

# O ENSINO DE RELATIVIDADE RESTRITA NA PRIMEIRA SÉRIE DO ENSINO MÉDIO

Tony Marcio Groch<sup>1</sup>  
Arandi Ginane Bezerra Jr.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Colégio Estadual do Paraná [tomagro@yahoo.com.br](mailto:tomagro@yahoo.com.br)

<sup>2</sup>Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR [arandi@uol.com.br](mailto:arandi@uol.com.br)

*“É tarefa essencial do professor despertar a alegria de trabalhar e de conhecer”.*

EINSTEIN

## Resumo

*A inserção da Física Moderna e Contemporânea nos currículos e principalmente como práticas pedagógicas em sala de aula no Ensino médio, é uma necessidade premente, porém o fato de a FMC ainda estar pouco presente nos currículos escolares. A falta de formação e o pouco material disponível nos livros didáticos é uma questão determinante segundo pesquisadores da área (REZENDE, 2001; PIETROCOLA, 1999). Este trabalho apresenta uma proposta metodologia de ensino para inserção de Relatividade Restrita e Geral na primeira série do Ensino Médio, que foi aplicada no Colégio Estadual do Paraná, como projeto de pesquisa realizado no Programa de Desenvolvimento Educacional (PDE) promovido pela Secretaria de Estado da Educação do Paraná.*

**Palavras-chave:** relatividade, ensino de física moderna, materiais didáticos.

## Introdução

A educação científica, especificamente no Ensino de Física visa “(...) a formação de cidadãos autônomos, críticos e participativos” (BRASIL, 2008, p.18), porém ainda está apenas do que chamamos de Física Clássica<sup>1</sup>, os Manuais Didáticos, os Parâmetros Curriculares, as Diretrizes Curriculares Estaduais e os Planos de Trabalho Docente (LOCH e GARCIA, 2009) têm contribuído muito pouco para a compreensão do mundo contemporâneo apresentam muito pouco (e muitas vezes inexistem) do que chamamos da Física Moderna e Contemporânea, *neste sentido, para melhor situar os*

*momentos da Física, categorizaremos três momentos (REZENDE JUNIOR, 2001): Clássico (até o fim do século XIX), Moderno (do fim do século XIX até o início da Segunda Guerra Mundial) e Contemporâneo (da Segunda Guerra Mundial até hoje).* Portanto a necessidade da efetiva inserção da FMC é de suma importância, pois devemos agregar a educação dos nossos alunos conhecimentos que estão presentes no cotidiano dos mesmos, como nas telecomunicações, GPS (*Global Position System*), ressonâncias magnéticas, etc.

### **O ensino de Física Moderna e Contemporânea**

Terrazzan (1992) discute que a divisão didática tradicional que ocorrem nos livros didáticos (Mecânica, Física Térmica, Ondas, óptica e Eletromagnetismo), e ressalta que esta apenas uma das possíveis divisões, e segundo ele não apresenta nenhuma justificativa explícita da mesma, apresentando ainda a estrutura dos Livros Didáticos (LD) estrangeiros do século passado. Discute que ainda muitos professores não conseguem cumprir toda essa programação, e que os nossos alunos não chegam a conhecer FM (Física Moderna) e FC (Física Contemporânea), o que leva a uma grande pergunta: O que se pode esperar de uma física escolar que esteja tão descompassada/defasada no tempo? O autor ressalta que para a necessidade da compreensão do mundo criado pelo homem atual e a inserção consciente, participativa e modificadora do cidadão neste mesmo mundo como alguns motivos para esta inserção, porém ressalta que não adianta apenas ações de pesquisadores, mas sim uma participação efetiva dos professores do EM,

sugerindo que o modelo de pesquisa-ação ou pesquisa participante pareceu a mais adequada. E ressalta três pontos essenciais: primeiro de que forma os conceitos se desenvolveram na física, segundo enquanto área do conhecimento humano; e por fim a terminalidade do curso de física no EM, considerada sob dois aspectos e a realidade escolar relativamente à precária formação tanto de nossos professores quanto de nossos alunos.

Ostermann e Moreira (2000) em um estudo do estado da arte do Ensino de FMC, em artigos de revistas, livros didáticos, dissertações, teses, projetos e navegações pela internet, e reitera que o Ensino de Física proposta na III Conferência Interamericana sobre Educação em Física que é de despertar a curiosidade dos estudantes e ajudá-los a reconhecer a Física como um empreendimento humano e, portanto, mais próxima a eles: os estudantes não têm contato com o excitante mundo da pesquisa atual em Física, pois não vêem nenhuma Física além de 1900. Esta situação é inaceitável em um século no qual idéias revolucionárias mudaram a ciência totalmente, sendo que é do maior interesse atrair jovens para a carreira científica. Serão eles os futuros pesquisadores e professores de Física; é mais divertido para o professor ensinar tópicos que são novos.

O entusiasmo pelo ensino deriva do entusiasmo que se tem em relação ao material didático utilizado e de mudanças estimulantes no conteúdo do curso. É importante não desprezar os efeitos que o entusiasmo tem sobre o bom ensino; Física Moderna é considerada conceitualmente difícil e abstrata; mas, resultados de pesquisa em ensino de Física têm mostrado que, além da Física Clássica ser também abstrata, e que os estudantes apresentam sérias dificuldades conceituais para compreendê-la. Destaca que os caminhos

metodológicos três vertentes representativas: o da exploração dos limites dos modelos clássicos; a da não utilização de referências aos modelos clássicos; e da escolha de tópicos essenciais (OSTERMANN e MOREIRA, 2000).

Os autores concluem que os temas mais aparecem referem-se apresentação de um tema de FMC; em contraposição concepções alternativas sobre FMC e propostas testadas em sala de aula. Afirmam que a atualização passa por inserir os seguintes tópicos: efeito fotoelétrico, átomo de Bohr, leis de conservação, radioatividade, forças fundamentais, dualidade onda-partícula, fissão e fusão nuclear, origem do universo, raios X, metais e isolantes, semicondutores, laser, supercondutores, partículas elementares, relatividade restrita, Big Bang, estrutura molecular, fibras ópticas (OSTERMANN e MOREIRA, 2000)..

### **Recursos didáticos para inserção da FMC**

Para Rezende (2001) o ensino de FMC apresenta dois gargalos que são a formação do professor de física e os materiais didáticos específicos; tais como os LD, experimentação de laboratório didático (usando equipamentos laboratoriais e de simuladores), vídeos, etc.

Os Livros Didáticos podem ser uma porta facilitadora para a inserção da FMC, a distribuição gratuita deles a partir do ano de 2009, pode ser um diferencial, pois segundo afirmam os avaliadores do Plano Nacional Livro Ensino Médio (PNLEM 2009), afirma que:

O livro destinado ao ensino médio tem múltiplos papéis, entre os quais se destacam: (i) favorecer a ampliação dos conhecimentos adquiridos ao longo do ensino fundamental; (ii) oferecer informações capazes de contribuir para a inserção dos alunos no mercado de trabalho, o que implica a capacidade de buscar novos conhecimentos de forma autônoma e reflexiva; e (iii) oferecer informações atualizadas, de forma a apoiar a formação continuada dos professores, na maioria das vezes impossibilitados, pela demanda de trabalho, de atualizar-se em sua área específica (p.17).

Entretanto ainda fica uma questão de suma importância, a escolha do LD, onde Cassab e Martins (2003) fazem um estudo sobre os sentidos que professores atribuem ao livro didático numa situação de escolha do material, metodologia de análise de discurso, através de registro de vídeo com sete docentes de diferentes áreas, concluindo sentidos são plurais constituindo-se na relação entre as imagens de aluno, de ensino-aprendizagem e de docente que os mesmos apresentam. O discurso do professor enunciado que são freqüentes nas diretrizes governamentais principalmente na política do livro didático, porém muitos dos critérios considerados eliminatórios pela equipe do MEC não figuram no discurso do professor.

Nos LD é muito comum introduzir conceitos de FMC a partir de uma visão histórica, se utilizando informações equivocadas sobre a evolução do pensamento em física, conforme afirma Schulz (2007) no caso a William Thomson, conhecido como Lord Kelvin, presente em muitos livros, sobre as “duas nuvens” no céu da física do século XIX. Kelvin tinha uma visão muito mais elaborada a respeito das duas nuvens do que o mito que, em geral, se ensina. Estas “nuvens” surgiram a Teoria da Relatividade de Einstein e a Mecânica Quântica. A Relatividade Restrita (RR) e a Relatividade Geral (RG) revolucionaram as concepções de tempo e de espaço e modificaram as concepções clássicas de matéria e energia. A Mecânica Quântica, por sua vez,

também produziu uma revolução no pensamento, ambas com profundas implicações nas mais diversas áreas, desde a filosofia até as aplicações tecnológicas.

Os Manuais Didáticos apresentam ainda poucos conteúdos de Física Moderna e Contemporânea (FMC), conforme mostra o trabalho de Groch e Bezerra Jr (2009) que fazem um estudo sobre os livros aprovados pelo PNLEM (Programa Nacional Livro Didático do Ensino Médio); onde as coleções apresentam de 1,42% a no máximo de 11,47% das páginas de conteúdos dos respectivos livros.

Barros e Housoume (2008) afirmam que o LD direciona o currículo e/ou de ensino do professor e da escola, analisa os manuais do PNLEM, sobre as atividades experimentais propostas pelo mesmo. Tem como referencial análise de conteúdo (Bardin), utilizando a três dimensões de análise: 1- espaço da operacionalização do experimento definido por categorias qualificadas no nível da ação do aluno, descrição do experimento e da ação do professor; 2- espaço das competências e habilidades definidos por categorias extraídas dos PCN: expressão e comunicação; investigação e compreensão e contextualização sócio-cultural e 3- espaço dos conteúdos da física baseados nos temas estruturadores do PCN+: movimentos, variações e conservações; calor ambiente e usos de energia; som, imagem e informação; equipamentos elétricos e telecomunicações; matéria e radiação e universo, terra e vida. Conclui que ensino adotada pela grande maioria dos autores das coleções analisadas é aquela que deixa a cargo do aluno o desenvolvimento da atividade experimental, onde o aluno manuseia o material, os autores acreditam que outras formas podem ser uteis tais como parte do professor,

descrição de experimento, por exemplo, existindo poucas atividades com coleta de dados, construção de gráficos, e propõe que as atividades deveriam ser mais interdisciplinares, e que as atividades não podem ser apenas fazer por fazer, propõem ainda que cada livro deveria conter um manual separado de atividades experimentais. Não possui atividades de FMC.

Barros e Bastos (2007) utilizaram ciclo de Kelly (Teoria de Construtos Pessoais), o qual consta cinco etapas: antecipação, investimento, encontro de confirmação/desconfirmação e revisão construtivista; a pesquisa se deu com 15 licenciandos em física da Universidade Estadual da Paraíba (5 de FM e 10 de MQ) visando verificar as *mudanças* que ocorrem nas concepções de sobre difração de elétrons, onde constou com a aplicação de pré-teste, pós-teste e entrevista, com 10 reuniões de duração de duas horas, após a aplicação do pré teste 3 alunos da MQ desistiram, neste tanto os alunos de FM e FQ apresentavam os mesmos erros conceituais. Então nas demais etapas foram aplicadas com os sete alunos de FQ, os quais mostraram que sofreram mudanças na direção de articulação entre as visões corpuscular e ondulatória da matéria. Foram utilizados experimentos concretos e virtuais os quais segundo os autores forma relevantes.

O uso de outras mídias como vídeos estão cada vez mais presentes em nossas salas de aula, pela facilidade de obtenção na internet, portanto tornam-se um recurso motivador e que pode facilitar a visualização de conceitos complexos da FMC, conforme afirma Piassi e Pietrocola “A ficção científica vem sendo considerada por diversos autores como um recurso no ensino de ciências capaz de despertar o interesse dos estudantes por temas de ciências e facilita o desenvolvimento de conceitos em sala de aula” (2007, s.p.).

Em Machado (2006), ele desenvolve um software educacional para o ensino de FMC, utilizando os princípios construtivistas de Ausubel, este traz algumas noções da mudança entre a física clássica e a moderna contendo também um breve histórico sobre as novas concepções e acontecimentos como o projeto Manhattan, que culminou nas bombas nucleares, e nas usinas nucleares.

Conforme se apurou, a oportunidade de participar de aulas interagindo com o computador foi valorizada pelos estudantes, em virtude de o emprego da máquina ter apoiado a aprendizagem e constituído um diferencial em relação às aulas tradicionais. (...) O emprego da multimídia para representar o conteúdo em diferentes formatos pode ter implicado maior facilidade para a efetivação de conexões intencionais, isto é, não-arbitrárias, entre os conceitos a serem assimilados e a estrutura cognitiva, facultando também a melhoria da discriminabilidade destes em relação aos subsunçores presentes (MACHADO, 2006 p.9).

Mais especificamente em relação a relatividade no ensino médio os trabalhos desenvolvidos por Karam (2007) e Guerra (2007) são os que mais se aproximam do intuito do trabalho, embora muitos outros textos tenham sido consultados, nós baseamos neles para o início do estudo.

Karam (2006) cita uma metodologia muito interessante, tendo como referencial teórico da proposta conceitual de Mortimer aonde, por meio de experiências mentais, vai envolvendo os alunos num novo pensar, levando-os a pensar mais sobre os estados de movimento, os referenciais, composição de movimentos, dando uma grande idéia inicial para a inserção dos conceitos de relatividade.

Para medir esses novos fundamentos Karam realizou questionários e observou que, a grande maioria dos alunos, desenvolveu melhor a interpretação de problemas físicos, correlacionando-os.

Essa estratégia de aprendizagem é muito interessante, pois para realizar experimentos na área de relatividade necessita-se de equipamentos mais sofisticados, e muitas vezes de difícil manuseio e muito complexo para o objetivo da aula, além do tempo necessário para os principais dados do estudo.

Guerra (2007) através de uma abordagem histórico-filosófica da ciência e relacionando com outras produções culturais se utiliza de estratégia, com o uso gravuras e quadros, correlacionando os modos de expressão nos quadros com as idéias de movimento, referencial, e relação com o tempo.

### **Proposta metodologia da inserção de relatividade restrita e geral**

Esta proposta metodológica do Programa de Desenvolvimento Educacional PDE, turma Física 2008, que objetiva trazer o Ensino de Física para o século XXI, ou seja, aproximá-lo do mundo tecnológico no qual os nossos queridos alunos estão inseridos, possibilitando a abordagem de aspectos fundamentais da ciência e a compreensão de equipamentos que fazem parte de seu cotidiano, como o GPS (*Global Position System*).

A Física Escolar nos manuais ainda trabalha principalmente o que conhecemos como Física Clássica (a Física até o final do século XIX), e ainda muito matematizada. O tema de Relatividade Restrita (também conhecida como Especial) e a Relatividade Geral por ter sido um marco histórico. Seu

autor, Albert Einstein, tornou-se o físico mais conhecido da história, XX. Com este trabalho, espero contribuir para a definitiva implantação da Física Moderna (final do século XIX até a Segunda Guerra Mundial) e a Contemporânea (até nossos dias) no ensino médio.

A Física está, com certeza, inserida em nossas vidas (medicina, comunicações, entretenimento, etc.), portanto, temos que promover, através das experiências reais ou mentais (em um tempo onde o virtual tem lugar de destaque), a compreensão do mundo físico que nos circunda.

A proposta metodológica para a inserção da Relatividade Restrita e Geral na primeira série nas aulas de física do Colégio Estadual do Paraná no primeiro semestre de 2009 para quatro turmas; vem de encontro com as sugestões das pesquisas em Ensino de Física, as quais aconselham que a inserção de tópicos de FMC, deve ocorrer durante todo o Ensino de Física e não somente no final da terceira série depois de “vista toda a Física Clássica” (OSTERMANN e MOREIRA, 2000).

O desenvolvimento da proposta ocorreu logo após o estudo das Leis de Newton, partindo da sugestão da literatura de que partisse das limitações da FC, o tema foi abordada a partir do conceito de tempo. Foi feita através de um questionário proposto por Karam (2007) objetivando verificar como os alunos compreendiam o conceito de tempo, onde foi observado que a maioria tinha uma idéia de tempo absoluto para todos os referenciais.

A proposta aos alunos se desenvolveu através de um material didático complementar, visto que o LD adotado (MÁXIMO e ALVARENGA, 2005) não trazia nem RR e RG, apenas um texto informativo; a partir da discussão das

“duas nuvenzinhas”, visando mostrar que a física, é uma ciência em constante transformação e evolução.

A| partir de um Gedankenexperiment<sup>1</sup> ou experimento mental era muito utilizado por Einstein, já que o mesmo era um físico teórico. Se você pudesse se deslocar a velocidade da luz, que é de 300.000.000 m/s, o que aconteceria se perseguíssemos um raio de luz com a velocidade da luz? Considerar um vagão com duas lâmpadas em extremidades opostas e com um observador no centro. Suponha que o observador veja as duas lâmpadas com o mesmo tamanho, mesma intensidade. Fosse uma mesa, ou tábua, onde estivessem fixas tais lâmpadas, poderia girá-los à vontade, que a intensidade ficaria inalterada (salvo durante a rotação). Ao vagão em que isso ocorra, e a todo sistema de coordenadas que a ele estiver parado, denominaremos “Sistema em Repouso”. O que ocorre, porém, num vagão dotado de velocidade não nula com relação ao citado? Foi montado grupos de quatro alunos para a discussão sobre o experimento e depois foi apresentado através de seminário o que cada grupo considerou.

A partir disto, foi apresentada a Relatividade Galileana e suas transformações; após foi utilizado um vídeo editado e o texto que consta do material didático para a discussão da evolução do conceito do éter. Aristóteles (século IV a.C) acreditava que o universo era composto por cinco elementos básicos, quatro presentes na Terra e suas imediações (terra, água, ar e fogo) e um quinto extremamente sutil, nomeado éter. Este elemento sofreu durante os próximos séculos adaptações, onde a existência desta substancia foi conforme

---

<sup>1</sup> Uma 'experiência ideal' (Gedanken Experiment) é um exame mental de como funcionaria uma teoria em condições extremas, que é feito em forma de uma experiência imaginária.

garantiam seus defensores que ele era uma substância muito fluida, praticamente não oferecendo resistência à passagem dos astros. Embora difícil de aceitar, um éter super-fluido permitiria entender por que sua presença não perturbava o movimento dos astros; vários pesquisadores com Arago pretendeu, sem sucesso detectar a influência do movimento terrestre na refração da luz emitida pelas estrelas sendo que a de Michelson e Morley, realizada em 1881-1816, foi a que se tornou mais famosa.

Para a compreensão da experiência de Michelson e Morley (MM) visava a prova da existência do éter foram utilizados como recursos de vídeos e, também uma simulação proposta do Ostermann e Prado (2005) que apesar de ter sido concebido com outro objetivo, foi utilizado para compreender a complexibilidade do experimento de MM e pelo colégio não possuir o equipamento específico.

Logo após foram apresentados os postulados da RR e foram utilizados diversos trechos de filmes e simulações retiradas da internet, visando observar as deformações do espaço-tempo.

Como fator motivador a dilatação do tempo e a contração do espaço foi proposto assistir um filme de ficção científica Jornada nas Estrelas (2009), direção de J.J. Abrams, em um cinema próximo ao Colégio, visto o mesmo discutia a possibilidade de viagens com velocidades elevadas, constando até mesmo velocidades superiores a velocidade da luz, uma das premissas da Teoria da Relatividade de Einstein, e também mostrava a possibilidade da viagem no tempo, assunto que foi exaustivamente discutido em sala de aula. Entretanto temos que ter em mente que a ficção científica “[...] é um meio de tratar questões sociais e tecnológicas sem ensinar tecnologia, sem converter o

ensino de ciências em um curso de tecnologia, mas enfocando-o como uma reflexão sobre o presente para pensar-agir no futuro” (PIASSI e PIETROCOLA, 2007).

Utilizando a experiência do filme foi proposto um novo experimento mental

Dois gêmeos fazem a seguinte experiência: um deles parte da Terra numa astronave, com destino a uma estrela distante, enquanto o outro permanece na Terra. Ao retornar, o viajante encontra-se com o gêmeo que permaneceu na Terra e observando que este está alguns anos mais velho do que ele. Como se explica isso? (GROCH, 2009, material didático).

onde foi discutido a possibilidade que aparece neste *gedankexperiment*, onde não houve muita dificuldade, pois é um tema recorrente em filmes, porém com bastante dificuldades para compreender a “viagem ao futuro” e a impossibilidade da “volta ao passado”. Logo após passamos a determinar a constante de Lorentz, utilizando apenas semelhança de triângulos e Teorema de Pitágoras, portanto uma matemática elementar e já conhecida dos alunos.

A dilatação do tempo e a contração do espaço foi demonstrada através de exemplos clássicos da literatura a “viagem no tempo”, após foi proposto uma lista de exercícios constantes no caderno pedagógico que cada aluno possuía.

Nesta fase do tópico de RR foi proposto mais um experimento mental

Começamos por pensar em uma situação, vista em três cenas, que acontece corriqueiramente, principalmente nas grandes cidades: as pessoas estão com pressa. Para facilitar nossa “experiência mental”, criamos João, personagem central de nossa estória e José, o coadjuvante.

Cena 1:

Em uma das grandes avenidas de sua cidade, João dirige seu carro turbinado e, é claro, está com muita pressa. Resolve ultrapassar o primeiro veículo à sua frente, quando percebe que se encontra exatamente 80 km/h; João acelera e o ultrapassa tranquilamente numa velocidade de mais ou menos 120km/h.

Cena 2:

Usando o mesmo contexto da cena 1, João tem a sua frente José num carro supersônico (1224 km/h, é a velocidade do som) a mais ou menos 1800 km/h. Tudo bem, João acelera e o ultrapassa atingindo uns 2000 km/h.

Como é uma “experiência mental”, inventada e que não pode ser realizada na prática, pelos menos nos dias atuais, vamos continuar aumentando a velocidade de José.

Cena 3:

Agora, se esforce muito para imaginar que o tamanho de José e seu carro seja muito pequeno quando comparado às dimensões espaciais, de modo que podemos considerar o conjunto (José mais carro) como uma partícula e, portanto, muito pequena e principalmente, muito veloz; digamos que atinja uma velocidade próxima à velocidade da luz (um bilhão e oitenta milhões de quilômetros por hora, ou seja, 1 080 000 000 km/h ou 300 000 Km/s é a velocidade da luz). Então vamos lá, empregando o mesmo raciocínio da dimensão de José e seu carro ao João, que ainda viaja em seu carro turbinado, e que novamente quer ultrapassar José, que se encontra a mais ou menos setecentos milhões de quilômetros por hora (700 000 000 km/h). O carro de João está devidamente preparado para atingir velocidades tão altas como essa do carro de José. Mas, ao acelerar, e bota aceleração nisso, João percebe algo estranho: quanto maior sua velocidade, maior a dificuldade para aumentá-la, ou seja, à medida que a velocidade se torna maior, também se torna maior o “esforço do motor” para conseguir progredindo a velocidades maiores; João sente que o carro se torna cada vez mais “pesado” e questiona: será que conseguirei ultrapassar José? Qual deve ser a potência do motor de meu carro para que isso ocorra?

*Sérgio Choiti Yamazaki / Sandro Márcio Lima / Luis Humberto da Cunha Andrade*

logo após foi proposto mais uma lista de exercícios, porém na energia relativística foi optado a dar uma visão mais conceitual, visto que os alunos ainda não dispunham do conceito de conservação da quantidade de movimento linear.

Quanto a RG foi utilizada conceitualmente quando trabalhado gravitação universal, como uma nova visão da interação gravitacional, foi desenvolvido para compreensão da deformação do espaço tempo um lençol com um corpo massivo, para a compreensão do giro dos planetas em torno do Sol e para tornar ainda mais compreensível foi utilizado um vídeo que mostrava a diferença entre a Lei da Gravitação Universal de Newton e a Teoria da Relatividade Geral.

Como a proposta visava que o conteúdo fosse curricular, foram efetuadas avaliações onde os alunos tiveram ainda um pouco de dificuldades nos cálculos de contração de espaço, entretanto mantendo uma compreensão da relatividade do tempo e espaço.

### **Considerações finais**

As utilizações de vídeos concomitantemente com a explanação da teoria ajudam em muito o entendimento do aluno sobre o assunto, propiciando melhoras significativas nas interpretações e novas idéias de pensar.

Possuímos diversos simuladores de FMC, como exemplo no portal do professor do MEC (<http://portaldoprofessor.mec.gov.br/index.html>) e do portal dia a dia educação (<http://www.diadia.pr.gov.br>), porém pela deficiência da formação e a falta de sugestões para uma prática pedagógica, faz com esse uso ainda seja incipiente.

Os LD ainda apresentam uma divisão didática tradicional, remetendo aos manuais didáticos europeus traduzidos para o português, os do PNLEM apresentam ao contrario do que sugere os pesquisadores a inserção apenas no terceiro ano, dando a impressão que é necessária o conhecimento de toda a FC para depois conhecer a FMC.

Observamos ainda um descompasso entre a pesquisa em Ensino de Física de FMC e as práticas do “chão de sala”, temos sim na literatura várias práticas, porém que resultaram em dissertações de mestrado, teses de doutorado, mas que não conseguiram atingir totalmente o professor de sala de

aula. Ou seja, da reprodutibilidade que é uma das condições de se fazer ciência.

A esta proposta de inserção de Relatividade Restrita e Relatividade Geral, encontrou diversos problemas tais como: falta de material didatizado que norteariam a construção do material que foi produzido aos alunos e questionamentos de alguns alunos os quais discutiam que quando iríamos estudar a “física que caí no vestibular da Federal”. Entretanto, temos mais pontos positivos que superam estas dificuldades, os alunos em sua maioria, gostaram da metodologia utilizada, e relataram informalmente que é as discussões de “experimentos mentais” e o conhecimento de exemplos de equipamentos do seu cotidiano com o GPS, mostrou a eles que o mito do Einstein, não está tão longe da sua compreensão e que suas idéias incorporaria uma formação que extrapolaria a mera posse do conhecimento de conteúdos curriculares específicos e incluiria uma dimensão social e ética às suas vidas (MEDEIROS, 2005).

## Referências

BARROS, P.R.P. HOSOUME. Um olhar sobre as atividades experimentais nos livros didáticos de física. XI Encontro de Pesquisa em Ensino de Física – Curitiba – 2008.

Disponível em:

<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/epenf/xi/sys/resumos/T0288-2.pdf>

Acesso em março 2009.

BARROS, M.A., BASTOS, H.F. Investigando o uso do ciclo da experiência kellyana na compreensão do conceito de difração de elétrons. **Cad. Bras. Ens. Fís.**, v. 24, n. 1: p. 26-49, abr. 2007.

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

BRASIL, Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica. **PNLEM/2009**. 66 p. Brasília, 2008.

EINSTEIN, A. Sobre o princípio da relatividade e suas implicações (*Über das Relativitätsprinzip und die aus demselben gezogenen Folgerungen*). **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 27, n. 1, p. 37 - 61, (2005).

GUERRA, A., BRAGA, M., REIS, J.C. **Teoria da relatividade restrita e geral no programa de mecânica do ensino médio: uma possível abordagem**. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 29, n. 4, p. 575-583, 2007.

GROCH, T.M. BEZERRA JR, A.G. O ensino de relatividade restrita e geral nos livros didáticos no PNLEM 2009, **XVIII Simpósio Nacional de Ensino de Física**, Vitória, SNEF 2009.

KARAM, R.A.S. et al. **Relatividades no ensino médio: o debate em sala de aula**. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 29, n. 1, p. 105-114, 2007.

KARAM, R.A.S. et al. **Tempo relativístico no início do Ensino Médio**. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 28, n. 3, p. 373-386, (2006)

LOCH, J. ; GARCIA, N. M .D. Física moderna e contemporânea na sala de aula do ensino médio. ENPEC, 2009;

MACHADO, D.I. e NARDI R., **Construção de conceitos de física moderna e sobre a natureza da ciência com o suporte da hipermídia**. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 28, n. 4, p. 473-485, (2006)

MÁXIMO, A., ALVARENGA, B. **Física – ensino médio**. v. 1,2,3, Ed. Scipione, São Paulo, 2005.

MEDEIROS, A. Einstein e sua Concepção de Educação. **Física na Escola**, v. 6, n. 2, 2005

OSTERMANN, F., PRADO, S.D. Interpretações da mecânica quântica em um interferômetro virtualde Mach-Zehnder. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 27, n. 2, p. 193 - 203, (2005).

OSTERMANN, F.; MOREIRA, M.A. Uma revisão bibliográfica sobre a área de pesquisa “física moderna e contemporânea no ensino médio”. **Investigações em Ensino de Ciências – V5(1)**, pp. 23-48, 2000.

PIASSI, L. P. PIETROCOLA, M. De olho no futuro: ficção científica para debater questões sociopolíticas de ciência e tecnologia em sala de aula. **Ciência & Ensino**, V.1, Novembro 2007.

Disponível em:

<http://www.ige.unicamp.br/ojs/index.php/cienciaeensino/article/viewFile/126/103>

acesso: 02 de dezembro 2009.

PIETROCOLA, M. O espaço pleno e a concepção do éter. **Física na Escola**, v. 3, n. 2, 2002

REZENDE JUNIOR, M. F. **Fenômenos e a introdução de física moderna e contemporânea no ensino médio**. Dissertação de Mestrado UFSC, Florianópolis, 2001.

SCHULZ, P.A. Duas nuvens ainda fazem sobra na reputação de Lorde Kelvin. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v.29, n.4, p.-509-512, 2007.

YAMAZAKI, S.C. et al. A Massa Variável de Einstein.

Disponível em:

<http://fisica.uems.br/noticias/nfver.php?ArtID=60&page=2>

Acesso em 20/02/2009.