCKELVEY, John P. & GROTCHE, Howard. “ Física”. São Paulo: editora Harper & Row do Brasil Ltda. 1981.

PIETROCOLA DE OLIVEIRA, Maurício. “A extensão do princípio de relatividade à óptica”. Seminário nacional de história da ciência, 1993. Caxambu.

PIETROCOLA DE OLIVEIRA, Maurício. “Fresnel o arrastamento parcial do éter: a influência do movimento da terra sobre a propagação da luz. Caderno de ensino de Filosofia , vol.10, nº2, p.157-172, agosto de 1993.

PIETROCOLA DE OLIVEIRA, Maurício.”O éter luminoso como espaço absoluto”. Cadernos de História e Filosofia da Ciência, Campinas, Série 3, janeiro-dezembro de 1993.

PIETROCOLA Maurício & ZYLBERSTAJN, Arden; “O Uso do Princípio de Relatividade na Interpretação de Fênômenos por Alunos de Graduação em Física” – anais do V EPEF, 1996.

PIETROCOLA, Maurício & RODRIGUES, Carlos D.; “Uma Análise Crítica à Abordagem da Teoria da Relatividade Restrita em Livros de Física Básica”; Anais do XII SNEF, Belo Horizonte

PIETROCOLA, Maurício & ZYLBERSTAJN, Arden; “Ruído Relativístico na Interpretação de Situações Físicas” – anais do V EPEF, 1996.

SILVA BINDEL, Andréa. “Relatividade Cinemática”. Física 4, Instituto de Física, Universidade de São Paulo, 1987.

SUPER INTERESSANTE; “10 anos de Revista em um CD-ROM”; Editora Abril, 1997

TIPLER, Paul A. “Física”. Rio de Janeiro: editora Guanabara Dois S.A. 1984.

VILLANI, Alberto. “A visão eletromagnética e a relatividade: a gênese da teorias de lorentz e einstein”. Revista de ensino de física, vol. 7, nº01, junho de 1995.