

QUAL A FONTE DA ABORDAGEM DA RELATIVIDADE RESTRITA EM LIVROS DIDÁTICOS DO ENSINO MÉDIO ?*

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

Abstract

Neste trabalho é feita uma análise da Transposição Didática presente em livros de física básica do terceiro grau referentes à Teoria da Relatividade Restrita, bem como o de artigos de divulgação científica (Super Interessante). A partir dessa análise, estabelecemos a relação entre esses dois referenciais e a forma como a Relatividade Restrita é tratada nos livros didáticos usados no ensino médio. Conseguimos estabelecer que, apesar dos últimos terem um compromisso claro com o Contrato Didático, esse tema em específico possui um caráter informativo, em vez de formativo, o que identifica a relação com os artigos de divulgação.

Introdução

A Transposição Didática (TD) é uma ferramenta de análise que visa a compreensão do processo de fabricação do objeto de ensino. Chevallard¹, 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 outro².

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.

Nesta transformação, os principais atores pertencentes à noosfera são: cientistas, técnicos da secretaria da educação, políticos, diretores de escola, professores, autores de livros

* Apresentado no II Encontro de Pesquisa em Educação Científica, setembro de 1999 e publicado nas Atas.

¹ YVES CHEVALLARD (1991)

² ASTOLFI (1995)

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 aprendizagem³”.

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 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

³ ASTOLFI (1995)

forma de apresentação de tal conteúdo em alguns livros universitários básicos e em artigos de divulgação científica publicados na revista Super Interessante.

Livros de Graduação

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. 1984.⁴

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.

- Se destina a um público específico;
- Objetiva a *formação* de futuros pesquisadores e/ou profissionais ligados a áreas científico-tecnológicas;
- É redigido basicamente por integrantes da comunidade científica;

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 Johsua, a transposição didática produz simplificação por um lado, e complexificação de conteúdos por outro. (ref)

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.

Citar frase onde isso ocorre

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 o 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 originalmemnte processada na ciência visto que O problema atacado por Einstein e outros era relacionado aos fenômenos eletromagnéticos e não mecânicos.

⁴ utilizaremos o sobre-nome do primeiro autor para identificar os livros analisados.

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-.”

Infelizmente, neste trecho, Feynman não se mostra didático, já que passa uma idéia errada do processo histórico quando relata essa estagnação da ciência por 200 anos; além de, logo no início do capítulo, simplificar toda uma teoria bela e que tem sua influência em vários ramos da física, a começar pelo conceito de espaço e tempo.

- A linguagem é similar à utilizada na comunidade científica;

A utilização do formalismo matemático apurado como derivada ou integral aparece nas equações apresentadas, como: $dx'/dt = dx/dt - u$.

O uso de termos técnicos, próprios da linguagem científica pode ser identificada, por exemplo, no livro do Tipler, quando um texto anexo do cientista Gerald Holton é proposto. Durante a exposição, o autor se refere a um raciocínio de Einstein 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”.

- Os conteúdos apresentam um caráter dogmático, na medida em que, são ligados ao imperialismo fatural da observação e o poder do empirismo como filosofia espontânea dos sábios;

O autor Mckelvey, 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.”

- O conhecimento é linear, partindo dos conceitos mais “simples” para os mais “complexos”. Pode-se evidenciar tal característica observando o índice da obra, estruturada em capítulos e sub-capítulos;

Mckelvey, por exemplo, redigiu uma coleção de livros de física composta por quatro volumes, dentre os quais são abordados, nesta sequência, 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 Mckelvey divide este capítulo em 09(nove) seções, as quais cinco são dedicadas à Relatividade Restrita e os quatro restantes à Física Nuclear.

- Leva em conta o Contrato Didático.

Assim como os livros de segundo grau, 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.

Esses termos se encontram no livro texto, por exemplo, na forma de exercícios ou problemas a serem resolvidos pelos alunos e que serão, futuramente cobrados nas avaliações.

Artigos de Divulgação Científica

Os artigos de divulgação⁵ científica apresentam características diferenciadas quando comparadas com os livros de graduação:

- Se destina ao público em geral;
- Objetiva a *informação* dos saberes produzidos no âmbito da comunidade científica, levando a público, muitas das vezes, uma série de fatos, e lança mão destes para contextualizar o eixo central da discussão. Por isso, não entra no mérito, no detalhamento de cada teoria específica;

No artigo “A Última Cartada de Einstein” (SUPER no 12 ano 09), selecionamos o seguinte trecho: “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...”

- Tendo em vista o item acima, os conteúdos não apresentam um caráter linear. Apesar de apresentar tópicos, não existe uma hierarquia entre eles, mesmo porque, tratam de aspectos diferentes do mesmo assunto;
- É redigido, em geral, por pesquisadores, cientistas e jornalistas científicos;
- Os conteúdos apresentam um caráter dogmático, pois as teorias surgem, neste caso, por idéia de um ou mais estudiosos que, ou observaram corretamente o fenômeno (visão empiricista da ciência), ou verificaram que postulando tal teoria, as coisas eram explicadas de forma coerente com as previsões (dogma).

Um dos boxes do artigo “Einstein O Homem que Mudou o Mundo” (SUPER no 2 ano 01) inicia sua explanação da seguinte forma: “Em 1887, descobriu-se que um sinal luminoso

⁵ Os artigos analisados pertencem à Revista Super Interessante, mais especificamente os que constam no CD comemorativo dos 10 anos da revista.

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.”

No artigo “O Pulo do Gato” (SUPER no 8 ano 10) essa passagem caracteriza perfeitamente essa característica: “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.”

- O conhecimento sofre os processos de descontextualização, desincretização e despersonalização, bem como a recontextualização da mesma forma que os livros didáticos. O conhecimento, para fazer sentido para o leitor, deve estar minimamente contextualizado, mesmo que isto seja feito num ambiente artificial;
- Podemos dizer que existe uma transposição didática, mas não escolar; tendo em vista que ela se propõe a informar à população dos acontecimentos e da produção do conhecimento no contexto do saber sábio. Os artigos não estão preocupados com o currículo, com a aplicabilidade dos textos na escola, nem possui vínculo algum com a estrutura escolar.
- Não leva em conta o contrato didático, mesmo porque não existe a relação professor/aluno, não fazendo sentido falar em avaliação ou relações de poder;

Livros Didáticos do Ensino Médio

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

As características presentes nestes livros à princípio deveriam ser idênticas 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 na grade curricular. Em função disso, analisaremos o seu tratamento e tentaremos fazer um paralelo com as informações levantadas anteriormente:

- A dogmatização do saber é encontrada;

No tópico “ $E=MC^2$ - A DINÂMICA DAS ALTAS VELOCIDADES” apresentado no capítulo 6 do livro Física e Realidade, os autores seguem 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. Esse processo caracteriza a dogmatização e a linearização dos conceitos.

No livro da Beatriz, não é justificada 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

- O caráter informativo e não formativo !

No texto “O TRANSCORRER DO TEMPO” do livro Física e Realidade explicita a informatividade, quando não se preocupa em sequer enunciar ou desenvolver dos postulados (compreensão). Em especial neste texto, o 1º postulado (fundamental) não é sequer citado. O autor se utiliza das previsões inesperadas dos fenômenos a velocidades altas para enunciar algumas previsões da relatividade restrita como aumento de massa, dilatação do tempo.

- O conhecimento sofre os processos de descontextualização, desincretização e despersonalização, bem como a recontextualização.

No mesmo texto citado no item cima, 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 !

- Se destina a um público específico;
- São escritos por cientistas ou pesquisadores da área de ensino;
- Não chega a apresentar a linearização, pois se configuram como tópicos complementares, isto é, não chegam a constituir um capítulo ou unidade, mas apenas textos sequenciais.
- Leva em conta o Contrato Didático, na medida em que apresenta no final de cada texto, uma lista de perguntas referente alusivas ao conteúdo. No entanto, esse tipo de questionamento, em geral não são cobrados como avaliação pelo professor, pois assumem um caráter de curiosidade, leitura complementar, do que efetivamente de conteúdo obrigatório. É por esse mesmo motivo que as poucas questões referentes aos algebrismos (problemas e exercícios) se limitam à aplicação de fórmula direta, além de terem uma outra finalidade: a de mostrar um resultado inesperado ou curioso (diferente do clássico).

Conclusão

No processo da TD, fica evidente 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. “Galileu 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: Papirus, 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 Alveti, 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 didactique des sciences et des mathématiques”;
- 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. & Grotch, 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 Fênomenos 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.