

DIFICULDADES DE PROFESSORES DE FÍSICA EM SITUAÇÃO DE INOVAÇÕES CURRICULARES E EM CURSO DE FORMAÇÃO

DIFFICULTIES TEACHERS OF PHYSICS IN CURRICULAR INNOVATIONS AND UNDERWAY TRAINING

Ivani Lawall¹, Elio Ricardo², George Shinomiya³, Maxwell Siqueira⁴, Mauricio Pietrocola⁵

¹UDESC/DFIS - USP/FEUSP, ivani@joinville.udesc.br

²USP/FEUSP, elioricardo@usp.br

³UESC/DCET - USP/FEUSP shikoge@gmail.com

⁴UESC/DCET - USP/FEUSP, maxwel_siqueira@hotmail.com

⁵USP/FEUSP, mpietro@usp.br

Resumo

Neste trabalho, é apresentado os resultados de uma pesquisa com seis professores de física do ensino médio, que participaram de um projeto de inovação curricular na implementação de seqüências didáticas de ensino aprendizagem sobre Física Moderna e Contemporânea (FMC). Durante a elaboração e implementação das propostas sobre os tópicos de FMC, percebeu-se que algumas modificações eram realizadas pelos professores, buscando adaptar, adequar e reorientar em função de sua realidade escolar. Ou seja, o professor interagiu e negociou com a inovação, explícita ou tacitamente, rejeitando ou modificando aspectos da proposta, de maneira que julgou a mais apropriada para as necessidades de suas classes e alunos. Estes professores implementaram as atividades de inovação em suas respectivas salas de aula e num segundo momento eles foram os formadores de um grupo de professores da rede pública de ensino do estado de São Paulo, durante um curso de formação continuada. Por meio de um estudo exploratório viu-se a oportunidade de fazer uma análise comparativa, das dificuldades e obstáculos apresentados por estes professores em dois momentos distintos: inicialmente como implementadores da física moderna no Ensino Médio e em um segundo momento como formadores de seus pares. Os resultados parecem indicar que a falta de conhecimento sobre os conceitos físicos é uma das maiores de dificuldades encontradas pelo professor na implementação da inovação curricular. O conhecimento do assunto desenvolvido facilita ao professor relacionar os fenômenos do dia a dia e explicá-los por vários caminhos distintos, o que facilitaria a abordagem da Física Moderna e Contemporânea. Contudo, somente o conhecimento da matéria não é suficiente, deve estar sempre relacionado com os outros domínios.

Palavras-chave: Inovação Curricular, Física Moderna, Ensino Médio, Formação de professores

Abstract

This work, we present the results of a search with six teachers of Physics of high school who participated in a project of curricular innovation in the implementation of didactic teaching learning sequences on modern physics. During the preparation and implementation of the proposals on the topics of FMC, realized that some modifications were performed by teachers, fetching adapting, tailoring and reorient them according to their reality in schools. I.e. Professor interacted and negotiated with innovation explicitly or tacitly, rejecting or modifying aspects of the proposal, which seemed more appropriate to the needs of their classes and students. These teachers have implemented innovation activities in their classrooms and in the second time they were the trainers from a group of teachers from public network of education do Estado de São Paulo, during a training course. Through an exploratory study saw an opportunity to make a comparative analysis of difficulties and obstacles presented by these teachers in two different times: initially as implementers of modern physics in high school and a second time as trainers from its peers. The results seem to indicate that the lack of knowledge about the physical concepts is one of the biggest difficulties by Professor in implementing curricular innovation. A knowledge of the subject developed can facilitate the teacher to relate phenomena of everyday and explain them by several distinct paths, which would facilitate the approach of modern and contemporary Physics. However, only one expertise (subject) is not sufficient, it must be related to other domains.

Keywords: Curricular Innovation, modern physics, school teacher training

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, as inovações curriculares tem tido destaque nas pesquisas em Ensino de Ciências, seja pela modificação das abordagens de conteúdos já presentes na sala de aula, seja pela inserção de tópicos mais modernos, como o caso da Física Moderna e Contemporânea (FMC).

Uma forma de tratar as inovações curriculares nessa área é por meio de estudos em pequena e média escala de tempo, contrariamente às pesquisas mais tradicionais que envolvem estudos de longa duração. Trata-se de planejar e investigar as inovações na perspectiva das Teaching-Learning Sequences (TLS) (Linjinse, 1995). O objetivo dessas pesquisas se concentra na maneira de propor, aplicar e avaliar seqüências dadáticas visando o ensino e aprendizagem de tópicos específicos. Uma característica importante dessa linha de atividade de ensino é tratar, ao mesmo tempo, pesquisa e desenvolvimento de atividades de ensino (Meheut e Psillos, 2004).

Nesta perspectiva, foram desenvolvidas e implementadas, entre os anos de 2003 a 2007, propostas inovadoras que possibilitaram investigar os limites e possibilidades da introdução de tópicos de FMC. Entre os trabalhos que resultaram desse empreendimento, destacam-se: Mecânica Quântica (Brockington, 2005;

Brockington e Pietrocola, 2005 e 2006; Pietrocola, 2005), Partículas Elementares (Siqueira, 2006; Siqueira e Pietrocola, 2005 e 2006; Pietrocola, 2005)¹.

Durante a elaboração e implementação das propostas sobre os tópicos de FMC, percebeu-se que algumas modificações eram realizadas pelos professores, buscando adaptações, adequações e reorientações em função de suas realidades escolares. Ou seja, o professor interagiu e negociou com a inovação, explícita ou tacitamente, rejeitando ou modificando aspectos da proposta, da maneira que julgou mais apropriada para as necessidades de suas classes e alunos (Pinto, Couso e Gutierrez, 2005), de modo a se tornarem, de fato, saberes escolares.

Contudo, cada transformação é distinta, pois está relacionada ao conhecimento e às concepções que o professor tem sobre os aspectos do ensino e da aprendizagem e, ainda, às suas concepções de Ciência, que podem ser oriundas de sua experiência acumulada ao longo dos anos de profissão.

De fato, essa experiência está relacionada fortemente com o conhecimento prático do professor que, segundo Van Driel et al. (2001), “refere-se ao conjunto integrado de conhecimentos, concepções, crenças e valores que os professores desenvolveram no contexto das situações de ensino.” (p. 141). Dessa forma, é importante considerar suas experiências em sala de aula para que a inovação possa ser adequadamente adaptada a sua realidade (Lee e Luft, 2008).

Entretanto os professores apresentam diferentes momentos relacionados à sua experiência e desenvolvimento profissional, durante toda sua carreira, conforme destaca Shulman (1986). Cabe interrogar se o tempo é um bom parâmetro de medida da disposição para inovações, conforme este autor sugere.

Isso se torna mais revelante ao pensar na formação inicial. Assim, o objetivo deste trabalho foi analisar um grupo de professores que participaram da produção e implementação de propostas inovadoras sobre o conteúdo de Física Moderna e Contemporânea para o Ensino Médio. E, em uma segunda etapa, atuaram como formadores de seus pares em um curso de extensão. Isso permitiu a análise de dados obtidos em duas situações distintas. O foco principal da investigação foi identificar os principais obstáculos e dificuldades encontradas, nas duas situações. Vale destacar que propostas como essas ainda carecem de um conjunto de práticas acumuladas que poderiam auxiliar na construção de orientações básicas seguras que poderiam ser incorporadas, por exemplo, já na formação inicial. As experiências acumuladas ainda são em número reduzido no cenário nacional.

2. ASPECTOS TEÓRICOS

O professor, ao levar um conteúdo para sua sala de aula, lança mão de seu conhecimento pedagógico, que é uma combinação entre o conhecimento do conteúdo e o conhecimento do modo de ensinar. Isso permite que ele exponha as idéias da forma mais adequada possível para a aprendizagem dos estudantes. Para isso ele busca utilizar analogias, descrições, exemplos, explicações e demonstrações, buscando tornar o assunto compreensível (Shulman, 1986). O

¹ As seqüências de ensino-aprendizagem referentes a esses conteúdos podem ser encontradas no site do grupo NuPIC (Núcleo de Proposta de Inovações Curriculares) – <http://nupic.incubadora.fapesp.br/portal>

professor deverá possuir um amplo leque de recursos (alternativas), que podem ser baseados nas pesquisas ou na experiência de seu desenvolvimento profissional.

No caso da implementação de propostas inovadoras, há que se considerar possíveis obstáculos e barreiras. Por um lado, não há investigações suficientes que forneçam recursos aos professores, por outro, como se trata de uma proposta inovadora não se pode contar com a experiência da prática dos professores. Nesse caso, corre-se o risco de ter que aguardar vários anos para que, de fato, esteja presente na sala de aula. Esse é o caso da Física Moderna e Contemporânea.

Em uma inovação curricular não apenas os conteúdos específicos estarão em questão, mas também as práticas docentes. Ou seja, ao mesmo tempo em que a Transposição Didática focaliza as transformações dos saberes e sua operacionalização para sua inserção na sala de aula como um saber a ensinar, é preciso considerar a formação do professor e a capacidade de transformar suas práticas profissionais em objetos de investigação, assegurando uma reflexão de suas experiências que supere o mero acúmulo de realizações.

Nesse sentido, vários autores vêm se ocupando do tema “saberes docentes” sob diferentes aspectos. Perrenoud (2002) e Meirieu (1998), por exemplo, destacam que as práticas educacionais e os saberes ensinados tradicionalmente presentes no contexto educacional revelam certa fragilidade para lidar com as novas demandas sociais da escola. Entre as muitas características de um professor preparado para enfrentar os desafios de um ensino atual, Perrenoud destaca a capacidade de criar situações de aprendizagem e saber administrar a heterogeneidade. Isso exigirá do professor, segundo o próprio autor, uma prática reflexiva, no sentido de garantir a participação dos professores nos debates, não apenas em questões corporativas, mas também nos assuntos que envolvam as finalidades e os programas escolares.

É nesse ambiente que instrumentos teóricos capazes de auxiliar o professor a iluminar suas práticas e empreender uma análise e reflexão tornam-se relevantes. O papel do professor torna-se fundamental, pois este, a rigor, não faz a Transposição Didática, mas trabalha nela e pode explorar as possibilidades de reorientar e/ou reorganizar a estrutura didática do saber ensinado, considerando os aspectos epistemológicos, psicológicos e pedagógicos, conforme já foi apontado há bastante tempo por Orange (1990).

As questões de sala de aula, os problemas que lhes são apresentados, fazem parte de seu processo de construção pessoal e determinam a constituição do sujeito como profissional que irá se tornar. Segundo Tardif (2002), o desenvolvimento do saber profissional é associado tanto às fontes e lugares de aquisição quanto aos momentos e fases de construção a ele associados. São esses diferentes fatores que serão considerados na análise aqui presente. Pintó *et al.* (2004) discutem que em um processo de inovação curricular não basta aos professores reconhecerem uma proposta como inovadora em termos auto-propostos, mas sim traduzi-las e decodificá-las em termos de sua bagagem pessoal, teórico e prática. Os professores devem ser capazes de reconhecer seu papel transformador no processo de inovação.

Alguns autores (Huberman, 2000; Fuller & Bown, 1975, Kagan, 1992) dividem o desenvolvimento profissional dos professores em fases, que podem ser definidas como mudanças que ocorrem ao longo do tempo, em aspectos que determinam o comportamento, o conhecimento, as imagens, as crenças ou as

percepções dos professores. Com o objetivo de analisar o desenvolvimento profissional alguns trabalhos são apresentados por Lawall et al.,2009.

3. ASPECTOS METODOLÓGICOS

A proposta inicial deste trabalho é contribuir para esclarecer o papel do professor no contexto da atualização curricular, por meio da inserção da FMC na sala de aula do Ensino Médio. Nesse cenário, o objetivo da pesquisa é buscar delimitar os aspectos referentes à prática e à formação do professor na inserção da Física Moderna e Contemporânea, com as idéias, atitudes e comportamentos que tanto o influenciam no momento dessa inserção.

Nesse trabalho, faremos uma análise comparativa do que dizem os professores sobre as dificuldades encontradas para a implementação da FMC, em dois momentos distintos: i) inicialmente quando esses professores foram os implementadores da proposta de inovação diretamente na sala de aula e, ii) quando eles foram os formadores de um grupo de professores da rede pública de ensino do Estado de São Paulo, durante um curso de formação continuada.

A formação de grupos de pesquisas e extensão envolvendo professores do Ensino Médio é de suma importância para encurtar a distância entre as Universidades e as escolas, principalmente as públicas, que carecem de um ensino de qualidade e de professores preparados para os desafios que irão encontrar.

Em decorrência de um projeto de pesquisa, foi formado um grupo de seis professores, da rede pública do Estado de São Paulo, para trabalhar em um projeto de inovação curricular através da inserção de conteúdos de FMC, o qual teve início em 2003. Quando a primeira proposta² ficou estruturada, começaram a aparecer nas reuniões os primeiros relatos das aplicações, que serviram de norteadores para modificações futuras. Esses relatos foram de suma importância para as propostas, pois a partir da prática dos professores foi possível ajustá-las para chegar a uma versão final de cada uma delas. Esse trabalho³ teve como sub-produtos diversos materiais de ensino, apresentações em congressos nacionais e internacionais, artigos científicos e dissertações de mestrado em programas da Universidade de São Paulo.

O grupo foi renovado no início de 2007, quando outros seis novos professores ingressaram. Todos os doze professores (seis da formação original e seis novatos) são Licenciados em Física. As atividades foram validadas para uso no Ensino Médio pelos novos professores os quais realizaram a implementação dessas sequências em suas salas de aula. Esse grupo de professores será chamado, a partir deste momento, de “formadores”.

Um novo projeto, que visa complementar as Sequências Didáticas elaboradas por meio de atividades em parceria com os “formadores”, foi iniciado em 2008. O objetivo deste projeto é contribuir para a atualização e a melhoria do ensino-aprendizagem de Física, com particular atenção aos conteúdos de FMC (Física Quântica, Partículas Elementares, Relatividade), por meio do desenvolvimento de novas metodologias de ensino (ensino por investigação, ensino por meio de

² A primeira proposta a ser levada para a sala de aula foram conceitos da Mecânica Quântica. O curso completo e sua análise pode ser encontrado em Brockington, 2005.

^{3 3} As seqüências de ensino-aprendizagem referentes a esses conteúdos são encontradas no site do grupo NuPIC (Núcleo de Proposta de Inovações Curriculares) <http://nupic.incubadora.fapesp.br/portal>

modelos, ensino sobre a natureza da ciência), de novos materiais de ensino (roteiros de atividades e de experimentos, textos, animações, simulações e recursos digitais), de recursos oferecidos pelas novas tecnologias de informação (tutorias virtuais à distância, plataformas de ensino à distância para acompanhamento docente, portais dinâmicos para disponibilização de material didático). O intuito é subsidiar o ensino e a aprendizagem da Física no contexto escolar do Ensino Médio.

Os professores da rede, a partir de agora chamados de “cursistas”, estão sendo formados por meio de atividades presenciais e à distância, colaborando na adequação e ampliação dos materiais de ensino já produzidos. Cada capacitação engloba cerca de trinta (30) participantes e é composta de cinco (5) encontros presenciais de oito (8) horas (módulo 1). Outras cinquenta (50) horas de atividades são distribuídas em dois encontros presenciais de oito horas, um no início e outro no final do curso, e de atividades à distância (módulo 2), para discussão das dificuldades encontradas na implementação da FMC.

A parte presencial foi ministrada no primeiro semestre de 2010, para oitenta (80) cursistas, o módulo 2 teve início em 8 de maio de 2010. No módulo 1 foram abordados os conteúdos de Física Moderna, assim como apresentadas atividades de ensino para o tratamento desses conteúdos no Ensino Médio. O módulo 2 destina-se a acompanhar a aplicação das atividades de ensino pelos professores capacitados no módulo 1, em situações reais de sala de aula. Além disso, espera-se dos cursistas que eles assumam o papel de multiplicadores em suas regiões de atuação.

Os cursos serão repetidos durante três (3) anos, de modo que ao final sejam capacitados duzentos e setenta professores-multiplicadores. A equipe responsável por cada um dos cursos foi composta por dois (2) professores da rede pública (“formadores”) e membros da Universidade (docente e alunos de iniciação e pós-graduação). Uma equipe ficou com Relatividade, outra com Linhas Espectrais e a outra com Partículas Elementares.

Inicialmente buscamos responder algumas perguntas sobre a formação do professor no ensino da FMC como, por exemplo: quais os conflitos e dificuldades encontrados pelo professor que participa de propostas que levam a FMC para o Ensino Médio? A concepção de ciência influencia na inserção? Existem valores pessoais em jogo?

Em 2008 e 2009, com a finalidade de identificar as fases de desenvolvimento profissional dos professores, de acordo com o modelo de Huberman (2000), realizamos uma pesquisa de natureza qualitativa. No caso dos seis formadores, analisamos o desenvolvimento profissional e mudanças nas suas práticas ao participarem de grupos de inovação⁴.

Já em 2010, com o intuito de mapear suas impressões e concepções sobre obstáculos, dificuldades, motivações e outras influências durante a aplicação das Sequências Didáticas, lançou-se mão da narrativa.

Durante a aplicação deste novo curso de capacitação, que ocorreu nos meses de fevereiro, março e abril de 2010, os formadores fizeram uma reflexão antecipada sobre como seria o desenvolvimento das atividades durante o curso, bem como uma descrição do que aconteceu em cada aula a *posteriori*. Os encontros foram todos gravados em vídeo. Ao final do curso foi solicitada uma narrativa dos

⁴ Uma análise preliminar deste grupo foi apresentada no III Encuentro Iberoamericano sobre Investigación en Enseñanza de las Ciencias (III EIBIEC), 2009, em Burgos-Espanha.

formadores sobre as principais dificuldades encontradas para trabalhar com os conteúdos de FMC com os cursistas.

Como forma de caracterização de cada um dos entrevistados, convencionou-se uma sigla de referência, citados aqui como: PA, PB, PC, PD, PE e PF. Todos os professores são licenciados em Física, o professor A possui mestrado em História das Ciências, os professores B e F possuem mestrado em Ensino de Ciências e os professores C e D são também bacharéis em Física, possuem mestrado em Física Aplicada. Os professores A e F ficaram responsáveis pelo curso de Linhas Espectrais, o professor B e D pelo curso de Partículas Elementares e os professores C e E pelo curso de Relatividade. Dentro desse grupo temos cinco professores que se encontram entre nove e vinte anos de carreira e um professor com quatro anos de carreira.

Observou-se que a maior parte dos professores da pesquisa encontra-se na fase da experimentação ou diversificação, segundo o modelo de Huberman. O que justifica um primeiro estudo exploratório deste segundo momento do projeto, no qual os professores que implementaram as inovações curriculares agora são os formadores de seus pares. O instrumento utilizado para a coleta de materiais no ano de 2010 foi a narrativa, buscando realizar neste momento um estudo exploratório, o qual possibilita ao *“investigador aumentar sua experiência em torno de determinado problema”* Triviños (1987).

Procurou-se aqui dar um enfoque de pesquisa qualitativa, conforme Triviños (1987), aos materiais coletados, por entender que seria importante compreender também o processo ao invés de centrar-se unicamente no produto. Foi uma tentativa de aproximar aspectos quantitativos de uma reflexão qualitativa, visando à superação da dicotomia quantitativo-qualitativo. Faremos uma análise comparativa das respostas dadas pelos formadores no ano de 2008 na entrevista, com a narrativa entregue por eles após a aplicação deste curso.

4. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Os resultados encontrados para o desenvolvimento profissional mostram que, na maioria das falas dos professores, não encontramos indícios de uma discrepância entre sua fase de desenvolvimento profissional e seus relatos, ou seja, suas entrevistas somente confirmaram as fases definidas por Huberman.

Tendo feito um breve destaque na caracterização do perfil profissional dos professores, passaremos a destacar falas e manifestações que julgamos importantes para identificar o que os formadores caracterizam como dificuldades encontradas para participarem de projetos de inovação.

A fim de analisarmos as principais dificuldades dos formadores, em relação a trabalhar com os conteúdos de FMC com os professores cursistas, a partir das narrativas dos professores elaboramos duas categorias de análise: 1) Conhecimento dos conteúdos e 2) Métodos e Estratégias de Ensino.

1. Conhecimento do conteúdo

Caracterizamos como conhecimento de conteúdo do professor aspectos ligados ao conhecimento referente aos conceitos específicos de FMC. O professor A, ao ser perguntado sobre as dificuldades encontradas para trabalhar com a FMC,

coloca inicialmente que a dificuldade não foi trabalhar com os alunos, mas sim rever os conceitos estudados na graduação, não se lembrar da matemática utilizada. Na fala dos professores, logo após a aplicação em sala de aula, isso fica mais evidente:

Professor A (entrevista): Não, não para tratar com o aluno. Para mim pessoalmente, tem uma parte da Física Contemporânea que quando estávamos aqui nos discutíamos. Então aquilo... eu usava na graduação, eu usei bastante, **mas eu não sei**. Quando eu olhava o livro do Osvaldo⁵ e via aquilo e **não entendia**, eu falava puxa! Como que pode... **eu quero entender isso**.

Os professores B e C deixam evidente que para eles a maior dificuldade foi o contato com o conteúdo, mas sentiram-se gratificados ao fazerem a aplicação para os alunos.

Professor B (entrevista): Ah, com certeza foi o **conteúdo**. É... A gente tem umas condições na Universidade de Física Moderna e tal, mas com o tempo você acaba esquecendo-se de vários tópicos. Então foi realmente... **tive que estudar mesmo**, pra explicar Física Moderna para os alunos.

Professor D (entrevista): Olha, conflito interno foi bem pessoal assim, por que algumas coisas eu tive que aprender, tive dúvidas, tive que perguntar, agora por outro lado o trabalho mesmo, como o material que eu peguei, que foi física das partículas, (...) também não posso dizer que é um conflito, **ter que estudar** é uma coisa nova, a gente gosta disso.

As falas seguintes fazem referência ao que eles narraram após a aplicação do curso de formação continuada e as respostas, em muitos casos, foram repetidas. Na narrativa do professor A observa-se claramente que a parte conceitual da FMC foi a sua maior preocupação, ele deixa claro que teve estudar muito mais para se sentir seguro ao discutir com os cursistas.

Professor A (narrativa): As minhas **maiores dificuldades** para trabalhar com os conteúdos de Física Moderna e Contemporânea com professores estiveram relacionadas com **os conceitos** que apareceram entre o fim do século XIX e o início do século XX. (...) percebi que **deveria estudar muito**, muito mais já que as duas idéias são por si só difíceis, me deixando inseguro e sem saber concatenar a aula de maneira clara e lógica.

Na fala do professor E também fica claro que a preocupação dele foi com o conhecimento do conteúdo de FMC.

Professor E (narrativa): Terminada esta etapa do curso, considero que a **minha maior dificuldade foi o meu preparo em Física Moderna**. (...) **Quando preparava minhas aulas, preocupava-me quase que exclusivamente com os conteúdos**, deixando de lado a forma de trabalhá-los na sala de aula.

Na sequência das narrativas, os professores A e D ressaltaram que o grupo de cursistas tinha bons conhecimentos em FMC e que eles acabaram se preparando mais para poder trabalhar com eles.

Professor A (narrativa): Percebi que o grupo de professores cursistas era muito bom, no sentido de que tinham bons conhecimentos sobre os conceitos da física. (...) professores cursistas estavam conceitualmente, num nível próximo: igual ou até superior ao meu. Tive **que estudar muito por este motivo**, organizar meu tempo de maneira prática para me dedicar mais ao preparo dos materiais e para os encontros.

⁵ Conceitos de Física Quântica, Ed. Livraria da Física, 2005, 2ª Ed.

Professor D (narrativa): A maior dificuldade foram **perguntas** que no momento da explanação **eu não estava apto a responder**. Estas perguntas foram resolvidas nos encontros seguintes por **que nós estudamos durante os intervalos** entre os encontros e **contamos com a ajuda** da professora **Nobuko**⁶.

O professor F narra sua preocupação com o conhecimento dos conceitos e também com os questionamentos que possam surgir durante a aplicação do curso, deixando claro que teve uma preparação melhor para a discussão com os cursistas das atividades propostas no curso.

Professor F (narrativa): Quando pensamos em um curso para professores, sempre imaginamos que complicações possam aparecer. **Mas, quando o curso se trata de trabalhar com os conteúdos de Física Moderna, a preocupação se torna muito maior.** (...) **em particular, tentei me preparar para que não fosse pego de calça curta literalmente, com perguntas que eu não soubesse responder.** Esse medo aos poucos foi sendo controlado e sendo substituído por uma ansiedade, (...) eu tentava imaginar o que poderia ocorrer durante a aula. **Em cada encontro fui percebendo que a preparação da aula era de fundamental importância** e que a fala do professor era a medida de como estávamos interagindo com a turma.

Observa-se que mesmo que os professores já tenham realizado a aplicação das atividades de FMC no ensino médio, na aplicação como formadores eles ainda mostram a sua insegurança em relação ao conteúdo.

2. Estratégias de Ensino

Para que os professores sejam capazes de construir e desafiar os conceitos científicos dos estudantes é necessário que tenham um profundo entendimento dos conceitos e um amplo conhecimento pedagógico relacionado com o contexto, podendo integrá-los no ensino na sala de aula.

Os formadores citaram as dificuldades do desenvolvimento de métodos e estratégias em sala de aula com conteúdos de FMC. Na entrevista e na narrativa do professor C, fica mais evidente nos dois momentos de aplicação:

Professor C (entrevista): dificuldades na elaboração acho que .em relatividade talvez tentar fazer alguma **analogia** com algumas coisas, **um experimento prático**, a maior dificuldade que eu diria do curso, principalmente na parte de relatividade acho que a questão matemática (...).

Professor C (narrativa): A principal dificuldade no curso de relatividade foi **encontrar relações com o cotidiano**, com a vivência e realidade dos alunos. **Problematizar e contextualizar.** A abordagem teve que se valer de recursos de mídia e experiências de pensamento.

O curso de Relatividade tinha duas tentativas anteriores e não estava totalmente validado como os de Partículas Elementares e Linhas Espectrais. O professor F cita como dificuldade a preparação do material, pensar em termos do Ensino Médio (EM), as referências bibliográficas, quais estratégias usar, deixa claro sua insegurança na elaboração do material.

Professor F (entrevista): (...) não tinha "o curso", não tinha "os materiais". Então as dificuldades foram desde **as elaborações dos textos**, porque não tinha textos adaptados para o ensino médio, (...) não dava

⁶ Professora aposentada do Departamento de Física Nuclear do IFUSP, que dá apoio teórico ao grupo.

para adaptar pegar Eisberg e traduzir o que tinha ali para uma linguagem mais simples.

Professor F (entrevista): (...) talvez fosse até esse conflito aparecendo pela **nossa inexperiência** mesmo em frente ao assunto. A gente não tinha parado ainda direito **para estudar melhor o assunto, para discutir melhor**. Talvez a gente, eu particularmente, eu tinha assunto que nunca tinha discutido, nunca tinha parado mesmo para estudar para dar aula pra alguém.

O professor E mostra uma preocupação com a sua formação pedagógica necessitando de subsídio para melhorar as suas aulas.

Professor E (narrativa): Hoje estou convicto de que **um novo olhar é necessário** para realizar o meu trabalho, preocupando-me com questões como: **problematização, sequências didáticas adequadas, transposição didática, etc...** (...) trocar experiências com meus colegas de profissão também foi muito importante para minha formação continuada como profissional da educação.

Aqui podemos verificar que a preocupação dos professores não foi somente com referência aos conteúdos, mas também aos métodos e estratégias que poderiam utilizar para trabalhar com o conteúdo de FMC no EM. Pode-se identificar dois diferentes níveis de conhecimento que representa aqui uma combinação entre o conhecimento da matéria e o conhecimento do modo de ensinar, do ponto de vista didático há uma aproximação com a idéia do Conhecimento dos Conteúdos Pedagógicos que, segundo Shulman (1996, p.9), compreende “as formas mais úteis de representação das idéias, as analogias mais importantes, ilustrações, exemplos, explicações e demonstrações, numa palavra, a forma de representar e formular a matéria para torná-la mais compreensível”.

5. CONCLUSÃO

Esse trabalho teve como objetivo principal destacar as dificuldades, os problemas e os obstáculos enfrentados na formação de professores para a inserção de inovações curriculares por meio de tópicos de Física Moderna e Contemporânea para um curso de formação continuada.

Para um trabalho inicial as fases propostas por Huberman serviram para uma boa descrição dos ciclos de vida profissional dos professores, pois mostram fases, transições, crises, pelas quais atravessam os profissionais durante o desenvolvimento da carreira profissional afetando um grande número, em algumas vezes a maioria, de seus participantes. É um modelo esquemático, porém agrupa tendências, mas não podemos dizer que todos os profissionais passam pelas mesmas fases, dentro da mesma ordem, independente das condições de vida ou de trabalho, do período histórico, das interações sociais imediatas e da vontade do indivíduo.

Não foi surpresa a indicação dos professores que a falta de conhecimento sobre o assunto é um fator de dificuldade, pois como destaca Nilsson (2008), a falta desse tipo de conhecimento pode levar a um sentimento de frustração e desconforto ao professor, ainda mais quando um estudante faz uma pergunta e ele não sabe responder. O conhecimento do assunto desenvolvido pode facilitar ao professor relacionar fenômenos do dia a dia e explicá-los por vários caminhos distintos, o que facilitaria a abordagem da FMC. Contudo, somente um conhecimento da matéria

(assunto) não é suficiente. Ele deve estar sempre relacionado com os outros domínios, como o conhecimento pedagógico (Nilsson, 2008).

Destacamos novamente que os professores interagiram e negociaram com a inovação, explícita ou tacitamente, rejeitando ou modificando aspectos da proposta, de maneira que julgaram mais apropriada para as necessidades de suas classes e alunos. Isso se aproxima de pesquisas similares (Pintó, Couso e Gutierrez, 2005; Meheut e Psillos, 2004; Lijnse, 1994, 1995) e sugere que as inovações curriculares são importantes contextos de investigação do desenvolvimento profissional dos professores, podendo trazer contribuições relevantes para se (re)pensar também a formação inicial.

6. REFERÊNCIAS

- BROCKINGTON, G.; **A Realidade escondida: a dualidade onda-partícula para alunos do Ensino Médio**. Dissertação de mestrado. São Paulo: IF/FE USP. 2005.
- BROCKINGTON, G.; PIETROCOLA, M.; **Serão as Regras da Transposição Didática Aplicáveis aos Conceitos de Física Moderna?** Investigações em Ensino de Ciências (On line), UFRGS - Porto Alegre - RS, v. 10, n. 3, p. 1-17. 2006.
- BROCKINGTON, G. e PIETROCOLA, M.; **O Ensino de Física Moderna necessita ser real?**. In: Anais do XVI SNEF - Simpósio Nacional de Ensino de Física, Rio de Janeiro. 2005
- COUSO, D., PINTÓ, R.; **Análisis del contenido del discurso cooperativo de los profesores de ciencias em contextos de innovación didáctica, Enseñanza de las Ciencias**. 27(1), 5 -18. 2009.
- FULLER, F. F. and BOWN, O. H.; **Becoming a Teacher**. in Kevin Ryan, ed., **Teacher Education** - Yearbook N. S. S. E.. Chicago: University of Chicago Press, pp. 25-52. 1975
- HUBERMAN, M.; **O ciclo de vida profissional de professores**. In: Nóvoa, A. (org) **Vida de professores**. Porto Editora. 2000.
- KAGAN, D. M.; **Professional growth among preservice and beginning teachers**. **Review of Educational Research**, 62(2), pp. 129-169. 1992.
- LAWALL, I. T; SIQUEIRA M.; PIETROCOLA M.; RICARDO, E.; “Desenvolvimento profissional durante a implementação de inovações curriculares por professores do ensino secundário”. VIII Congreso Enseñanza de las Ciencias. Barcelona-Espanha, 2009.
- LAWALL, I. T; SIQUEIRA M.; RICARDO, E.; PIETROCOLA M.; “Implementação de Inovações Curriculares no Ensino Secundário: o desenvolvimento profissional de um grupo de professores”, III EIBIC - Burgos – Espanha, 2009.
- LAWALL, I. T; SHINOMIYA, G.; SIQUEIRA M.; RICARDO, E.; PIETROCOLA M.; “Fases de desenvolvimento profissional de professores em situação de inovações curriculares no nível médio”, Florianópolis/SC, 2009.
- LIJNSE, P.L.; **‘Developmental Research’ as a way to an empirically based ‘Didactical Structure’ of science**, *Science Education*, 79(2), 189–199. 1995.

- LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E.; **Pesquisa em educação: abordagem qualitativa.** São Paulo: EPU. 1986.
- LEE, E. & LUFT, J. Experienced Secondary Science Teachers' Representation of Pedagogical Content Knowledge. **International Journal of Science Education**, V. 30, n.10, pp. 1343–1363, 2008.
- MEHEUT, M.; PSILLOS, D.; **Teaching-Learning Sequences: aims and tools for science education research.** *International Journal of Science Education*, vol. 26, n.5 p.635-652, apr. 2004.
- NILSSON, P. Teaching for Understanding: The complex nature of pedagogical content knowledge in pre-service education. **International Journal of Science Education** Vol. 30, No. 10, 13 August 2008, pp. 1281–1299. 2008
- PIETROCOLA, M.; **Modern Physics In Brazilian Secondary Schools.** In: International Conference on Physics Education, 2005, Nova Delhi: ICPE. 2005.
- PIETROCOLA M.; RICARDO, E.; SIQUEIRA, M.; LAWALL, I. T.; “Teachers' Perception Of Curricula Content Innovation”, ESERA, European Science Education Research Association, Instabul – Turquia, 2009.
- PINTÓ, R. et al.; **Introducing Curriculum Innovations in Science: Identifying Teachers' Transformations and the Design of Related Teacher Education.** *Science Education* 89 (1), pp.. 2005.
- PINTÓ, R; COUSO, D.; & GUTIERREZ, R.; **Using research on teachers' transformations of innovators to inform teacher education. The case of energy degradation.** *Science Education*. V.89, n.1, p.38-55, jan. 2005.
- SIQUEIRA, M.; **Do visível ao invisível: uma proposta de Física de Partículas Elementares para o Ensino Médio.** Dissertação de Mestrado. São Paulo: IF/FE –USP. 2006
- SIQUEIRA, M.; PIETROCOLA, M.; **A Transposição Didática aplicada a teoria contemporânea: A Física de Partículas elementares no Ensino Médio.** In: X Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, Londrina. 2006
- SIQUEIRA, M. e PIETROCOLA, M.; **Revisando materiais em ensino médio sobre o tema física de partículas elementares.** In: V ENPEC - Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino em Ciências, Bauru. 2005.
- SHULMAN, L. S.; **Those who understand: knowledge growth in teaching.** *Educational Researcher*, V. 15, n.2, pp. 4-14. 1986.
- TARDIF, M.; **Saberes docentes e formação profissional.** 2. Editora Vozes. Petrópolis, RJ. 2002.
- TRIVIÑOS, A. N. S.; **Introdução à Pesquisa em Ciências Sociais: A pesquisa Qualitativa em Educação,** Atlas, São Paulo, 1987.
- VAN DRIEL, J. H., BEIJAARD, D., & VERLOOP, N. Professional development and reform in science education: The role of teachers' practical knowledge. **Journal of Research in Science Teaching**, 38(2), pp. 137 – 158, 2001.