

FORMAÇÃO CONTÍNUA DE PROFESSORES PARA ABORDAGEM DE TÓPICOS DE RELATIVIDADE NO ENSINO MÉDIO: SABERES DOCENTES DOS IMPLEMENTADORES

(In-service teacher education on topics of Relativity at high school: implementers teacher knowledge)

Jorge Luiz Nicolau Junior [jlnicolau@hotmail.com.br]

Guilherme Brockington [mercer112@hotmail.com]

Lucia Helena Sasseron [sasseron@usp.br]

Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo – FEUSP

Av. da Universidade, 308 – São Paulo – SP – Brasil

Resumo

A presença de Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio é, sem dúvida, necessária. Os conceitos e relações advindas da Relatividade são algumas das maiores criações humanas e, além das diversas aplicações tecnológicas associadas a ela, responde por uma concepção de Universo radicalmente diferente àquela promovida pelos nossos sentidos. Neste trabalho apresentamos quais saberes docentes são mencionados ou considerados por implementadores de um curso de Física Moderna e Contemporânea com base nos saberes apontados como necessários à boa conduta docente propostos por Carvalho e Gil-Pérez (2006). Dois professores de Ensino Médio, atuantes na rede pública, atuaram como implementadores de uma proposta ministrando aulas sobre tópicos de Relatividade Restrita no curso mencionado; este, por sua vez, foi destinado a seus pares: professores também da rede pública. Tais implementadores participam de grupos de discussão engajados em temas e metodologias inovadoras para o ensino de ciências. A presença dos saberes foi mapeada por meio de entrevistas gravadas em áudio, efetuadas após as aulas.

Palavras-chave: saberes docentes; relatividade; ensino médio; currículo inovador.

Abstract

The introduction of Modern and Contemporary Physics in High School is undoubtedly required. The concepts and relationships that come from Relativity are some of the greatest human creations and, in addition to technological applications associated with it, this theory brings about a conception of the Universe radically different from the one given by our senses. In this paper, we present what kinds of teachers' knowledge are mentioned, or taken into account by those who have implemented a course of Modern and Contemporary Physics, based on what Carvalho and Gil-Pérez (2006) suggested as necessary for improving teachers' practice. Two high school teachers, that work in the public school system acted as implementers of proposed teaching classes on topics of Relativity in the course above mentioned. This was, in turn, intended to their peers that were also teachers in other public schools. These implementers participated in discussion groups engaged in issues and innovative methodologies in Science Education. The presence of knowledge has been mapped by audio-recorded interviews, performed after their classes.

Keyword: teachers' knowledge; relativity; high school; innovative curriculum.

Por que ensinar a Teoria da Relatividade no Ensino Médio?

Durante um século, o desenvolvimento da Física Moderna trouxe novas ideias, influenciando diversas áreas do conhecimento, da medicina à informática, impulsionando a tecnologia e fundamentando hipóteses e questões acerca do universo e da própria teoria do conhecimento. Quase tudo que vemos hoje, de DVDs e tratamento de câncer a naves espaciais,

sofreu influência direta das técnicas advindas da Mecânica Quântica e Teoria da Relatividade. Mais do que promover novas tecnologias, estes cem anos de desenvolvimento da Física determinaram um novo posicionamento do homem diante do Universo em que vive. Conceitos envolvidos na Teoria da Relatividade, foco deste trabalho, obrigaram uma reformulação estrutural do conhecimento científico herdado desde o século XVI, fazendo, assim, com que o homem revisse sua relação com esse conhecimento e com o próprio mundo.

A Teoria da Relatividade de Einstein trouxe uma revolução para a Física, comparável àquelas originadas 300 anos antes, com os trabalhos de Galileu e Newton. As ideias ali contidas revelaram a necessidade de se rever conceitos cristalizados e bem estabelecidos pela Física Clássica, tornando sua compreensão imprescindível para a construção de uma moderna visão de mundo. A contração do comprimento, dilatação do tempo, simultaneidade, relação massa-energia, a fusão do espaço com o tempo, desvendam profundos significados acerca de conceitos tidos até então como óbvios. Assim, entender minimamente a Relatividade implica uma revisão profunda da maneira habitual com que pensamos o mundo.

Certamente, a imensa maioria do público leigo conhece a equação $E = mc^2$. Contudo, poucos sabem o quanto essa equação é importante para a Física e para o entendimento do mundo. São poucos aqueles que compreendem os profundos significados revelados por uma equação tão absurdamente simples. Desta forma, é essencial que educadores preocupados com a formação científica dos alunos do Ensino Médio reúnam esforços para mostrar a estes estudantes o quanto a Relatividade é central não apenas para a Física Moderna, mas para a construção de uma nova visão de mundo.

Algumas dificuldades na inserção da Relatividade no Ensino Médio

Uma dificuldade óbvia para que a Teoria da Relatividade não esteja inserida no Ensino Médio é que se trata de conceitos complexos e não há dúvidas sobre a necessidade de um entendimento matemático profundo para uma compreensão mais precisa destes conceitos. Certamente que a Relatividade Restrita necessita de um arcabouço matemático mais simples que o da Relatividade Geral. Em outros países este argumento é utilizado em propostas de inserção da Relatividade Restrita no Ensino Médio. Porém, é preciso cautela quando nos referimos à realidade escolar brasileira, visto que o domínio da matemática básica é extremamente distinto destes países e bastante longe do desejável.

Entretanto, ainda que exijam um conhecimento matemático que possa afastá-las dos estudantes, as ideias básicas da Relatividade podem ser compreendidas por qualquer aluno desde que se centralizem esforços para transpor estes conceitos, adaptando-os ao nível cognitivo exigido para estes estudantes (Johansson; Kozma e Nilsson, 2006; Ogborn, 2005; Ireson, 1996). Contudo, é justamente neste processo de transposição que surgem os primeiros desafios.

Uma tarefa pouco trivial é justamente encontrar formas de discutir com os alunos, de maneira eficaz, os elementos centrais das ideias de Einstein. E isto ocorre porque a origem revolucionária característica da Teoria da Relatividade pode ser uma fonte de dificuldade no processo de aprendizagem desta teoria, pois a estrutura cognitiva do estudante deverá ser alterada a fim de compreender os conceitos desta nova física. Tal necessidade se dá pois conceitos como a contração do comprimento, a dilatação temporal, simultaneidade ou a fusão do espaço com o tempo são epistemológica e ontologicamente diferentes daqueles forjados pelo senso comum e pela física newtoniana, estando assim associados a representações do mundo completamente incomensuráveis. Romper com a visão arraigada dos alunos, por exemplo, da existência de um espaço absoluto, é um processo longo, custoso e requer uma enorme reflexão do professor.

Aliado a estes obstáculos epistemológicos, que exigem uma reformulação de pensamento dos alunos, existem os obstáculos didáticos e pedagógicos. Devido a natureza da Relatividade, a ausência de uma fenomenologia próxima à vivência cotidiana do estudante impõe uma barreira a mais a ser vencida. A impossibilidade de realizar experimentos em sala de aula que permitam aprofundar as discussões sobre os conteúdos ou mesmo que permitam a construção do conhecimento pelo aluno se apresentam como um grande desafio a ser enfrentado. Como apresentar o fato do tempo ser dilatado quando os alunos vivem em um mundo onde as velocidades envolvidas não permitem a observação deste fenômeno? Ou seja, a falta de conexão com o mundo fenomenológico no qual os estudantes estão inseridos faz com as dificuldades de inserção destes temas em sala de aula seja particularmente maiores. Como nenhum dos efeitos relativísticos podem ser experienciados pelos estudantes, é importante a mobilização de esforços para se encontrar “portas de entrada” para o estudo mais aprofundado dos conceitos físicos envolvidos nos trabalhos de Einstein.

Isso acaba por fazer com que os professores passem por um profundo processo de reflexão sobre suas práticas, além de fazê-los refletir sobre suas próprias visões de ciência e do fazer científico. Deste modo, a necessidade de uma compreensão profunda sobre o quê ensinar e por quê ensinar Relatividade é um elemento fundamental para aqueles que buscam a sua inserção no Ensino Médio, sendo também, ao mesmo tempo, um obstáculo a mais a ser superado. Não é incomum encontrar nos professores a sensação de que é impossível fazer esta inserção.

Por fim, vale destacar que ainda que a importância do tratamento desses temas para a formação dos jovens seja desejada, seu conteúdo raramente é abordado nos livros didáticos. Quando o é, a Teoria da Relatividade aparece de forma superficial e pouco criativa acabando por tornar-se enfadonha e desmotivante. Além disso, na maioria das vezes, utiliza-se o mesmo formato da Física Clássica para tratar os temas de FMC (Brockington, 2005), perdendo-se, assim, a chance de apresentá-los através de uma abordagem que estimule o desejo de aprender. Isso obriga a criação de material didático, como textos, atividades e guias para alunos e professores, que permita que a inserção deste tema no Ensino Médio ocorra de fato. Embora apresentados de maneira estimulante, estes materiais instrucionais necessitam de objetivos didáticos claros, para que possam contribuir de forma direta para a aprendizagem dos conteúdos científicos presentes na Teoria da Relatividade.

É preciso ressaltar que uma real justificativa para ensinar conceitos de FMC no Ensino Médio, como os da Relatividade, não se concentra diretamente em termos de perspectivas profissionais ou sócio-econômicos, mas na necessidade de se passar para as novas gerações a capacidade de apreciar a Ciência como um grande empreendimento do ser humano. Também é preciso que os alunos entendam como as construções científicas criam ferramentas com as quais enfrentaremos desafios e promessas do futuro. Esta visão acerca do conhecimento científico também se apresenta como um obstáculo, visto que o Ensino Médio é, em sua grande maioria, regido por uma visão utilitarista do conhecimento. Seja por meio da possibilidade de contemplar sua aplicação direta na sociedade ou, principalmente, pela presença destes temas nos exames vestibulares.

Acreditamos, ao contrário, que qualquer pessoa que pretende ser bem informada, seja cientista, artista ou filósofo, merece apreciar a natureza do ponto de vista de nosso moderno entendimento do incrível e estranho Universo em que vivemos. Talvez a ferramenta mais importante da educação seja dar à nova geração de estudantes a habilidade de fazer uma re-leitura do mundo por meio dos construtos da Ciência Moderna. Desta forma, é papel dos pesquisadores em Ensino de Física desenvolver estratégias com as quais possam apresentar, de maneira explícita aos alunos do Ensino Médio, como conceitos fundamentais podem ser originados da imaginação humana, mudando o mundo e a relação do homem com o universo.

Formação de professores

Grande parte dos trabalhos em Educação, focalizando o Ensino e a Aprendizagem, tem como preocupação central a formação e o desenvolvimento profissional dos professores. Seja pensando na formação inicial ou na formação em serviço, há um consenso na necessidade de se privilegiar a formação de profissionais capazes de refletirem sobre a própria prática como maneira de fomentar um processo contínuo de aprimoramento das práticas didáticas (Zeichner, 1993, Schön, 2000, Shulman, 1986, Pimenta, 2010).

Como nos lembra Alarcão, *quando refletimos sobre uma ação, uma atitude, um fenômeno, temos como objeto de reflexão a ação, a atitude, o fenômeno e queremos compreendê-los. Mas para os compreendermos precisamos de os analisar à luz de referentes que lhe deem sentido. Estes referentes são os conhecimentos que já possuímos, fruto da experiência ou da informação, ou os saberes à procura dos quais nos lançamos por imposição da necessidade de compreender a situação em estudo.* (1996, p.179).

No que concerne especificamente à área de Didática das Ciências, o panorama não se faz distinto: inúmeros são os trabalhos que apontam para a necessidade de que os professores de Ciências dos diversos níveis de ensino tenham condições e oportunidades de questionar sua própria ação em sala de aula, colocando em pauta não apenas os conteúdos conceituais específicos de sua área de conhecimento, mas também os saberes docentes e as estratégias utilizadas em sala de aula na atuação como professor.

O “saber” e o “saber fazer” dos professores

Preocupados com a formação de professores de Ciências, Carvalho e Gil-Pérez (2006) propõem alguns pontos a serem considerados e definem o que os professores precisam “saber” e “saber fazer” para efetuar um bom trabalho docente. Destacam a necessidade de que os professores:

1. *Conheçam o conteúdo a ser ensinado:* com ênfase colocada sobre os conteúdos científicos, há aqui outras considerações necessárias, pois além do conhecimento do conteúdo, é importante que os professores tenham condições de procurar novas informações em diferentes fontes, de modo a trazer para a sala de aula temas que sejam contextualizados com a realidade de sua turma, bem como temas que refiram-se a inovações das ciências.

2. *Conheçam e questionem o pensamento docente espontâneo:* tendo vivenciado fortemente a sala de aula na posição de alunos, e mesmo acompanhando visões já solidificadas sobre o que seja a docência, é comum encontrar entre professores uma postura irrefletida sobre o trabalho docente. Carvalho e Gil Pérez (op.cit.) apontam a necessidade de que os professores observem e reflitam sobre certas posturas negativas em relação a seu trabalho, além de que sejam capazes de perceber que uma boa formação pode fornecer condições aos professores para superar eventuais problemas.

3. *Adquiram conhecimentos teóricos sobre a aprendizagem:* fortemente relacionado aos saberes já discutidos, este saber propicia que os professores saibam, por exemplo, que a proposição da aprendizagem por meio de situações problemáticas permite e possibilita a construção do conhecimento podendo torná-la mais significativa. Também é necessário que os professores tenham conhecimento sobre a dimensão social da construção do conhecimento.

4. *Saibam criticar, de modo fundamentado, o ensino tradicional:* a importância deste saber insere-se na possibilidade de que os professores realizem críticas em relação às ideias sobre formas e métodos por meio dos quais conteúdos são comumente abordados em sala de aula e são avaliados tanto sua prática quanto a dos alunos. Sendo capazes de criticar, de modo fundamentado, tais

práticas, os professores devem ter ser capazes de refletir sobre suas próprias ações em sala de aula, considerando sua realidade e de sua turma.

5. *Saibam preparar atividades*: trata-se não somente de pensar sobre atividades escolares, mas de planejar suas estratégias de ensino considerando os objetivos de aprendizagem. Colocar o aluno em um papel ativo neste processo configura-se, pois, como passo necessário e capaz de ser alcançado quando da proposição de situações problemáticas a serem enfrentadas. O professor pode também propor análises qualitativas prévias que fundamentem a tomada de decisões criando, assim, uma orientação para o trabalho que virá a ser desenvolvido.

6. *Saibam dirigir a atividade dos alunos*: embora possa se ter a impressão de que dirigir a atividade dos alunos equivalha a seguir um “protocolo” pré-definido, este saber coaduna conhecimentos teóricos sobre ensino e aprendizagem e aspectos mais práticos da atuação do docente em sala de aula. São atividades de orientação das atividades dos alunos tanto no que concerne à organização de informações, quanto nas problematizações que são realizadas para a abordagem de um determinado conteúdo e, sobretudo, na promoção de diálogo em sala de aula.

7. *Saibam avaliar*: tendo como alicerce os demais saberes, uma postura crítica também em relação à avaliação é necessária. Nas relações envolvendo professor e alunos, entende-se que o professor deve ter conhecimento da importância de *feedbacks* e interações durante todo o processo de ensino e de aprendizagem. A avaliação torna-se mais do que um instante das atividades docentes e torna-se um processo por meio do qual se ensina e se aprende e uma aliada na busca contínua da melhoria do ensino.

8. *Saibam utilizar a pesquisa educacional e as inovações por ela trazidas* como maneira de renovar e melhorar sempre sua prática docente.

Nesta proposta de Carvalho e Gil-Pérez (2006), definindo o “saber” e o “saber fazer” necessários para os professores, percebemos a forte inter-relação entre cada um dos itens, mostrando que tais características tendem a ocorrer em união, uma dando suporte à outra e adquirindo mais coerência pelo o que as demais exprimem.

O trabalho que aqui apresentamos, a partir da implementação de um curso de formação continuada de professores, pretende trazer mais uma consideração em relação ao processo de reflexão sobre a prática. Nosso olhar é bem direcionado e incide sobre estes formadores de professores que são, eles também, professores de Física do Ensino Médio assim como os cursistas para os quais ministram as aulas.

É, pois, neste sentido que buscaremos compreender as reflexões realizadas pelos dois professores-implementadores do curso de Relatividade, buscando evidências de como se relacionaram seus conhecimentos práticos anteriores com os novos saberes adquiridos no decorrer de nossas interações. Para isso, parece-nos necessário dispensar atenção para alguns outros pontos que precisam ser considerados quando da formação de professores.

A pesquisa: um desenho

A implementação do curso de formação de professores “Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio” tornou-se realidade para que as propostas de ensino desenvolvidas em nosso laboratório, para este tema e para este nível de educação, pudessem se tornar de conhecimento dos professores de escolas da rede pública de ensino.

Dois dos cursos originaram-se de propostas de sequências didáticas sobre temas da FMC que já haviam sido desenvolvidas em nosso laboratório (Brockington, 2005 e Siqueira, 2006) e

tratam, de modo mais específico, os temas “Linhas Espectrais e Dualidade onda-partícula” e “Física das Partículas”. Um terceiro curso começou a ser elaborado por uma equipe do mesmo grupo e tem sido também aplicado em formação continuada de professores; este aborda tópicos de “Relatividade”.

Os cursos de formação foram gratuitos e destinados a professores que ministram aulas de Física em escolas da rede pública de ensino. A seleção foi feita, inicialmente, levando em consideração a formação inicial e a atuação do candidato. Caso ainda houvesse mais candidatos do que o número de vagas após esta primeira fase seletiva a matrícula se realizaria por sorteio. As aulas foram ministradas por dois professores de física que atuam na rede pública de ensino; a fim de evitar confusões, daqui em diante, sempre que fizermos referência a esses professores, os denominaremos por implementadores; àqueles professores que frequentaram o curso como alunos serão designados cursistas.

Há dois momentos bastante distintos na composição das atividades dos cursos: o primeiro é marcado pelos encontros presenciais em que, além do conteúdo físico da proposta, são discutidos temas ligados à implementação didática das sequências; o segundo momento trata-se do trabalho semi-presencial quando os cursistas, auxiliados pelos professores e fazendo uso de uma plataforma para interações *on line*, devem desenvolver propostas sobre o tema de seu curso para, então, levá-las à sala de aula.

A primeira edição em que os três cursos sobre os diferentes temas da FMC eram ministrados simultaneamente ocorreu entre os meses de fevereiro e agosto de 2010.

Para este trabalho, interessa-nos apenas o primeiro momento das atividades, ou seja, centralizaremos nosso trabalho nas atividades desenvolvidas entre os meses de fevereiro e abril de 2010. Além disso, escolhemos analisar os professores que ministraram o curso sobre tópicos de “Relatividade”.

Problema de pesquisa

A peculiaridade destes cursos e de nosso trabalho com os professores permitem-nos discutir inúmeros vieses da formação de professores, seja no que diz respeito à proposta de um tema usualmente não trabalhado no Ensino Médio, seja no que se refere à especificidade de professores do Ensino Médio ministrarem aulas para seus pares. Neste trabalho, interessa-nos discutir a questão: *“quais saberes docentes são mencionados/considerados pelos implementadores em sua reflexão sobre a aplicação de um curso de formação continuada de professores para a inserção de temas de Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio?”*.

Os dados

Ao término de cada encontro presencial, os implementadores eram entrevistados de modo a que pudessem comentar sobre suas impressões na aplicação daquela aula. As transcrições destas entrevistas servirão como *corpus* para buscarmos respostas à pergunta acima exposta.

Os trechos das transcrições selecionados para análise estão apresentados na forma de tabelas. As siglas I1 e I2 referem-se, respectivamente, ao implementador 1 e ao implementador 2; a sigla E refere-se ao entrevistador.

A fim de organizar nosso olhar inicial para os dados, utilizamos marcações para denotar os excertos associados ao nosso reconhecimento entre eles e os elementos do referencial teórico na fala dos implementadores.

Análise dos dados

Episódio 1

Este episódio faz parte da entrevista realizada na 3ª. aula do curso. É neste momento que o conteúdo se torna fortemente relacionado com os fundamentos da relatividade de einsteiniana.

Tabela 01: Trechos de entrevista, episódio 1

Turno	Falas transcritas	Breve análise
A	<p>I1: [1] É que na verdade, essa abordagem que a gente faz, ela é mesmo uma, uma adaptação, né? A gente faz uma adaptação pra tornar isso um pouco mais elementar pra tentar introduzir no ensino médio, porque o formalismo, a gente vê que é um... Um. É bem mais rigoroso do que isso, tá? No fundo essa, essa demonstração que a gente faz ela é, digamos, é a transformação de Lorentz, só que ela é capenga, né? Fica faltando coisas.[2] A gente faz, tenta fazer o que dá. É... Em fim, eu não... Acho que a dilatação do tempo e da contração do espaço que a gente fez, na primeira parte, ela é em última análise a transformação de Lorentz, só que a gente não tá usando todo aquele formalismo que vai usar na hora de deduzir a... A gente não vai pegar a frente de luz e etcetera; calcular o raio da frente de luz; dois referenciais. [3] Então o que a gente faz? A gente faz um desenhinho simples, dois referenciais, raio de luz, tal, mas aí... A gente tá fazendo uma simplificação. Talvez nessa simplificação, ela é importante? É. Tem que ser feita, por que não... Aí sim eu diria que um cara no Ensino Médio, talvez, tenha dificuldade, e, pra dar bagagem pro cara pra entender esse negócio, então você tem que fazer essa simplificação. Só que na medida em que você faz essa simplificação, cê perde. Cê perde em rigor. E às vezes um cara ou outro que percebe isso é que dá esse problema na sala de aula, então acho que isso é até normal, né? [4]</p>	<p>[1]-[2] I1 apresenta ter conhecimento do conteúdo a ser ensinado (1)</p> <p>[2]-[3] I1 apresenta saber preparar as atividades (5)</p> <p>[3]-[4] I1 apresenta saber dirigir a atividade (6)</p>

No excerto [1]-[2], I1 claramente revela consciência sobre a necessidade de adequação do conteúdo aos elementos operacionais acessíveis ao aluno. Isso tem extrema importância, especialmente considerando o caráter inovador do conteúdo que se torna um obstáculo ao desenvolvimento da proposta. Os estudos sobre formação de professores indicam a importância em saber selecionar os conteúdos adequados e acessíveis ao aluno, assim como estar preparado para aprofundar seus conhecimentos. Este saber é designado por Carvalho e Gil Pérez (2006) como “conhecimento do conteúdo a ser ensinado” e ele é o mais recorrente no discurso dos implementadores durante o desenvolvimento e desenrolar do curso.

Outro saber que se apresenta na fala de I1 pode ser observado no excerto [2]-[3]. Trata-se de uma estratégia adotada pelo professor para realizar a atividade, ele reconhece que utiliza uma composição das atividades “dilatação do tempo” e “contração do espaço” para alcançar um saber

muito difícil de ser tratado diretamente: as transformações de Lorentz. Esse fato é uma evidência de que I1 tem ciência do conteúdo a ser ensinado, e das dificuldades que os alunos possam ter em relação a ele. Isso faz com que ele organize e aplique as atividades tomando isso como pressuposto. Vemos aqui um exemplo da presença do saber relativo à preparação das atividades destacados por Carvalho e Gil-Pérez (2006).

Já no excerto [3]-[4], I1 sabe previamente sobre as implicações das simplificações que propõe e encara os obstáculos advindos desta estratégia. Prevendo as concepções dos alunos sobre o assunto e reconhecendo a necessária simplificação do conteúdo para que fosse possível ser ensinado, ele demonstra agilidade com saberes relativos ao “saber dirigir a atividade” (Carvalho e Gil Pérez, 2006) quando conclui que é comum o surgimento de questionamentos e mesmo incoerências não só pelo caráter do conteúdo ou concepções espontâneas dos cursistas, mas também pelo método escolhido durante o desenrolar da atividade.

Episódio 2

O episódio abaixo faz parte de entrevista realizadas na 4ª aula, após serem indagados pelo entrevistador sobre o andamento das atividades.

Tabela 02: Trechos de entrevista, episódio 2

Turno	Falas transcritas	Breve análise
B	I2: [5] E, e. Pra mim, isso, hoje, era pra ser ponto chave, a simultaneidade, porque a gente já discutiu de certa forma os postulados, discutimos a contração a dilatação, então acho que por mais que as transformações tenham um caráter importante, acho que, hoje, acho que a gente deveria ter explorado mais a simultaneidade.	[5]-[6] I2 Apresenta saber preparar as atividades (5)
C	I1: Ahã [concordância].	
D	I2: Porque seria mais uma coisa de explorar as coisas interessantes da relatividade, porque as transformações de Lorentz eu não diria que é uma coisa interessante, diria que é uma coisa fundamental, estruturadora, mas interessante eu acho que já não é, porque é uma dedução longa, né, cansativa, assim... [6] Tipo, aluno de Ensino Médio, assim, dá pra ver que é... Eu descarto qualquer possibilidade de fazer essa dedução com eles. Particularmente, eu acho que é uma dedução que a gente viu que pra professor foi cansativo, então pra aluno, eu acho que não dá... A gente perderia o interesse dos alunos.	

No intervalo [5]-[6], I2 se mostra livre da concepção que afirma que um tópico reconhecidamente fundamental no desenvolvimento epistemológico da relatividade restrita, como as Transformações de Lorentz, deve fazer parte de um curso sobre relatividade para alunos do Ensino Médio. Mesmo em detrimento de algo que considera fundamental, ele argumenta que após o tratamento da contração e da dilatação relativística, seria mais adequado inserir tópicos intrigantes que dessem conta de explorar fenômenos relativísticos. Em nossa opinião, essa postura sinaliza o desenvolvimento em “saber preparar atividade” (Carvalho e Gil-Pérez, 2006) no sentido de articulá-la com o restante do curso.

Mas, por outro lado, quando olhamos diretamente para a atividade rejeitada, vemos que a argumentação utilizada para a negação deste tópico revela uma barreira, pois quando ele afirma “*Eu*

descarto qualquer possibilidade de fazer essa dedução com eles. Particularmente, eu acho que é uma dedução que a gente viu que pra professor foi cansativo, então pra aluno, eu acho que não dá... A gente perderia o interesse dos alunos.”, I2 revela uma concepção espontânea sobre a prática docente: a de considerar sua própria dificuldade em preparar e aplicar uma atividade como algo intrínseco ao conteúdo sem uma reflexão mais aprofundada. Com relação a esse tópico, I2 não reflete e nem levanta nenhuma hipótese alternativa para o problema. Carvalho e Gil-Pérez consideram que para uma boa formação, os professores devem “conhecer e questionar o pensamento espontâneo docente”, mas isso se torna dificultado pelo caráter inovador da proposta que exige conhecimentos extras sobre um conteúdo que não se tem domínio ainda.

Episódio 3

Ainda na aula 4, já estamos em momentos finais do curso e uma das atividades solicitadas aos cursistas versa sobre a elaboração de uma proposta didática que pudesse ser trabalhada em salas de Ensino Médio abordando alguns dos temas já discutidos ao longo das aulas.

Tabela 03: Trechos de entrevista, episódio 3

Turno	Falás transcritas	Breve análise
E	E: Como foi esse lance aí, pra relacionar os conteúdos com a aular na sala?	[7] - [8] I1 apresenta saber utilizar a pesquisa educacional e as inovações por ela trazidas (8)
F	I2: Então, acho que hoje a discussão que seria aplicada em sala de aula, não, não...	
G	E: Não virou.	
H	I2: Não, hoje foi...	
I	I1: Teve momentos, por exemplo, lembra quando a moça falou do filme planeta dos macacos, pra...	
J	I2: Não, não. Sim, mas isso aí ainda retomando as aulas anteriores...	I1 apresenta conhecer o conteúdo a ser ensinado (1)
K	I1: [7] Ela pegou um exemplo naquela ideia que a gente discutiu na terça feira de você problematizar. Aí problematizar a questão do, da, do tempo passar de forma diferente pro cara observá-lo, ela ia começar problematizando, mostrando um trecho do filme, ela ligou direto com o filme que ela assistiu, o filme. Ela disse: “pô, no final o cara, ele vê a cabeça da estátua da liberdade, então ele percebe que ele, na verdade, o tempo todo ele tava na Terra e que ele tinha voltado pro futuro, né?”... Então ela coloca isso... Eu acho que foi legal porque ela tá fazendo o que a gente tá... Que é o nosso trabalho.	
L	I2: Ahã (concordando)	
M	I1: Tentar estimulá-los a criar situações de problematização. Que é o meu também, no fundo é meu trabalho também, que é uma coisa que eu acho que tem que desenvolver bastante também. Não adianta dominar o conteúdo físico se eu não souber uma forma de como fazer link com o mundo do cara lá, o mundo do meu aluno. [8]	

Inicialmente, vemos a expressão de opiniões dos dois implementadores sobre os êxitos obtidos com a proposta. I2, nos turnos F e H, afirma não ter encontrado resultados positivos, mas seu colega, no turno I, discorda apresentando, nos turnos K e M, um exemplo do que havia ocorrido.

O que sobressai nestes turnos é o reconhecimento que I1 dá à estratégia didática que a cursista pretende utilizar: a problematização de uma situação. Neste momento, ele faz uma meta-reflexão sobre o curso e pontua a importância de, além de ter conhecimento sobre o conteúdo científico a ser tratado em sala de aula, possuir conhecimento sobre maneiras de abordar temas. Analisando sua fala na perspectiva proposta por Carvalho e Gil-Pérez (2006) encontramos referência direta tanto à necessidade de se “conhecer o conteúdo a ser ensinado”, quanto ao fato de “saber utilizar a pesquisa educacional e as inovações por ela trazidas”.

Vale ressaltar ainda que a meta-reflexão expressa por I1 enfatiza a repercussão das discussões entre os cursistas. Este fato fica evidente quando percebemos seu reconhecimento de que a cursista usa de uma estratégia didática tantas vezes mencionada nas aulas como uma boa forma de se promover diálogo em sala de aula: a problematização. Demonstra, pois, uma reflexão sobre seu trabalho e, portanto, uma avaliação do papel e da importância das discussões do curso na e para a formação dos cursistas.

Considerações finais

A análise, que corrobora com nossas próprias impressões durante a pesquisa, mostra que os discursos dos implementadores, nos momentos de autorreflexão, são constantemente permeados por indicações de valorização e articulação dos conteúdos. Não há exagero quando Carvalho e Gil-Pérez (2006) afirmam que “há consenso absolutamente geral entre os professores” que devemos ter um “bom conhecimento da matéria a ser ensinada”. De fato, muito dificilmente os implementadores chegariam a discussões mais profundas sobre a construção e aplicação de atividades se esbarrassem nos conceitos que pretendem ensinar, os quais são fortemente vinculados a uma visão matemática dos fenômenos e uma abstração exigente quanto à articulação dos conceitos.

Na análise das entrevistas feitas com os implementadores, com frequência, encontramos discursos versando sobre a construção e aplicação das atividades. Isso indica que a preocupação central, nesta etapa, girava em torno das dinâmicas, da aplicabilidade e do *feed back* dos cursistas. O desenvolvimento de suas próprias habilidades frente ao conteúdo inovador pode parecer óbvio neste sentido, ou seja, primeiro o conteúdo, depois a construção e a aplicação das atividades, mas, curiosamente, encontramos pouquíssimas ocasiões em que os implementadores enfatizam ideias relacionadas ao saber ligado à avaliação dos trabalhos feitos pelos cursistas, ou, ainda, um questionamento sobre seu próprio pensamento docente espontâneo – o que indicaria reflexão sobre modos reconhecidamente aceitos do trabalho e ação docentes. O não aparecimento de menções a questões avaliativas surpreende, uma vez que é prática comum sua supervalorização, mesmo que desvirtuada, em qualquer atividade aplicada nas escolas de ensino básico. Mas isso também indica outro ponto interessante: a possibilidade de que, consciente ou inconscientemente, os implementadores critiquem o ensino tradicional, já que o curso transcorreu sem grandes interpelações associadas à avaliação classificatória.

Por fim, mas não menos importante, julgamos que este breve estudo sobre a reflexão dos implementadores frente às aulas propostas e dadas, é mais um item em um mosaico de conhecimentos e ações docentes que nos permitirão compreender em melhor medida como ocorrem as adaptações das práticas e as mudanças no modo de pensamento de professores que se aventuram a inová-las.

Referências

Alarcão, I. (1996). “*Ser Professor Reflexivo*”, In: Alarcão, I. (org.), *Formação Reflexiva de Professores – Estratégias de Supervisão*, Porto: Porto Editora.

- Brockington, G. (2005). *A Realidade escondida: a dualidade onda-partícula para alunos do Ensino Médio*, Dissertação de mestrado apresentada ao programa Interunidades em Ensino de Ciências, São Paulo: Universidade de São Paulo.
- Carvalho, A.M.P. e Gil-Pérez, D. (2006). *Formação de Professores de Ciências*, 8ª.ed., São Paulo: Cortez.
- Ireson, G. (1996). Relativity at A-level: a looking glass approach, *Physics Education*, 31(6), 356-361.
- Johansson, K.E; Kozma, C & Nilsson, Ch. (2006). Einstein for schools and the general public, *Physics Education*, 41(4), 328-333.
- Ogborn, J. (2005), Introducing relativity: less may be more, *Physics Education*, 40(3), 213-222.
- Pimenta, S.G.; Ghedin, E. (2010). *Professor Reflexivo no Brasil - gênese e crítica de um conceito*, São Paulo: Cortez Editora.
- Schön, D.A. (2000), *Educando o Profissional Reflexivo: um novo design para o ensino e a aprendizagem*, Porto Alegre: Artmed Editora.
- Siqueira, M. (2005). *Do visível ao indivisível: uma proposta de Física de Partículas Elementares para o Ensino Médio*, Dissertação de mestrado apresentada ao programa Interunidades em Ensino de Ciências, São Paulo: Universidade de São Paulo.
- Zeichner, K.M. (1993). *A Formação Reflexiva de Professores: idéias e práticas*, Lisboa: Educa.

Recebido em: 07.01.11

Aceito em: 24.11.11