**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE FÍSICA
FACULDADE DE EDUCAÇÃO
INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS
INSTITUTO DE QUÍMICA**

NILVA LÚCIA LOMBARDI SALES

***PROBLEMATIZANDO O ENSINO DE FÍSICA MODERNA E
CONTEMPORÂNEA NA FORMAÇÃO CONTINUADA DE
PROFESSORES: ANÁLISE DAS CONTRIBUIÇÕES DOS TRÊS
MOMENTOS PEDAGÓGICOS NA CONSTRUÇÃO DA
AUTONOMIA DOCENTE***

SÃO PAULO

2014

NILVA LÚCIA LOMBARDI SALES

***“PROBLEMATIZANDO O ENSINO DE FÍSICA MODERNA E
CONTEMPORÂNEA NA FORMAÇÃO CONTINUADA DE
PROFESSORES: ANÁLISE DAS CONTRIBUIÇÕES DOS TRÊS
MOMENTOS PEDAGÓGICOS NA CONSTRUÇÃO DA
AUTONOMIA DOCENTE”***

Tese apresentada à Faculdade de Educação, ao Instituto de Física, ao Instituto de Química e ao Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo para a obtenção do título de Doutor em Ciências.

Área de concentração: Ensino de Física.

Orientadora: Profa. Dra. Cristina Leite

SÃO PAULO
2014

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

FICHA CATALOGRÁFICA
Preparada pelo Serviço de Biblioteca e Informação
do Instituto de Física da Universidade de São Paulo

Sales, Nilva Lúcia Lombardi

Problematizando o ensino de física moderna e contemporânea na formação continuada de professores: análise das contribuições dos Três Momentos Pedagógicos na construção da autonomia docente. São Paulo, 2014.

Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo. Faculdade de Educação, Instituto de Física, Instituto de Química e Instituto de Biociências.

Orientador: Prof^a. Dr^a. Cristina Leite

Área de Concentração: Física

Unitermos: 1. Física (Estudo e ensino); 2. Formação continuada do professor; 3. Física moderna e contemporânea; 4. Três momentos pedagógicos; 5. Dialogicidade.

USP/IF/SBI-024/2014

AGRADECIMENTOS

Realizar um doutorado é definitivamente um trabalho coletivo, por isso os agradecimentos são muitos e são necessários.

Eu começo agradecendo a professora Cristina, minha orientadora. Cris, não tenha dúvidas de que se hoje este trabalho existe é graças a você. Sem seu apoio incondicional e seu incentivo constante, eu não teria sido capaz. Você é para mim um grande exemplo de pesquisadora e orientadora. Contigo com certeza aprendi muito sobre uma pesquisa acadêmica, mas aprendi mais ainda com seus exemplos, que eu espero poder seguir. Muito obrigada por sua orientação. Acho que devo agradecer aos seus gêmeos também, por eles permitirem que eu roubasse você deles em alguns momentos!

Outro agradecimento muito especial é para o Marcelo, meu grande companheiro, que esteve sempre ao meu lado. Seu amor, sua paciência e seus incentivos foram fundamentais para que eu pudesse enfrentar essa longa e árdua jornada. Muito obrigada por seu amor e dedicação comigo.

Agradeço também à professora Cibelle, que me abriu as portas para o doutorado e me apresentou o universo das pesquisas em História da Ciência. Aos professores do Interunidades com quem tive o prazer de aprender muito tanto nas disciplinas como nas conversas de corredor e eventos, Maurício, Elio Yassuko e Villani. Obrigada por seus ensinamentos. Aprendi muito com todos.

Os amigos também foram muito importantes nesse processo, e foram muitos que não dá para citar todos. Mas alguns deixaram marcas mais profundas e merecem um destaque. Alexandre Bagdonas, amigo de longa data e incentivador constante ao longo desta jornada. Aprendi muito com todas as nossas conversas, em especial aquelas durante as inúmeras viagens entre São Carlos e São Paulo que fizemos. Gisele, Roseline, Renata e Vanessa, novas amigas que o Interunidades me trouxe. Sidnei, um amigo querido que me acompanhou desde a seleção do doutorado. E claro a Renatinha, amiga de outros tempos e que gentilmente me ofereceu abrigo e companhia em São Paulo. Saudades de todos. Obrigada pela amizade.

Aos colegas do departamento de Física da UFTM, agradeço pelo apoio, em especial neste último ano com a autorização do meu afastamento. Em particular destaco o parceiro acadêmico e amigo querido Dionízio. Dividir um projeto com você foi uma grande experiência e um enorme aprendizado. Frederico, não posso deixar de lembrar nossas conversas no laboratório, sempre tão agradáveis e construtivas. Do ICENE, tenho que citar o Luiz Fernando, um grande amigo, cujo apoio foi fundamental nos momentos finais desta jornada. Agradeço pela amizade e os bons conselhos. E claro, o Rutielly,

o secretário mais eficiente, simpático e amigo que conheci. Agradeço por seus socorros emergenciais!

Eu não poderia deixar de agradecer aos meus alunos, em particular meus pibidianos (nem me atrevo a citar nomes.... foram tantos!) por me ensinarem muito e sempre torcerem por mim. Destaco o trio Dani, Aennder e André que juntamente com a Joyce e o Paulo me ajudaram com a produção dos experimentos para as oficinas do “Novos Talentos”. Como eu sobreviveria sem a preciosa ajuda de vocês? E também destaco meus alunos de iniciação científica Gustavo e Thais, que toparam o desafio de aprender a pesquisar sobre Física Moderna e Contemporânea comigo.

Este trabalho ocorreu a partir de uma parceria com uma universidade próxima, onde eu pude resgatar algumas amizades e fazer muitas novas. Silvia, uma amiga de outros tempos e de agora também. Obrigada por abrir as portas da DICA para o curso e por me apoiar sempre. Agradeço também os demais amigos dessa parceria acadêmica, Eduardo, Soranda, Daiana e Deivid, por permitirem que eu aprendesse com vocês. Espero que nossa parceria ainda de muitos frutos!

Agradeço também aos professores que participaram do meu curso e que gentilmente colaboraram com minha pesquisa. Saibam que com vocês aprendi muito sobre diferentes aspectos.

Também preciso agradecer as professoras Yassuko e Bia, que muito amavelmente aceitaram participar da minha qualificação às pressas e muito me ajudaram na construção desse trabalho. Fico muito feliz em tê-las novamente na defesa. Agradeço também as professoras Andreia Guerra e Ivanilda Higa por também contribuírem com minha formação avaliando meu trabalho.

E claro, a família, sempre um elo importante na nossa vida. Minha mãe, a dona Vera, e o meu pai, seu Nivaldo, que sempre torceram por mim. Meus irmãos Joni e Zé, por atenderem meus pedidos de socorro sempre que precisei.

Por fim, agradeço ao apoio da CPGI, em especial ao Thomas e Rosana, e ao secretário Ailton por toda ajuda sempre que precisei.

Naturalmente devo ter me esquecido de citar alguém, mas não tenham dúvidas que sou grata a todos que de uma forma ou de outra me ajudaram nessa jornada.

RESUMO

SALES, N.L.L. Problematizando o Ensino de Física Moderna e Contemporânea na formação continuada: análise das contribuições dos Três Momentos Pedagógicos na construção da autonomia do professor. 2014. 217f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação Interunidades em Ensino de Ciências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014

A inserção de tópicos de Física Moderna e Contemporânea (FMC) é amparada pelas diretrizes curriculares nacionais e já está bem justificada na literatura da área de ensino de física, contudo ainda não é comum nas salas de aula do Ensino Médio. Fragilidades na formação do professor estão entre as dificuldades para essa atualização curricular. Nesse contexto, esta pesquisa desenvolveu e analisou um curso de formação continuada para discutir com os professores em exercício da região do Triângulo Mineiro, MG, as razões e os caminhos para trazerem temas de FMC para suas aulas. Para isso utilizou-se a dinâmica dos Três Momentos Pedagógicos desenvolvidos a partir das ideias de um ensino dialógico e problematizador na linha freireana. Com essa estrutura a expectativa foi de conseguir maior participação dos professores cursistas, pois havia espaço para que trouxessem suas dúvidas e expectativas sobre o tema para o curso e com isso pudessem participar de forma mais ativa durante o mesmo, tentando evitar uma mera transmissão direta de informações sem respeitar suas experiências e conhecimentos. O curso teve uma carga horária de 24 horas divididas em 6 encontros realizados em sábados distribuídos ao longo de 3 meses. Com isso houve tempo para incluir nas atividades do curso as sugestões e dúvidas dos professores. A estrutura geral do curso contou com 1 encontro para a Problematização Inicial, 3 encontros para o momento de Organização do Conhecimento e 2 para a Aplicação do Conhecimento. A análise das contribuições do curso foi realizada olhando-se para três dimensões de interações entre professor-aluno-saber comumente presentes em uma situação didática: a dimensão epistemológica, a dimensão educativa e a dimensão didático-pedagógica. Os dados foram coletados a partir de questionários, filmagem das atividades (com o consentimento dos participantes) e uma entrevista semiestruturada realizada um semestre após o curso. Os questionários permitiram a construção do perfil dos participantes que não mostrou diferenças em relação a outros grupos semelhantes relatados na literatura da área. A análise dos vídeos mostrou um bom envolvimento dos professores do curso que parecem ter se apropriado das discussões e atividades realizadas, já que indicaram na entrevista que já utilizaram ou planejam utilizá-las no próximo ano letivo em suas aulas. A comparação de algumas posturas dos professores durante o curso e na entrevista final permitiu avaliar características do seu perfil de autonomia, segundo definições de Contreras. Os resultados parecem indicar algumas características do profissional reflexivo quando antes só se percebia posturas de especialista técnico.

Palavras-chave: Física Moderna e Contemporânea; Formação Continuada; Três Momentos Pedagógicos; Dialogicidade.

ABSTRACT

SALES, N.L.L. Problematizing the Teaching of Modern and Contemporary Physics in continuing education: analysis of the contributions of Three Pedagogical Moments in teacher autonomy. 2014. 217f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação Interunidades em Ensino de Ciências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014

The insertion of themes of Modern and Contemporary Physics, already well documented in the literature in the field of physics education, is supported by the national curriculum guidelines and now appears in most textbooks evaluated by the Brazilian Textbook Program. However there are still difficulties to truly embed themes of Modern and Contemporary Physics in the actual planning by in-service teachers. To contribute in this context, the purpose of this study was to develop and analyze a continuing education course to discuss with in-service teachers in the area of Triângulo Mineiro, MG, the reasons and the ways to do covered topics in class. For this we used the dynamics of Three Pedagogical Moments developed from the ideas of a dialogical education in Freire's line. With this structure the expectation was to achieve greater involvement of the attendant teachers, because there was time for them to bring their doubts and expectations about the theme of the course and then participate more actively during the same, thus avoiding a mere direct transmission of information without respecting their experiences and prior knowledge. The course has a workload of 24 hours divided in 6 meetings on Saturdays spread over a period of 3 months. So, there was time to include suggestions and concerns of teachers in the course activities. All meetings were recorded with the consent of the participants. The general course structure included 1 meeting for Initial Problematization, 3 meetings for Knowledge Organization and 2 for the Knowledge Application. The contributions of the course by looking at three dimensions commonly present in the interactions of a didactic situation: the epistemological dimension, the educational dimension and the didactic- pedagogical dimension. As a source of data, beyond the meeting recordings, it was also used questionnaires during its realization and a semistructured interview conducted approximately one semester after the course. The results showed that teachers in fact appropriated the discussions and activities, having made initial attempts to implement them already in this short time interval. What shows the gain of using a dialogical and problematizing teaching in the continuing education of teachers. It was also possible to observe changes in the autonomy of these teachers profile, according to the concept of autonomy by Contreras.

Keywords: Modern and Contemporary Physics; In-service teacher program; Three Pedagogical Moments,

Sumário

APRESENTAÇÃO - DAS INQUIETAÇÕES DO PROFESSOR PARA AS INVESTIGAÇÕES DO PESQUISADOR.....	10
INTRODUÇÃO – DELINEANDO A PESQUISA.....	16
1. O contexto da pesquisa: justificativas e tendências do ensino de Física Moderna e Contemporânea.....	26
1.1. O ensino de FMC: um olhar para as pesquisas.....	27
1.2. O ensino de FMC: um olhar para os Parâmetros Curriculares Nacionais e para a Proposta Curricular Mineira	36
1.3. A FMC nos livros didáticos avaliados pelo Programa Nacional do Livro Didático	42
2. O ENSINO DE FÍSICA MODERNA E CONTEMPORÂNEA NA FORMAÇÃO CONTINUADA DE PROFESSORES DE FÍSICA	56
2.1. A formação continuada de professores: um olhar para o modelo clássico e algumas tendências atuais.	57
2.2. Da formação continuada de professores de física ao ensino de FMC: um olhar para as pesquisas da área.....	66
3. PROBLEMATIZAÇÃO, DIALOGICIDADE E OS TRÊS MOMENTOS PEDAGÓGICOS: O MARCO TEÓRICO.	75
3.1. Ideias de uma educação dialógica e problematizadora.....	76
3.2. Extensão ou comunicação?	79
3.3. As interações entre Professor-Aluno-Saber na perspectiva dialógica.....	82
3.4. Os Três Momentos Pedagógicos no ensino de Ciências	85
3.5. A autonomia do professor, segundo Freire e Contreras	92
3.6. Contribuições do referencial freireano dos momentos pedagógicos nas pesquisas em ensino de ciências e na formação de professores: um breve panorama.....	96
4. O CURSO DE FORMAÇÃO CONTINUADA, DETALHAMENTO DA PROPOSTA E SUA RELAÇÃO COM O REFERENCIAL TEÓRICO	100
4.1. Apresentando o curso: detalhamento das atividades.....	101
4.2. O curso: os pressupostos, as dificuldades e as escolhas	118
4.3. As dimensões das interações da tríade Professor-Aluno-Saber presentes no curso.	125
5. A VOZ DOS PROFESSORES CURSISTAS: RESULTADOS E ANÁLISES	128
5.1. Questionários: caracterizando o perfil dos professores cursistas.....	130
5.2. Gravações em vídeos: um olhar para o envolvimento dos professores com o curso	138

5.3. Entrevistas e gravações em vídeo: olhando para o professor durante e após o curso
146

CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	162
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	172
ANEXO I – SLIDES UTILIZADOS NO CURSO	189
A Problemática Inicial	189
Organização do Conhecimento.....	195
Aplicação do Conhecimento	201
ANEXO II – MATERIAL DE APOIO DISTRIBUÍDO AOS PROFESSORES AO FINAL DO CURSO	204
Roteiros experimentais	204
ANEXO III – INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS	211
Questionário inicial	211
Questionário sobre uso de temas de FMC em aulas	213
Questionário sobre o uso de abordagens históricas nas aulas de física	214
Roteiro para entrevista semiestruturada	215

APRESENTAÇÃO - DAS INQUIETAÇÕES DO PROFESSOR PARA AS INVESTIGAÇÕES DO PESQUISADOR

As escolhas para uma pesquisa estão muito relacionadas ao percurso formativo do pesquisador. Assim, eu não poderia começar esse trabalho de forma diferente, se não relatando as inquietações que me trouxeram até aqui. Minha formação inicial é a do físico bacharel, com foco na pesquisa básica. Foi durante o mestrado, nas monitorias do Programa de Aperfeiçoamento de Ensino (PAE) que tive o primeiro contato com discussões de cunho pedagógico. Fui monitora de Física I para alunos da Licenciatura em Ciências Exatas, curso que forma professores de ciências, com possibilidade de ter uma habilitação em Física, Química ou Matemática para atuarem no Ensino Médio.

Para mim a física sempre teve uma beleza ímpar. Entender o mundo a nossa volta a partir do conhecimento que física nos traz é uma jornada fascinante. Então porque tão pouco interesse nessa disciplina? Tão pouca procura por esta profissão? Tão poucos professores se formando? Durante o mestrado, ainda em física tais questionamentos começaram a me acompanhar. Tanto que ainda durante o mestrado eu estava decidida que queria mudar de área, ir para o Ensino de Física. Aquela licenciatura poderia ser um ambiente muito interessante de estudo, entender como formar professores e propor novos caminhos para essa formação era um desafio que me atraía.

Fui então ao meu primeiro SNEF, o XIII SNEF, em Brasília. Como eram interessantes as discussões e também muito diferentes para mim. O evento era muito diferente daqueles que eu já havia frequentado, pois havia cursos e oficinas, além de palestras e apresentações de trabalho. Experimentos e História da Ciência. Essa foi minha escolha, meu primeiro contato com novos olhares para o Ensino de Física. Experimentos eu já tinha vivenciado na graduação, mas não com um viés investigativo. E a História da Ciência, eu só conhecia alguns trechos contados por meus professores, em particular nas aulas de mecânica quântica. Olhar para o contexto cultural, político da época

para entender o desenvolvimento de conceitos e da própria ciência, isso era muito novo e muito interessante.

Voltei decidida, era esse o caminho a trilhar, um doutorado em ensino de física. Bastava buscar um novo orientador ao final do mestrado. Porém nem sempre os caminhos são lineares e as curvas é que trazem novas experiências. No instituto em que me formei não havia essa linha de pesquisa, era preciso buscar outra instituição. Nesse caminho ouvi uma frase que me fez escolher uma das curvas do caminho: “Você quer trabalhar com ensino de física? Você já deu aula? Conhece essa realidade? Seria muito bom se você a conhecesse antes de vir pesquisar sobre ela!”. Surgiu uma oportunidade de ser professora no Ensino Médio. Desafio aceito! Vamos conhecer a sala de aula, a realidade da sala de aula. E é hora de voltar a graduação.... a licenciatura tornara-se importante para me preparar melhor para esse novo desafio. De volta à sala de aula. Muitas leituras, discussões e uma certeza: é este o caminho a seguir.

Chego à sala de aula com o desejo de compartilhar com meus alunos as belezas da física, o fascínio que sempre tive por esta ciência. No entanto repito as mesmas aulas tradicionais com apresentação de equações e resolução de exercícios que sempre vivenciei. O resultado foi o esperado... desmotivação, baixo índice de aprendizagem. Sim, a física é difícil... mas como mudar isso? Os cursos do SNEF! Experimentos, todos gostam de aulas experimentais. A escola que trabalhei tinha o espaço do laboratório e até alguns kits experimentais interessantes, basta usá-los. Mas minha formação só me permitia fazer os experimentos com roteiros fechados do tipo “faça isso, meça aquilo, calcule e conclua”. Esses experimentos não eram tão bons.... A História da Ciência, é isso! A essa altura eu já cursava essa disciplina na licenciatura e agora tinha mais informação para introduzi tais discussões em minha aula. Preparei slides com acontecimentos históricos que antecederam a construção de um determinado conceito que seria estudado a seguir. Essas aulas foram carinhosamente chamadas de “aulas de soninho”, pois não passavam de uma “contação de histórias” em uma sala de projeções escura. Talvez eu devesse então tentar trazer temas mais atuais de Física para eles, que tal falar de

mecânica quântica ou relatividade? Fiz algumas tentativas, mas ainda muito precárias e iniciais...

Após alguns anos de tentativas, a participação em outros SNEF, o XV em Curitiba e o XVII em São Luiz uma única nova certeza: preciso de ajuda! Era hora de voltar ao doutorado. Ainda mais ao ouvir dos alunos frases do tipo “Professora, nós gostamos de você, você se empenha em fazer aulas diferentes, mas a sua disciplina é muito difícil...”.

Uma nova curva no caminho.... a volta para a universidade. Com a possibilidade de participar da seleção do Programa Interunidades em ensino de Ciências reduzi minha carga horária para me preparar para esse novo desafio. Passo a frequentar as reuniões de um grupo de pesquisa sobre História da Ciência, convencida de que era esse o caminho para achar as minhas respostas. Início o doutorado e me cobram uma pergunta de pesquisa, o que eu pretendo com meu doutorado? Que pergunta difícil! Eu quero melhorar as minhas aulas, e eu quero fazer isso usando a História da Ciência, quero discutir temas de Física Moderna com os alunos, quero realizar experimentos mais significativos para eles. Meu projeto inicial tinha a pretensão de usar um episódio histórico do período da Física Moderna, o desenvolvimento da espectroscopia, para discutir questões de Natureza da Ciência e também conteúdos científicos. Porém eu não conseguia delinear essa proposta como uma pesquisa. Qual era minha pergunta de pesquisa? Eu não a tinha. Sequer eu conseguia definir se minha pesquisa envolveria uma sala de aula do Ensino Médio, ou uma discussão com alunos da licenciatura. Ao escrever meu primeiro memorial, em uma disciplina do programa de pós-graduação, percebi que estava muito perdida mesmo.... Na avaliação do meu memorial o professor escreveu em sua análise da atividade:

Não ficou muito claro para mim qual o conhecimento novo que você quer produzir e cuja falta te angustia. Estou sugerindo que você procure encontrar, dentro do plano de pesquisa que elaborou, o que desperta tua curiosidade e movimenta tua busca. Acho que dessa forma vai conseguir ser mais criativa e mais satisfeita. (professor de uma disciplina do doutorado)

Surge então uma nova curva neste caminho: torno-me uma professora de um curso de licenciatura em Física em uma Universidade Federal. Novos horizontes se abrem. A partir daqui começo a me envolver com as questões da formação do professor e minha pesquisa naturalmente caminha para isso. Mas ainda há muitas incertezas, na literatura já existiam algumas propostas de ensino sobre esse tema seja com o uso de espectroscópios caseiros (como por exemplo, CAVALCANTI e TAVOLARO, 2002; PARANHOS, LOPEZ-RICHARD, e PIZANI, 2008), seja discutindo o episódio histórico (NARDI e MONTEIRO, 2010). Então qual seria a minha contribuição?

Ao chegar a universidade como docente acabei me envolvendo com projetos de extensão. O primeiro deles foi um edital da CAPES chamado de Novos Talentos que previa uma aproximação da universidade com as escolas da Educação Básica, trazendo seus professores e alunos para atividades na universidade. Decidi participar oferecendo cursos de formação continuada para professores de física. Como um colega ofereceu um curso sobre História da Ciência no Ensino de Física, optei por fazer uma discussão sobre experimentos e objetos de aprendizagem no ensino de Física Moderna e Contemporânea. Meu primeiro contato com a formação continuada! Por falta de experiência, não houve uma preocupação de trazer a realidade desse curso para a minha pesquisa. Contudo ele ajudou muito a me mostrar que esse era o caminho que eu desejava trilhar, discutir o ensino de temas mais atuais de física com os professores que já estão atuando.

A experiência com a formação continuada de professores se mostrou para mim um novo ambiente para a discussão sobre as mudanças no ensino de física. Nesse momento nasce o desejo de fazer a transição da professora para a pesquisadora. Uma nova escolha e enfim alguma definição. Neste momento eu tirei o meu foco da História da Ciência e o transferi para a Física Moderna e Contemporânea. A História da Ciência continuava fazendo parte das minhas discussões, mas não mais como agente principal. Direcionei o olhar para a formação continuada de professores. Retorno ao doutorado, após um período de afastamento, necessário para me adaptar a rotina de docente

em uma universidade pública e também para amadurecer minhas escolhas, agora com novas ideias, um novo projeto e com uma nova orientadora.

Todas estas experiências vividas, incluindo as discussões vindas das disciplinas do doutorado, com aquelas em eventos científicos e mais a vivência de projetos de extensão como docente universitária, contribuíram com a construção do olhar de pesquisadora. Agora mais do que apenas atender a editais das agências de fomento e planejar e realizar cursos para professores em exercício, o desejo é investigar as reais contribuições destes cursos. Quais serão os pressupostos que irão me ajudar no planejamento deste curso para atingir meus objetivos? E quais serão os meus objetivos? Como me inserir nas pesquisas sobre a formação continuada de professores de física e naquelas sobre o ensino de Física Moderna e Contemporânea? O que, de fato, eu espero com este trabalho? Enfim, as angústias iniciais caminham para perguntas de pesquisa, ainda se delineando.

Se já existem tantas sugestões e propostas de atividades de ensino dessa natureza, porque elas ainda não são usadas pelos professores? Sim, é fato que nem sempre as pesquisas acadêmicas chegam às escolas. Rezende e Ostermann (2005) apontaram que entre as pesquisas em ensino de física e a prática existem muito mais desencontros do que encontros. E mesmo quando as pesquisas vão ao encontro das dificuldades apresentadas pelos professores, elas podem não chegar a eles. Aqui é preciso buscar um suporte teórico para pensar nessa questão. Ao ter contato com os professores percebo a necessidade que eles vêm para os cursos de formação em busca de ajuda para questões que já o incomodam. Isso não pode ser desprezado. Eles querem sim, ouvir o que nós da universidade temos a dizer e propor para eles, mas antes de tudo, eles querem trazer suas experiências para serem discutidas. Em meio as leituras como aluna, encontro na obra de Paulo Freire elementos que me ajudam a entender esse processo. Identifico-me com o que chama de educação bancária (FREIRE, 2005), pois essa foi a educação que majoritariamente tive na minha formação e da qual sempre desejei fugir. Encontro em sua discussão sobre a Extensão e a Comunicação (FREIRE, 2011) elementos que me ajudem a pensar os melhores caminhos para atuar de

forma parceira com esses professores contribuindo com sua formação e também recebendo a contribuição deles para a minha formação. Mas trazer o diálogo freireano para uma atividade educativa, seja ela qual for, é um desafio, ainda mais quando se “cresceu” em um ambiente de educação bancária. Requer uma eterna vigilância e um olhar sempre atento para as escolhas e as posturas.

Por fim, foi imersa nessas questões a cerca do ensino de Física Moderna e Contemporânea na formação continuada de professores e imbuída do desejo de apoiar-me e vivenciar a educação dialógica de Freire que nasceu esse projeto de pesquisa, unido os desejos da docente que participa da formação de professores com as inquietações da pesquisadora que deseja entender melhor todo esse processo e dar sua contribuição. Afinal, é assim que nasce uma pesquisa, não é mesmo? De nossas inquietações. E é nelas que buscamos energia para prosseguir.

INTRODUÇÃO – DELINEANDO A PESQUISA

A atualização curricular de física para o Ensino Médio é algo proposto e desejado já há algum tempo. Muitas mudanças foram indicadas a partir da Lei 9.394 que estabelece as Diretrizes e Bases para Educação Nacional em 1996, a LDB/96 (BRASIL, 1996). O Ensino médio que antes atendia a poucos servia como etapa preparatória para o ingresso na universidade, agora será a etapa final da Educação Básica, que passa a ser estendida para muitos. São propostas muitas mudanças para esse nível de ensino como um todo e também para cada disciplina. O ensino de Física era (e ainda é em muitos casos) centrado em aplicações de fórmulas para resolução de exercícios, sem nenhuma contextualização ou significado real para o aluno, que servia ao propósito de prepará-lo para resolver o exame seletivo das universidades, o vestibular. O que tornava a física uma das disciplinas “mais temidas” do Ensino Médio e do próprio vestibular, já que o índice de acerto nas provas de física dos vestibulares sempre foi muito baixo, o que pode ser visto consultando as estatísticas disponíveis em sites de vestibulares.

Nesse contexto, fica claro que é preciso mudar. E as mudanças chegaram, ou melhor, foram propostas e estão em andamento, pois em educação as mudanças sempre precisam de tempo para ocorrer. Várias e diferentes inovações curriculares são propostas ao longo dos anos 1990 e 2000, afinal é preciso ensinar uma física que tenha significado para o aluno quando ele aprende e não apenas lá na frente quando fará um vestibular ou talvez um curso universitário da área de Ciências Exatas (BRASIL, 1999, p.23). Mesmo porque muitos alunos não chegarão à universidade e menos ainda chegará aos cursos de Ciências Exatas. Tais inovações, presentes em documentos que orientam e regulamentam o ensino de física na Educação Básica, também encontram respaldo em pesquisas acadêmicas, já que discussão sobre as dificuldades com o ensino de física tem sido uma tônica importante para esta área de pesquisa.

Entre essas inovações curriculares destaca-se, neste trabalho, a inserção de temas de Física Moderna e Contemporânea (FMC) no Ensino

Médio. Uma atualização já até um pouco atrasada, pois em pleno século XXI ainda se discute a inclusão da física do século XX nas salas de aula. Em 1999, Pinto e Zanetic ao discutirem o ensino de física quântica no nível médio, já sinalizavam que o século iria acabar, sem que a física dele chegasse às salas de aula. Note que é um “atraso” de um século e um século de grandes avanços na física, tanto que as teorias desenvolvidas neste período podem ser divididas, sem muito rigor, em dois períodos: a Física Moderna, que envolve teorias surgidas do início até aproximadamente a década de 40 do século XX, como a mecânica quântica e a relatividade, e a Física Contemporânea, com as teorias desenvolvidas a partir da década de 40 como o estudo das partículas subatômicas e mais recentemente o estudo de materiais em escala manométrica (OSTERMANN e RICCI, 2002; DOMINGUINI, 2012).

Essa atualização dos currículos se faz necessária por uma série de razões, como por exemplo, contribuir para que o aluno possa compreender um pouco melhor a ciência da sua época e também sobre a natureza do trabalho científico, trazendo um pouco mais de significado para seu aprendizado e também o motivando para seu estudo (OSTERMANN e MOREIRA, 2000).

A discussão sobre inserção de temas de FMC em aulas de física está presente na literatura da área de ensino de física desde os anos 1990 (como por exemplo, TERRAZZAN, 1994; PINTO e ZANETIC, 1999; OSTERMANN e MOREIRA, 2000; OSTERMANN e RICCI, 2002; BROCKINGTON e PIETROCOLA, 2006) e que ainda se mantém atual como se pode ver em algumas revisões sobre o tema publicadas nos últimos anos (como por exemplo, VALENTE, BARCELLOS, SALEM e KAWAMURA, 2007; PEREIRA e OSTERMANN, 2009; JARDIM, GUERRA e CHRISPINO, 2011; ARAÚJO e HOSOUME, 2013; LUZ e HIGA, 2013). No início a maior preocupação era com as justificativas para o ensino de FMC na educação básica. Hoje os olhares se voltam para o como fazer e quais as dificuldades para fazê-lo.

Mas se o ensino de FMC já é preconizado tanto na literatura com nas orientações oficiais há mais de duas décadas, ainda pode ser chamado de inovação curricular? Considerando que ainda existem dificuldades para tornar a FMC mais presente nas salas de aula e que ainda muito se discute sobre isso

na academia, sim talvez possa ser considerada uma inovação. É desta forma que esta pesquisa irá olhar para o ensino de FMC na Educação Básica, como uma inovação curricular proposta e já bem justificada, mas ainda em busca de caminhos para ocorrer.

E entre os caminhos a percorrer, muitos passam pelo professor. Afinal em qualquer contexto de inovação curricular, a figura do professor é fundamental (SHINOMIYA e RICARDO, 2011), pois é ele quem irá levá-la para a sala de aula. Por isso, a formação do professor deve ser pensada para prepará-lo para lidar com as inovações curriculares e efetivá-las na sua prática docente. Contudo, a literatura da área mostra que os professores não se sentem preparados para inserir temas de FMC em suas aulas (MONTEIRO e NARDI, 2011; NETO et al, 2011; SHIMONYA e RICARDO, 2011), apontando falhas na formação inicial deles no tocante ao ensino de FMC (MONTEIRO, 2010; POTENZA, 2011). Normalmente, na licenciatura os professores cursam disciplinas abordando temas de Física Moderna, mas o enfoque é voltado para a formação do físico, o que valoriza muito mais a operacionalização das teorias do que uma discussão fenomenológica das mesmas. Como a maior parte dessa operacionalização não é adequada para o Ensino Médio, o professor não sabe bem o que fazer para tratar esses temas com seus alunos da Educação Básica. Em suma, o que estas pesquisas estão sinalizando é que não basta o professor saber bem os conteúdos de FMC, o que é imprescindível, mas é preciso também discutir como transpor esse conteúdo para suas aulas no nível médio. E esta deve ser uma discussão ampla que inclua a própria escolha dos conteúdos e também da forma como irá abordá-lo em suas aulas. Ou seja, o professor, ao final da sua formação deveria ter elementos suficientes para fazer tais escolhas e não apenas o conteúdo científico e o conhecimento de diferentes estratégias de ensino.

Essa questão pode e deve ser enfrentada tanto na formação de novos professores de física, como entre aqueles que já estão na sala de aula. Esta pesquisa focalizará os professores já formados, mas boa parte de suas discussões poderiam ser consideradas também na formação inicial. Para os professores já em exercício, a formação continuada tenta trazer contribuições

para que ele possa mudar sua prática docente. A FMC tem sido um dos temas presentes entre os diversos cursos oferecidos para estes professores. Porém, não é incomum que estes cursos tragam contribuições apenas pontuais no sentido em que discutem com o professor como abordar um determinado tema de FCM apenas. O que irá ajudá-lo a incluir esse tema em suas aulas, mas nem sempre o ajudará a fazer o mesmo com outros diferentes. Assim para permitir uma inserção ampla da FMC seriam necessários vários e diferentes cursos e ainda assim o professor estaria restrito às sugestões vinda dos formadores.

Dentro deste contexto, esta pesquisa pretende discutir, com professores em exercício, da região do triângulo mineiro, os desafios e possibilidades de inserção de tópicos de FMC em suas aulas. A proposta não é discutir um tema específico, mas sim discutir com eles tanto as razões como as diferentes possibilidades de fazê-lo. Quando se fala em discutir, isso está imerso nas ideias de dialogicidade freireanas (FREIRE, 2005), pois se pensa numa troca de saberes e experiências entre o professor formador e os professores participantes. Assim a expectativa é pensar em uma formação continuada que possa aproximar o professor da Educação Básica das discussões das pesquisas acadêmicas, assim como aproximar tais pesquisas da realidade destes professores. Afinal Rezende e Ostermann (2005) já indicaram na relação entre o que as pesquisas produzem e o que os professores buscam para e sobre o ensino de Física, existem muitos desencontros. Por isso uma maior aproximação se faz necessária. Desta forma pode-se pensar numa proposta de curso de formação continuada que contribua tanto para a reflexão dos professores da Educação Básica sobre o ensino de FMC, como também para a ampliação da pesquisa a partir das experiências trazidas por estes professores.

De forma geral o curso desenvolvido neste trabalho contou com discussões sobre: como documentos oficiais (nacional e estadual), recomendam o ensino de FMC; quais temas e de que forma os livros didáticos trazem a FMC, em particular naqueles avaliados pelo governo; o uso de experimentos reais e virtuais (simulações computacionais) no ensino de FMC e

o ensino de FMC com abordagem histórica. Esse curso teve duração de 24 horas, distribuídas em 6 encontros de 4 horas aos sábados não sequenciais. Os conteúdos científicos específicos da FMC foram contemplados em todas as discussões citadas, mas sempre privilegiando uma discussão conceitual e fenomenológica. Isso porque, em vários momentos os professores participantes demonstravam conhecer os conteúdos, mas só do ponto de vista operacional e por isso não sabiam como incluí-los em suas aulas. O curso também incluiu um momento para discutirem um exemplo específico de aula sobre espectroscopia. Essa aula foi planejada pela formadora apoiada nos elementos já discutidos anteriormente, ou seja: é um tema sugerido nas orientações curriculares nacionais, está presente em alguns livros didáticos, permite o uso de experimentos reais e virtuais e também da abordagem histórica. Os professores puderam realizar, durante o curso, as atividades previstas nesta aula e analisar sua viabilidade para o cotidiano escolar deles. Com isso poderiam refletir sobre as discussões realizadas para fazer suas escolhas.

Desenvolver uma atividade dialógica, como defendida por Freire (2005), não é uma tarefa fácil, pois implica em ouvir o educando, e construir junto com eles os novos conhecimentos. Tarefa que se torna mais difícil quando se está acostumado a fazer atividades do tipo transmissão-recepção de conteúdos. Para superar essa dificuldade utilizou-se na dinâmica dos Três Momentos Pedagógicos (3MP), desenvolvido por Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2007). Essa dinâmica prevê que a atividade de ensino deve se estruturar seguindo três momentos específicos que contribuem para uma ação educativa dialógica e problematizadora: a Problematização Inicial, a Organização do Conhecimento e a Aplicação do Conhecimento. Tal dinâmica foi usada durante todo o planejamento do curso, tanto na etapa prévia, como nos momentos em que eram feitas inclusões a partir das demandas apresentadas pelos participantes e durante o curso em si. A preocupação da professora formadora em organizar cada um dos Momentos Pedagógicos, contribuiu para evitar que o curso se tornasse uma mera transmissão de conteúdos ou como Freire dizia, para evitar uma “invasão cultural” (FREIRE, 2011). Assim, o curso pode ser construído com o objetivo de produzir um diálogo entre professores, a

formadora e os participantes, e neste diálogo, construir conhecimento em parceria.

Nesse processo a busca era pelo desenvolvimento da autonomia do professor, conceito esse que foi apoiado tanto ideias de Freire, em sua Pedagogia da Autonomia (1996), como também em Contreras (2012). Freire fala de uma educação emancipatória, que vá além da transmissão acrítica dos conteúdos (FREIRE, 2005), e que, no caso da formação de professores, que possa formar educadores que conduzam sua prática a partir de reflexões críticas sobre a mesma (FREIRE, 1996). Já Contreras (2012) contribuirá trazendo uma classificação de diferentes modelos de professor, com diferentes características de autonomia. Começando pelo *especialista técnico*, que na verdade tem uma autonomia ilusória apenas, pois sua competência profissional está fortemente ligada ao domínio técnico dos métodos de ensino em busca de resultados (p.112). Já o *profissional reflexivo* irá guiar-se por valores educativos pessoalmente adquiridos, ou seja, pauta suas escolhas a partir da sua experiência, mas também considera o ambiente em que está inserido (p. 211). Por fim, chega-se ao *intelectual crítico*, que entende o ensino como um processo dirigido à emancipação individual e social, guiada pelos valores de racionalidade, justiça e satisfação (p. 211). O intelectual crítico é o modelo de professor que mais se aproxima do ideal de autonomia freireana. O que Contreras apresenta é que cada um desses modelos de professor tem um tipo de autonomia que fará com que o professor conceba o processo educativo de forma diferente, indo da valorização apenas das técnicas de ensino até a valorização da função do processo educativo em si.

A união destas ideias ajuda a delimitar a proposta desta pesquisa que tem como objetivo geral desenvolver e avaliar um curso de formação continuada para professores de física apoiado nas ideias de uma ação educativa dialógica e problematizadora, segundo Paulo Freire, para discutir o ensino de FMC. De forma específica, o que se pretende com esta pesquisa é investigar como essa estrutura de curso pode contribuir para o envolvimento dos participantes na construção do conhecimento sobre o ensino de FMC e o para mudanças na autonomia dos professores participantes. Nessas análises,

também se poderá identificar quais elementos do curso se mostraram positivos e quais deveriam ser repensados ou acrescentados em uma nova proposta. Ou seja, a intenção é analisar tanto em que aspectos essa proposta pode contribuir com mudanças na prática dos professores que participaram, como também analisar, a partir das contribuições destes mesmos professores, em que aspectos a proposta precisa ser revista ou ampliada. Não se pretende apresentar a estrutura do curso de formação continuada desenvolvido aqui como uma proposta fechada, finalizada, mas sim em construção e na sua incompletude no sentido freireano (FREIRE, 2005), para que possa ser mais um elemento para contribuir com as discussões sobre o ensino de FMC na formação continuada de professores.

Apresentada a proposta da pesquisa, passa-se a falar de como este texto está estruturado. De certa forma ele apresenta os elementos que foram necessários conhecer e organizar para o planejamento do curso. Só então o curso poderá ser apresentado, seguido das análises realizadas.

O início de toda pesquisa acaba sendo organizar um panorama da área para levantar o que já se conhece sobre o tema. Assim o **capítulo 1** apresenta um olhar para diferentes contextos em que o ensino de Física Moderna e Contemporânea se situa. Primeiramente um olhar para as pesquisas da área de ensino de física para conhecer um panorama sobre o ensino de FMC, tanto as justificativas como as propostas já existentes. Isso pode dar o contexto do trabalho a se desenvolver diante das pesquisas já realizadas. Por outro lado é importante também ter o contexto da proposta oficial do governo, por isso um olhar como os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) e a Proposta Curricular Mineira (já que pesquisa ocorreu em MG) apresentam a FMC se faz necessário. Esses dois panoramas ajudarão a trazer para a pesquisa tanto o contexto da justificativa do ensino de FMC como também o contexto de aplicações de propostas e estratégias já produzidas. Por fim há ainda um terceiro olhar que é para a FMC presente nos livros didáticos, em particular os avaliados pelo Programa Nacional do Livro Didático (PNLD). Esse foco trará informações sobre o que e como a FMC tem chegado à sala de aula. Esses três panoramas alimentaram a construção do curso de formação continuada,

pois foi destas análises que surgiram tanto os argumentos utilizados nas discussões do ponto de vista da pesquisa e das propostas oficiais, quanto as sugestões de ensino de diferentes conceitos da FMC que foram utilizadas.

Conhecido o contexto em que o ensino de FMC está inserido, o próximo passo é buscar informações sobre a formação continuada de professores e com a FMC lá se insere. Assim, no **capítulo 2** será apresentado um panorama das pesquisas sobre a formação de professores, no âmbito geral e depois em particular do professor de física e por fim como a FMC tem sido considerada neste cenário. A discussão mais ampla sobre formação de professores trouxe para discussão as diferentes formas como a formação destes professores já em sala de aula tem sido tratada nas últimas décadas. É preciso conhecer os modelos vigentes para que se possa escolher aquele que melhor se adequa aos objetivos desta pesquisa. Será apresentado também o que diz a literatura da área de ensino de física sobre a formação continuada dos seus professores e como a FMC tem sido considerada. Esse olhar foi útil não só para conhecer o que já tem sido realizado nesse sentido, mas principalmente para identificar quais são as dificuldades ou lacunas apontadas pelas pesquisas. E assim evitar a repetição de erros já relatados, como também poder propor alternativas para preencher as lacunas existentes.

Partindo então desse levantamento feito sobre o panorama das pesquisas sobre a inserção da FMC e da formação de professores, passa-se a delinear a estrutura teórica que se pretende usar nesta pesquisa, o seu marco teórico. Aqui começam as escolhas, e para o referencial buscou-se suporte em Paulo Freire e seguidores. O **capítulo 3** apresentará inicialmente algumas ideias sobre o ensino emancipatório de Paulo Freire (2005), tais como a dialogicidade e problematização. Além disso, há uma breve discussão sobre a diferenciação de fazer extensão ou fazer comunicação (FREIRE, 2011) quando se propõe atividades extensionistas, que é importante para ter uma ação dialógica e não invasiva e opressora. Há também uma discussão sobre a dinâmica dos Três Momentos Pedagógicos proposto por Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2007) com sendo uma maneira de pensar a ação educativa de forma dialógica e problematizadora. Essa dinâmica leva em conta três

dimensões de interação entre professor-aluno-saber presentes numa situação didática: a dimensão epistemológica das interações, a dimensão educativa das interações e a dimensão didático-pedagógica das dimensões. Há ainda uma breve discussão sobre o conceito de autonomia do professor segundo Freire (1996) e Contreras (2012). Por fim, há ainda um pequeno panorama sobre pesquisas que utilizam os 3MP na formação de professores de física, com o intuito de conhecer esse contexto e poder situar essa pesquisa a partir dele.

Chega-se então ao **capítulo 4** que apresenta detalhadamente o curso de formação continuada desenvolvido e realizado nesta pesquisa. Neste capítulo estão presentes os pressupostos que guiaram o planejamento do curso, assim com as marcas deixadas pelo referencial teórico nele. Isso quer dizer que é mostrado como a dinâmica dos Momentos Pedagógicos e as dimensões de interação propostas por Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2007) foram consideradas e utilizadas no planejamento do curso. Há também uma discussão sobre as dificuldades enfrentadas e as alternativas apresentadas para garantir que a voz do professor participante fosse de fato ouvida e considerada no desenvolvimento do curso. Por fim há um detalhamento de cada um dos encontros realizados, apresentando as atividades ao longo dos Três Momentos Pedagógicos.

Por fim no **capítulo 5** os dados são apresentados e analisados. Foram usados três instrumentos para coletá-los, questionários, registro em vídeo do curso e entrevista final. No início do curso os professores concordaram com as gravações em vídeo para fins de análise na pesquisa, assim como a participação na entrevista. Foram usados três questionários que permitiram traçar um perfil do grupo de cursistas e compará-los com os presentes em outras pesquisas realizadas em contexto semelhante. Já o registro em vídeo permitiu duas análises, a primeira foi em relação à participação e ao envolvimento dos professores no curso, em particular no momento da Problemática Inicial. A segunda foi feita juntamente com a entrevista e teve o objetivo de identificar as contribuições do curso na prática docente dos professores participantes como também tentar levantar informações sobre a autonomia deles. A entrevista foi realizada um semestre letivo após o

encerramento do curso, para que os professores tivessem tempo de planejar e até introduzir a FMC em suas aulas. Essa análise foi organizada a partir das diferentes dimensões de interação apresentadas no marco teórico.

As **Considerações Finais** apresentam uma síntese das análises realizadas e procuram trazer um panorama sobre as contribuições do curso para a prática dos professores e destes professores para um novo olhar para o próprio curso. Com isso pode-se levantar as potencialidades e fragilidades da sua estrutura, que podem ser consideradas em novas oportunidades de utilizá-lo. Também há uma discussão sobre o que se pode levantar a respeito da autonomia do professor, além de um olhar crítico para o próprio curso.

Todo material utilizado no curso, como slides e roteiros disponibilizados aos professores e os instrumentos de coleta de dados constam dos **Anexos**.

1. O contexto da pesquisa: justificativas e tendências do ensino de Física Moderna e Contemporânea.

O ensino de Física Moderna e Contemporânea (FMC) é uma das várias propostas de mudança para o ensino de física no contexto do chamado novo Ensino Médio (MENEZES, 2000; KAWAMURA e HOSOUME, 2003) que surgiu com a reformulação iniciada em meados dos anos 1990. Essa proposta está ligada às discussões entre os pesquisadores da área de ensino de física que ocorrem desde o final dos anos 1980 (OSTERMANN e RICCI, 2002).

Vários trabalhos têm mostrado um consenso sobre a importância de levar temas mais atuais de física para sala de aula. Apesar disso, a literatura mostra que ainda existem muitas dificuldades a serem superadas para sua efetiva implementação na cultura escolar (LUZ e HIGA, 2013, p.2). Entre essas dificuldades, Moraes e Guerra (2013) indicam a falta de preparo dos professores; falta de material didático disponível; carga horária insuficiente para inserção de mais conteúdos, entre outras (p. 1502-1). Considerando que as discussões sobre a inserção de temas de FMC nas aulas de física do Ensino Médio não são novas, mas ainda assim atuais, cabe apresentar um panorama sobre estas discussões, com o intuito de situar o contexto em que este trabalho se insere.

Este capítulo é composto por três olhares, o primeiro deles para a pesquisa da área de ensino de física, com a intenção de situar este trabalho no tema e analisar as propostas didáticas em FMC que possam dar maior subsídio à proposta que será utilizada aqui. O segundo olhar se dedica às proposições oficiais, sendo assim, a atenção será direcionada para os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) e para a Proposta Curricular Mineira, uma vez que a pesquisa de campo está inserida nesta região. Um terceiro olhar foi direcionado ao material didático distribuído e avaliado pelo governo federal, os Livros Didáticos (LD), na intenção de analisar a presença da FMC nos LDs aprovados no Programa Nacional do Livro Didático atual, o PNLD-2012, e também mudanças que ocorreram desde o início deste programa de avaliação.

1.1. O ensino de FMC: um olhar para as pesquisas

No final do século XX, Pinto e Zanetic (1999) já indicavam que era preciso incluir a física daquele século nas aulas de Física. Passada a primeira década do século XXI, inserir a Física do século XX nas aulas de física, ainda é um desafio. Na virada do século XXI, Ostermann e Moreira (2000), apresentam uma revisão da literatura que indica, entre outros pontos, as diversas justificativas e questões metodológicas a cerca do ensino de FMC. Este trabalho representa um primeiro marco importante para essa linha de pesquisa por organizar o que foi produzido e ainda indicar as novas tendências. Segundo os autores, já existia nessa época uma tendência nacional e internacional de atualização dos currículos de Física e muitas justificativas para tal (OSTERMANN e MOREIRA, 2000, p. 27). Entre as justificativas algumas eram recorrentes, ou foram citadas nessa revisão de forma semelhante por mais de um autor. Entre elas pode-se citar:

Influência crescente dos conteúdos contemporâneos para o entendimento do mundo criado pelo homem atual, bem como a necessidade de formar um cidadão consciente e participativo que atue nesse mesmo mundo. (TERRAZZAN, 1992 *apud* OSTERMANN e MOREIRA, 2000, p. 24).

O uso de tópicos de FMC pode permitir que o professor mantenha ou até mesmo desperte o interesse pelas ciências que as crianças trazem para a escola (AUBRECHT, 1989, *apud* OSTERMANN e MOREIRA, 2000, p. 26).

A introdução de conceitos atuais de Física pode contribuir para dar uma imagem mais correta desta ciência e da própria natureza do trabalho científico. Essa imagem deve superar a visão linear, puramente cumulativa do desenvolvimento científico. (GIL ET AL, 1987, *apud* OSTERMANN e MOREIRA, 2000, p. 25).

Outra análise interessante desta revisão é sobre os trabalhos que discutem propostas de ensino de FMC testadas em sala de aula do Ensino Médio. Foram encontrados 11 trabalhos, sendo a maioria (9) sobre ensino de Mecânica Quântica, e todos mostraram com seus resultados de aprendizagem

a possibilidade de êxito na inserção de temas mais atuais nos currículos das escolas de nível médio (OSTERMANN e MOREIRA, 2000, p. 38).

Em suma, a conclusão dos autores dessa revisão apresentada já após quase 20 anos do início das discussões sobre o ensino de FMC é que:

Parece que há muitas justificativas em favor da atualização curricular e até uma bibliografia que apresenta (não tão aridamente como a literatura especializada) temas modernos. Entretanto, colocar todas estas reflexões na prática da sala de aula é ainda um desafio. (OSTERMANN e MOREIRA, 2000, P.43)

Passada quase uma década e meia do século XXI qual é o cenário atual sobre o ensino de FMC? Ao longo desses quase 15 anos houve um amadurecimento dessa linha de pesquisa com um aumento na produção de trabalhos. Assim para traçar um panorama atual das pesquisas sobre o ensino de FMC foi realizada uma busca de trabalhos do tipo “revisão bibliográfica” ou “estado da arte” sobre o tema nos seguintes periódicos nacionais: Caderno Brasileiro de Ensino de Física (CBEF), Revista Brasileira de Ensino de Física (RBEF), Ciência&Educação (C&E) e Investigações em Ensino de Ciências (IENCI) no período de 2009 à 2013. A busca foi feita pelo título do trabalho a partir das palavras-chave: “Física Moderna e Contemporânea”, “revisão”, “estado da arte” e “panorama”. Foram considerados para esta análise apenas os trabalhos que continham uma revisão ampla sobre o ensino de FMC e não sobre temas específicos, como por exemplo, revisões sobre ensino de mecânica quântica ou de relatividade.

Nesta busca foi encontrado apenas um trabalho que teve o objetivo de atualizar a revisão apresentada anteriormente por Ostermann e Moreira (2000). Nesta nova revisão Pereira e Ostermann (2009) fazem um levantamento sobre a produção presente tanto em periódicos nacionais como internacionais no período de 2001 a 2006 e organizam os trabalhos em quatro categorias: 1) Propostas didáticas testadas em sala de aula; 2) levantamento de concepções; 3) bibliografia de consulta para professores e 4) análise curricular (p. 394). Uma diferença nesta revisão em relação à anterior é a ausência de discussão sobre

as justificativas para a inserção da FMC, pois aparentemente os autores seguem a ideia de que esta é uma etapa superada. Além disso, essa nova revisão também inclui trabalhos que discutem o ensino de FMC no nível superior e não apenas no Ensino Médio, além de não considerar teses e Livros Didáticos em sua análise (PEREIRA e OSTERMANN, 2009, p.395).

Uma análise geral dessa revisão mostra que no período analisado os trabalhos de desenvolvimento, ou seja, que apresentam material de consulta para o professor superam aqueles que apresentam relatos de experiências de ensino de FMC testadas em sala de aula.

Dos 102 artigos consultados, 52 trabalhos foram classificados como “bibliografia de consulta” (categoria 3) enquanto que os 50 restantes foram distribuídos nas demais categorias. Isto significa uma produção de 52 trabalhos de desenvolvimento contra 50 artigos apresentando resultados de pesquisa. (PEREIRA e OSTERMANN, 2009, p. 413)

Essa revisão também traz informações quanto às tendências apresentadas pelas pesquisas nesse período.

Com relação às tendências no período de 2001 à 2006, pode-se afirmar que a grande maioria dos temas de pesquisa sobre o ensino de FMC refere-se à mecânica quântica. Esses trabalhos totalizam um número de 26 artigos contra 11 trabalhos sobre relatividade especial e geral e 13 trabalhos sobre outros temas (radiação, supercondutividade, física de partículas, física nuclear, armas nucleares, etc.). (PEREIRA e OSTERMANN, 2009, p.413)

E como tendência os autores também citam que a maioria dos trabalhos é voltada para discussões envolvendo o Ensino Médio e apenas 14% deles focalizam a formação do professor, seja inicial ou continuada (PEREIRA e OSTERMANN, 2009, p. 413).

O que fica claro nessa revisão é que a quantidade de trabalhos presentes na literatura está crescendo e já há uma mudança no sentido de passar do contexto de justificativas para o contexto de aplicação das propostas,

mesmo que ainda de forma tímida. A grande presença de trabalhos com a produção de textos e recursos didáticos de apoio para o professor também contribuiu para levar temas de FMC para aulas de física, uma vez que produz material para auxiliar os professores nesse desafio. Apesar dos avanços algumas lacunas também se mostram presentes, como por exemplo, a baixa produção de material sobre temas de Física Contemporânea em relação aqueles de Física Moderna. Além, é claro, da pequena quantidade de trabalhos que se preocupam em discutir o ensino de FMC com os professores, elo fundamental para que essa atualização curricular ocorra.

Na expectativa de encontrar informações sobre um estado da arte mais atual sobre o ensino de FMC, realizou-se uma busca semelhante a dos periódicos nas duas últimas edições de dois eventos científicos da área de ensino de física: o Encontro Pesquisa em Ensino de Física (EPEF), de 2010 e 2012, e Simpósio Nacional de Ensino de Física (SNEF) de 2011 e 2013. A busca por trabalhos dessa natureza é porque pesquisas do tipo “estado da arte” são importantes por permitir entender que aspectos e dimensões de uma determinada linha de pesquisa vêm sendo destacados e privilegiados em diferentes épocas e lugares (FERREIRA, 2002, p. 258). Assim, dado o crescimento das pesquisas sobre essa temática, um estado da arte dessas revisões contribuirá para um melhor delineamento do panorama atual desses trabalhos, além, é claro de ajudar a estruturar a proposta de formação continuada que será objeto de estudo desta pesquisa.

A busca por trabalhos nos eventos citados ocorreu a partir da lista de trabalhos disponível no site do evento, uma vez que as atas ainda não foram consolidadas e disponibilizadas. Assim foi necessária uma visita em todas as linhas de pesquisa e sessões de apresentação de trabalho e uma análise pelo título dos trabalhos. Novamente a busca foi por trabalhos que abordassem uma revisão das pesquisas sobre ensino de FMC. Nesta busca foram encontrados 3 trabalhos que focaram suas buscas em trabalhos sobre o Ensino de FMC voltados para o Ensino Médio, sendo que dois deles apenas olharam para as propostas testadas em sala de aula (JARDIM, GUERRA e CHRISPINO, 2011; LUZ e HIGA, 2013), enquanto o outro é mais amplo e inclui todos os trabalhos

sobre o ensino de FMC para o Ensino Médio (ARAÚJO e HOSOUME, 2013). Cada uma dessas revisões baseou-se em amostras e períodos diferentes: Jardim, Guerra e Chrispino (2011) realizaram sua busca em dois periódicos nacionais (CBEF e RBEF) no período de 2000 à 2009, enquanto Luz e Higa (2013) focaram sua busca nas publicações dos EPEF de 2006, 2008 e 2010, e por fim, Araújo e Hosoume (2013) analisaram todos os trabalhos tanto nos periódicos (CBEF e RBEF), como nas publicações de eventos (SNEF e EPEF) e no banco de teses da CAPES no intervalo de 2002 à 2011. Mesmo havendo alguma superposição nas amostras dessas revisões elas se diferem na perspectiva de escolha e análise dos trabalhos, assim a análise delas permitirá uma visão mais ampla dessas pesquisas. A análise desses trabalhos buscou identificar como eles tratam duas perspectivas principais: as justificativas para a inclusão de FMC no Ensino Médio e as estratégias de ensino presentes nas pesquisas e seus resultados.

Do ponto de vista de justificativas, todos os trabalhos se apoiam nas revisões anteriores (OSTERMANN e MOREIRA, 2000; PEREIRA e OSTERMANN, 2009) e em documentos oficiais, como os PCN e a LDB, para sustentar a ideia de que a inclusão de temas de FMC no Ensino Médio já está bem justificada entre a comunidade de pesquisadores, como nas recomendações dos documentos oficiais. Apenas um dos trabalhos apresenta uma discussão um pouco mais detalhada sobre isso incluindo um tópico sobre fundamentação legal e outro sobre a relevância da FMC para o ensino de Física. O trecho abaixo indica uma síntese dos argumentos apresentados pelos autores na introdução do trabalho:

Focada basicamente em estudos que vão pouco além da mecânica clássica, a Física do Ensino Médio não apresenta agentes motivadores para um aluno que se vê diante de uma física que não se dispõe à discussão ou modificações e, não lhe permite compreender a atualidade que lhe é exposta no cotidiano. Questões científicas mais interessantes a esse alunado podem ser encontradas na internet, revistas de divulgação, reportagens exibidas em telejornais e documentários na televisão (...), mas não em sala de aula. Essa distância parece incoerente com os interesses atuais.

Além dos PCN+ e da motivação gerada nos alunos, os professores também compartilham as ideias do ensino de FMC nas salas de aula como importância de uma Física que é extremamente necessária para se entender as grandes inovações teóricas e tecnológicas atuais e que poderia trazer mais sentido ao aprendizado em sala de aula. (JARDIM, GUERRA e CHRISPINO, 2011, p.3)

Os demais trabalhos apresentam de forma bastante sintética esse contexto de justificativa, como se pode ver nos trechos a seguir:

A inserção de tópicos de Física Moderna no Ensino Médio é alvo de grande discussão na literatura e dentre os trabalhos analisados percebe-se uma convergência da concepção de que há a necessidade de que estes conteúdos estejam presentes no currículo escolar (...). (LUZ e HIGA, 2013, p. 2-3)

A Lei de Diretrizes Básicas da Educação Nacional – LDB – e os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio – PCN – juntamente com as Orientações Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – PCN+ - enfatizam que a Física Moderna deve ser incluída no Currículo do Ensino Médio (...). (ARAÚJO e HOSOUKE, 2013, p. 1)

Os três trabalhos também são unânimes ao justificarem as suas revisões no fato de que ainda parece haver uma carência de trabalhos que discutam o ensino de FMC do ponto de vista de aplicação de propostas didáticas em sala de aula. Assim eles se mostram inseridos no contexto das revisões anteriores, que foram mais amplas, e se propõem a olhar para a produção acadêmica no contexto de aplicação.

Outro ponto em comum é que ao escolherem os temas a serem pesquisados nas propostas há uma predominância para a Física Moderna em detrimento à Física Contemporânea, tanto que mesmo tendo a expressão FMC nos títulos, ao longo dos textos é aparente o uso apenas de Física Moderna. O tema mais recorrente na análise geral dos trabalhos é a teoria da relatividade, seguido de tópicos introdutórios de mecânica quântica, tais como princípio da incerteza e dualidade onda-partícula. De Física Contemporânea, o que mais

aparece, mesmo sendo em proporção bem menor que os anteriores, é a física de partículas e radioatividade. Isso reforça a lacuna já indicada na análise do trabalho de Pereira e Ostermann (2009).

Jardim, Guerra e Chrispino (2011) tiveram o objetivo de levantar em dois importantes periódicos nacionais a produção sobre o ensino de Física Moderna num período posterior à publicação dos Parâmetros Curriculares Nacionais, que sinalizaram a importância da atualização dos currículos de física. A expectativa dos autores era observar não só um aumento na produção dos trabalhos, mas também que estes estivessem em sintonia com este documento apresentando o tema de forma a permitir uma formação cultural do aluno por destacar a interação da Física com outras áreas do conhecimento, como História e Artes (p.5). Contudo o que eles observaram foi uma maior presença de trabalhos que enfatizavam o enfoque experimental ou de aplicação tecnológica. O que aponta para a importância de também incluir essa perspectiva cultural no ensino de FMC:

A partir de 2002, com a publicação dos PCN+, o que era de se esperar é que a importância da Física Moderna e seu enfoque cultural ganhassem destaque no meio acadêmico do ensino de física. Porém, o assunto muitas vezes é inserido apenas no formato de apêndices em livros didáticos e frequentemente ignorado pelos professores. Conclusão esta que, na atual conjuntura deveria ser um pouco diferente devido à grande demanda por conhecimentos de Física Moderna nos currículos do ensino médio (JARDIM, GUERRA e CHRISPINO, 2011, p.3).

Mesmo não sendo o objetivo principal, Jardim, Guerra e Chrispino (2013) também mostram que, dentro da amostra total, o número de trabalhos que apresentam propostas de ensino de Física Moderna testadas em sala de aula é bem menor em relação àqueles que apresentam discussões sobre os temas/conteúdos em si. Da mesma forma mostram um bom número de trabalhos que incluem no texto argumentos favoráveis para o ensino destes temas.

O trabalho de Luz e Higa (2013), ao levantar os estudos sobre ensino de FMC nas edições de 2006, 2008 e 2010 dos EPEFs, localizou 39 trabalhos, sendo 14 de propostas de ensino e 25 de temas gerais. Destes 14, apenas 8 retratam propostas testadas em sala de aula e é sobre esses que eles desenvolvem a sua revisão. Os autores chamam atenção para o baixo número das propostas testadas no contexto escolar, mas reforçam a importância dos mesmos por mostrarem resultados promissores:

Vale notar, no entanto, que os trabalhos que passaram pelo crivo da sala de aula trazem resultados importantes quando pensamos em melhoria da qualidade do ensino de Física. Os trabalhos descrevem alto interesse despertado nos alunos pelos tópicos da ciência mais recente, possibilidade de abordagens inovadoras que não referenciem excessivamente aspectos matemáticos, aspectos estes que têm grande importância e que devem ser acompanhados de abordagens conceituais. (LUZ e HIGA, 2013, p. 7)

Os autores também destacam que os trabalhos mostram a possibilidade de temas de FMC serem abordados ao longo do Ensino Médio e não apenas no final do terceiro ano, assim como reforçam a importância da participação dos professores nestes trabalhos, o que é fundamental para que o ensino de FMC passe a fazer parte dos conteúdos escolares (LUZ e HIGA, 2013, p. 7).

Já Araújo e Hosoume (2013) tiveram o objetivo de apresentar as principais tendências sobre o ensino de FMC, razão pela qual sua revisão incluiu diferentes fontes, como periódicos, eventos científicos e banco de teses e dissertações. Considerando que uma das dificuldades indicadas pelos professores para a inclusão de temas de FMC em suas aulas é a falta de material de apoio, as autoras organizam os trabalhos por fonte pesquisada segundo o público alvo e indicam que o SNEF é o evento que mais gera trabalhos voltados para os professores, seguindo pelas revistas de ensino de Física. Já as teses e dissertações e trabalhos publicados nos EPEF acabam priorizando a comunidade de pesquisadores. Considerando os conteúdos abordados, parece haver uma homogeneidade dos temas pesquisados entre os trabalhos voltados para os professores. Contudo, cabe o destaque que dos

temas indicados pelas autoras, a maioria tratava de Física Moderna. Por fim, como tendência geral, elas apontam que a maior quantidade de trabalhos é sobre temas gerais, tais como revisões bibliográficas ou investigações sobre a importância ou opinião de alunos e professores sobre o ensino de FMC, mas que ao longo do tempo esses tem diminuído abrindo espaço para aqueles sobre temas específicos como teoria da relatividade e natureza dual da luz. Por fim as pesquisadoras ressaltam a importância de uma maior divulgação destes trabalhos entre a comunidade escolar para uma efetiva contribuição para atualização dos currículos de física:

Visto que aproximadamente 60% dos trabalhos são direcionados aos professores, é primordial que haja uma maior divulgação desses eventos e revistas científicas no meio escolar, de modo que os materiais e propostas metodológicas sejam efetivamente aplicadas em salas de aula (ARAÚJO e HOSOUME, 2013, p. 7).

Como os trabalhos se basearam em fontes distintas e períodos apenas ligeiramente diferentes, o que gera alguma superposição, não é possível usá-los para indicar alguma tendência de crescimento ou não destes trabalhos nas publicações ou eventos. Contudo, o que se percebe é a presença dessa temática em todas as fontes pesquisadas. O que parece indicar uma consolidação dessa linha de pesquisa uma vez que essas questões têm estado sempre presentes na literatura. Mesmo tendo um olhar diferente para a categorização dos trabalhos, um aspecto parece ser compartilhado nessas revisões: a quantidade de trabalhos que analisam propostas didáticas testadas em salas de aula, com o auxílio do professor, ainda é pequena. Assim como há um consenso sobre a importância tanto na ampliação de trabalhos dessa natureza como na maior divulgação deles entre os professores.

Apenas parte dos autores focalizou a metodologia com que as propostas de ensino são apresentadas, assim, não é possível tecer um panorama geral. Contudo tanto Jardim, Guerra e Chrispino (2011) como Luz e Higa (2013) reforçam a importância de pensar o ensino de FMC de forma a enfatizar mais a abordagem conceitual e interdisciplinar do que a matematização destes temas. Essas duas revisões também indicam a presença da experimentação entre os

trabalhos analisados. Jardim, Guerra e Chrispino (2011) defendem a ampliação de trabalhos que enfatizem, por exemplo, a abordagem histórica no ensino de FMC para que se possa contribuir com a formação cultural do aluno.

Do ponto de vista de conteúdos escolhidos, percebe-se também a hegemonia da Física Moderna sobre a Física Contemporânea. Entre os temas da Física Moderna o mais comum nos trabalhos é a teoria da relatividade, seguido pelos tópicos introdutórios da mecânica quântica, tais como efeito fotoelétrico e dualidade onda partícula. Já em relação à Física Contemporânea a física nuclear, com estudo de partículas e suas interações e processos radioativos tem sido o destaque. Além disso, temas de cosmologia também foram foco de alguns trabalhos.

Enfim, o que se percebe com a análise das revisões aqui apresentadas, é que o ensino de FMC tem se consolidado entre as pesquisas e o cenário atual é que já há uma tendência em considerar que as justificativas estão dadas e que o momento é o de discutir como levar esses temas para a sala de aula. Mesmo que em comparação com outras linhas de pesquisa, a produção sobre ensino de FMC voltada para professores pareça pequena, ela já é significativa, sendo que parece ser um próximo passo inserir o professor em formação, inicial ou continuada, nessas discussões para que essa temática seja incorporada na Educação Básica, questão que será melhor discutida no capítulo 2.

1.2. O ensino de FMC: um olhar para os Parâmetros Curriculares Nacionais e para a Proposta Curricular Mineira

Como foi mostrado por meio da análise de revisões bibliográficas no tópico anterior, o ensino de FMC se justifica também pelas indicações presentes em documentos oficiais que normatizam a Educação Básica Brasileira. Sendo assim, cabe fazer uma retomada sobre estes documentos buscando identificar como o ensino de FMC se mostra presente neles.

O que se pode chamar de tendência atual para o ensino de Física, que inclui entre outros aspectos o ensino de temas mais atuais de Física, faz parte de um conjunto de reformas iniciadas no final dos anos 1990, quando a Lei de Diretrizes e Bases (LDB) para Educação Brasileira, de 1996, propõe que o ensino médio seja uma etapa conclusiva da Educação Básica capaz de:

desenvolver competências e habilidades para a cidadania, para a continuidade do aprendizado e para o trabalho, sem pretender-se profissionalizante ou simplesmente preparatória para o ensino superior. (MENEZES, 2000 p. 6).

Isso pode ser encontrado no texto da LDB ao indicar os objetivos para o Ensino Médio:

- Preparação básica para o trabalho e a cidadania do educando para continuar aprendendo, de modo a serem capazes de se adaptar com flexibilidade as novas condições de ocupação ou aperfeiçoamentos posteriores.
- Ter domínio dos princípios científicos e tecnológicos que presidem a produção moderna (LDB/96 BRASIL, 1996 seção IV, artigo 35º)

Para regulamentar e orientar melhor as definições da LDB, o Ministério da Educação (MEC) publica novos documentos como, por exemplo, os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), que tem o intuito de orientar o ensino das disciplinas e de sua articulação dentro de cada área, dando alguns contornos do que poderá vir a ser aprendido nas escolas do ensino médio (MENEZES, 2000 p. 6). A disciplina de física faz parte da área intitulada “Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias”. Entre as diversas orientações presentes no PCN sobre o novo ensino de Física encontra-se que:

“É preciso rediscutir qual física ensinar para possibilitar uma melhor compreensão do mundo e uma formação para a cidadania mais adequada. [...] Isso significa promover um conhecimento contextualizado e integrado ‘a vida de cada jovem. Apresentar uma Física que explique a queda dos corpos, o movimento da lua ou das estrelas no céu, o arco-íris e também os raios laser, a imagens da televisão e as formas de comunicação. [...] Uma Física cujo

significado o aluno possa perceber no momento em que aprende, e não em um momento posterior ao aprendizado.” (Brasil 1999, p.23)

Assim, o documento reforça a proposta já indicada na LDB ao sinalizar, entre outras questões, para a importância de incluir temas mais atuais de física nos conteúdos a serem ensinados. Uma vez que tais temas contribuem para dar um significado para o que o aluno aprende no momento em que o aprende. Ou seja, ele não irá aprender física “apenas para resolver uma prova seletiva para universidade” e sim para compreender o mundo ao seu redor. Essa é uma consideração importante, pois como a maioria dos alunos da Educação Básica não chega à universidade, e em menor número ainda aos cursos de física ou demais cursos da área de Ciências Exatas, o Ensino Médio acaba sendo a única oportunidade para que esses alunos tenham contato, de forma sistematizada, com o conhecimento advindo da Física Moderna (DOMINGUINI, 2012, p. 2502-1).

Em 2002, os PCN+ fazem uma releitura das propostas dos PCN e apresentam exemplos de conteúdos e estratégias de trabalho que possam permitir a implementação do que está indicado no PCN (KAWAMURA e HOSOUME, 2003). Uma das sugestões deste documento é a reorganização dos tópicos abordados no nível médio a partir de temas estruturadores que permitam o desenvolvimento de competências e habilidades valorizando a contextualização e a interdisciplinaridade. Segundo Kawamura e Hosoume (2003)

Esses temas (estruturadores) apresentam uma das possíveis formas para a organização das atividades escolares, explicitando para os jovens os elementos do seu mundo vivencial que se deseja considerar (p.27).

Mais uma vez tópicos de FMC são citados como importantes na formação dos alunos já no nível médio:

Alguns aspectos da chamada Física Moderna serão indispensáveis para permitir aos jovens adquirir uma compreensão mais abrangente sobre como se constitui a matéria, de forma que tenham contato com diferentes e novos materiais, cristais líquidos e lasers presentes nos

utensílios tecnológicos, ou com o desenvolvimento da eletrônica, dos circuitos integrados e dos microprocessadores. A compreensão dos modelos para a constituição da matéria deve, ainda, incluir as interações no núcleo dos átomos e os modelos que a ciência hoje propõe para um mundo povoado de partículas. Mas será também indispensável ir mais além, aprendendo a identificar, lidar e reconhecer as radiações e seus diferentes usos. (Brasil 2002, p.70)

Em suma, o que se pode tirar da leitura desses documentos é a importância de atualizar os currículos de física do Ensino Médio para poder permitir que o aluno compreenda a ciência do seu tempo. Obviamente não significa deixar para trás a chamada Física Clássica, pois seus conceitos também são importantes. O que se propõe é um novo olhar sobre a escolha e distribuição dos conteúdos a serem apresentados na Educação Básica. Isso também está em sintonia com o fato de que se deve fugir do ensino formulista ainda (infelizmente) tão comum. Esse novo ensino de física (que, aliás, já não é nem tão novo assim, mas ainda precisa se concretizar) deve valorizar a ciência como uma construção humana, cujo seu estudo visa contribuir para a formação de um cidadão crítico que consegue compreender o mundo que o cerca. Esse é o trecho do PCN+ que segundo Jardim, Guerra e Chrispino (2011) indica que o ensino de física em geral, e o de FMC em particular, deveria contribuir para a formação cultural do aluno, ao valorizar as relações da ciência com a História, por exemplo.

O tema estruturador **matéria e radiação** é o que inclui tais tópicos mais diretamente, uma vez que boa parte dos fenômenos envolvidos na FMC depende da interação da radiação com a matéria. O estudo de tal tema deve permitir uma compreensão por parte dos alunos tanto dos modelos de constituição da matéria, como das características das radiações que compõem o espectro eletromagnético, e das diferentes formas de interação entre radiação e matéria (Brasil, 2002, p. 77). Ainda segundo esse documento a defesa pela inserção desses temas se justifica pela melhor inserção do aluno no contexto de ciência e tecnologia que o cerca:

O cotidiano contemporâneo depende, cada vez mais intensamente, de tecnologias baseadas na utilização de radiações e nos avanços na área de microtecnologia. Introduzir esses assuntos no ensino médio

significa promover nos jovens competências para, por exemplo, ter condições de avaliar riscos e benefícios que decorrem da utilização de diferentes radiações, compreender os recursos de diagnóstico médico (radiografias, tomografias, etc), acompanhar discussões sobre problemas relacionados à utilização de energia nuclear ou compreender a importância de novos materiais e processos utilizados para o desenvolvimento da informática. (BRASIL, 2002, p.77)

Além disso, o tema estruturador **Universo, Terra e Vida** também permite algumas discussões sobre FMC, tais como teoria da relatividade e modelos cosmológicos. Além de abrir espaço para a inclusão de temas de astronomia que normalmente despertam atenção dos alunos e são frequentes nas diversas mídias de divulgação da ciência. Essa é uma temática que tanto pode contribuir para a construção de uma visão da ciência como construção cultural humana (ALBUQUERQUE ET AL 2011), como motivar o aluno para estudo de conceitos físicos.

A partir das orientações da LDB e dos PCN+, os estados começaram a construir suas propostas curriculares de acordo com suas necessidades e características locais, em articulação com diferentes instituições (Secretarias de educação, universidades, por exemplo) (TOFOLI e HOSOUME, 2013, p.3). Em Minas Gerais, estado em que ocorreu esta pesquisa, a proposta curricular, surge em 2006 e apresenta pontos de distanciamento, e alguma proximidade dos PCN. Um ponto que não encontra respaldo no PCN é permitir que ao longo do Ensino Médio o estudante opte, a partir de certas condições, por enfatizar um currículo de ciências da natureza ou de ciências humanas, diminuindo assim a carga horária total de algumas disciplinas (MINAS GERAIS, 2006). Nesta proposta existe um núcleo básico de conteúdos que devem ser desenvolvidos por todos na 1ª série do Ensino Médio, antes de qualquer escolha, conhecidos como Conteúdos Básicos Comuns (CBC) (MINAS GERAIS, 2007) e um conjunto de conteúdos complementares para cada disciplina, no caso de o aluno escolhê-las com sua ênfase. No caso da Física, o CBC é estruturado a partir do tema energia e envolve apenas conceitos da chamada física clássica, tais como energia elétrica, energia mecânica e energia térmica (MINAS GERAIS, 2007). A escolha desse tema é justificada na

proposta mineira por considerarem que este é um conceito integrador que permite relacioná-lo tanto com outras disciplinas, como química e biologia, como com diferentes áreas da própria física. Além disso, o conceito de energia aparece também no cotidiano das pessoas ligado a problemas sociais e econômicos (MINAS GERAIS, 2007). Essa escolha parece indicar alguma proximidade com os PCN, pois valoriza temas que permitem interdisciplinaridade, partem do cotidiano e permitem discussões relacionando os conceitos científicos com suas implicações tecnológicas e sociais.

Já os tópicos de FMC aparecem apenas nos conteúdos complementares, no Eixo temático VII, o último da lista de indicações, com o tema “Noções de Física Quântica e Nuclear”, que abordam a radioatividade e efeito fotoelétrico. Mesmo considerando que esta é uma indicação muito pontual, pois além de incluir poucos assuntos da FMC só valem para os alunos que optam por seguir o currículo de ciências da natureza, é positivo considerar que a FMC não foi deixada de lado na construção da proposta. Inclusive o Centro de Referências Virtuais (CRV) para o professor¹, site mantido pela Secretaria Estadual de Educação de Minas Gerais, apresenta sugestões de aulas e textos de apoio sobre esses temas.

Foge ao escopo desse trabalho analisar de forma crítica essa proposta, uma vez que se pretende apenas olhar para como essa proposta aborda o ensino de FMC. Contudo é inevitável tecer alguns comentários, em particular sobre os temas de FMC. Ao olhar para orientações pedagógicas e sugestões de atividades percebe-se a valorização de aspectos históricos e abordagem fenomenológica como pontos positivos da proposta. Contudo, a escolha de temas tão pontuais e descontextualizados não contribui para uma real inserção da FMC nas aulas de Física, pois dá a impressão de que é um tema “extra” que será tratado apenas se houver tempo. O ensino do efeito fotoelétrico, por exemplo, na orientação pedagógica disponível no CRV apresenta no início do texto a seguinte justificativa para seu ensino: “A compreensão mais profunda da natureza da luz se deve a descoberta do efeito fotoelétrico”. Contudo não há espaço para discussão da dualidade onda-partícula ou outras questões

¹ O Centro de Referência Virtual para o Professor é um portal que contém informações sobre a proposta curricular mineira, além de uma série de orientações e sugestões pedagógicas para tratar todos os temas sugeridos na proposta. Ele está disponível em: <http://crv.educacao.mg.gov.br>

introdutórias da mecânica quântica na proposta. Assim o ensino do efeito fotoelétrico pode ficar descontextualizado e sem significado para o aluno.

O mesmo pode-se falar do tema radioatividade, que permite discutir com os alunos questões sobre a energia nuclear, como, aliás, é sugerido nas orientações pedagógicas presentes no CRV. Este é um tema que poderia também ser melhor contextualizado e ganhar sentido se fizesse parte do CBC nas discussões sobre as diferentes formas de energia. Além disso, o conhecimento sobre modelos atômicos, indicado com requisito necessário para o ensino deste tema, faz parte do CBC de química, o que permitiria também uma integração entre essas disciplinas. Isso mostra que o enfoque e a importância dada à FMC é outro ponto de distanciamento entre a Proposta Curricular Mineira e os Parâmetros Curriculares Nacionais, em particular os PCN+.

Em suma, as orientações já mostram um caminho a seguir. A questão que se coloca é como o professor em exercício recebe e usa essas orientações? Elas são adequadas e úteis para eles? Quais as dificuldades eles enfrentam para levarem temas de FMC para suas aulas? Tais questões fazem parte do escopo dessa pesquisa. Respondê-las não é o objetivo principal, mas sim problematiza-las com os professores na busca de um melhor entendimento de como e se elas podem contribuir com a atualização de suas aulas para incluir os temas de FMC.

1.3. A FMC nos livros didáticos avaliados pelo Programa Nacional do Livro Didático

O Livro Didático ainda é o principal material de referência para professores no planejamento e desenvolvimento de suas atividades de ensino (MEGID NETO e LOPES, 2009), por isso é importante olhar para ele quando se pretende discutir qualquer atualização curricular. No último século, ele esteve fortemente presente na cultura escolar, desempenhando papel importante na definição de conteúdos e divulgação de métodos de ensino

(SILVA, GARCIA e GARCIA, 2011). O que remete à duas das funções exercidas por este material segundo definições de Choppin:

Função referencial: o livro didático constitui o suporte privilegiado dos conteúdos educativos, o depositário dos conhecimentos, técnicas ou habilidades que um grupo social acredita que seja necessário transmitir às novas gerações.

Função instrumental: o livro didático põe em prática métodos de aprendizagem, propõe exercícios ou atividades que, segundo o contexto, visam a facilitar a memorização dos conhecimentos, favorecer a aquisição de competências disciplinares ou transversais, a apropriação de habilidades, de métodos de análise ou de resolução de problemas, etc. (Choppin, 2004, p. 553)

Sendo assim, a discussão sobre qualquer mudança ou inovação curricular deve incluir também um olhar para o livro didático. Aliás, segundo um levantamento realizado no banco de teses e dissertações da Capes, Hosoume *et al* (2011) perceberam que a maioria das pesquisas envolvendo o livro didático, analisam-no como parte do contexto que justifica a elaboração de novas propostas ou conteúdos e/ou metodologias (p. 3).

No Brasil, diferente de outros países, existe um programa que avalia e distribui livros a todos os alunos da Educação Básica de escolas públicas, o que permite novos olhares para este material a luz das políticas públicas (SILVA, GARCIA e GARCIA, 2011). A distribuição de livros para alunos da escola pública ocorre desde a década de 1930 (MEGID NETO e FRACALANZA, 2003), inicialmente apenas para alunos da Educação Infantil e posteriormente expandindo para o Ensino Fundamental e chegando ao Ensino Médio e a partir de 2005 (BRASIL, 2011a). Além da distribuição, o governo também mantém um programa de avaliação destes livros, o Programa Nacional do Livro Didático (PNLD). Inicialmente, entre 1994 e 2004 o PNLD abrangeu livros do Ensino Fundamental em todas as áreas do conhecimento e a partir de 2005 se estendeu para livros do Ensino Médio (MEGID NETO e LOPES, 2009). Os livros de Física foram avaliados e distribuídos pela primeira vez para todas as escolas públicas de nível médio do Brasil em 2008 através do Programa Nacional do Livro para o Ensino Médio (PNLEM) (BRASIL, 2011a).

Neste cenário, uma das tendências das pesquisas sobre o Livro Didático é investigar a qualidade das coleções didáticas, denunciando suas deficiências e apontando soluções para melhoria da sua qualidade (MEGID NETO e FRACALANZA, 2003, p. 147). Alguns destes trabalhos têm focalizado a FMC tais como Megid Neto e Lopes (2009), Martins e Leite (2011) e Domingui (2012) entre outros. Megid Neto e Lopes (2009) analisaram se as inovações propostas pelas pesquisas em Educação em Ciências, incluindo aí o ensino de FMC, tem sido incorporadas pelas coleções didáticas de Física para o Ensino Médio. A amostra utilizada pelos autores foi composta por seis coleções de livros didáticos de física de diferentes editoras que atendessem aos seguintes critérios: ser a coleção de volume único mais vendida de cada editora e ter uma edição atualizada no momento da pesquisa (MEGID NETO e LOPES, 2009, p. 5). Vale ressaltar que este trabalho ocorreu antes da divulgação da primeira lista de livros de física avaliados no PNLD, por isso os autores não se embasaram nessa lista para composição da amostra. Ao analisar a presença de tópicos de FMC nos livros, os autores avaliaram todos os capítulos do livro, uma vez que tópicos de FMC poderiam ser abordados em diferentes áreas da Física. Contudo,

A análise dos tópicos de FMC nas coleções didáticas indicou que a maioria delas destina apenas uma unidade para este assunto, geralmente relativa à teoria da relatividade especial, ideias fundamentais de física quântica e radioatividade. (MEGID NETO e LOPES, 2009, p. 8).

Os autores indicam que apenas em duas coleções o conteúdo de FMC inexistente ou está fragmentado ao longo da obra. Mas não há clareza no trabalho se essa fragmentação é uma boa forma de apresentar temas de FMC ou não. O que mostra que, de forma geral, a FMC está contemplada, mas talvez não da maneira mais adequada, ou que atenda as recomendações tanto das pesquisas sobre o tema como dos documentos oficiais. Isso porque, segundo os autores:

O conteúdo abordado na maioria das coleções é extremamente sucinto, o que impossibilita que os alunos aprofundem esses

conhecimentos contemporâneos. (MEGID NETO e LOPES, 2009, p. 8).

Em uma análise mais geral, considerando as demais inovações analisadas, tais como História e Filosofia da Ciência, atividades experimentais investigativas entre outras, a conclusão dos autores é:

Em síntese, pode-se afirmar que as coleções analisadas incorporam parcialmente ou com pouca frequência as inovações da pesquisa em Educação em Ciências, quase sempre em nível de propósito naquilo que é anunciado no Manual do Professor, mas pouco praticado e explicitado no Livro do Aluno (MEGID NETO e LOPES, 2009, p. 9).

Este trabalho é interessante por apresentar um panorama de como os resultados ou indicações das pesquisas estavam sendo considerados pelos autores de Livros Didáticos no período anterior ao PNLD. Contudo ele mostra que na verdade tais inovações estão muito mais no discurso do que na prática desses autores, uma vez que elas são mais fortes nos manuais de orientação para os professores do que no livro do aluno que será de fato utilizado no dia-a-dia escolar. Do ponto de vista da FMC, esse trabalho aponta que já no início dos anos 2000 esses temas se faziam presentes nos livros, indicando que há, no mínimo, uma intenção em incluí-los nas aulas de Física. Porém, o fato de serem colocados apenas como capítulo final das obras, após o estudo dos temas mais tradicionais da Física Clássica, e de forma muito sucinta, não contribuiria para sua real utilização. Isso porque o professor se deparava com dois problemas que ainda persistem: a falta de tempo para incluir mais um conteúdo no seu planejamento já tão extenso e por não se sentir preparado para lidar com o tema (MORAIS e GUERRA, 2013).

Como toda escolha de livros didáticos implica na tomada de posições que tendem a direcionar conteúdos e práticas na educação (NARDI, 1999 *apud* MEGID NETO e LOPES, 2009, p. 1) é preocupante não observar uma incorporação mais real das inovações curriculares nestes livros. Até porque elas também fazem parte das orientações para o ensino de física atual presente nos Parâmetros Curriculares Nacionais. E como o Livro Didático é

uma referência muito importante para o professor a sua escolha pode influenciar a forma como ele lidará com tais inovações, afinal

Professores mantêm forte expectativa – ou crença – de que as coleções correspondem a uma expressão fiel das propostas e diretrizes curriculares e do conhecimento científico. Todavia, por julgar que isso é de difícil consecução, atenuam suas pretensões, acreditando que ao menos as coleções são versões adaptadas das propostas curriculares e do conhecimento científico. Autores de livro didático e editoras, por sua vez, difundem até como estratégia mercadológica que os livros são fiéis representantes tanto do conhecimento científico como das diretrizes curriculares oficiais. (MEGID NETO, 2001)

Com a avaliação destes livros sendo realizada pelo Ministério da Educação (MEC), órgão também responsável pelos documentos que orientam o ensino de física, a expectativa seria a de observar uma mudança deste cenário. Obviamente esta é uma questão ampla e uma discussão mais detalhada sobre uma real afinidade entre os livros e as propostas educacionais e/ou pesquisas em ensino de ciências fogem ao objetivo deste trabalho, mas pode ser encontrada em trabalhos como Megid Neto (2001) e Garcia (2012). Entretanto, para o contexto desta pesquisa, interessa olhar para possíveis mudanças relativas aos temas de FMC nos Livros Didáticos após as avaliações realizadas pelo PNLD. Como já mencionado, os livros de física foram avaliados pelo programa pela primeira vez em 2008 e novamente em 2012. Na verdade, nesses anos houve a distribuição dos livros, e por isso a avaliação e divulgação dos aprovados ocorreu nos anos anteriores, 2007 e 2011.

Da primeira avaliação foram aprovadas 6 coleções de física² que foram analisadas por Martins e Leite (2011) e Domingui (2012) em relação aos temas de FMC. Martins e Leite (2011) além de identificar quais conteúdos de FMC estavam presentes nestes livros, atentaram-se para como a relação entre ciência e tecnologia era apresentada neles. As autoras identificam que:

² Na verdade um autor aprovou tanto o seu livro em volume único, com em três volumes. Assim, nesse trabalho Domingui acabou por analisar apenas o volume único ao perceber que se tratava da mesma obra.

Quanto aos conteúdos de FMC presentes, identificamos que os temas de relatividade e mecânica quântica estão entre os mais citados, ocupando boa parte do espaço dedicado à FMC. No espaço restante, são tratados os temas de partículas elementares e cosmologia (MARTINS e LEITE, 2011, p.2).

As autoras também encontram alguns poucos exemplos que ilustram a relação entre ciência e tecnologia, mas segundo elas, são de natureza informativa, o que não contribui para o desenvolvimento das competências referentes à contextualização sócio-cultural com previsto nos PCN+ (MARTINS e LEITE, 2011, p.3). Da mesma forma elas indicam que, com o mesmo caráter informativo, a história da ciência foi a forma mais encontrada nos livros didáticos ao tratar os conteúdos de FMC. Resultado esse que se assemelha ao encontrado por Jardim, Guerra e Chrispino (2011) em sua revisão bibliográfica envolvendo propostas de ensino de FMC presente em periódicos da área.

Já Domingui (2012) procura dar voz aos autores dos Livros Didáticos ao analisar como eles apresentam a FMC tanto no manual do professor como no livro do aluno, o que de certa forma se assemelha com a análise de Megid Neto e Lopes (2009), o que permite, a partir da comparação entre os resultados dos dois trabalhos, inferir sobre mudanças ocorridas nas obras após a primeira avaliação do PNLD.

Sobre a presença de conteúdos de FMC nos livros analisados Domingui (2012) conclui que:

Não podemos negar que todos os livros do PNLEM apresentam conteúdos relacionados à física moderna, sejam eles na forma de uma unidade específica, capítulo ou como apêndice ou texto complementar (p. 2502-5).

Essa diferença na forma de introduzir a FMC no livro reflete a importância dada por cada autor do livro ao ensino desse tema. O que leva Domingui (2012) a concluir que três dos autores analisados (GASPAR, 2005; PENTEADO e TORRES, 2005; SAMPAIO e CALÇADA, 2005) defendiam que a Física Moderna fosse considerada um conteúdo imprescindível aos alunos, por isso a incluíram em unidades ou capítulos específicos, enquanto dois deles

(GONÇALVES FILHO e TOSCANO, 2007; LUZ E ÁLVARES, 2005) o indicavam como conteúdo complementar que só deveria ser ensinado se houvesse tempo e disponibilidade, por isso constavam apenas como leituras complementares e box espalhados por outros capítulos (p. 2502-5).

Enfim, comparando-se a análise realizada antes (MEGID NETO e LOPES, 2009) e após o PNLEM-2007 (DOMINGUINI, 2012), nota-se muito pouco avanço nos livros aprovados na avaliação do governo no que diz respeito ao ensino de FMC. Este tema, mesmo para os autores que defendem sua importância, continua aparecendo como a última unidade ou capítulo dos livros. O que parece simbolizar alguma mudança é o fato que o tema não seja mais tão sucinto em todos os livros como era nas coleções analisadas antes do PNLEM.

Os livros utilizados nas escolas públicas atualmente já passaram por uma nova avaliação, o que permite uma nova análise dessas obras. A edição atual do PNLD (esse programa agora incorpora o antigo PNLEM) conta com 10 coleções aprovadas das quais, apenas três são de autores aprovados na edição anterior. As demais coleções ou apresentam novos autores ou novas parcerias de autores já aprovados na edição anterior, além disso, por uma exigência do programa, todas as coleções apresentam três volumes (QUEIROZ e HOSOUME, 2011).

Para poder comparar se houve mudanças nos livros, em relação ao ensino de FMC, entre essas duas avaliações do PNLD, foram analisadas as 10 coleções aprovadas partindo-se do livro do aluno e também das informações presentes nas resenhas sobre os mesmos no Guia do Livro Didático de Física (BRASIL, 2011b). Essa análise focalizou os temas presentes e sua distribuição ou localização na coleção. A tabela a seguir apresenta uma síntese dos tópicos de FMC presentes nos livros e a sua localização nos diferentes volumes.

Tabela 1 – Conteúdos de FMC presentes nos livros aprovados no PNLD-2012

Coleções	Localização	Tópicos de FMC presentes
Gaspar (2010)	3º volume	Das ondas eletromagnéticas aos fótons Relatividade Origens da Física quântica A nova física (incluindo física de partículas)
Luz e Alvares (2010)	3º volume	Física Contemporânea: Teoria da Relatividade Física Quântica
Sant'Anna, Martini e Spinelli (2010)	3º volume	Questões da Física do século XXI: Fenômenos que a física clássica não explicou As teorias da relatividade Elementos da física quântica Desafios do século XXI (incluindo física nuclear e nanotecnologia)
Torres, Ferraro e Soares (2010)	3º volume	Relatividade Especial Física Quântica Física Nuclear Tecnologia das comunicações
Kantor, Paoliello Jr, Menezes, Bonetti, Canato Jr e Alves (2010)	Volumes 2 e 3	Os astros e o cosmo (Volume 2): A visão moderna do Sistema Solar; Via-Láctea: nascimento, vida e morte das estrelas; Evolução do universo Radiações, materiais, átomos e núcleos (Volume 3): As radiações a matéria; O átomo quântico; As radiações, o núcleo atômico e suas partículas; Estrutura da matéria e propriedades de materiais Toda a Física, hoje e através de sua história Física quântica e relatividade (Volume 3):
Doca, Gualter e Newton (2010)	3º volume	Noções de Física Quântica Mais de Física Moderna: relatividade e outras noções
Silva e Barreto Filho (2010)	3º volume	Teoria da Relatividade Física Quântica Física Nuclear
Gonçalves Filho e Toscano (2010)	Volumes 2 e 3	Luz: onda ou partícula (Volume 2) Tópicos de Física Moderna (Volume 3): Um novo paradigma, a Física Moderna que podemos encontrar no lazer, cultura e entretenimento, da bomba atômica à radioterapia, O núcleo atômico
Pietrocola, Pogibin, Andrade e Romero(2011)	Volume 1 e 3	Astronomia: História da Cosmologia (Volume1) Luz como onda eletromagnética, suas propriedades e espectroscopia Volume 3); Natureza da Luz, estrutura da matéria, pensando o muito pequeno, Partículas elementares Volume 3).
Kazuhito e Fuke (2011)	3º volume	Teoria da Relatividade Especial Teoria Quântica Física Nuclear

Uma primeira mudança que chama atenção em relação a análise feita por Domingui (2012) é quanto à importância dada aos temas de FMC, uma vez que agora todas as coleções destinam pelo menos um capítulo ou unidade específica sobre o tema. Ou seja, não há nenhuma obra que o apresente apenas como leitura complementar de outras áreas da Física. Porém, a grande maioria das coleções ainda a coloca apenas no final como o último capítulo/unidade do terceiro volume, mantendo uma característica das análises anteriores, concordando com Megid Neto (2001) que também trata das mudanças observadas nos livros após duas avaliações do PNLD. Além disso, os conteúdos mais presentes continuam sendo a teoria da relatividade e tópicos introdutórios da mecânica quântica, ambos relativos ao período da Física Moderna. De Física Contemporânea, o mais comum é a física nuclear. Alguns autores já incluem temas um pouco mais atuais como a nanociência e os novos materiais, mas estes ainda são uma exceção na amostra analisada. Um detalhe que chamou atenção é que algumas coleções apesar de denominarem sua unidade de “Física Contemporânea” (LUZ e ALVARES, 2010), ou “Física do século XXI” (SANT’ANNA, MARTINI e SPINELLI, 2010) só apresentam temas da Física Moderna, o que representa também uma inadequação, pois as teorias físicas contemporâneas não se restringem, apesar de se relacionarem com, as discussões sobre mecânica quântica e teoria da relatividade.

O Guia do Livro Didático (BRASIL, 2011a), documento divulgado pelo MEC com as informações sobre o processo e resultado da avaliação dos livros de cada área do conhecimento, apresenta a lista de critérios gerais e específicos de eliminação das coleções avaliadas. Entre os critérios gerais, aplicados a todas as áreas do conhecimento, constam:

1. respeito à legislação, às diretrizes e às normas oficiais relativas ao ensino médio;
2. observância de princípios éticos necessários à construção da cidadania e ao convívio social republicano;
3. coerência e adequação da abordagem teórico-metodológica assumida pela obra, no que diz respeito à

proposta didático-pedagógica explicitada e aos objetivos visados;

4. correção e atualização de conceitos, informações e procedimentos;
5. observância das características e finalidades específicas do manual do professor e adequação da obra à linha pedagógica nela apresentada;
6. adequação da estrutura editorial e do projeto gráfico aos objetivos didático-pedagógicos da obra. (BRASIL, 2011a, p. 11)

E, especificamente para a Física, consta entre os critérios de eliminação um relativo ao ensino de FMC:

16. Trata, sempre de forma adequada e pertinente, considerando os diversos estudos presentes na literatura atual da área, tópicos usualmente classificados como de Física Moderna e Contemporânea e que sejam considerados importantes ou mesmo imprescindíveis para o exercício da cidadania ativa, crítica e transformadora, bem como para a inserção ativa, crítica e transformadora no mundo do trabalho; (p.16)

O fato de incluir ou não temas de FMC ser um critério de eliminação da coleção na avaliação, de alguma forma acaba sendo uma maneira de garantir a sua presença nos livros, como de fato ocorreu. Contudo seria necessária uma análise mais detalhada e criteriosa para saber se a forma como esse tema se apresenta nestas coleções de livros realmente atende tanto “as leis, diretrizes e normas oficiais para o Ensino Médio” e as “pesquisas da literatura da área”, como indicam os critérios eliminatórios. Contudo essa análise sobre uma maior afinidade entre os conteúdos presentes nos Livros Didáticos e as propostas oficiais, tais como PCN, e as recomendações das pesquisas fogem ao escopo deste trabalho, cujo objetivo é apenas identificar os temas de FMC presentes nos livros avaliados pelo PNLD para que isso possa ser utilizado em uma discussão com professores em exercício.

Contudo não se pode deixar de citar duas obras que chamam atenção nessa amostra pela proposta inovadora seja na sequência dos Conteúdos ou na forma como são abordados, são eles: Kantor, Paoliello Jr, Menezes, Bonetti,

Canato Jr e Alves (2010) e Pietrocola, Pogibin, Andrade e Romero (2011). A tabela 2 mostram como os conteúdos de Física são distribuídos nessas duas coleções didáticas.

Tabela 2 – destaque da lista de conteúdos presentes em duas coleções de Física aprovadas no PNLD-2012

Quanta Física (KANTOR, PAOLIELLO JR., MENEZES, <i>et al</i>, 2010)		
Volumes	Unidades	Tópicos abordados nas unidades
Volume 1	O mundo da energia	Uma presença universal; Recursos energéticos naturais; Afinal o que é energia?; Máquinas e processos térmicos; Eletricidade, geração e usos.
	Transporte, esporte e outros movimentos	Abrindo o jogo; As regras do jogo; Usando as regras do jogo nos esportes e nos transportes.
Volume 2	Comunicação e Informação	Produção, processamento, propagação e armazenamento da informação; Campos elétricos e magnéticos; Luz, imagem e processamento; Informática, sistemas e redes.
	Os Astros e o Cosmo	Visões do céu; A visão moderna do Sistema Solar; Via-Láctea: nascimento, vida e morte das estrelas; Evolução do universo.
Volume 3	Radiações, materiais, átomos e núcleos	As radiações e a matéria; O átomo quântico; As radiações, o núcleo atômico e suas partículas; Estrutura da matéria e propriedades de materiais.
	Toda a Física, hoje e através de sua história	A física como parte da cultura humana, tecnológica e científica; o estudo dos movimentos – a mecânica; o Estudo do calor – a termodinâmica; Os campos de força clássicos – a gravitação e o eletromagnetismo; Física quântica e relatividade; Energia, economia e meio ambiente; A aventura do conhecimento é um livro eternamente aberto e nunca terminado.

Física em Contextos (PIETROCOLA, POGIBIN, ANDRADE e ROMERO, 2011)		
Volumes	Unidades	Tópicos abordados nas unidades
Volume 1	Bases do conhecimento científico	Do caos ao Cosmos; a física e o método científico.
	Cinemática – Movimento e sua descrição	A busca da ordem nos movimentos; Investigando a queda dos corpos; Outros movimentos retilíneos; Os movimentos não retilíneos.
	Dinâmica – Movimento e sua causa	Investigando a ação das forças; Equilíbrios de forças; Newton e suas leis.
	Astronomia	História da Cosmologia; Gravitação universal
Volume 2	Energia	A história do princípio e conservação da energia; Trabalho e potência; Energia mecânica; energia e suas outras faces; Quantidade de movimento e Impulso.
	Calor	Calor como energia; Calor e dilatação; Trocas de calor; Máquinas Térmicas.
	Imagem e Som	Luz e imagem; Espelhos esféricos; Lentes e instrumentos óticos; Som; Sons e instrumentos.
Volume 3	Eletricidade e Magnetismo	Propriedades elétricas da matéria; Circuitos elétricos; Instalações e equipamentos elétricos; Propriedades magnéticas da matéria; Campo elétrico e Magnético; Leis de Ampère e de Faraday; Força magnética, motores e geradores.
	Ondas eletromagnéticas	A luz como onda eletromagnética e as telecomunicações; Luz e fenômenos atmosféricos; Fontes de luz e suas cores; Espectroscopia.
	Radiação e matéria	A natureza da Luz; Estrutura da matéria; Pensando sobre o muito pequeno; Partículas elementares.

Lembrando que segundo os PCN+, os conteúdos de física poderiam ser organizados a partir dos seguintes eixos estruturadores: 1) Movimento: variações e conservações; 2) Calor, ambiente e usos da energia; 3) Som, Imagem e informação; 4) Equipamentos elétricos e telecomunicações; 5) Matéria e radiação; 6) Universo, Terra e Vida. (BRASIL, 2002, p. 71). Pela distribuição de conteúdos mostrada na tabela 2 não é difícil relacionar tais eixos com os conteúdos destas duas coleções. Ainda que seja uma análise superficial, ela parece indicar que estes são livros que procuram incorporar algumas das inovações curriculares presentes nas pesquisas em ensino e se

afinarem com os PCN+. O que mostra que após a segunda avaliação deste programa começam a surgir novas perspectivas para o ensino de FMC.

Por fim, lembrando que esta pesquisa ocorre na região do triângulo mineiro, é interessante também um olhar para esses livros a partir da Proposta Curricular Mineira. Pesquisas mostram que existe um descontentamento dos professores mineiros, pois não há sintonia entre os conteúdos presentes nos livros didáticos com aqueles indicados no CBC (MINAS GERAIS, 2007), até por que:

Existe um impasse entre o CBC e as coleções recomendadas pelo PNLD em 2012, pois a avaliação não é feita à luz da proposta mineira, sobretudo em relação à distribuição dos objetos de conhecimento. Na edição do PNLEM 2007, o volume único contornava tal dificuldade, mas tal formatação foi excluída da edição de 2012 do Programa. Observa-se em Minas a preferência dos professores pelo volume único, pois o CBC faz uma abordagem fenomenológica geral que requer objetos do conhecimento da Física distribuídos nos três volumes. (MARTINS e HEREDIA, 2013, p.4).

A única exceção a este quadro é livro de Kantor *et al* (2010), que como mostrado na tabela 2, aborda o tema energia, previsto no CBC de física, apenas no volume 1. Esta distribuição de conteúdos pode ter contribuído para que esta coleção fosse a escolha de alguns professores mineiros.

Porém, esse impasse é menor quando se analisa apenas os temas de FMC. Isso porque os tópicos sugeridos pela Proposta Curricular Mineira, efeito fotoelétrico e radioatividade, estão presentes na maioria das coleções. Todas abordam o efeito fotoelétrico e apenas dois (SILVA e BARRETO FILHO, 2010; GONÇALVES FILHO e TOSCANO, 2010) não abordam radioatividade de alguma forma. Ou seja, o livro didático não seria um empecilho aos professores mineiros para incluírem em suas aulas os temas de FMC sugeridos na Proposta Curricular do estado.

Em suma, o que se pode concluir desse olhar para os Livros Didáticos atuais e algumas edições anteriores, é que a FMC se faz cada vez mais

presente. Ao escolher o seu Livro Didático, o professor está também escolhendo como ele pretende trabalhar com o tema, se de forma mais tradicional ou mais inovadora, já que o atual conjunto de livros aprovados neste programa de avaliação do governo oferece essas duas perspectivas para o tema. Por isso é muito importante incluir na formação dos professores (e aqui a defesa vale tanto para a formação inicial como a continuada) uma discussão sobre os livros didáticos. Esta é outra questão que está entre os objetivos do curso de formação continuada que é o objeto desta pesquisa.

2. O ENSINO DE FÍSICA MODERNA E CONTEMPORÂNEA NA FORMAÇÃO CONTINUADA DE PROFESSORES DE FÍSICA

Como apresentado no capítulo anterior, a atualização do currículo de física, que faz parte de um conjunto de reformas curriculares que já está bem justificado, mas ainda é pouco consolidado nas aulas de Física do Ensino Médio. Entre as dificuldades para inserir a FMC está a formação do professor (POTENZA, 2011, P. 15). Afinal,

O docente torna-se parte importante nesse processo de inovação quando se trata de novos conteúdos, bem como quando se analisa novas metodologias, pois, é o professor que irá aplicar os novos assuntos em sala utilizando-se de novas práticas, adaptando materiais e fazendo aulas diferenciadas, encontrando a melhor maneira de levar os conteúdos contemporâneos para a sala de aula. (LAWALL, ZANELAL e BAUMER, 2012, p. 2).

Por esta razão, é importante incluir a formação do professor quando se pretende discutir qualquer inovação ou reforma curricular. Aliás, a formação de professores, do ponto de vista mais amplo, tem se consolidado como um campo de pesquisa desde o final dos anos 1990 e já está presente tanto nos eventos científicos como nas principais revistas da área de ensino de Física, gerando assim uma ampla bibliografia sobre o tema.

Neste capítulo serão apresentados alguns aspectos gerais da formação continuada de professores buscando entender os diferentes modelos existentes e algumas tendências. A seguir a discussão será dirigida para a formação continuada de professores de física a partir de um panorama das pesquisas da área de Ensino de Física. Por fim, busca-se na literatura da área, como o ensino de FMC tem sido considerado nas discussões a cerca da formação continuada de professores de física, e como os professores da Educação Básica têm se posicionado com relação ao ensino de FMC. Novamente o intuito aqui é situar esta pesquisa dentro do contexto das demais pesquisas dessa área e trazer elementos da literatura para ajudarem a compor o curso de formação continuada que discutido nesta pesquisa.

2.1. A formação continuada de professores: um olhar para o modelo clássico e algumas tendências atuais.

A formação continuada de professores, assim como o próprio ensino, sofreu mudanças durante as últimas três décadas, principalmente em relação aos diferentes modelos e nomenclaturas utilizados. Afinal um olhar para a evolução de um campo do conhecimento é sempre importante para estar atento às mudanças ocorridas no período e assim poder evitar erros que já foram apontados. Ainda se fala em formação continuada, ou contínua, considerando que

a formação do professor é um processo de longo prazo que não se finaliza com a obtenção do título de licenciado (nem mesmo quando a formação inicial recebida tiver sido da melhor qualidade). Isso porque, entre outras razões, a formação docente é um processo complexo para o qual são necessários muitos conhecimentos e habilidades, impossíveis de ser todos adquiridos no curto espaço de tempo que dura sua formação inicial. Além disso, como resultado do próprio trabalho em sala de aula, estarão surgindo constantemente novos problemas que o professor deverá enfrentar. (CARRASCOSA, 1996, p.10).

Contudo esse processo já foi considerado como “capacitação”, “reciclagem”, “atualização”, “treinamento”, entre outros termos. Alguns autores vão chama-los de modelos clássicos (COSTA, 2004; MENDES SOBRINHO, 2006, 2009) e diferenciá-los do modelo contemporâneo atual. Segundo Costa (2004),

No modelo clássico, o professor que já atua profissionalmente com sua formação inicial volta à universidade para renovar seus conhecimentos em programas de atualização, aperfeiçoamento, programas de pós-graduação *latu sensu* e *strictu sensu*, ou ainda, participando de cursos, simpósios, congressos e encontros voltados para seu desenvolvimento profissional (p. 67).

Desta forma o *locus* onde o conhecimento se desenvolve acaba sendo a universidade, pois é para lá que o professor se dirige quando pretende complementar sua formação. A escola passa a ser considerada como espaço

meramente destinado à prática, onde se aplica conhecimentos científicos e se adquire experiência profissional, (COSTA, 2004, p. 77). Além disso, outra crítica a este modelo clássico vem de Mendes Sobrinho (2006) por considerar que:

O modelo clássico de formação de professores, calcado na racionalidade técnica, ainda influência do positivismo, e fez emergir uma concepção de realidade sob o controle de burocratas e tecnocratas privando o professor de refletir sobre sua prática e modifica-la por iniciativa pessoal. (MENDES SOBRINHO, 2006, p. 77).

Essas críticas estão relacionadas a um processo de transmissão de informações que desconsidera a realidade do professor, o que acaba se refletindo nos termos utilizados. Por exemplo, o termo reciclagem, que foi bastante utilizado na década de 1980, passa a impressão que se quer reaproveitar o conhecimento, como se o professor pudesse chegar a um destes cursos, normalmente de curta duração, e transformar seu conhecimento científico e pedagógico em algo mais atual (MENDES SOBRINHO, 2006 p.78) voltando reciclado para sua sala de aula. Por outro lado,

Ao termo treinamento associam-se ações que envolvem automatismo e relegam a reflexão ao segundo plano. Embora esteja cada vez mais distante dos meios educacionais formais, o mesmo tem sido bastante utilizado, nos anos noventa (do século XX), no denominado processo de “educação para qualidade”: cuja ênfase é a ação com vistas o alcance dos resultados organizacionais. (MENDES SOBRINHO, 2006 p.79).

Neste modelo o professor é comparado com um profissional que exerce funções puramente mecânicas, e que por isso pode ser treinado para executá-las. Mas, seria possível considerar a ação educativa um ato puramente mecânico, que pode ser reproduzido da mesma forma em qualquer sala de aula? Mais uma vez nessa concepção de formação, o professor e sua realidade parecem ser desconsiderados, uma vez que os gestores que organizam o “treinamento” decidem “em que esse professor precisa ser treinado” e executam sua tarefa.

Não menos comum e criticado é o termo capacitação, que pode ser entendido como:

Proporcionar determinada capacidade a ser adquirida pelos professores, mediante um curso; concepção mecanicista que considera os docentes incapacitados (COSTA, 2004 p.4).

Todos esses termos e outros presentes na literatura representando o modelo clássico da formação dos professores já em exercício tendem a reforçar a “dicotomia entre os que concebem o trabalho pedagógico e os que executam” (MENDES SOBRINHO, 2006 p.79). Isso porque muitas vezes são planejados sem considerar as reais necessidades dos professores. Como consequência a esse tipo de concepção de formação está o baixo índice de sucesso desses cursos (MENDES SOBRINHO, 2006; SAUERWEIN e DELIZOICOV, 2008). O que mostra a necessidade de superar tais modelos de formação para os professores em exercício.

Entendendo a necessidade de uma constante formação do professor, seja para suprir lacunas da formação inicial, seja para mantê-los atualizados, o termo formação continuada parece ser adequado a esta proposta, pois pressupõe a ideia deste contínuo de formação que se estende para após a formação inicial do professor (BONZANINI e BASTOS, 2009, p. 3). Dadas as críticas ao modelo clássico e a necessidade de superá-lo, na busca de uma formação que considere as necessidades do professor, e não apenas os interesses do formador, alguns autores analisam as tendências mais contemporâneas para essa formação e indicam caminhos.

É o caso, por exemplo, de Costa (2004) que apresenta um estudo teórico sobre os modelos de formação docente, suas características, suas implicações e contribuições para o contexto educacional. Para essa autora, que concorda com as descrições e críticas do modelo clássico apresentadas aqui, esse é o modelo que se tornou mais comum e utilizado. Contudo, segundo a autora:

As investigações recentes, e que estão conquistando consenso entre profissionais da educação, tratam de uma formação voltada para o

professor reflexivo e tem como eixo central a própria escola (COSTA, 2004, p.70).

Nesta perspectiva a autora se apoia em outros autores como Nóvoa (1995) e Candau (1999) para reforçar que a escola deve ser olhada como *lócus* da formação continuada que deve considerar e valorizar a experiência do professor em exercício e o cotidiano escolar, na busca de um processo que permita uma reflexão na prática e sobre a prática (COSTA, 2004, p. 73). Assim ela finaliza concluindo:

Todas essas contribuições teóricas que concebem a escola como *lócus* de formação continuada, valorizam os saberes docentes e reconhecem que os ciclos de vida profissional dos professores se constituem como pilares para a fomentação das novas tendências na formação docente. Os conceitos e formulações tratados aqui visam à formação do educador reflexivo que tem como prática recorrente a ação-reflexão-ação enquanto elemento fundamental para se trilhar novos caminhos rumo à consolidação de um modelo construtivista de formação profissional do educador. (COSTA, 2004, p. 74).

Ainda que a autora apresente esse modelo reflexivo como tendência por poder contribuir com mudanças efetivas na prática docente, ela também destaca a importância de conhecer os diferentes modelos, uma vez que eles se materializam na prática de maneira mista (COSTA, 2004).

Apoiado nos conceitos de racionalidade prática de Schön (1995, 2000), da reflexividade crítica sobre a prática docente de Nóvoa (1995) e do ideal de educador crítico ou progressista de Freire (1995), Mendes Sobrinho (2006) também advoga a favor de uma formação docente contemporânea balizada na ação-reflexão-ação, que pressupõe a análise da ação dos sujeitos-alunos, professores e suas circunstâncias no momento e local em que ela (ação) está acontecendo (DELIZOICOV, 1991). Reforçando a ideia de que a formação continuada deve valorizar prática do professor em sua proposta, para que seja capaz de instrumentalizá-lo para que ele crie e recrie a sua prática através da reflexão sobre seu cotidiano (FREIRE, 1995).

Em suma, o modelo clássico de formação do docente em serviço tipo “treinamento” ou “reciclagem” baseia-se na racionalidade técnica, que prevê uma relação linear entre o conhecimento científico-técnico e a prática na sala de aula (MENDES SOBRINHO, 2006). Ou seja, para melhorar suas aulas, basta ao professor aprimorar seu conhecimento sobre sua ciência e sobre as estratégias de ensino desta. A superação deste modelo deve ter como ponto de partida a prática pedagógica do professor, considerando-o como construtor de conhecimentos e não apenas um executor acrítico de políticas educacionais e aplicador de modelos curriculares e recursos didáticos (BONZANINI e BASTOS, 2009, p. 10). O que está por trás desse modelo mais contemporâneo é a ideia de um professor reflexivo ou reflexivo-crítico (dependendo da linha teórica que se siga), que tenha autonomia para suas escolhas pedagógicas.

Nesta pesquisa o olhar será direcionado para a ideia do desenvolvimento da autonomia do professor através de um curso de formação continuada. O conceito de autonomia utilizado aqui é baseado em Contreras e será detalhado no próximo capítulo, juntamente com a construção do referencial teórico desta pesquisa. Contudo vale destacar que esse autor relaciona o conceito de autonomia com as relações sociais, ao afirmar que:

Autonomia não é exatamente uma condição que se possui com requisito prévio à ação. Entendida como qualidade na forma pela qual nos conduzimos, entendida circunstancialmente, a autonomia profissional é uma construção que fala tanto na forma pela qual se atua profissionalmente como dos modos desejáveis de relação social. É que a autonomia não é uma definição das características dos indivíduos, mas a maneira como com que estes se constituem pela forma de se relacionarem. (CONTRERAS, 2012, p.216).

Já a ideia de professor reflexivo não será objeto de um maior aprofundamento neste trabalho, mas apenas para situar, cabe destacar que a compreensão da mesma está em concordância com Oliveira ao afirma que:

Quando se fala no professor reflexivo hoje, não se fala do professor que efetivamente está na sala de aula simplesmente, mas daquele que estabelece uma relação com sua prática que supera seu planejamento técnico, ou seja, preparar aula não pode se restringir a

verificar o conteúdo que será apresentado assim como sua estratégia de apresentação. (OLIVEIRA, 2006 p.42)

Situando-se no cenário dessas discussões sobre os modelos de formação do docente em serviço, a escolha feita para a proposta desta pesquisa é pela formação continuada, termo que é entendido não só pela ideia de ser um processo que ocorre como continuidade à formação inicial, mas também por considerar as experiências e o contexto educacional do professor na sua proposta.

Direcionando o olhar para a formação continuada de professores de física, é possível tecer um panorama a partir de algumas revisões realizadas em periódicos da área (PASSOS, PASSOS e ARRUDA, 2010; GUÇÃO *et al*, 2011) ou na produção publicada nos eventos científicos (DRUMOND, OLIVEIRA e CORRÊA FILHO, 2009).

O trabalho de Passos, Passos e Arruda (2010), chama atenção pelo grande intervalo de análise: os autores pesquisaram trabalhos sobre formação de professores em seis periódicos nacionais (RBEF, CBEF, Ciência & Educação, IENCI, Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências, Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências) no período de 1979 a 2007. Neste trabalho os autores se preocupam em construir uma lista de palavras-chave que possa garantir uma boa busca e chegam em 112 itens, que acabam utilizando para analisar também algumas tendências da área de formação de professores. Como por exemplo, a expressão “formação inicial” que só começa a ser usada a partir da metade da década de 1990 (p.232). Além disso, os autores também identificam que os periódicos com uma maior porcentagem de trabalhos sobre formação de professores, em relação ao total, são aqueles mais voltados para a comunidade de pesquisadores. Enquanto outras publicações, como o CBEF e a RBEF que tem o objetivo principal de estabelecer um diálogo com o professor, propondo trocas de experiências apresentam uma menor porcentagem de artigos dessa natureza (p. 233). Os autores concluem também que a formação de professores sempre foi um foco de pesquisa presente nos artigos publicados nestes periódicos desde suas primeiras edições e que a partir de 2001, quando todos os periódicos

analisados estavam em circulação, a quantidade de artigos nessa temática foi sempre superior a 30 trabalhos por ano (p. 235). Em suma, esta revisão teve como objetivo analisar a evolução da produção de pesquisas sobre a formação de professores de física, em seis periódicos nacionais, confirmando a consolidação do tema como linha de pesquisa (ANDRÉ, 2010) sem, contudo se preocupar em organizá-los em categorias.

Essa organização mais clara de trabalhos, característica das pesquisas de “estado da arte”, é encontrada em Gução *et al* (2011), que faz um levantamento de trabalhos sobre formação de professores em quatro periódicos nacionais (Ciência & Educação, Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências, Investigações em Ensino de Ciências e Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências) no período de 2001 à 2009. Os autores encontraram nessa amostra 29 artigos sobre formação de professores que abordaram especificamente o ensino ou aprendizagem de Física e que foram agrupados em quatro categorias: Concepções de Docência e de Formação de Professor, Políticas e Propostas de Profissionais da Educação, Formação Inicial, Formação Continuada, Trabalho Docente, Identidade e Profissionalização Docente e Revisão de Literatura (p3-4). A formação inicial é a categoria com maior número de trabalhos (48% do total analisado), o que coloca essa etapa da formação como uma tendência nas pesquisas sobre formação de professores. Os autores destacam a presença de algumas correntes de pesquisa típicas da área, tais como:

A inserção das TICs (Tecnologias da Informação e Comunicação), como apoio didático no desenvolvimento do conhecimento científico, e da História e Filosofia da Ciência como provedoras de um desenvolvimento mais significativo do conhecimento (GUÇÃO *et al*, 2011, p. 6).

Assim como também identificam os conteúdos específicos de física que fazem parte das investigações sobre a formação de inicial de professores de física.

Quando aos conteúdos específicos da Física, encontramos uma concordância ao observar que as investigações se voltam

principalmente para os que geraram conflitos ao longo da história, ou geram hoje dificuldades de abordagens didáticas, são exemplos o eletromagnetismo, a atração gravitacional e a Física moderna e contemporânea (GUÇÃO *et al*, 2011, p. 6).

Já a formação continuada apresentou apenas 2 estudos (7% do total), que além de ser uma quantidade pequena, ambos se referem a um mesmo projeto, o que acaba reduzindo a análise.

Os trabalhos abordam conteúdos específicos da Física, tendo objetivo de estabelecer concepções de professores, tanto em formação quanto em serviço, e posteriormente avaliar a proposta de introdução de conceitos no Ensino Médio por meio da utilização das tecnologias da informação e comunicação (TIC). Tem destaque o enfoque nas TICs, característica na qual todo o projeto se desenrola, e as investigações se voltam à temas que hoje geram dificuldades nas abordagens didáticas como a Física Quântica (GUÇÃO *et al*, 2011, p. 7).

Outra carência apontada por Gução *et al* (2011) é que esses dois trabalhos não apresentam referenciais teóricos específicos da formação continuada que utilizaram. Percebe-se que há uma repetição de temas sendo discutido tanto na formação inicial de professores de física, como na continuada, o que parece indicar que algumas questões tem sido uma dificuldade enfrentada nesses dois contextos por pesquisadores da área. Como parece ser o caso do ensino de FMC, reforçando a necessidade de pesquisas nessa linha. Os autores destacam a disparidade existente entre trabalhos sobre a formação inicial e sobre a formação continuada ao concluírem que

Apesar de parecer ser um consenso na área de ensino que a formação de professores deva ser um processo contínuo, de atualizações, reflexões e discussões sobre a relação da teoria com a prática; ao considerarmos todos os aspectos nos quais esta pesquisa se desenvolveu, fica evidente a considerável diferença em termos de interesses de pesquisa sobre a formação inicial, com 14 trabalhos encontrados, e a continuada, com apenas 2 trabalhos no total (GUÇÃO *et al*, 2011, p. 6).

Há também a revisão feita por Drumond, Oliveira e Corrêa Filho (2009) que teve como amostra dois principais eventos científicos da área de ensino de física: o SNEF (edições entre 2003 e 2007) e o EPEF (edições entre 2002 e 2008). Neste trabalho os autores informam que fizeram

Um apanhado geral dos pontos que percebemos mais frequentes nesses eventos nos últimos sete anos. Segundo os artigos consultados, chegamos a resultados que circundam a temática da formação profissional do professor de física, seja em seu período inicial, como também no seu modo continuado (DRUMOND, OLIVEIRA e CORRÊA FILHO, 2009, p. 2).

Por esta apresentação, os autores deixam claro que não foi objetivo fazer um levantamento tipo estado da arte, então não se deve esperar categorias bem definidas que enquadrem os trabalhos. A partir da análise dos artigos encontrados pelos autores deste trabalho eles relacionam problemas como a alta evasão de alunos e a consequente falta de professores de física na Educação Básica e a presença forte de aulas de física centradas no algebrismo em detrimento de discussões conceituais, com a formação inicial destes professores. Em suas conclusões eles argumentam que:

A grande maioria dos autores destaca ser de suma importância a formação de professores com espírito investigador, que anseiam pela inovação de conhecimento e métodos. Todavia, faz-se necessária uma reflexão acerca da atual organização curricular das licenciaturas em física, uma vez que essas parecem priorizar a formação de profissionais voltados para a pesquisa e não para a docência. (DRUMOND, OLIVEIRA e CORREA FILHO, 2009, p. 5).

Por fim, essas revisões sobre a formação do professor de Física sinalizam que ainda existem deficiências a serem superadas, sendo o ensino de temas atuais de física um deles. E que esta questão deve e está sendo tratada na formação inicial, mas nem sempre com o êxito desejado, deixando espaço para fazê-lo na formação continuada também. Além disso, há uma carência de trabalhos que discutam a formação continuada explicitando-se referenciais teóricos típicos da formação de professores. Espaço no qual esta pesquisa pretende se desenvolver

2.2. Da formação continuada de professores de física ao ensino de FMC: um olhar para as pesquisas da área

Considerando esse cenário de reformas curriculares, a formação continuada deve desempenhar um papel importante ao aproximar o professor em exercício das novas propostas. Muitas vezes isso é feito na forma de capacitações ou reciclagens profissionais, como descritos anteriormente, e que por isso mesmo acaba sendo pouco eficaz, até por que, no caso específico da FMC, a sua inserção nas aulas ainda é pequena (POTENZA, 2011). Como essas inovações já não são mais recentes, a expectativa é que a formação inicial dos professores de física tivesse dando conta de viabilizá-las. Isso é reforçado por Potenza (2011) que ao analisar a disciplina Física Moderna I na licenciatura em Física da USP, percebe que a falta de se explicitar as finalidades formativas da disciplina impede que o futuro professor possa fazer escolhas autônomas sobre como abordar tais temas e assim ele acaba por repetir no Ensino Médio o que estudou na sua graduação. O que não parece ser uma boa escolha.

Ciente então de que o ensino de temas atuais de física no Ensino Médio, ainda não é um objetivo alcançado na formação inicial, esta é uma das lacunas que deve ser considerada na formação continuada. E de fato tem sido, como mostrado na revisão de Gução *et al* (2011).

Para conhecer como a FMC se insere na discussão sobre formação continuada foi feita uma pesquisa em alguns dos principais periódicos (CBEF, IENCI e C&E), e eventos científicos (EPEF e SNEF) de ensino de Física, nos últimos 5 anos. Nesta busca encontraram-se várias pesquisas do tipo “Como ensinar determinado tema de FMC” que em geral estavam ligadas ou nasceram de projetos de formação continuada, mas que no trabalho a análise centrou-se na discussão de diferentes estratégias metodológicas no ensino destes temas, tais como o uso de novas tecnologias (PEREIRA, PESSOA JR, CAVALCANTI e OSTERMANN, 2012); experimentos (PARANHOS, LOPEZ-RICHARD e PIZANI, 2008; SILVA e ASSIS, 2012) ou de abordagem histórico-filosófica (MORAES e GUERRA, 2013) ou de um misto destas estratégias (SANTOS, SOUZA JR e SIQUEIRA, 2012). Ou seja, não apresentaram

discussões sobre a formação continuada em si, seu desenvolvimento ou seus aportes teórico, assim como nos trabalhos encontrados citados na revisão Gução *et al* (2011). Os trabalhos encontrados nesta pesquisa acabaram sendo úteis como material de referência na construção do curso de formação continuada, por trazerem diversas sugestões de ensino de temas de FMC. Porém trouxeram pouca contribuição para a compreensão sobre quais modelos de formação continuada têm sido frequentes usados para discutir o ensino de FMC, já que essa discussão não esteve presente nestes trabalhos.

Além de conhecer as diversas estratégias metodológicas presentes nos trabalhos que discutem o ensino de FMC, também é importante conhecer o que os professores, principais, atores dessa questão dizem a respeito do tema. Alguns trabalhos que se originaram a partir de cursos de formação continuada deram voz aos professores.

É o que ocorre, por exemplo, nos trabalhos vinculados a um projeto que oferece cursos de formação continuada sobre o ensino de FMC realizado por um grupo de pesquisadores da Faculdade de Educação da USP. Nestes trabalhos os pesquisadores se preocupam em ouvir os professores já que ele é o agente principal para materializar qualquer nova proposta educacional. Grimes, Lawall e Neto (2011), por exemplo, questionam a 124 professores que participaram pela primeira vez destes cursos, sobre a importância de ensinar temas de FMC na opinião deles. Como esta questão foi feita para professores que procuraram um curso de formação continuada sobre ensino de FMC, a expectativa foi apenas de analisar as justificativas que estes professores dão para o ensino desse tema. Assim os autores encontraram o seguinte perfil de respostas:

53,8% dos professores cursistas, acreditam ser importante ensinar FMC em sala de aula por ela estar presente no dia-a-dia dos estudantes e nas tecnologias que os cercam. 17% apontam a relevância desses temas para a formação do aluno e 12,2% citam a importância do estudante compreender a evolução da ciência. 17% apontam outras justificativas (GRIMES, LAWALL e NETO, 2011, p. 2-3).

Essas respostas mostram que esse grupo de professores parece estar afinado com as justificativas apresentadas tanto entre a comunidade de pesquisadores como nos documentos oficiais sobre o ensino de física, apresentadas no capítulo anterior. Mas a pergunta que permite uma melhor reflexão é sobre as tentativas que eles fizeram de ensinar FMC. Os autores apontam que 57% deles já tentaram abordar temas de FMC. O que parece ser um número alto, mas que pode indicar duas coisas: a amostra é diferenciada, por só conter professores particularmente interessados no tema ou que existe mesmo um interesse por parte dos professores em geral atualizar suas aulas de física.

Sobre as dificuldades apontadas pelos professores para levar temas de FMC para suas aulas as mais comuns são: falta de material adequado, falta de conhecimento do conteúdo e a falta de tempo para preparação e execução das aulas (GRIMES, LAWALL e NETO, 2011; NETO *et al*, 2011). Quando os professores afirmam que falta conhecimento do conteúdo, deve-se então analisar a sua formação inicial para entender melhor essa questão. Nesse sentido Shinomiya e Ricardo (2011) perguntaram aos professores se eles consideravam que a formação inicial deles contribuiu para que eles pudessem ensinar FMC em suas aulas.

De acordo com a maioria das respostas dos professores, os nossos cursos de formação inicial ainda são deficientes quando se trata de inovação curricular, não só devido à maior ênfase na Física Clássica, mas principalmente pela maneira como os conteúdos são trabalhados. (p.3).

Além dessa constatação, os autores reforçam a defesa por cursos de formação continuada que possam suprir as carências deixadas na formação inicial do professor e aproximá-lo das inovações curriculares.

A discussão sobre as fragilidades da formação inicial, especificamente na temática de FMC, também foi alvo da pesquisa de doutorado de Monteiro (2010). A autora investigou questões semelhantes aos trabalhos anteriores, mas com professores da região nordeste, o que permite a ampliação do quadro sobre a opinião de professores a respeito do ensino de FMC. Com o propósito

de entender melhor como a formação inicial estava (ou não) contribuindo para professores ensinarem FMC, Monteiro, Nardi e Bastos Filho (2009) investigaram 5 professores da região nordeste. Primeiramente eles levantaram o perfil acadêmico destes professores e perceberam que todos eles cursaram pelo menos duas disciplinas relacionadas com a FMC. Alguns cursaram 3 ou até 4 disciplinas. Além disso, quando questionados sobre a importância de incluir a FMC em suas aulas, os professores foram unânimes em considerar o tema relevante e apresentaram justificativas semelhantes ao grupo investigado por Grimes, Lawall e Neto (2011). Se os professores cursaram disciplinas sobre Física Moderna e consideram relevante o seu ensino, qual o impedimento? Ao serem questionados, os professores também indicam os mesmos problemas dos trabalhos anteriores, ou seja, falta de tempo para incluir mais um conteúdo, falta de experiência ou preparo dele para planejar essa aula devido à uma formação deficiente. Enfim, o perfil dos professores pesquisados por Monteiro, Nardi e Bastos Filho (2009), mesmo sendo menor e de uma região distinta, se aproxima muito do grupo entrevistado no projeto da USP, o que deve indicar que este cenário é geral.

No diálogo com o grupo de professores entrevistados, Monteiro, Nardi e Bastos Filho (2009) procuraram explorar as deficiências em sua formação inicial em relação às disciplinas relacionadas com a Física Moderna. Identificam que o tema foi tratado em uma disciplina excessivamente pautada no formalismo matemático em detrimento de considerações epistemológicas e ontológicas subjacentes ao objeto do conhecimento, resultando na impossibilidade desses professores fazerem as adequações pertinentes e introduzirem a FMC no nível médio da Educação Básica. (p. 573). Para os autores fica clara a ideia de uma educação centrada na transmissão e recepção do conteúdo de forma a-crítica não contribui para que o professor desenvolva autonomia para adaptar esse conhecimento para outros níveis de escolaridade. Tanto que quando questionados sobre em que momento incluiriam a FMC em suas aulas, caso houvesse tempo, foram unânimes em indicar o final do 3º ano, após o ensino de toda a Física Clássica, ou seja, na mesma sequência em que estudaram nas suas graduações. Assim, os autores questionam:

Como um professor de Física que foi submetido ao padrão de formação acima poderá desenvolver estratégias no intuito de, por meio da introdução da FMC no Ensino Médio, possa desencadear situações que se destinam a contribuir para uma educação científica crítica e emancipatória, tendo em vista que tal perspectiva foi relegada na formação do mesmo? (MONTEIRO, NARDI e BASTOS FILHO, 2009, p. 575)

E em suas conclusões indicam que o caminho passa necessariamente pela mudança na formação de professores:

Entendemos que, para a FMC ser introduzida no nível médio da Educação Básica, é imprescindível se discutirem, urgentemente, outras perspectivas para a formação de professores de Física (MONTEIRO, NARDI e BASTOS FILHO, 2009, p. 576)

O que os resultados dessas pesquisas parece mostrar é que dificilmente o professor poderá inovar, se isso não lhe for permitido em sua formação. Afinal existe uma tendência de ele reproduzir em sua sala de aula, as experiências que vivenciou (LONGHINI e NARDI, 2007). Mas pode-se questionar então como o professor consegue levar a Física Clássica para a sala de aula, se o tratamento dado nas disciplinas é basicamente o mesmo daquele das disciplinas de Física Moderna. Entra em cena então outro elemento importante, específico da FMC que é o fato de se abordar teorias que muitas vezes parecem estar em desacordo com o senso comum e que em geral não apresentam análogos com as teorias clássicas tão familiares (POTENZA, 2011 p. 10). Afinal, não é simples entender que na escala microscópica, onde valem as teorias quânticas, não é possível conhecer ao mesmo tempo a velocidade e a posição de uma partícula. Ou que para objetos nas proximidades da velocidade da luz, regime de validade da Teoria da Relatividade, o tempo passa de forma diferente para observadores em diferentes referenciais. Muitas vezes, para superar essas “estranhezas” das teorias da FMC é que se vale do formalismo matemático, como se a solução obtida pelas equações fosse o suficiente para explicar o fenômeno. E, por se tratar de um tema que provavelmente os professores não estudaram quando foram alunos do Ensino Médio, eles não têm outras referências de como fazê-

lo a não ser o que aprenderam em suas graduações. Ou seja, incluir a FMC no final do Ensino Médio com uma abordagem bastante focada no “algebrismo” parece ser a única alternativa desses professores. No entanto, esse formalismo matemático não é compatível com a Educação Básica. Contudo cabe ressaltar que esse apelo ao formalismo matemático para suprir uma dificuldade de discussão mais conceitual também ocorre com temas da física clássica, como por exemplo, no estudo de campos elétricos ou magnéticos. Porém na FMC isso parece ser mais recorrente.

Vale destacar, entretanto, que existem boas experiências que mostram mudanças na forma de abordar teorias da FMC na formação inicial de professores. É o caso, por exemplo, de Zanotello e Fagundes (2012) que mostram a viabilidade de ter uma disciplina de FMC no primeiro semestre de um curso de bacharelado em ciências e tecnologia. Isso porque, as discussões de temas de física moderna podem ser feitas usando-se a abordagem histórica e fenomenológica em detrimento de uma abordagem mais matematizada e que evita a necessidade de pré-requisitos de cálculos avançados. Essa disciplina tem como objetivo geral:

Fornecer uma visão do desenvolvimento das teorias e modelos sobre a estrutura da matéria, associados aos resultados experimentais que os suportam, seguindo uma perspectiva histórica e utilizando um formalismo matemático equivalente ao supostamente estudado pelo aluno no ensino médio (ZANOTELLO e FAGUNDES, 2012 p. 151).

Em se tratando de uma disciplina diferenciada para o padrão do início dos cursos em ciências exatas, os autores decidiram investigar a opinião dos docentes e discentes que participaram dela. Entre seus resultados perceberam que o índice de retenção desta disciplina não foi muito diferente das disciplinas tradicionais de início de curso. O que mostra que é possível aprender temas de FMC mesmo antes do ensino de toda física clássica e as disciplinas de cálculo. E por fim, os autores concluem:

Uma reestruturação dos temas nas disciplinas introdutórias de física dos cursos superiores nas áreas científicas e tecnológicas pode encontrar ressonância entre docentes e alunos envolvidos, uma vez

que, no âmbito desta pesquisa, identificamos a presença de elementos em seus posicionamentos que sugerem boa receptividade à proposta. Além disso, o contato com a FMC em um novo contexto por alunos ingressantes pode trazer novas perspectivas para o ensino de física na educação básica, na medida em que se consolidar uma mudança de enfoque para as disciplinas iniciais de física no ensino superior (ZANOTELLO e FAGUNDES, 2012, p. 161).

Por fim, a análise dessas pesquisas trazem alguns elementos que permitem traçar um breve panorama sobre o ensino de FMC e a formação de professores, dos quais se destacamos alguns pontos. O primeiro parece ser a ideia que para a FMC chegar às salas de aula é preciso prestar atenção em como o tema é abordado na formação de professores. O ensino tradicional baseado na transmissão e recepção de conteúdos, com grande apelo ao “formulismo” matemático pode não ser o adequado para esta finalidade. Assim, parece importante inovar tanto na forma de tratar o tema, como também na própria formação do professor. Pesquisas têm indicado bons resultados quando se aborda temas de FMC com um enfoque mais conceitual (SOUZA e DANTAS, 2010; ZANOTELO e FAGUNDES, 2012) e/ou partir de uma abordagem histórica (MORAES e GUERRA, 2013); ou com o uso das TICs (CAVALCANTI *et al*, 2002; OSTERMANN e RICCI, 2005; PEREIRA, PESSOA JR. e OSTERMANN, 2012) ou de experimentos (KARAN, CRUZ e COIMBRA, 2006; SILVA E ASSIS, 2012) com um misto destas estratégias (POTENZA, KAWAMURA e BECHARA, 2009; SANTOS, SOUZA JR e SIQUEIRA, 2012).

Do ponto de vista da formação do professor, em particular a formação continuada, é preciso ir além das discussões de conteúdos específicos e de estratégias de ensino separadamente. É preciso abrir espaço para que o professor possa trazer seus questionamentos e refletir sobre sua prática e seu cotidiano, e com isso construir novas possibilidades. E isso pede uma formação continuada que supere os modelos de treinamento ou capacitação destes professores. Aqui se pode lembrar a discussão de Delizoicov (2005) a partir de uma questão proposta por Paulo Freire (2011): fazemos extensão ou comunicação? O termo extensão foi usado por Freire para indicar ações realizadas por um formador, sobre um grupo de pessoas em formação, numa

ação impositiva. No fundo é o que costuma ser feito quando se pensa na formação continuada no viés dos modelos clássicos apresentados no início desse capítulo. O formador normalmente é o pesquisador que conhece a temática e oferece ao professor cursista as suas respostas, sem considerar a experiência ou expectativa deste professor. Para que esse professor tenha voz, é preciso que se pense num processo comunicativo, ou seja, de que fato envolva um diálogo e que as duas partes envolvidas possam manifestar suas vozes: o professor pode trazer seus anseios e o formador apresentar suas propostas. Juntos, num processo de trocas dialógicas, o conhecimento pode ser construído e ter significados maiores para ambos os envolvidos.

Por fim, outro elemento a se considerar é a necessidade de aproximar professores em exercício dos resultados das pesquisas. A revisão bibliográfica apresentada no capítulo anterior mostra que existe uma produção razoável de trabalhos voltados para os professores sobre o ensino de FMC, contudo nem sempre eles têm acesso a estes. Desta forma, inserir o professor nesse universo das pesquisas acadêmicas é mais uma das lacunas, eventualmente deixadas pela formação inicial, que deve ser enfrentada na formação continuada. Higa e Oliveira (2010) mostraram os ganhos na formação inicial de professores quando há uma articulação entre resultados de pesquisas em ensino com o ensino dos futuros professores. Esse contato entre os professores e os resultados das pesquisas em ensino sempre pode ser benéfico para aumentar o repertório desse o professor sobre qualquer área, em particular para a FMC, que em geral o professor conhece tão pouco. Mesmo considerando que o professor tenha na sua formação inicial, uma discussão da FMC que o permita levá-la para suas aulas, isso ocorreria só para os temas mais tradicionais da Física Moderna. Dificilmente haveria tempo para discussões sobre temas de Física Contemporânea, até porque a ciência está em constante desenvolvimento. Assim, se o professor tem uma proximidade maior dos meios de divulgação dos resultados das pesquisas (sejam as revistas ou os eventos científicos), existe uma chance maior de ele se manter atualizado sobre temas contemporâneos da física e suas propostas de ensino.

Claro que nem sempre a pesquisa acadêmica caminha no sentido de atender as expectativas dos professores. Rezende e Ostermann (2005) ao fazerem um comparativo entre as questões de pesquisa mais comuns em ensino de física com as questões levantadas por professores em exercício perceberam que há muito mais desencontros do que encontros. Mas os encontros, sejam totais ou parciais, indicados pelos autores, não devem ser desconsiderados, e muito podem contribuir com a formação continuada dos professores.

Todos esses elementos, a forma de abordar os temas de FMC, a forma de estruturar a formação continuada de professores e o como aproximar professores em exercício dos resultados das pesquisas, contribuem para um novo olhar para o tema desta pesquisa: o ensino de FMC na formação continuada de professores. Para dar conta destas questões, optou-se por buscar no referencial freireano elementos que ajudem a construir um modelo de formação continuada compatível com essa proposta de dar espaço para o professor, valorizar seu conhecimento e construir junto a ele caminhos para solucionar suas principais questões. A resposta não deve ser oferecida a priori, mas sim construída em conjunto entre formador e professor cursista. Pois assim espera-se ser possível contribuir para ampliar a formação desse professor, permitindo o desenvolvimento de sua autonomia que, aliás, deveria ser o papel de uma formação continuada.

3. PROBLEMATIZAÇÃO, DIALOGICIDADE E OS TRÊS MOMENTOS PEDAGÓGICOS: O MARCO TEÓRICO.

Dadas as propostas de uma formação de professores, inicial ou continuada, que possa contribuir para um perfil de professor que reflita sobre sua prática e possa exercer sua autonomia em suas escolhas pedagógicas, as ideias de educação apresentadas por Paulo Freire parecem ser uma alternativa viável. Inclusive sendo essa uma perspectiva já presente na literatura (MION, ANGOTTI E BASTOS, 1999; DELIZOICOV, 2005; MONTEIRO E NARDI, 2009; MION, 2012; BASTOS *et al*, 2013). Assim, o referencial freireano foi escolhido para balizar o curso de formação continuada desta pesquisa.

Este capítulo traz alguns elementos da educação freireana, na concepção da autora do trabalho, utilizados na construção do curso apresentado nesta pesquisa. Contudo é importante lembrar que pela amplitude da obra desse educador, e pelo foco escolhido, seria impossível conseguir neste capítulo analisar todos os elementos da teoria freireana. De tal modo, as discussões apresentadas aqui são baseadas principalmente na Pedagogia do Oprimido (FREIRE, 2005), Pedagogia da Autonomia, (Freire, 1996) e Extensão ou Comunicação (FREIRE, 2011), além é claro, de vários outros autores que já se debruçaram sobre as ideias de Paulo Freire e apresentaram suas releituras.

De forma mais particular, os elementos freireanos que serão destacados ao longo deste capítulo são: a dialogicidade, a problematização e relação entre extensão e comunicação. Inclui-se também uma discussão sobre a dinâmica dos Momentos Pedagógicos propostos por Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2007) como uma alternativa para produzir uma ação educativa dialógica segundo esse referencial. Nesse estudo também será apresentado um breve panorama de como esse referencial tem sido utilizado na formação de professores em geral, e em particular do professor de física. Por fim, como há uma expectativa de que uma formação continuada construída sobre os pilares da teoria de educação emancipatória freireana possa contribuir com o desenvolvimento da autonomia do professor, esse é outro conceito que será abordado neste capítulo, apoiado também em Contreras (2012), além de Freire (1996).

3.1. Ideias de uma educação dialógica e problematizadora

Paulo Freire³ é considerado um nome de referência na educação brasileira. Seus trabalhos iniciais tratavam da alfabetização de adultos em um contexto político de pouca liberdade de expressão e um contexto educacional pautado no processo de transmissão e recepção de conhecimentos sem levar em conta os interesses ou necessidades dos educandos. Alguns conceitos fundamentais da pedagogia freireana são os da “educação bancária”, da “dialogicidade” e da “problematização” que ainda se mostram atuais e relevantes nas discussões de formação de professores.

As muitas críticas ainda (infelizmente) comuns ao ensino de física são relativas ao foco tradicionalista dado por professores que priorizam o ensino baseado em equações e resoluções de exercícios exemplares. Um olhar atento a essa perspectiva mostra que esse “ensino tradicional” reflete a educação bancária definida por Freire em sua Pedagogia do Oprimido (FREIRE, 2005). Ou seja, trata-se de um processo em que o professor transmite seu conhecimento para seu aluno que tem a função de recebê-lo e armazená-lo. Ou como diria Freire:

“Desta maneira, a educação se torna um ato de depositar, em que os educandos são os depositários e o educador o depositante. Em lugar de comunicar-se, o educador faz ‘comunicados’ e depósitos que os educandos, meras incidências, recebem pacientemente, memorizam e repetem. Eis aí a concepção ‘bancária’ da educação, em que a única margem de ação que se oferece aos educandos é a de receberem os depósitos, guarda-los e arquivá-los.” (FREIRE, 2005, p. 66).

Esse modelo coloca o educador num papel de dominação sobre o educando, que é apenas um coadjuvante no seu processo de aprendizagem. O educando é considerado como um ser vazio pronto para receber todas as informações a ele transmitidas. Não se considera que ele seja um ser único e tenha uma vivência, ou experiências que já lhe agregam conhecimentos, ou

³ Informações sobre a biografia de Paulo Freire estão disponíveis em um dos repositórios virtuais do Instituto Paulo Freire e disponível em: <http://www.projetomemoria.art.br/PauloFreire/index.jsp>

seja, ele é um ser genérico, pois todos são igualmente receptíveis às informações transmitidas. Percebe-se nessa relação que não diferencia um educando de outro, um educador de outro, é uma relação de poder entre aquele que “detém o conhecimento” e aquele que o recebe. Nas palavras de Freire, tem-se aí a figura do opressor e do oprimido. É em oposição a esse modelo opressor que Freire defende uma participação mais ativa do educando, ou uma participação mais igualitária entre educador e educando, já que para esse autor “a educação autêntica não se faz de ‘A’ para ‘B’ ou de ‘A’ sobre ‘B’, mas de ‘A’ com ‘B’, mediatizados pelo mundo.” (FREIRE, 2005 p. 97).

Ao colocar o educando como “sujeito da ação educativa”, busca-se dar significado ao que se ensina e ao que se aprende. Isso significa que o professor não é o único que ensina e o aluno o único que aprende, pois passa a existir um processo de troca entre os atores envolvidos na ação educativa. Tanto que Paulo Freire cunha o termo “educador-educando” para a figura do professor, já que ele tem sim um papel importante na formação do aluno, mas que neste modelo também aprende muito com seu aluno (Freire, 2005). Assim, a proposta freireana baseia-se no processo de ensino e aprendizagem por meio de um diálogo real entre os envolvidos no processo. Eis então a chamada educação dialógica e educação problematizadora. Contudo a busca por esta educação não é tarefa fácil, até porque ela pede uma mudança na postura de todos os envolvidos, tanto que o ensino bancário ainda é comum.

O termo dialógico deve ser entendido aqui no sentido mais amplo da palavra, e não aquele falso diálogo em que o professor “abre espaço” para participação dos alunos com perguntas retóricas ou do tipo “todos entenderam?”, que muitas vezes são respondidas apenas com o silêncio. Nesses casos, a participação do aluno, se ocorrer, é ainda apenas como coadjuvante. O diálogo defendido no trabalho de Freire é aquele em que de fato há espaço para contribuições dos alunos na construção do conhecimento, pois suas ideias e conhecimentos iniciais são considerados pelo educador no processo de ensino, contribuindo assim para a aprendizagem deles. É esse diálogo também que permite a problematização do conhecimento dentro do contexto sócio-cultural do educando, contribuindo para uma melhor significação

tanto do que, quanto do como se aprende. Enfim, ao contrário da educação bancária que é opressora, a educação dialógica é libertadora, pois contribui para a formação crítica dos sujeitos nela envolvidos. O conhecimento nesse cenário é construído na relação entre educador e educando para que este último possa não apenas aprendê-lo, mas sim apreendê-lo. Em Delizoicov (1983), encontra-se uma boa síntese dessa proposta:

A educação problematizadora é realizada pelo professor com o aluno, e se contrapõe à educação que Paulo Freire chamava de “educação bancária”, realizada pelo professor sobre o aluno. Para a prática daquela educação é necessário considerar o educando como sujeito da ação educativa, e não como objeto passivo desta. (p. 85)

Não é incomum que novos professores reproduzam práticas pedagógicas de seus antigos professores (LONGHINI e NARDI, 2007), então se ainda se vê o modelo de “educação bancária” em prática, isso pode ser reflexo da falta de vivência de novas práticas na formação inicial dos professores. Ainda que discussões sobre uma educação dialógica pautada na pedagogia freireana e de seus seguidores faça parte da literatura básica de muitos cursos de licenciatura em física⁴, parece que o discurso dialógico não se converte em prática dialógica. Ou seja, se na sua formação os professores vivenciam a transmissão (ou os depósitos) de conteúdo, há uma forte tendência de reproduzi-la em suas futuras salas de aula. Talvez a grande dificuldade de levar essas ideias à prática, seja justamente o *praticar*. Dito de outro modo é sim importante estudar e discutir as ideias freireanas, mas mais importante ainda é vivenciá-las. Até porque o modelo bancário é mais conhecido, pois já está estabelecido há bastante tempo, e a maioria dos professores em exercício e aqueles em formação por agora devem ter vivenciado por mais tempo o processo de transmissão-recepção do conhecimento do que qualquer outro tipo. E esse é um desafio que se impõe também aos formadores de professores, a busca de aliar o discurso à prática

⁴ Essa informação pode ser confirmada com uma consulta nas informações disponibilizadas na internet de alguns cursos de licenciatura tanto em instituições mais tradicionais, como as universidades estaduais paulistas, como em alguns cursos implantados com o projeto REUNI nos últimos 5 anos, sempre se encontra obras de Paulo Freire na bibliografia de disciplinas de cunho pedagógico.

(DELIZOICOV, 2005; MAGALHÃES *et al.*, 2005; OLIVEIRA, 2006; ANDRÉ, 2010; HIGA e OLIVEIRA, 2010; PACA, 2011; TOTI e PIERSON, 2012).

Essa dicotomia entre o discurso e a prática de uma educação dialógica não é nova e já é vivida e discutida por pesquisadores de diferentes áreas do conhecimento (MION, ANGOTTI E BASTOS, 1999; MAGALHÃES *et al.*, 2005; SAUERWEIN e DELIZOICOV, 2008).

Lembrando então, que segundo o referencial freireano o diálogo prioriza o respeito pelo educando como sujeito histórico e social. Ou seja, é preciso lembrar que o educando chega para a ação educativa com uma bagagem de conhecimentos que deve ser considerada e não menosprezada. Usando outro termo cunhado por Paulo Freire, é preciso cuidar para evitar uma “invasão cultural” (FREIRE, 2011) que levaria a um processo antidialógico. Ou seja, o educador, aqui no caso o formador de professores, não deve impor aos seus educandos, no caso professores (já em exercício se considerar a formação continuada), suas ideias em detrimento às experiências deles. Isso é equivalente ao processo de depositar conhecimentos apenas. Assim é interessante uma reflexão sobre o papel do professor e do formador em um curso de formação continuada com perspectivas dialógicas para que a prática não contradiga a teoria. Tal reflexão pode ser pautada na relação entre extensão e comunicação, segundo Paulo Freire, conforme apresentado no próximo tópico.

3.2. Extensão ou comunicação?

A formação continuada de professores normalmente ocorre em projetos de extensão oferecidos por professores/pesquisadores universitários, que podem ou não estar articulada com pesquisas educacionais. Não é incomum que nesses cursos o professor seja tratado meramente como um agente receptor das propostas educativas planejadas pelo formador assim como os alunos em uma educação bancária. Em seu livro “Comunicação ou Extensão?” (2011), Freire propõe uma reflexão sobre o significado da palavra extensão, que invariavelmente leva ao modelo antidialógico:

Na medida em que, no termo “extensão” está implícita a ação de levar, de transferir, de entregar, de depositar algo em alguém, ressalta nele, uma conotação indiscutivelmente mecanicista. Mas como este algo que está sendo levado, transmitido, transferido (...) é um conjunto de procedimentos técnicos, que implicam em conhecimento, se impõem as perguntas: será o ato de conhecer aquele através do qual, um sujeito transformado em objeto, recebe pacientemente um conteúdo de outro? (FREIRE, 2011 p. 26)

Segundo Freire, quando a atividade de extensão é realizada de forma antidialógica, uma consequência é a “invasão cultural”. Isso porque o sujeito extensionista apresenta, ao sujeito de sua ação, a sua visão de mundo sem levar em consideração a realidade e crenças destes, e acaba superpondo seu conhecimento de forma autoritária (FREIRE, 2011). O que é, de certa forma, equivalente à chamada educação bancária (FREIRE, 2005), na qual o educador apenas deposita conhecimentos no educando, sem considerar suas concepções e interesses prévios. E este modelo de educação se mostra autoritária e opressora no sentido de que não se preocupa com a forma como o educando irá se relacionar com esse conhecimento e se ele será bem compreendido ou não. O que pode levar a um baixo interesse dos educandos, nesse caso professores, nas discussões realizadas e consequentemente a baixa propagação e/ou aplicabilidade dos mesmos.

Assim Freire propõe a troca do termo extensão por comunicação, já que o ato da comunicação permite uma coparticipação dos sujeitos no ato de pensar. Desta forma, na comunicação não há sujeitos passivos, uma vez que o conteúdo não é comunicado de um sujeito para o outro e sim entre um sujeito e outro (FREIRE, 2011 p.88-89). Mais uma vez a ideia por trás da proposta de fazer comunicação e não extensão é dar voz e espaço para o educando participar do processo ou da ação educativa de forma ativa e com isso transformar o processo em dialógico. Pois segundo Paulo Freire “o diálogo é comunicativo” (FREIRE, 2011 p.90). Cabe lembrar ainda que

O que se pretende com o diálogo, em qualquer hipótese (seja em torno de um conhecimento científico e técnico, seja de um conhecimento “experencial”), é a problematização do próprio conhecimento em sua indiscutível reação com a realidade concreta

na qual se gera e sobre a qual incide, para melhor compreendê-la, explica-la, transformá-la (FREIRE, 2011 p.65).

É tratando então a atividade educativa de um processo tipicamente extensionista como uma atividade dialógica e problematizadora que se pode impedir ou reduzir a “invasão cultural”. E é com essa abordagem que se pode conseguir uma maior adesão dos sujeitos envolvidos nessa ação, já que o conhecimento construído ali será mais significativo para cada um.

Enfim, essa visão de uma comunicação no lugar de uma extensão reforça a valorização da dialogicidade de uma ação educativa também no contexto de formação continuada de Professores. Assim para perceber como a proposta da pedagogia freireana vem sendo discutida, vivenciada e difundida pode-se, por exemplo, acompanhar um dos eventos específicos dessa temática que é o Seminário Nacional Diálogos com Paulo Freire, que em 2013 chegou a sua sétima edição. Olhando para a programação e lista de trabalhos aprovados para apresentação percebe-se uma diversidade grande de áreas envolvidas. É possível encontrar desde trabalhos que remetem às origens dos trabalhos de Freire como discussões sobre educação de adultos (PARIGI et al, 2013), questões relativas à alfabetização (PIGATTO e HENZ, 2013) e educação no Campo (SILVA e SAGGIOMO, 2013; ZIMMERMANN e VENDRSCOLO, 2013), como também trabalhos voltado para discussões gerais sobre as teorias de Paulo Freire e suas relações com outros autores. Assim como também existem trabalhos que relacionam as ideias freireanas com áreas específicas do conhecimento como o ensino de ciências e matemática (BASTOS e al, 2013; MACHADO, 2013) ou como a formação de professores (BEHREND e ALVES, 2013; TONIOLO e BARCELOS, 2013; WELTER e KESKE, 2013; WINTERHALTER e NOGUEIRA, 2013), que são as linhas que interessam para essa pesquisa.

Obviamente esse não é o único evento que se dedica a discutir as implicações e desdobramentos da teoria educacional de Paulo Freire, mas é apenas um exemplo usado para indicar que existem pesquisadores ocupados em tentar trazer à prática essas ideias. Tais discussões também se mostram presentes nos eventos específicos da área de ensino de física e/ou ciências,

(SAUERWEIN e TERRAZZAN, 2005; KARAN, CRUZ e COIMBRA, 2006; SILVA E QUEIROZ, 2010; SUTIL e CARVALHO, 2010; VERIDIANO, FURTADO E QUEIROZ, 2010; ALBUQUERQUE et al, 2011; MION, 2012) indicando que as ideias freireanas também têm contribuições a dar nessa área.

A propagação de trabalhos sobre a pedagogia freireana mostra que já existem várias releituras de sua obra. Em particular no caso do ensino de ciências, uma que tem crescido é a dinâmica dos *Momentos Pedagógicos* desenvolvida por Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2007). Esses autores se envolveram com a educação dialógica e problematizadora proposta por Freire e desde os anos 1980 trabalham no sentido de trazer tais ideias para o ensino de Ciências. Para chegarem nessa proposta os autores acima indicados preocuparam-se em olhar como o professor se relaciona com seus alunos e seu conhecimento, pois é nessas relações que irá residir, ou não, a postura dialógica do professor. Assim, é importante que o professor formador esteja ciente das dimensões dessas inter-relações no planejamento da sua ação de formação continuada. Por isso tais dimensões serão melhor discutidas no próximo tópico.

3.3. As interações entre Professor-Aluno-Saber na perspectiva dialógica

Não é possível pensar na formação continuada considerando apenas a figura do professor, principalmente nessa perspectiva freireana em que “ninguém educa ninguém e ninguém se educa sozinho, os homens se educam entre si, mediatizados pelo mundo” (FREIRE, 2005 p.78). Por isso é preciso considerar também as interações existentes na tríade típica da sala de aula: Professor-Aluno-Saber. Entre os diversos aspectos importantes nestas relações, Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2007) chamam atenção para alguns aspectos cognitivos que ocorrem com frequência e que de uma forma ou de outra acabam sendo pensados e planejados pelos professores a partir de suas concepções sobre educação. E na perspectiva de alterar essas concepções educacionais, é preciso estar atento a estes aspectos, que foram

organizados em três dimensões de interação por estes autores: dimensão epistemológica das interações, dimensão didático-pedagógica das interações e dimensão educativa das interações.

A dimensão epistemológica das interações considera a importância de ter clara a visão epistemológica de ciência do professor, afinal a forma como o professor entende e concebe a ciência tem influência na sua relação com o saber e com o próprio aluno. Segundo Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2007) a epistemologia atual remete à ideia da “interação não neutra entre sujeito e objeto” (p. 182) ao contrário do que afirma a visão empirista ou positivista da ciência, que ainda se mostra muito presente entre professores de ciências em geral. Essa visão da não neutralidade deve ser transposta para as relações do professor com seus alunos e também na sua relação com o saber, ou com os conteúdos que escolhe trazer para suas aulas. Pois isso equivale a considerar que o aluno também não é um ser neutro, mas sim um ser social e que constrói conhecimento mesmo fora da sala de aula e por isso seus conhecimentos prévios não devem ser desconsiderados. Significa também considerar que os conhecimentos científicos transpostos para os conteúdos presentes em livros didáticos e planejamentos também podem ser influenciados pelo contexto em que estão imersos. E por isso a sua escolha não deveria estar sempre pré-definida por elementos externos apenas, como exames que selecionam alunos para universidades ou sequência de conteúdos presentes em livros didáticos.

Já a dimensão educativa das interações se relaciona com a “veiculação do conhecimento na educação escolar, quando se levam em conta, explicitamente, na programação e no planejamento duas categorias do conhecimento: o científico e o do senso comum” (DELIZOICOV, ANGOTTI E PERNANBUCO, 2007 p.189) Para esses autores, essa dimensão se soma à epistemológica ao valorizar as concepções prévias dos alunos e incluí-las no planejamento das aulas. É importante que o professor ao fazer suas escolhas sobre a sequência de conteúdos, as estratégias e os livros e demais materiais que irá utilizar considerem a influência dessas escolhas no processo de

construção do conhecimento de seus alunos, para que assim se busque a chamada educação libertadora, no sentido freireano (FREIRE, 2005).

Por fim chega-se à dimensão didático-pedagógica das interações que para Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2007), reflete a postura do professor dentro da tríade Professor-Aluno-Saber. Esses autores defendem a importância de uma postura dialógica e problematizadora do professor para que o aprendiz possa superar seus conhecimentos prévios, comumente embasados no senso comum e em suas vivências, permitindo o aprendizado do conhecimento científico:

A abordagem dos conceitos científicos é o ponto de chegada, quer da estruturação do conteúdo programático, quer da aprendizagem dos alunos, ficando o ponto de partida com os temas e as situações significativas que originaram, de um lado, a seleção e organização de um rol de conteúdos, ao serem articulados com a estrutura do conhecimento científico, e, do outro, o início do processo dialógico e problematizador. (Delizoicov, Angotti e Pernambuco, 2002 p. 194)

Em suma, a dimensão didático-pedagógica das interações reflete as escolhas que o professor faz para conduzir o processo de ensino-aprendizagem e por isto está muito vinculada com a postura educativa dele.

De fato a união dessas três dimensões das interações entre o professor e seus alunos e o conhecimento ajuda a definir o fazer didático do professor, que pode ser no sentido de uma educação mais libertadora ou não. Assim na busca de uma postura dialógica e problematizadora que possa contribuir para que o aluno construa seu conhecimento, partindo das suas concepções prévias e chegando ao conhecimento científico mais formalizado, é que Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2007), propõem a dinâmica dos Três Momentos pedagógicos.

Entre outras possibilidades de estabelecer uma dinâmica de atuação docente em sala de aula que contemple os aspectos aqui apresentados, a seguinte, que tem feito parte de algumas iniciativas educacionais, é fornecida como opção. Ela é

caraterizada pelo que tem sido denominado de *momentos pedagógicos*. (p. 200)

3.4. Os Três Momentos Pedagógicos no ensino de Ciências

A proposta de uma educação problematizadora mostra-se interessante não só no contexto em que nasceu, a alfabetização de adultos, mas também no ensino de ciências e em particular no Ensino de Física, que é o foco deste trabalho. Em Delizoicov e outros (1980) encontra-se um depoimento do professor Demétrio Delizoicov que relata o início do trabalho, em 1975, de um grupo de pesquisadores que estuda como levar as ideias de Paulo Freire para o Ensino de Física. Esse trabalho acabou por gerar um projeto de ensino de ciências em Guiné-Bissau totalmente baseado no modelo de educação problematizadora de Paulo Freire. Provavelmente foi a partir dessa experiência que estes pesquisadores passaram a buscar caminhos para aproximar as ideias de Paulo Freire para a realidade do ensino de física e/ou ciências.

Para entender melhor como o modelo freireano da alfabetização de adultos pode ser usado no ensino de ciências, é preciso entender melhor a proposta original. Vale lembrar, então que Paulo Freire valoriza a ideia de uma educação que considera o educando como sujeito ativo do processo educacional. Ou seja, ele defende que este sujeito deve se envolver em todo o processo educativo inclusive na escolha do conteúdo programático. Isso significa que para o educador-educando dialógico e problematizador o conteúdo programático da educação não é uma doação ou imposição, o que justifica o envolvimento do educando na sua escolha. (FREIRE, 2005 P.96-97). Nesse processo busca-se por temas geradores que possam dar origem a conceitos a serem estudados que se relacionem à realidade do educando e que por isso esse ensino tenha maior significado para ele. Este talvez seja o ponto de maior aproximação do ideal freireano com o ensino de ciências atual que valoriza a contextualização do que se ensina para com isso o educando perceba o significado e importância do que se aprende no momento em que se aprende.

Retomando, na proposta inicial de Freire a ideia é fazer uma investigação temática, ainda antes da ação educativa em si, na busca de temas geradores que norteiem o que será ensinado. Mas não basta ser dialógico na etapa anterior ao que ocorre em sala de aula, se lá for retomada a postura bancária de ensino. A dialogicidade também deve estar presente na ação educativa em si e foi justamente com essa perspectiva que Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2007) apresentaram a dinâmica dos momentos pedagógicos, uma estrutura que visa buscar uma maior dialogicidade durante o processo educativo por fazer com que o educador se preocupe com essa questão durante todo o planejamento e desenvolvimento de suas atividades. Afinal, como já foi dito, se o modelo de educação bancária ainda é predominante, a busca por uma educação dialógica deve ser um exercício constante na prática docente, o que envolve tanto o planejamento de suas atividades como a realização das mesmas.

Os Momentos Pedagógicos, como o nome sugere, indicam etapas que permitem o real diálogo entre educador e educando, facilitando assim a construção do conhecimento. Essas etapas são a Problematização Inicial (PI), a Organização do Conhecimento (OC) e Aplicação do Conhecimento (AP).

Segundo Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2007) na Problematização Inicial:

apresentam-se situações reais que os alunos conhecem e presenciam e que estão envolvidas nos temas, embora também exijam, para interpretá-las, a introdução de conhecimentos contidos nas teorias científicas. (p. 200)

O papel do professor nessa etapa é o de instigar os alunos a apresentarem soluções para a problematização e dialogar com eles sobre o tema. Com isso, ao mesmo tempo em que os conhecimentos prévios dos alunos vêm à tona surgem também questões sobre a validade ou aplicabilidade deles, abrindo espaço para a busca de novos conhecimentos que possam ajudar na solução da problematização dada. É nesse momento que o aluno se envolve com a questão apresentada e a toma para si, ou seja, resolvê-la não é mais só uma tarefa burocrática, mas sim significativa para ele. Para melhor

envolver os alunos na PI, a sugestão é que se proponha uma primeira discussão em pequenos grupos com registro das ideias levantadas para um posterior debate no coletivo da sala.

A PI deve indicar a necessidade de buscar novos conhecimentos e isso leva ao segundo momento, a Organização do Conhecimento, etapa em que esses conhecimentos serão sistematicamente estudados sob a orientação do professor (DELIZOICOV, ANGOTTI e PERNAMBUCO, 2007, p. 201). Essa etapa é realizada com o auxílio do professor a partir das mais diversas abordagens e metodologias de ensino disponíveis. Contudo é fundamental manter o espaço de diálogo e questionamento do aluno, evitando sempre a estrutura de transmissão-recepção de conteúdos.

Por fim a Aplicação do Conhecimento

Destina-se, sobretudo, a abordar sistematicamente o conhecimento que vem sendo incorporado pelo aluno, para analisar e interpretar tanto as situações iniciais que determinaram seu estudo como outras situações que, embora não estejam diretamente ligadas ao motivo inicial, podem ser compreendidas pelo mesmo conhecimento. (DELIZOICOV, ANGOTTI e PERNAMBUCO, 2007, p.202)

É importante ressaltar que para cumprir bem a AC é importante que na etapa anterior, a OC, se busque a generalização dos conceitos abordados, pois assim o aluno poderá compreendê-los não só na situação inicialmente indicada com também extrapolá-los para outras. Com isso a expectativa é que cumpra a meta de ir além da reprodução do conhecimento para a resolução de problemas exemplares. Que os educandos ganhem autonomia para “articulem, constante e rotineiramente, as conceituações científicas com situações reais”. (DELIZOICOV, ANGOTTI e PERNAMBUCO, 2007, p. 202)

Cada um desses momentos tem a sua importância dentro dessa dinâmica e deve ser realizado com cuidado pelo educador. A PI é o momento de trazer o educando para o processo educativo, por isso o professor deve evitar o uso de questões diretas e também de dar as respostas. Para que o

aluno se envolva de fato é preciso que sua curiosidade e seus conhecimentos prévios sejam sempre instigados e que ele deseje buscar a solução. O professor tem aqui um papel de orientador. Uma grande dificuldade dessa etapa é justamente diferenciar a problematização de ato de perguntar que normalmente já remete a uma resposta fechada sem dar espaço para a construção de novos conhecimentos.

A partir de uma problematização abrem-se caminhos para o diálogo, já que esta pode contribuir para que os alunos tornem-se curiosos, pelas questões lançadas, o que difere de uma pergunta, na qual estes, na maioria das vezes, simplesmente respondem, sem sentirem-se desafiados por elas. (ARAÚJO, NIEMEYER E MUENCHEN, 2013, p. 189)

De fato, até pela própria vivência antidialógica dos professores, fazer uma boa problematização inicial é um grande desafio, afinal como afirma Silva (2006, *apud* Muenchen, 2010) “toda problematização é uma pergunta, mas nem toda pergunta é uma problematização.” (p. 157). Essa dificuldade é indicada no trabalho de Araújo, Niemeyer e Muenchen (2013) que analisa artigos apresentados no EPEF com exemplos de Problematização Inicial. Os autores perceberam que dos 9 artigos analisados, apenas 2 traziam questões que de fato eram problematizadoras no sentido discutido aqui. Para ajudar a entender melhor essas diferenças entre perguntar e problematizar Muenchen (2010) organizou um quadro síntese com essas diferenças, que é reproduzido logo abaixo (p. 189-190) e que foi útil para balizar o planejamento das atividades do curso utilizado nesta pesquisa.

PROBLEMATIZAR	PERGUNTAR
Implica em diálogo.	Não implica necessariamente em diálogo. Muitas vezes é um monólogo.
Existe um problema a ser resolvido (problema ou lacuna).	Não necessita um problema. Em geral, as perguntas giram em torno de conceitos científicos.
Implica ou pode implicar na mudança/transformação. Perspectiva de mudança.	Não implica em transformação. Sim ou não responde.
Considera o «saber de experiência feito» (aquilo que o educando traz para a escola), a partir dele que se alcança o conhecimento científico.	Não se preocupa com o «saber de experiência feito».
Gera inquietação (frente ao mundo, aos problemas).	Provoca adaptação/acomodação (frente ao mundo, aos problemas).
Desafia, pois «o mundo não é, ele está sendo».	Conforma.
Estimula a curiosidade ingênua em busca da curiosidade crítica; Provoca a curiosidade, o querer conhecer.	Não estimula a curiosidade ingênua, não provoca a curiosidade.
Propicia uma leitura crítica de mundo.	Propicia uma leitura da palavra sem relação com a leitura do mundo dos educandos.
Estimula o gosto de ouvir e o respeito à opinião do outro.	Não estimula o gosto de ouvir. O educando ouve, na maioria das vezes, apenas o professor.
Desvela/desoculta os conceitos/conteúdos.	Transmite os conceitos/conteúdos.
Dá voz, abre espaço para a expressão, faz com que o educando se sinta sujeito do processo (participação).	Não estimula a participação.
Satisfaz a educação crítico-dialógica transformadora.	Não necessariamente contribui para a educação crítico-dialógica-transformadora.

(Fonte: MUENCHEN, 2010, p. 161-162)

A busca por questões problematizadoras também foi uma preocupação de Souza (2012) ao propor em seu mestrado uma investigação sobre a importância das perguntas formuladas por professores em aulas contendo sequências de ensino investigativo. Nessa pesquisa, Souza desenvolve um instrumento que permite caracterizar as perguntas realizadas em diferentes fases do ensino investigativo, sendo uma delas as questões de problematização como aquelas que ajudam os alunos a planejar e buscar soluções para um problema (p. 46). O que reforça a importância de se pensar bem nas perguntas a serem utilizadas na etapa de PI.

Na OC é que os novos conhecimentos serão construídos pelos aprendizes, por isso esse momento requer uma atenção especial do professor para evitar o risco de voltar à educação bancária transformando-o em um processo de transmissão e recepção de conteúdos. Após o levantamento dos conceitos que precisarão ser estudados, o educador precisa planejar atividades que mantenham o aluno envolvido na construção do conhecimento mantendo aberto o espaço dialógico. E já que é comum que o professor esteja mais acostumado com a postura bancária, se ele não planejar bem essa etapa é provável que ele retorne a essa postura e acabe por desmotivar o aluno. Quando esses dois momentos são conduzidos seguindo essas preocupações, pode-se chegar ao último deles, a AC, com o aluno motivado e envolvido no seu processo de aprendizagem. O que pode contribuir para que o processo de ensino aprendizagem se concretize e o aluno possa de fato aprender e apreender, como já é mostrado em alguns trabalhos como, por exemplo, Karam, Cruz e Coimbra (2006), Mion, Kiehl e Souza (2006); Alves, Carvalho e Mion (2010); Veridiano, Furtado e Queiroz (2010) e Albuquerque (2012) entre outros.

Vale lembrar que os idealizadores dessa proposta a divulgaram a partir de obras que passam a ser adotadas em cursos de formação de professores tais como “Metodologia do Ensino de Ciências” (DELIZOICOV e ANGOTTI, 1989) e “Física” (DELIZOICOV e ANGOTTI, 1990) e também “Ensino de Ciências: fundamentos e métodos” (DELIZOICOV, ANGOTTI e PERNAMBUCO, 2007), permitindo assim a propagação dessas ideias.

Muenchen e Delizoicov (2010) observam essa propagação particularmente na região de Santa Maria, RS, onde esses autores desenvolvem seus trabalhos. Segundo eles pode-se justificar força da utilização dessa proposta no ensino de ciências por que

Dentre as características da dinâmica dos 3MP está a inclusão de situações significativas com o sentido de problemas a serem resolvidos. Ao problematizar, de forma dialógica, tais situações, os conceitos científicos são introduzidos e abordados de forma problematizadora (MUENCHEN e DELIZOICOV, 2010, p.61).

Contudo, em uma análise dos trabalhos publicados nas atas do Encontro de Pesquisa em Ensino de Física (EPEF) de 1994 à 2010, Araújo, Niemayer e Muenchen (2013) encontraram 32 trabalhos (pouco mais de 3% da amostra investigada) abordando os 3MP de alguma forma. Os autores dividiram os trabalhos em três categorias: estratégias de ensino/aprendizagem, reflexões sobre a prática docente e trabalhos tipo estado da arte. A primeira categoria, que em geral apresentou trabalhos mostrando planejamentos didáticos pautados na dinâmica dos 3MP, foi a que apresentou a grande maioria dos trabalhos, 50% deles. O que mostra que de fato existem pesquisadores envolvidos com a questão de levarem os 3MPs para sala de aula, mesmo que ainda de forma pouco expressiva. Ainda neste trabalho Araújo, Niemayer e Muenchen (2013) também chamam atenção para as diferentes interpretações que os autores desses trabalhos têm dado aos momentos pedagógicos e que mesmo afastando-se um pouco da proposta dos idealizadores também apresenta ganhos ao romper com o ensino tradicional que só deposita conteúdos (p.192).

Retomando então a ideia que muitas vezes o professor reproduz a prática pedagógica que vivenciou, seria importante oferecer a eles em sua formação momentos em que além de estudarem e discutirem as ideias sobre uma educação dialógica, que a experimentassem e também a vivenciassem. Mion, Angotti e Bastos (1999) assim como Alves, Carvalho e Mion (2010) mostraram que quando esses elementos fazem parte da formação inicial dos

professores apresentam boas contribuições na formação de um educador dialógico e mais autônomo.

Da mesma forma, um curso de formação continuada estruturado a partir dos momentos pedagógicos parece ser uma perspectiva interessante para aproximar os professores em exercício dessas discussões e assim contribuir com suas reflexões sobre sua prática e, por que não, com mudanças nessas práticas.

Porém, no contexto de formação, seja inicial ou continuada, vale lembrar que as discussões devem ir além daquelas sobre os conceitos científicos em si, sendo importante também discutir com os professores tanto as razões de escolher determinados temas ou conceitos, como as diferentes formas de abordá-los em aula. Ou seja, com os professores em formação é interessante problematizar não apenas um tema científico, mas também as implicações pedagógicas que envolvem o seu ensino.

3.5. A autonomia do professor, segundo Freire e Contreras

Quando se fala em formação de professores um termo bastante comum é a “autonomia do professor”, mas o que significa ser autônomo? Pode-se começar lembrando que essa palavra tem origem grega que remete à liberdade, independência ou autossuficiência. Palavras essas que parecem úteis para entender a autonomia de um professor: ser autônomo seria ser livre ou autossuficiente para fazer suas escolhas? Esse pode ser o início da compreensão do termo, mas é importante entendê-lo sob o olhar conceitual dos educadores.

Paulo Freire, que tem guiado a proposta teórica deste trabalho até aqui, também se preocupou com a questão da autonomia do professor. Em seu livro *Pedagogia da Autonomia* (1996) Freire faz uma reflexão da sua obra e experiência de educador e apresenta neste não uma definição, mas sim um conjunto de elementos importantes para a formação de professores progressistas. Seu objetivo nesse livro é:

“(...) alinhar e discutir alguns saberes fundamentais à prática educativo-crítica ou progressista e que, por isso mesmo, devem ser conteúdos obrigatórios à organização programática da formação docente.” (FREIRE, 1996 p. 12)

Entre esses vários “saberes” que Freire discute na sua Pedagogia da Autonomia alguns estão mais ligados à forma como o professor concebe ou se relaciona com seu aluno e outros com a própria prática do professor. Aqui serão destacados alguns poucos que ajudarão a compor compreensão de autonomia do professor desta pesquisa.

Freire começa sua reflexão tecendo comentários sobre o próprio ato de ensino e a forma como o professor, ou educador deve se relacionar com seu educando. O primeiro ponto é reforçar a ideia de que “ensinar não é transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para sua produção ou a sua construção” (1996, p.12). Ou seja, é importante que o professor tenha consciência de que seu papel na relação didática com o aluno, pois o processo de ensino em aprendizagem se faz na parceria entre esses dois autores da ação educativa. Além disso, é importante também que o professor não só respeite os saberes que os educandos já possuem como também discuta com eles a relação deste conhecimento com aqueles a serem estudados (FREIRE, 1996 p. 15). E por fim, é importante que o professor se faça de exemplo, ou seja, que sua prática seja coerente com sua fala e, que assim, fuja à máxima “faça o que eu mando e não o que eu faço.” (FREIRE, 1996 p. 16). Afinal aprende-se muito pelo exemplo. Esses são elementos importantes, mas não únicos, para que o professor possa pensar a sua relação com seus alunos de uma forma dialógica na perspectiva freireana.

Por outro lado, considerando a relação do professor com sua própria prática Freire traz mais um “saber” de sua lista muito importante principalmente considerando a formação de educadores: “ensinar exige reflexão crítica sobre a prática” (FREIRE, 1996 p. 17). Segundo Freire:

Na formação permanente dos professores, o momento fundamental é o da reflexão crítica sobre a prática. É pensando criticamente a prática de ontem que se pode melhorar a

próxima prática. O próprio discurso teórico, necessário à reflexão crítica, tem de ser de tal modo concreto que quase se confunda com a prática. (FREIRE, 1996 p. 18)

Esse parece ser um elemento vital para a construção da autonomia do professor. Afinal se ele não analisar sua própria prática, com o distanciamento necessário, não poderá ser capaz de mudá-la, até porque não perceberá a necessidade de mudanças. Dito de outro modo, se o professor não consegue reconhecer virtudes e problemas na sua prática e as razões de tais virtudes ou problemas existirem como ele desejará ou poderá mudar? Essa reflexão da prática é um grande momento de aprendizagem para os professores, por isso é importante que seja feita com critérios. E nesse sentido a capacidade de fazer essa análise pode conduzir o professor a uma maior liberdade ou autossuficiência para suas escolhas, ou seja, pode auxiliar na construção da sua autonomia.

Os elementos da pedagogia freireana ajudam a entender o que torna um professor progressista e também autônomo, contudo para o contexto dessa pesquisa é importante também a busca por uma caracterização da autonomia do professor que possa auxiliar na análise do perfil dos professores investigados. Para isso pode-se recorrer às ideias de Contreras (2012) para quem só é possível significar a autonomia do professor considerando sua relação com a profissão e com a sociedade. Ou seja:

O esclarecimento da autonomia é por sua vez a compreensão das formas ou dos efeitos políticos dos diferentes modos de se conceber docente, bem como as atribuições da sociedade na qual estes profissionais atuam. (...) ao falar da autonomia do professor, estamos falando também de sua relação com a sociedade e, por conseguinte, do papel da mesma com respeito à educação. (CONTRERAS, 2012, p.29).

Na construção de seu arcabouço sobre a autonomia de professores, Contreras se apoia, analisa e expande conceitos como por exemplo, o do profissional reflexivo de Schön (1983), o do professor como pesquisador de Stenhouse (1987) e do professor como intelectual crítico de Giroux (1990). Assim ele apresenta três modelos de professores e também três aspectos ou

dimensões fundamentais para que o trabalho de ensinar tenha qualidade que estão resumidos no quadro abaixo.

A autonomia profissional de acordo com os três modelos de professores

		MODELOS DE PROFESSORES		
		Especialista técnico	Profissional reflexivo	Intelectual crítico
DIMENSÕES DA PROFISSIONALIDADE DO PROFESSOR	<i>Obrigação moral</i>	Rejeição de problemas normativos. Os fins e valores passam a ser resultados estáveis e bem definidos, os quais se espera alcançar.	O ensino deve guiar-se pelos valores educativos pessoalmente assumidos. Definem as qualidades morais da relação e da experiência educativas.	Ensino dirigido à emancipação individual e social, guiada pelos valores de racionalidade, justiça e satisfação.
	<i>Compromisso com a comunidade</i>	Despolitização da prática. Aceitação das metas do sistema e preocupação pela eficácia e eficiência em seu êxito.	Negociação e equilíbrio entre os diferentes interesses sociais, interpretando seu valor e mediando política e prática entre eles.	Defesa de valores para o bem comum (justiça, igualdade e outros). Participação em movimentos sociais pela democratização.
	<i>Competência profissional</i>	Domínio técnico dos métodos para alcançar os resultados previstos.	Pesquisa/reflexão sobre a prática. Deliberação na incerteza acerca da forma moral ou educativamente correta de agir em cada caso.	Autorreflexão sobre as distorções ideológicas e os condicionantes institucionais. Desenvolvimento da análise de da crítica social. Participação na ação política transformadora.
CONCEPÇÃO DA AUTONOMIA PROFISSIONAL		Autonomia como <i>status</i> ou como atributo. Autoridade unilateral do especialista. Não ingerência. Autonomia ilusória: dependência de diretrizes técnicas, insensibilidade para os dilemas, incapacidade de resposta criativa diante da incerteza.	Autonomia como responsabilidade moral individual, considerando os diferentes pontos de vista. Equilíbrio entre independência de juízo e a responsabilidade social. Capacidade para resolver criativamente as situações-problema para realização das pretensões educativas.	Autonomia como emancipação: liberação profissional e social das opressões. Superação das distorções ideológicas. Consciência crítica. Autonomia como processo coletivo (configuração discursiva de uma vontade comum), dirigido à transformação das condições institucionais e sociais do ensino.

Fonte: CONTRERAS, 2012, p. 211.

Esse quadro apresenta de forma sintética e também bastante clara os elementos ou a postura de cada modelo de professor diante das diferentes dimensões da sua atuação como professor. A partir destes elementos é possível também caracterizar a autonomia profissional de cada modelo de professor. O que se mostra bastante importante para se analisar em que modelo de professor os sujeitos de uma dada ação educativa se encontram e se durante ou após a ação ocorrem mudanças em sua postura. Obviamente é importante destacar que essa classificação não é rígida e que as posturas e escolhas de um professor em diferentes contextos podem permitir que ele se enquadrasse em mais de um dos modelos.

3.6. Contribuições do referencial freireano dos momentos pedagógicos nas pesquisas em ensino de ciências e na formação de professores: um breve panorama

Para finalizar essa discussão sobre o referencial teórico e caminhar para a construção da proposta de atividade educativa que esta pesquisa se propõe a realizar, torna-se interessante uma breve revisão sobre os trabalhos já realizados nessa linha. Esse panorama será apresentado sob duas vertentes: os trabalhos que se baseiam na utilização dos Momentos Pedagógicos para o ensino de temas científicos e os trabalhos que se apoiam nas ideias de uma educação dialógica na formação de professores. Essa separação visa apenas facilitar a organização dos trabalhos a serem discutidos e a condução da discussão. Isso porque na construção desta proposta foram consideradas essas duas vertentes.

Em Muenchen e Delizoicov (2012) é possível conhecer um pouco mais sobre a gênese e também a propagação da dinâmica didático-pedagógica dos Três Momentos Pedagógicos. Segundo os autores deste trabalho, as primeiras discussões ocorreram no Instituto de Física da USP na metade final dos anos 1970 com o objetivo de transpor as ideias de Paulo Freire para o contexto escolar, culminando numa realização do projeto de ensino de ciências desenvolvido na Guiné-Bissau. A esta primeira experiência somaram-se também projetos desenvolvidos no Rio Grande do Norte e na cidade de São

Paulo, durante o período em que Paulo Freire esteve a frente da Secretaria Municipal de Educação, no início dos anos 1990, que culminaram nas primeiras propostas da dinâmica dos 3MP. Ao longo dos anos, os 3MP foram sendo revistos e extrapolaram sua utilização inicial, tornando-se um parâmetro para o processo como um todo, fundamentalmente por seu aspecto dinâmico (MUENCHEN e DELIZOICOV, 2012, p. 212).

A propagação dessas ideias e sua utilização foram registradas por Araújo, Niemeyer e Muenchen (2013), ao analisarem trabalhos sobre os 3MP nas edições do EPEF até 2010. A maioria dos trabalhos encontrados tratava da utilização dessa dinâmica como um recurso metodológico essencial para a prática docente (p.4). Como exemplo desses trabalhos é possível citar o uso dos 3MP no ensino de relatividade (KARAN, CRUZ e COIMBRA, 2006) e a resolução de problemas baseada num conjunto de etapas desenvolvidas a partir dos 3MP (KIELT, SOUZA E MION, 2006).

Além dessa análise nos EPEFs, também é possível encontrar em outros eventos da área de ensino de ciências trabalhos que utilizam os Momentos Pedagógicos como referencial. A seguir serão citados alguns trabalhos de diferentes eventos apenas para ilustrar a difusão dessa metodologia, já que não é o objetivo desse tópico fazer uma revisão bibliográfica ampla. Ainda na área de ensino de física cita-se o trabalho de Silva e Queiroz (2010) que utilizou os 3MP para tratar o tema gerador motores elétricos na 3ª série do Ensino Médio e também o de Veridiano, Furtado e Queiroz (2012) que também utilizou os 3MP na resolução de problemas.

Já no ensino de astronomia, Albuquerque (2012), utilizou os 3MP em uma atividade que discutiu a reclassificação de Plutão como planeta-anão com alunos da 1ª série do Ensino Médio de uma escola pública de São Paulo. Seu objetivo era discutir tópicos de Natureza da Ciência com seus alunos. No ensino de ciências, pode-se citar como exemplo o trabalho de Forgiarini e colaboradores (2005) que apresenta uma proposta que utilizou o Arroio Cadena para discutir questões relativas ao uso da água e conceitos científicos como densidade e solubilidade com alunos da 8ª série do Ensino Fundamental.

Esse pequeno panorama mostra os Momentos Pedagógicos propostos por Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2007), têm se difundido na área de ensino de ciências. Além disso, todos os trabalhos citados acima apresentam entre suas análises bons indícios do uso dessa dinâmica tanto em relação ao envolvimento dos alunos com o processo de ensino como quanto à aprendizagem dos temas em si. Mesmo considerando que alguns destes trabalhos não sigam a proposta na íntegra, ou por não trabalhar a partir de um tema gerador, ou por não compreender e/ou realizar bem a problematização inicial, ou por não valorizar o contexto do aluno na escolha do tema a ser estudado, só por romperem com o ensino tradicional antidialógico já é possível ter ganhos com essa proposta.

O fato de ser possível encontrar trabalhos relatando experiências com os 3MP pode ser consequência de discussões sobre isso na formação inicial e/ou continuada de professores de física. O que pode ser verificado também pela produção acadêmica, como por exemplo, pelo trabalho de Mion, Angotti e Bastos (1999) que relata uma experiência com licenciandos em física da UEPG. Os autores inseriram nas disciplinas de estágio curricular o estudo e aplicação das ideias freireanas de forma a permitir a vivência da dialogicidade na prática uma vez que todo o trabalho é feito coletivamente:

Os educandos participam (colaboram) na construção do projeto, a partir da discussão, análise e deliberação da proposta de projeto apresentada a eles. Os procedimentos e o cronograma são analisados, modificados, propostos e por fim, deliberados e colocados em prática. (MION, ANGOTTI e BASTOS, 1999, P. 198)

Nessa disciplina, após o estudo das ideias da educação dialógica freireana e sua transposição para o ensino de física a partir da dinâmica dos 3MP, os licenciandos planejam e desenvolvem suas aulas de regência a partir desse arcabouço teórico. Durante todo o processo são organizados momentos para reflexão dos alunos sobre suas práticas. Desta forma, o que esses autores estão propondo que é na formação do professor é importante não apenas ler de forma dogmática a obra de Freire, mas também “recriá-la, iluminar a prática à luz da concepção problematizadora e dialógica de

educação.” (MION, ANGOTTI e BASTOS, 1999, P.203). Em suas conclusões os autores destacam que um problema a ser enfrentado é resistência ao diálogo por parte dos alunos, mas que ainda assim eles consideram a proposta viável para ser usada na formação de professores, inicial ou continuada (MION, ANGOTTI e BASTOS, 1999, P.204).

Do ponto de vista da formação de professores, outro trabalho que se mostra interessante é o de Monteiro, Nardi e Bastos Filho (2012) que investigaram os discursos de professores da região nordeste em relação ao ensino de FMC, tema desta pesquisa. Esses autores indicam que, mesmo tendo participado de disciplinas sobre FMC na sua graduação esses professores não conseguem levar tais temas para suas aulas da educação básica. A hipótese defendida pelos autores é justamente a falta de uma formação pautada na problematização e dialogicidade que impede o desenvolvimento da autonomia desse professor para incluir temas mais atuais de física sem que seja uma mera repetição do que está no livro didático (MONTEIRO, NARDI e BASTOS FILHO, 2012, P. 11-12). No fundo, a crítica desses autores também é útil na discussão de temas clássicos de física, mas no caso da FMC se agrava pela escassez de material de apoio adequado. Situação que acaba por exigir mais do professor. Assim esses autores sinalizam a importância da superação do ensino bancário na formação de professores, mas sem, contudo apresentar propostas de como fazê-lo.

Esses são apenas dois exemplos dos vários trabalhos que defendem o uso do referencial freireano na formação de professores de Física. Justamente por concordar com essas pesquisas que neste trabalho é proposto um curso de formação continuada que se propõe a discutir com professores em exercício, de forma dialógica e problematizadora, a inserção da FMC nas aulas de física do Ensino Médio. Essa proposta é apresentada no próximo capítulo.

4. O CURSO DE FORMAÇÃO CONTINUADA, DETALHAMENTO DA PROPOSTA E SUA RELAÇÃO COM O REFERENCIAL TEÓRICO

Como já discutido no capítulo 1, é inegável a importância de trazer para aulas de física do Ensino médio temas mais atuais da física, mas por outro lado essa ainda não é uma prática comum entre os professores. Existem muitos trabalhos que ao analisar as falas dos professores apontam entre as dificuldades elencadas por eles o fato de não se sentirem preparados e não disporem de materiais de apoio adequados para ajuda-los a ensinarem temas de FMC (SANCHES e NEVES, 2010; SANCHES e CARVALHO, 2011; GRIMES, LAWAL e NETO, 2011; MONTEIRO, NARDI e BASTOS FILHO, 2009; MONTEIRO E NARDI, 2011; MONTEIRO, NARDI e BASTOS FILHO, 2013). Quando os professores afirmam que não se sentem preparados para ensinarem temas de FMC em suas aulas, parecem indicar lacunas na sua formação inicial (MONTEIRO e NARDI, 2011; POTENZA, 2011), o que leva alguns a procurar cursos de formação continuada.

Em um contexto de implementação de reformas curriculares, ou de inovações curriculares⁵, os cursos de formação continuada podem cumprir o duplo papel de suprir deficiências da formação inicial destes professores e aproximá-los das novas tendências de ensino ao apresentar-lhes estratégias para implementá-las (SHINOMIYA e RICARDO, 2011). Inserido neste contexto, esta pesquisa desenvolveu um curso de formação continuada sobre ensino de FMC seguindo ideias de uma educação dialógica e problematizadora na perspectiva freireana.

Este capítulo apresentará o curso de formação continuada, detalhando sua estrutura, atividades desenvolvidas a cada encontro, seus pressupostos e dificuldades enfrentadas, além de mostrar como o referencial teórico guiou essa construção.

⁵ Pode parecer inadequado o uso de inovação curricular para uma tendência que já está prevista há quase duas décadas, ou seja não é mais novo. Mas o ensino de FMC ainda é considerado como inovação por vários autores, provavelmente porque ela ainda não foi implementado como desejado. Assim esse termo também será usado aqui no sentido de expressar o que ainda é uma “tendência atual” de ensino em busca de implementação em sala de aula.

4.1. Apresentando o curso: detalhamento das atividades.

Pensar em uma ação educativa dialógica não é uma tarefa fácil, principalmente quando suas experiências prévias não tiveram essa característica. Assim é um desafio para qualquer formador é passar do discurso à prática, até para não repetir a máxima “faça o que eu digo e não o que faço”. Uma forma de estruturar uma ação educativa de forma dialógica e problematizadora segundo o referencial freireano é a dinâmica dos *Momentos Pedagógicos*, proposta por Delizoicov, Angotti e Pernanbuco (2007) e tem sido utilizada tanto em atividades de ensino na formação inicial de professores como em aulas do ensino médio, como foi apresentado no final do capítulo 3. Aqui a intenção é utilizá-la na formação continuada de professores, não como uma estratégia a ser a apresentada para eles, mas como agente estruturador do curso. Mesmo aparentando ser um espaço diferenciado de ensino, a formação continuada mantém características muito similares na relação entre educador e educando sendo a diferença apenas no objeto de estudo, que neste caso é o “ensino de FMC”, não apenas um conteúdo científico e nem apenas um estratégia de ensino. O que se busca com essa estrutura é que esses professores possam de fato aprender, no sentido freireano, ou seja,

se apropriar do aprendido, transformando-o em apreendido, com o que pode, por isso mesmo, reinventá-lo.(...) (ser) capaz de aplicar o aprendido-apreendido a situações existenciais concretas. (FREIRE, 2011 p. 29)

Ou seja, ao apreender sobre o “ensino de FMC” estes professores poderiam fazer suas escolhas de forma mais autônoma a respeito de “ se e por que eu quero ensinar FMC” e “o que, como e quanto eu quero ensinar FMC”.

Retomando o que foi apresentado no capítulo 3, os Três Momentos Pedagógicos são: a problematização inicial (PI), a organização do conhecimento (OC) e a aplicação do conhecimento (AC). Essa dinâmica foi útil não só na estrutura geral da atividade, como também a cada encontro realizado, pois desta forma a dialogicidade pode estar mais presente no curso (PERNAMBUCO, 1994). A tabela 2 mostra uma visão geral do curso apresentando como os 3MP ajudaram a organizá-lo.

Tabela 3: Visão geral do curso “Física Moderna e Contemporânea: porque e como inseri-la nas aulas?”

Momento Pedagógico	Em que encontro ocorreu	Temas abordados
Problematização Inicial	1º encontro	As justificativas para inserção da FMC no Ensino Médio; Como a FMC está presente nos livros didáticos atuais.
Organização do Conhecimento	2º, 3º e 4º encontros	A FMC nos parâmetros curriculares nacionais e na proposta curricular mineira; Experimentos reais e virtuais sobre FMC; Abordagens históricas sobre temas de FMC.
Aplicação do conhecimento	5º e 6º encontros	Espectroscopia com um exemplo de aula de FMC envolvendo experimentos e abordagens históricas; Socialização das propostas dos professores sobre a inserção da FMC em suas aulas

O Primeiro encontro foi destinado à problematização inicial, momento de suma importância para que o cursista possa se envolver com a proposta do curso. Os próximos três encontros foram destinados à organização do conhecimento abrindo espaço para problematizar questões sobre o uso de experimentos, objetos de aprendizagem, abordagem histórica no ensino de temas de FMC. Por fim, os dois últimos encontros caracterizam o momento de aplicação do conhecimento. Primeiramente com a discussão sobre a viabilidade de uma proposta de aula apresentada como exemplo e depois com a socialização das ideias e sugestões dos professores de se e como levariam temas de FMC para sua sala de aula.

A tabela 3 detalha as atividades realizadas a cada encontro, mostrando que os 3 MP também estão presentes em cada um deles. Essa tabela também permite uma visão mais detalhada do curso.

Tabela 3: Os 3MP em cada um dos encontros do Curso “Física Moderna e Contemporânea: porque e como inseri-la nas aulas?”

Encontro	Organização dos 3MP	Objetivos de encontro
1º	<p>(PI): Qual a física eu quero ensinar aos meus alunos?</p> <p>(OC): A FMC nos Livros Didáticos que eles utilizam em suas aulas.</p> <p>(AC): a escolha das minhas fontes para pensar minhas aulas.</p>	Inserir o professor-cursista na discussão sobre a natureza do ensino de física atual, focando na FMC como uma das possibilidades indicadas para a melhoria e atualização das aulas de física.
2º	<p>(PI): Por que eu devo inserir FMC?</p> <p>(OC): A importância da FMC para o ensino de física do ponto de vista dos documentos oficiais da relação desse tema com o cotidiano do aluno.</p> <p>(AC): Escolha de possíveis temas de FMC para serem inseridos nas aulas</p>	Discutir a importância da FMC para o Ensino de Física tanto do ponto de vista dos documentos como da contextualização permitida pelo tema.
3º	<p>(PI): Experimentos, uma estratégia para ensinar FMC?</p> <p>(OC): as diversas abordagens experimentais no ensino de FMC</p> <p>(AC): Escolha de possíveis experimentos para o ensino de FMC</p>	Discutir as diferentes abordagens possíveis para a experimentação nas aulas de física e como essa estratégia pode auxiliar o ensino de FMC
4º	<p>(PI): HFC, uma estratégia para ensinar FMC?</p> <p>(OC): a abordagem histórico-filosófica no Ensino de Física</p> <p>(AC): Exemplos de algumas abordagens histórico-filosóficas no ensino de FMC.</p>	Discutir os usos mais adequados da HFC no ensino de física e como essa abordagem pode auxiliar no ensino de FMC
5º	<p>(PI): Como é possível descobrir da Terra a composição de uma estrela?</p> <p>(OC): análise do episódio histórico do desenvolvimento da espectroscopia e modelo atômico de Bohr</p> <p>(AC): apresentação da estrutura da aula.</p>	Apresentar um exemplo de aula com um tema de FMC que se utilize das estratégias discutidas anteriormente
6º	<p>(PI): Elaborar/aplicar uma proposta de aula usando FMC</p> <p>(OC): Construção de um plano de ensino com o detalhamento da aula.</p> <p>(AC): apresentação da proposta ou resultado obtido</p>	Momento de avaliar o que os professores-cursistas incluíram (ou pretendem incluir) de FMC ou das estratégias de ensino apresentadas em suas aulas.

A seguir serão detalhadas as atividades de cada encontro para que se possa ter uma melhor visão sobre o curso, assim como conhecer quais atividades foram realizadas e como elas se relacionavam com a estrutura teórica aqui apresentada.

4.1.1. O primeiro encontro: problematizando o ensino de FMC

O primeiro encontro começou com a apresentação do curso e da equipe executora e do grupo de cursistas. Aos cursistas foi solicitado que eles falassem sobre sua formação, sua experiência com a docência da física e também de suas expectativas tanto com relação ao curso quanto com relação à sua carreira. A seguir a professora formadora também se apresentou de maneira semelhante aos cursistas e falou sobre o projeto de pesquisa no qual se inseria esse curso. Esse primeiro momento permitiu um primeiro entrosamento entre os cursistas e a formadora e também foi o momento de ter o consentimento dos cursistas para a realização dessa pesquisa. Com a autorização de todos, os encontros passaram a ser filmados. Essa apresentação também trouxe os primeiros elementos que ajudaram a caracterizar esses professores, tais como sua formação, tempo de docência, etc.

A seguir a professora formadora trouxe algumas questões para as primeiras reflexões do grupo: Por que você escolheu estudar e ensinar física? Por que se deve ensinar física no Ensino Médio? Que física você ensina nas suas aulas? Que física você gostaria de ensinar? Neste momento, como previsto na Problemática Inicial, o papel da professora formadora foi o de conduzir as discussões e incentivar a participação de todos. Nesse diálogo inicial o intuito foi o de troca de experiências para que eles percebessem que muitas vezes suas dificuldades ou seus acertos são semelhantes aos dos colegas. Havia também uma expectativa de que as colocações deles se aproximassem do que é recorrente em textos acadêmicos sobre ensino de física. Para isso a formadora tinha um slide com frases recorrentes tanto nos PCN+ (BRASIL, 2002) como em diversos artigos da área tais como: “um bom ensino de física deve contribuir para motivar o aluno para a sua aprendizagem”, “um bom ensino de física deve fazer sentido para o aluno no momento em que

ele estuda” e “um bom ensino de física deve ter conexões com o cotidiano do aluno”, para ser mostrado caso as falas deles ecoassem tais ideias. Como isso ocorreu, foi possível trazer esse slide para a discussão e continua-la a partir do questionamento sobre o quanto se sentiam representados naquelas frases. Esse foi o primeiro momento de aproximação dos professores com as pesquisas acadêmicas, estratégia que será repetida em outros momentos do curso, pois essa aproximação é um elemento importante na estrutura do curso.

Foi a partir dessa discussão sobre as características de um bom ensino de física, que a professora formadora trouxe o tema “ensino de FMC” para ser problematizado. Neste momento os professores já estavam imersos na problematização realizada sobre o ensino de física e por já terem interesses prévios no ensino de FMC mostraram-se motivados a discutir mais sobre a inserção da FMC em suas aulas. Essas primeiras discussões fizeram parte da Problematização Inicial, que teve o intuito de aproximar os professores da proposta inicial do curso.

Uma vez imersos nessa discussão, o próximo passo foi uma atividade realizada com os livros didáticos que eles utilizavam tanto em sala de aula, como aqueles que subsidiavam suas preparações de aula. Foi solicitado que eles analisassem que conteúdos e com que abordagens ou estratégias a FMC era apresentada nesses livros. Para que a atividade tivesse êxito, foi solicitado na inscrição que eles levassem seus livros para esse dia. A escolha de usar o livro didático como suporte para essa atividade foi feita baseada na literatura que indica que este é um elemento importante no cotidiano do professor. Como o intuito aqui já era o de pensar sobre elementos que poderiam contribuir com o ensino de FMC, pode-se considerar que essa atividade fez parte do momento pedagógico de Organização do Conhecimento. Para auxiliar nessa atividade, solicitou-se também que eles buscassem em seus livros respostas para algumas questões que poderiam vir de seus alunos e cujas respostas dependeriam de conhecimentos de FMC, tais como: “Como funcionam as portas automáticas de shoppings centers?”, “o que são nanopartículas?”. A questão de fundo nesta atividade na verdade era: “o material que você escolheu e utiliza lhe dá suporte suficiente para introduzir temas de FMC em

suas aulas?”. Para ampliar essa discussão a professora formadora tinha em mãos dois elementos: exemplares de livros didáticos aprovados pelo PNLD-2012 e slides com informações sobre cada um deles no que se refere aos temas de FMC. Essas informações foram retiradas do guia de análise dos livros que o MEC disponibiliza aos professores para ajudá-los na escolha das obras que irão adotar (BRASIL, 2011b). Assim dependendo das respostas deles na análise de seus livros, a professora formadora ou apresentava novos títulos para serem analisados, ou ampliava a análise do título em questão utilizando os slides disponíveis, ou compartilhando o livro do cursista para discutir com outros colegas.

Todos os livros analisados, entre os aprovados pelo PNLD atual e os demais que eles trouxeram, continham temas de FMC, mas com diferentes sequências de conteúdos, abordagens e níveis de profundidade, o que reflete um pouco dos resultados mostrados no capítulo 1 ao discutir a evolução de temas de FMC nos livros didáticos. Existiam desde autores já tradicionais como alguns com propostas novas com design inovador de conteúdo e apresentação do mesmo⁶. Os slides com os recortes das análises dos livros do PNLD estão no anexo I no tópico de Problemática Inicial. Por fim, no fechamento desse primeiro encontro houve uma socialização sobre como e quais critérios eles utilizam para escolher o tanto o livro didático a ser adotado por seus alunos como o material que servia de fonte de consulta para elaboração de suas aulas. Houve também espaço para uma primeira análise dos livros que eles ainda não conheciam e em especial daqueles que foram considerados mais inovadores por fugir da sequência mais tradicional de conteúdos (KANTOR *et al*, 2010; PIETROCOLA *et al*, 2011). Ao final, na etapa de Aplicação do Conhecimento houve uma retomada das discussões anteriores para tentar sintetizar as análises que fizeram sobre os livros e seus critérios de escolha.

4.1.2. O segundo encontro: por que ensinar FMC?

Os demais encontros também seguiram essa dinâmica de ter uma estrutura prévia, mas flexível para se adequar às sugestões dadas. Com a

⁶ Para maiores detalhes, retome o tópico 1.3 – A Física Moderna e Contemporânea nos livros didáticos avaliados pelo PNLD

diferença que a partir do segundo encontro, algumas sugestões ou questionamentos dos professores cursistas já eram incorporados na estrutura inicial. O segundo encontro se destinou à discussão sobre as razões para trazer temas mais atuais de física para sala de aula, tanto do ponto de vista das orientações curriculares vindas do governo federal ou estadual, como do ponto de vista do interesse despertado pelo tema em si. Aliás, a questão da motivação dos alunos foi um dos elementos incorporados na discussão devido à ênfase que os professores deram a esse ponto no encontro anterior. Ou seja, a questão principal desse encontro foi justamente “por que ensinar temas de FMC?”, como constava no título do curso na sua divulgação.

Uma vez que no encontro anterior o ensino de FMC foi colocado como uma das possibilidades para construção de um bom ensino de física, nesse encontro buscava-se ampliar essa discussão incluindo elementos dos documentos oficiais e das pesquisas acadêmicas que ajudassem a justificá-lo. Esse também foi o momento de diferenciar o que se considera a Física Moderna da Física Contemporânea. Assim houve um slide inicial que apresentou essa separação indicando que os temas da chamada Física Moderna são aqueles relacionados às duas revoluções científicas ocorridas no início do século XX que deram origem às teorias da física quântica e da relatividade. Ou seja, os temas mais presentes nos livros, como mostrado no capítulo 1, como efeito fotoelétrico, introdução à mecânica quântica e relatividade especial, são considerados temas de Física Moderna. Já os conceitos envolvidos em teorias surgidas a partir da metade do século XX até o período atual, tais como a física de partículas, semicondutores ou nanociência, são considerados temas de Física contemporânea (OSTERMANN e RICCI, 2002; DOMINGUINI, 2012). Essa apresentação teve finalidade apenas destacar a diferença na nomenclatura, já que até alguns autores de livro didático fazem essa confusão (como mostrado no capítulo 1) e para chamar atenção de que a FMC vai além da teoria da relatividade e da mecânica quântica.

A partir dessa apresentação inicial, foi mostrado um slide (figura 1) com alguns temas típicos da FMC acompanhado das seguintes perguntas: “quais

desses temas você conhece?” e “quais desses temas você ensina?”. Com essa discussão no início do encontro foi possível retomar as discussões anteriores sobre por que ensinar FMC e assim poder dar continuidade a ela, dando início à Problemática Inicial deste encontro.

Relatividade Restrita	Efeito fotoelétrico	Radiação de corpo Negro	Dualidade onda-partícula
Materiais semicondutores	Relatividade Geral	Modelo Padrão de Partículas	Nanociência
Espectroscopia	Princípio da Incerteza	Computação Quântica	Laser

O que você ensina?

Logos: DICA, UFPR, CNPq

Figura 1 – Slide usado no 2º encontro

A expectativa aqui foi iniciar uma discussão sobre a relação entre o que o professor aprendeu em sua graduação e o que ele consegue levar para sala de aula quando se fala em FMC. Esse ponto será retomado em outros momentos do curso e também foi importante para conhecer mais sobre a formação e experiência destes professores. A partir daí a discussão retornava para as justificativas de inserir esses temas em suas aulas. Assim o próximo slide trazia uma síntese de justificativas para o ensino de FMC, mas desta vez extraídos de uma pesquisa de mestrado que analisou essa questão do ponto de vista de professores da rede pública do Paraná (D'AGOSTIN, 2008). Esse foi mais um momento do curso em que se valorizou o contato dos professores cursistas com as pesquisas acadêmicas. A escolha desse trabalho em particular, entre tantos sobre essa temática, se deu por duas razões principais: por ser um trabalho que envolveu a opinião de professores em exercício, o que poderia deixá-lo ainda mais familiar para os cursistas, e por trazer informações que casavam com a ideia dessa etapa da atividade que era relacionar a discussão sobre porque ensinar FMC com questões relacionadas com a motivação do aluno, como com as orientações curriculares. Assim esse slide facilitou a condução das discussões.

O próximo slide (figura 2, slide da esquerda) permitiria discutir as razões de se trazer a FMC tanto olhando para o que dizem os documentos oficiais como considerando os possíveis interesses dos alunos. Esse foi um dos slides que permitia escolhas para a continuação da atividade dependendo do rumo dado pelas falas dos professores cursistas. Os slides preparados para dar continuidade a ele traziam informações sobre como os PCN+ (BRASIL, 2002) e a proposta curricular mineira (Minas Gerais, 2006) apresentavam os temas de FMC e quais conteúdos eram sugeridos e para que séries. Havia também o slide mostrado ao lado dele (Figura 2, slide da direita) que apresentava algumas questões sobre conceitos de FMC que os estudantes poderiam trazer como dúvida ou curiosidade para aula ou que o professor poderia usar para instigar a curiosidade de seus alunos. A escolha destas perguntas foi subsidiada tanto por temas abordados nos Livros Didáticos do PNLD-2012, como em alguns relatos de experiência disponíveis na literatura. Todos esses slides poderiam ser (e de fato foram) utilizados no momento em que as discussões dos professores cursistas pediam mais elementos para continuar. Contudo havia também a possibilidade de não utilizá-los se os professores apresentassem um novo caminho para essa discussão.

Figura 2 – Slides utilizados no 2º encontro para discutir justificativas do ensino de FMC.

O objetivo principal da professora formadora com essa atividade foi o de aproximar os professores cursistas dos documentos oficiais. Afinal é comum que eles conheçam as propostas, mas não reconheçam tais documentos como aliados para ajudá-los na implementação das propostas de ensino que apresentam. Assim é importante que exista um momento para que eles

possam discutir melhor esses documentos e suas sugestões e implicações para o ensino de física. Até para desenvolver uma crítica para tais documentos, é necessário um olhar mais cuidadoso para eles. Pela forma como essa atividade se desenvolveu, é possível considerá-la como parte do momento pedagógico de Organização do Conhecimento.

Por fim, o fechamento desse encontro ocorreu com a tentativa de que cada professor cursista pudesse responder a pergunta inicial “Por que, ou não, levar temas de FMC para suas aulas”. Assim a Aplicação do Conhecimento ocorreu com os professores cursistas retomando os conhecimentos construídos nas discussões anteriores para formalizarem sua própria justificativa para o ensino de FMC.

Vale ressaltar também que do ponto de vista da estrutura geral do curso, esse é o primeiro dos três encontros que correspondem ao momento de Organização do Conhecimento. Isso porque se considera que para discutir o ensino de FMC deve-se ir além de apenas discutir conceitos de FMC. O conhecimento que o professor precisa mobilizar para se sentir seguro para trazer esses temas para suas aulas envolvem tanto questões conceituais como pedagógicas, além das justificativas para fazê-lo. Ou seja, é fundamental que ele saiba responder as questões “Por que?” e “como” ensinar FMC além de simplesmente escolher quais conteúdos ele irá abordar. Já que o “Por que ensinar FMC?” foi o tema do segundo encontro, o “como ensinar FMC?” será o foco dos próximos dois encontros, conforme detalhado a seguir.

4.1.3. O terceiro e quarto encontros: como ensinar FMC?

Os próximos dois encontros do curso tiveram o objetivo de discutir com os professores o “como ensinar FMC”, ou seja, algumas estratégias e abordagens que possam auxiliá-los nessa tarefa, por isso eles serão descritos juntos nesse tópico. Para isso escolheu-se pela discussão do uso de experimentos, tanto reais como virtuais, e da contextualização histórica para ensinar os temas de FMC. Essa escolha aconteceu a priori, baseada na

literatura da área que apresenta muitos trabalhos com propostas didáticas usando ou uma ou mais das abordagens citadas. A seguir ela foi reforçada pela fala dos professores no primeiro encontro que disseram considerar importante utilizar experimentos e História da Ciência em suas aulas. Os conteúdos específicos que foram abordados, como o efeito fotoelétrico e semicondutores também foram escolhidos por indicação dos professores nos primeiros encontros. O efeito fotoelétrico também era uma das escolhas da formadora por ser o tema mais presente nos livros didáticos e também na Proposta Curricular Mineira. Como momento de Organização do Conhecimento, o foco aqui foi em trazer exemplos das estratégias citadas sobre alguns conteúdos específicos de FMC. Assim os professores cursistas poderiam discutir com a professora formadora tanto os conceitos envolvidos no tema apresentado como a estratégia em si e sua utilização. Ou seja, reforçando a ideia de que para ensinar FMC o professor precisa dominar tanto o conteúdo como a forma de ensiná-lo, o curso os tratou sempre juntos.

Para incorporar elementos indicados pelos cursistas, o planejamento final destes encontros só ocorreu após os primeiros encontros. Por isso no planejamento inicial houve uma semana de intervalo entre o segundo e o terceiro encontro para haver um tempo maior para sua preparação. Como o objetivo da professora formadora não era o de produzir novas propostas de ensino, mas sim de organizar e sistematizar alguns dos materiais disponíveis na literatura da área de ensino de física e compartilhá-los com os professores, esse tempo foi o suficiente para a preparação desses encontros. Vale lembrar que, como mostrado no capítulo 1, as pesquisas sobre ensino de FMC têm avançado e já existem muitos trabalhos com propostas de atividades voltadas para o ensino médio sobre vários temas da física moderna e alguns da física contemporânea. Assim pareceu mais razoável apresentar os professores cursistas a este universo, até para que ele possa aprender onde encontrar esses trabalhos, do que produzir e apresentar mais uma proposta pontual.

Nesta sistematização constavam sites e blogs de grupos de pesquisa e de sites do governo do Estado de Minas Gerais⁷, o CRV, com textos de apoio e propostas de ensino de FMC, repositórios de objetos de aprendizagem sobre o tema, além é claro, os próprios livros didáticos. Percebam que nessa escolha procurou-se cobrir a diversidade de fontes existentes. Com isso, mesmo que os materiais apresentados fossem relativos a alguns poucos conteúdos específicos, o professor teria contato com estas diferentes fontes, o que poderia ajudá-lo na busca de materiais sobre outros temas. Até porque não seria possível num curso de curta duração abordar todos os temas da Física Moderna, quanto mais da Física Contemporânea, que está em constante desenvolvimento. Ao final do curso os professores receberam um CD-rom com todos os arquivos dos materiais indicados ao longo do curso, assim como, os experimentos que foram usados acompanhados de roteiros para reproduzi-los. Os slides do curso presentes no Anexo I (no tópico de Organização do Conhecimento) apresentam esses materiais, e os roteiros dos experimentos estão no Anexo II. Enfim, ressalta-se que o objetivo da professora formadora com essas atividades foi o de instrumentalizar esses professores tanto do ponto de vista de recursos como de estratégias, pois ao final do curso eles tinham em mãos uma série de materiais para trabalhar com os temas discutidos nas aulas e também conhecimento para buscar novos materiais de apoio.

De forma geral os dois encontros seguiram uma mesma estrutura diferenciando apenas na discussão sobre o uso de experimentos ou de abordagem histórica. Ambos trataram sobre efeito fotoelétrico e funcionamento de semicondutores. Ao mesmo tempo em que se discutia sobre os conceitos envolvidos, também se discutia sobre como utilizar aquele experimento com os alunos, além é claro, do cuidado com o uso da linguagem. Os 3MP também orientaram a construção das atividades desenvolvidas nesses encontros como indicados a seguir:

⁷ A Secretaria de Educação de Minas Gerais mantém um portal com um vasto repositório de materiais para amparar os professores, é o Centro de Referência Virtual do Professor. As indicações de materiais apresentados aqui foram retirados deste portal que está disponível em: <http://crv.educacao.mg.gov.br>

Problematização Inicial: problematização da utilização da abordagem ou estratégia de ensino apresentada em suas aulas.

Organização do Conhecimento: Apresentação da síntese de materiais disponíveis aos professores utilizando a abordagem ou estratégia em discussão para temas de física moderna.

Aplicação do Conhecimento: discussão de como essa estratégia ou abordagem pode ajudar nas suas aulas.

O terceiro encontro começou com a professora formadora questionando aos cursistas o que eles conheciam sobre o efeito fotoelétrico, se já o ensinaram em suas aulas e como eles explicaram ou explicariam o fenômeno a seus alunos. Esse foi o momento de levantar o conhecimento prévio dos professores cursistas tanto do ponto de vista teórico (o que eles conhecem sobre o tema) como do pedagógico (que estratégias eles utilizam para ensiná-lo). Por mostrarem alguma insegurança ao falarem sobre o assunto, a pesquisadora apresentou aos professores cursistas dois textos que discutiam o efeito fotoelétrico tanto do ponto de vista teórico como das estratégias de ensino. Novamente reforçando o contato dos professores cursistas com a literatura específica da área e pontuando a ajuda que estes trabalhos de pesquisa podem oferecer para a elaboração das suas aulas. Houve também um momento para construir junto com os cursistas o conhecimento necessário para compreender tanto o efeito fotoelétrico, como o funcionamento de um material semicondutor. Tais discussões foram feitas de forma mais fenomenológica, mas sempre que possível e necessário a formalização matemática também era utilizada.

A seguir a discussão partiu para a questão experimental, seria possível fazer experimentos sobre o efeito fotoelétrico em sala de aula. Após um debate no qual os cursistas mostravam conhecer apenas o experimento usado em suas aulas de graduação sobre o tema, que é inviável para escolas da educação básica por ser de alto custo, a pesquisadora apresentou algumas simulações computacionais sobre o tema (os links nos slides do Anexo I, no tópico de Organização do Conhecimento). Nesta etapa a atividade proposta foi

de explorar coletivamente a ferramenta e pensar em como usá-la em sala de aula, além, claro, de utilizá-las para reforçar os conceitos envolvidos no fenômeno. Outro tema de interesse foi o funcionamento de semicondutores, devido à confusão que alguns professores faziam entre os sensores baseados no efeito fotoelétrico com aqueles baseados no efeito fotovoltaico que permite a transformação da luz solar em energia elétrica. Assim também foram apresentados e discutidos materiais que explicavam esse segundo fenômeno, textos de apoio presente em blogs de pesquisadores e em revistas da área de ensino de física.

Por fim, a professora formadora também apresentou uma proposta de experimento que possibilitava, a partir da análise do efeito fotoelétrico, estimar a constante de Plank. Neste experimento também é possível discutir sobre o fenômeno de interferência e difração da luz de lasers.

Por fim a Aplicação do Conhecimento foi feita pela discussão sobre a viabilidade ou não de incorporar alguma das sugestões apresentadas em suas aulas. O objetivo aqui foi permitir que além de pensarem em uma proposta de aula sobre o tema específico, que eles pensassem também na dinâmica dessa aula. Ou seja, se usariam o experimento ou a simulação ou ambos e se seria uma atividade demonstrativa, ou investigativa, por exemplo.

A mesma dinâmica se repetiu no quarto encontro quando a proposta foi discutir as contribuições de uma abordagem histórica em suas aulas. Como no caso da experimentação, os professores também disseram ter interesse em usar fatos históricos em suas aulas com o intuito de ilustrá-las ou torná-las mais interessantes, mas que em geral se restringiam a isso, até por não conhecerem muito sobre História da Ciência. Por mostrarem uma visão restrita sobre a utilização da História da Ciência em suas aulas, a atividade proposta aqui teve o objetivo de trazer para os professores cursistas um novo olhar para as contribuições que a História da Ciência pode dar para o ensino de física, indo além de um mero agrupamento de fatos e datas.

Novamente o efeito fotoelétrico serviu como “pano de fundo” e a discussão foi guiada pela seguinte questão: “Por que Einstein ganhou o prêmio

Nobel pela explicação do efeito fotoelétrico e não pela teoria da relatividade?” Para buscar uma resposta a essa pergunta seria preciso conhecer o contexto em que esses dois trabalhos de Einstein se desenvolveram, assim como as suas contribuições para a ciência daquela época. Ou seja, é preciso fazer um estudo histórico que considere que a ciência faz parte das tradições socioculturais de uma determinada época e não apenas saber do que trata o trabalho e quando foi publicado. Para isso então a pesquisadora apresentou alguns elementos históricos desta época, como os problemas científicos da época, as demais teorias que estavam sendo desenvolvidas e o contexto sócio-político em que esses trabalhos se inseriram e problematizou-o com os professores cursistas. Os slides com essa discussão estão no Anexo I (no tópico de Organização do Conhecimento).

Essa discussão permitiu tanto explorar conceitos científicos presentes no episódio como questões sociais inerentes a ele. E mais uma vez o papel da professora formadora foi o de fomentar as discussões e apresentar elementos que permitisse que os professores cursistas ampliassem seu conhecimento sobre o tema. Ou seja, apresentar novos materiais de referência oriundos da literatura da área. Nesse caso em particular foram mostradas as publicações especiais sobre os trabalhos de Einstein lançados na ocasião do centenário do ano em que publica seus principais trabalhos. E assim, como no caso da experimentação, a Aplicação do Conhecimento foi realizada pela discussão sobre a viabilidade de levar para suas aulas essa discussão contextualizada da história da ciência, no lugar da simples menção de fatos organizados cronologicamente.

4.1.4. O quinto encontro: espectroscopia, um exemplo de aula sobre FMC

Após as discussões sobre o “por que” e o “como” ensinar FMC chegou o momento de analisar uma proposta prática. Para isso, no quinto encontro estava prevista a apresentação de uma aula-exemplo envolvendo tanto o uso de experimentos como abordagem histórica. Durante o encontro a professora formadora apresentou aos professores uma sequência de conteúdos e atividades propostas para aula e eles puderam realizar as atividades e discutir

entre eles as viabilidades desse exemplo em seus ambientes escolares. Por já apresentar uma síntese das discussões anteriores em uma sequência de atividades prontas para ser utilizada em sala de aula, esse encontro pode ser caracterizado por fazer parte do momento pedagógico de Aplicação do Conhecimento.

Este foi outro momento do curso em que a pesquisadora valeu-se do seu espaço na relação dialógica para escolher o tema central da aula. Contudo, para manter a afinidade com o referencial teórico houve o cuidado de escolher esse tema pensando nas características do que Freire chamou de “tema dobradiça”:

A introdução desses temas, de necessidade comprovada, corresponde, inclusive, à dialogicidade da educação, de que tanto temos falado. Se a programação educativa é dialógica, isto significa o direito que também têm os educadores-educandos de participar dela, incluindo temas não sugeridos. A estes, por sua função, chamamos “temas dobradiças”. (FREIRE, 2005, p.134)

O tema escolhido foi espectroscopia, ou em particular a análise do espectro da luz visível emitida por estrelas ou lâmpadas de diferentes naturezas e sua relação com a composição química do material que a emitiu. A escolha desse tema se ampara em:

- Constar no PCN+ (BRASIL, 2002, p.77-78) na descrição do tema estruturador “Matéria e Radiação”, que envolve o estudo da interação da radiação com a matéria, incluindo o estudo da estrutura atômica e suas propriedades;
- Já possuir uma boa bibliografia que inclui propostas de ensino disponível tanto nas atas de eventos como em revistas da área de ensino de física;
- Ter amparo em alguns livros didáticos incluindo alguns que apresentam propostas de ensino inovadoras em relação à sequência de conteúdos tradicionais;

- Possuir potencial interdisciplinar por permitir discussões sobre astronomia e química;

Essas características podem corresponder ao que Freire menciona como “necessidade comprovada”, já que essa escolha pode ser justificada sobre diferentes aspectos. Mas alia-se a isso outro fator importante a se considerar é que o objetivo da formadora com essa “aula-exemplo” também foi o de fugir das escolhas mais comuns feitas ao se trazer temas de Física Moderna para as salas de aula, como o efeito fotoelétrico, a relatividade restrita e introdução à mecânica quântica. Assim os professores cursistas também poderiam ter contato com outros temas o que contribuiria para ampliar suas opções de planejamento de temas de FMC para suas aulas.

A estrutura dessa aula exemplo também continha os 3 MP, pois mesmo não discutindo explicitamente com os professores sobre essa estrutura, foi intenção da pesquisadora discutir com os professores cursistas uma estrutura de aula problematizadora. A *problematização inicial* sugerida para ser utilizada nessa aula ocorreu com a questão “como podemos saber a composição de uma estrela apenas observando-a aqui da Terra?”.

Após a etapa de discussão sobre as possíveis respostas para a questão inicial, espera-se chegar de alguma forma a ideia de que é preciso analisar alguma informação oriunda da estrela. A partir disso passa-se para a etapa de *Organização do Conhecimento* no qual são apresentadas atividades envolvendo experimentos e informações históricas que possam permitir construir o conhecimento necessário para buscar respostas para a pergunta inicial.

As atividades de ensino utilizadas nesse encontro não são originais e nem foram criadas pela autora deste trabalho, pois, como já mencionado, a intenção era apresentar aos professores os diversos materiais já existentes e disponíveis a eles sobre o tema espectroscopia. Para isso utilizou-se suporte do livro Física em Contextos (PIETROCOLA *et al*, 2011), assim como material desenvolvido pelo grupo de pesquisa NUPIC e disponível no site do grupo, textos e orientações pedagógicas disponíveis no Centro de Referência Virtual

do Professor, além de outros blogs que abordavam o tema. Essa coletânea de matéria também consta nos Anexos I (no tópico de Aplicação do Conhecimento) e II deste trabalho.

O trabalho da pesquisadora foi, mais uma vez, o de escolher e organizar a sequência em que as atividades seriam apresentadas aos professores cursistas. Eles tiveram tempo de realizá-las durante o encontro para que pudessem conhecê-las bem antes de analisá-las na etapa final do encontro.

Ao final, na Aplicação do Conhecimento, os cursistas deveriam primeiramente, a partir das discussões realizadas até o momento e baseado em seus conhecimentos prévios, apresentar as respostas para a pergunta inicial. Contudo como o objetivo do encontro, e do curso como um todo, era também de analisar a viabilidade das propostas de ensino apresentadas, eles também foram convidados a discutir a viabilidade de aplicação do exemplo dado.

4.1.5. O sexto encontro: socializando experiências

Após o quinto encontro houve uma pausa de três semanas para que os professores tivessem tempo de pensar e discutir com seus pares nas escolas em que trabalhavam sobre se seria interessante e de que maneira levariam temas de FMC para suas aulas. A expectativa é que nesse último encontro eles pudessem socializar suas ideias e planejamentos. O resultado desta socialização será apresentado no próximo capítulo que analisa dos dados da pesquisa. Além disso, foi o momento de entrega do material de apoio do curso incluindo os materiais necessários para realizar os experimentos e o CD com todos os arquivos utilizados no curso (Anexos I e II).

4.2. O curso: os pressupostos, as dificuldades e as escolhas

O curso detalhado anteriormente se apoia nas ideias de uma educação dialógica fundamentada no pensamento de Paulo Freire. Em outras palavras significa que as discussões propostas seriam balizadas pelas experiências

trazidas pelos professores que estão na sala de aula como também pelos resultados de pesquisas acadêmicas. Com isso espera-se que o curso seja um momento de formação mais ampla para os professores cursistas, visando também a troca de experiências e aprendizagem compartilhada, pois segundo Freire é através do diálogo que se pode chegar a uma educação libertadora. E para esse autor essa ação dialógica se dá não só durante a ação educativa em si, mas também quando é discutido coletivamente “sobre o que irão dialogar” (FREIRE, 2005 p.96).

Neste processo de diálogo, é importante que as vozes dos diferentes atores dessa ação educativa sejam ouvidas, ou seja, dos professores cursistas e da formadora (que é a pesquisadora deste trabalho). Neste caso, a voz da professora formadora trará para o curso questões importantes sobre o ensino de FMC já presentes na literatura da área. Assim, para dar conta dessa proposta, que incluísse uma estrutura prévia planejada pela formadora e os elementos trazidos pelos cursistas, o curso precisava ter flexibilidade. Isso ocorreu primeiramente com a escolha das datas, já que o curso não aconteceu em dias seguidos, mas sim em encontros aos sábados não necessariamente sequenciais. Foram ao todo seis encontros distribuídos entre os meses de Abril e Junho. Na escolha dessas datas levou-se em consideração a importância de ter um intervalo entre alguns encontros para haver tempo hábil para a adaptação das atividades de um próximo encontro a partir das discussões realizadas nos anteriores.

Por se tratar de um curso de extensão oferecido pela universidade a professores da educação básica vinculado a um projeto de pesquisa era necessário a existência de uma proposta inicial que permitisse a sua divulgação. Para isso a professora formadora, valendo-se do seu espaço na ação dialógica, escolheu o tema geral do curso amparada em sua história tanto como pesquisadora, que estuda a importância de levar temas mais atuais de física para o Ensino Médio, como professora da educação básica que vivenciou as dificuldades de fazê-lo, como nos indicativos presentes na literatura da área. Ao escolher o tema geral a partir de informações que refletem a voz de uma comunidade não é tão distante da ideia da redução temática (FREIRE, 2005),

afinal, o desejo de trazer temas atuais de física é constante nas pesquisas acadêmicas, inclusive incorporando o olhar do professor que está na sala de aula.

Houve também o cuidado de na apresentação do curso indicar para os professores interessados a intenção do curso em valorizar a sua participação não como ouvinte que apenas recebe informações, mas como um participante mais ativo da ação dialógica. Para isso, o texto de divulgação do curso, mostrado abaixo (Figura 3), usou expressões como “Construir com os professores”, “abrir espaço para dialogar”, entre outras. Além disso, foram apenas apresentadas as datas dos encontros e não um cronograma fechado e rígido indicando as atividades de cada encontro. Isso permitia que o professor, ao se inscrever, soubesse do assunto que trataria o curso e os dias de realização, o que facilitaria a sua organização para participar dele. Além disso, o texto de apresentação do curso indica que o público alvo eram os professores de Física interessados em discutir o ensino de FMC.

Formação Continuada de Professores

NOVO CURSO DE FORMAÇÃO CONTINUADA DA PARCERIA ENTRE MUSEU DICA E UFTM

TEMA: Física Moderna e Contemporânea: por que e como inseri-la nas aulas?

Proposta do curso: Neste curso iremos discutir a inserção de temas de física moderna e contemporânea nas aulas de Física no Ensino Médio. Nosso objetivo é primeiramente abrir espaço para dialogar sobre a importância da inclusão de temas mais atuais de física amparados tanto nos documentos oficiais da educação, nas propostas curriculares e nos materiais didáticos atuais, como também nas reflexões dos professores cursistas e suas experiências. A seguir pretendemos apresentar e construir com os professores cursistas diferentes estratégias e metodologias que favoreçam a inserção desses temas na sala de aula, incluindo pelo menos uma proposta fechada como sugestão para os professores cursistas. Com isso esperamos contribuir para instrumentalizar, tanto do ponto de vista operacional como teórico, o professor para levar nossos temas de física para suas aulas.

Cronograma do curso: Serão 6 encontros de 4 horas aos sábados distribuídos nos meses de abril, maio e Junho, no período da manhã.

1º Encontro: 06 de Abril	2º Encontro: 13/Abril	3º Encontro: 27 de Abril
4º Encontro: 04 de Maio	5º Encontro: 11 de Maio	6º Encontro: 08 de Junho

Observação: pedimos que o professor leve o livro didático que costuma usar no primeiro encontro.

Inscrições:

Figura 3 – Folder de divulgação do curso de formação continuada realizado no museu DICA, a partir de uma parceria entre UFU e UFTM. Esse curso fez parte de um projeto do CNPq.

Ainda pensando na questão do diálogo, cabe ressaltar que nessa proposta existia a intenção clara de fazer uma ponte entre o que dizem as pesquisas acadêmicas e os documentos oficiais sobre o tema, e o que o professor conhece e/ou pretende fazer em suas aulas. Esse desejo foi o que subsidiou todo o curso. Afinal, como discutido no capítulo 1, as pesquisas sobre o ensino de FMC já avançaram muito e hoje já se mostram bem presentes tanto nos eventos como nas principais publicações da área de ensino de física e ciências. Contudo isso nem sempre chega ao professor que está na sala de aula (ARAUJO e HOUSOUME, 2013). O mesmo vale para as questões sobre propostas curriculares, que muitas vezes chegam ao professor como uma imposição e que por isso acaba causando resistência. Não é incomum que os professores, numa leitura superficial não percebam que tais propostas ofereçam a eles elementos ou estratégias que possam ajudá-lo a buscar as melhorias que eles tanto procuram para suas aulas. Por isso, considera-se fundamental de que na formação continuada haja espaço para essa aproximação. Essa foi a parte inicialmente planejada para o curso. A partir do momento que os professores trouxessem suas experiências ou questionamentos, estes seriam incluídos para completar a proposta do curso.

Assim é importante lembrar que na estrutura do curso deveria haver espaço para incorporar as sugestões do professor cursista, caso contrário a proposta poderia se perder no discurso e possivelmente não passaria de um curso de pura transmissão de conteúdos. Esse foi um desafio interessante, planejar um curso com uma estrutura prévia no início, mas que fosse aberto às sugestões trazidas pelos participantes. Assim, a estratégia adotada foi utilizar uma apresentação de slides em PowerPoint com espaços para abertura de diálogo que permitissem a escolha de diferentes caminhos a partir do andamento das discussões, que contemplassem as atividades planejadas, mas que também permitiria incluir outras opções trazidas pelos cursistas. Cada encontro começava com a Problemática Inicial, momento em que os conhecimentos e experiências dos professores vinham à tona e guiavam as discussões seguintes. A partir destas discussões eram feitas escolhas, entre um roll de materiais pré-selecionados pela formadora (e quem nem sempre foi completamente utilizado) ou entre as sugestões dos cursistas (que também

poderiam trazer materiais que utilizavam para os encontros). Garantindo assim o espaço de diálogo entre professora formadora e professores cursistas.

Isso mostra uma dificuldade inerente dessa proposta: o planejamento mais amplo. Quando se deseja ouvir os professores no curso, é preciso de fato dar espaço para isso. O que não significa deixar o planejamento em aberto, e sim, planejar uma série de possibilidades, a partir do que já se conhece dos cursistas, mas com a única certeza de que não se sabe qual destas possibilidades será de fato utilizada. Inclusive, pode ocorrer de ser preciso alterar a estrutura de um encontro para outro, para atender sugestões e/ou solicitações dos cursistas. Por isso, é sempre mais simples manter a estrutura tradicional, em que o formador organiza o que ele quer apresentar aos cursistas e o faz, sem modificar seu planejamento inicial, independente de qualquer manifestação dos cursistas.

Formação Continuada de Professores DICA

FMC, por que inserí-la nas aulas?

- Conceitos de FMC fazem parte do cotidiano do aluno? Podem ajudá-lo a se tornar um ser mais crítico?
- Temas de FMC são sugeridos em Documentos Oficiais?
 - PCN
 - Proposta Curricular Mineira

coordenação

DICA Universidade Federal de Uberlândia UFPA CNPq

Figura 4 – Slide utilizado na discussão sobre as diferentes justificativas para inclusão de temas de FMC nas aulas de física do ensino médio.

Um exemplo da flexibilidade dita aqui está na figura 4 que mostra um slide usado no 2º encontro para discutir as diferentes justificativas para o ensino de FMC a partir das propostas e orientações curriculares e da relevância do tema para a formação do aluno. Cabe lembrar que as justificativas colocadas aqui representam o que a literatura da área costuma apresentar sobre o tema, e não apenas a opinião da formadora. A intenção da professora formadora era permitir que os cursistas pudessem ter um novo olhar

para estes documentos especificamente no tocante ao ensino de FMC, como também se questionarem sobre o porquê querem ensinar FMC. As expressões em azul são “links” que permitiriam seguir para slides com mais informações para fomentar as discussões.

A dinâmica dessa atividade foi a seguinte: primeiramente foi mostrada só a pergunta título do slide e os cursistas expunham suas opiniões que poderiam, ou não, concordar com as justificativas mais comuns na literatura da área e nos documentos. A formadora incentivava a participação de todos e buscava levantar as concepções deles sobre o ensino de FMC. Para favorecer uma reflexão crítica a partir das experiências deles, quando necessário eram apresentadas algumas informações, como o resultado de alguma pesquisa ou trechos presentes nos documentos oficiais. A intenção não era impor razões para convencê-los de que o ensino de FMC é melhor caminho para melhorar o ensino de Física, mas sim, inseri-los nas discussões da área de ensino de Física.

Desta forma, os slides organizados previamente continham recortes tanto dos documentos oficiais (em particular o PCN+ e a Proposta Curricular Mineira) como de trabalhos acadêmicos. Além disso, a formadora também manteve os arquivos com os documentos e um conjunto de trabalhos que poderiam ser utilizados, caso seus recortes não fossem suficientes. Na prática, parte desse material não foi utilizado. Essa estrutura também permitia incluir outros elementos que os cursistas trouxessem para o curso.

Outra preocupação importante na estrutura do curso foi com a linguagem utilizada. Afinal quando se propõe dialogar com o outro é importante usar uma linguagem adequada para que a comunicação de fato ocorra. Pois segundo Freire (2011)

É então indispensável ao ato comunicativo, para que este seja eficiente, o acordo entre os sujeitos, reciprocamente comunicantes. Isto é, a expressão verbal de um dos sujeitos tem que ser percebida dentro de um quando significativo comum ao outro sujeito. (p.89)

Assim houve uma preocupação da formadora em ter cuidado com a linguagem usada para que esta a aproximasse dos cursistas e não o contrário. Da mesma forma, foi tema presente nas discussões o cuidado que o professor de física deve ter com a linguagem ao discutir com seus alunos conceitos físicos, como por exemplo, evitar definições técnicas com pouco significado para o aluno. Tal cuidado é importante para todas as áreas da física, mas é fundamental na FMC que possui conceitos que muitas vezes parecem estranhos por não apresentarem análogos na física clássica, tão mais familiar para os alunos. Para reforçar essa ideia, ao discutir algum conceito científico no curso a formadora começou perguntando a eles como falaria daquele conceito para seus alunos e ao perceber o uso de termos técnicos começa a discuti-los com o grupo em busca outras formas de abordá-lo.

Por fim, a tabela 5 apresenta uma síntese dos elementos que estiveram presentes na estrutura do curso, propostos pela formadora e pelos cursistas. A junção desses elementos permite uma visão global do curso.

Tabela 5 – elementos que fizeram parte do curso de formação continuada

Elementos propostos inicialmente pela professora Formadora

O que preconizam os documentos oficiais federal (PCN+) e estadual (CBC) e algumas pesquisas em ensino sobre o ensino de física em geral;

Algumas razões para atualizar o currículo de física tanto do ponto de vista das propostas e orientações curriculares como pela relevância do tema para a formação do aluno;

Como os livros avaliados pelo PNLD-2012 estão apresentando a FMC;

Como e quais experimentos e objetos de aprendizagem (hipertextos e simulações computacionais, por exemplo) podem auxiliar no ensino de temas de FMC;

Como uma abordagem histórica pode contribuir com o ensino de temas de FMC;

Análise de um exemplo de aula de FMC que permite uma abordagem histórica como o uso de experimentos e simulações computacionais.

Elementos incluídos por indicações dos professores cursistas

Temas específicos de FMC tais como, efeito fotoelétrico e semicondutores;

Experimentos simples sobre FMC que possam ser realizados em sala de aula

Novos livros e materiais de apoio para subsidiar a elaboração de suas aulas.

Vale destacar aqui, que a proposta do curso não era discutir o ensino de um tema específico de FMC com os professores, mas sim, problematizar o ensino de FMC de forma ampla. O que não significa que isso não ocorreu, pois em alguns momentos do curso, temas específicos também foram tratados do ponto de vista de conteúdo e estratégias de ensino. Porém, indo além de discussões pontuais o curso poderia trazer novos elementos que o professor pudesse fazer suas escolhas, considerando seu cotidiano pedagógico, tanto de temas quanto o como abordá-los em suas aulas. E desta forma o curso poderia contribuir mais efetivamente para o desenvolvimento da autonomia desse professor.

4.3. As dimensões das interações da tríade Professor-Aluno-Saber presentes no curso.

Atividades de ensino normalmente ocorrem mediatizada pelas relações entre o professor o aluno e os saberes envolvidos na atividade. Entre os diversos aspectos importantes nestas relações, Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2007) chamam atenção para alguns aspectos cognitivos que ocorrem com frequência e que de uma forma ou de outra acabam sendo pensados e planejados pelos professores a partir de suas concepções sobre educação. Estes autores organizaram tais aspectos em três dimensões de interações: dimensão epistemológica, dimensão didático-pedagógica e dimensão educativa, como já foi apresentado no capítulo 3.

Considerando então que as escolhas feitas pelos professores ao organizarem suas aulas de alguma maneira estão relacionadas à estas dimensões de interação, é interessante que elas possam ajudar a nortear atividades da formação continuada. Pois assim seria possível explicitar algumas concepções de educação dos professores cursistas e problematizá-las também. Veja como cada uma delas se fez presente na estrutura deste curso.

A dimensão epistemológica das interações, de forma geral, leva em conta a forma como o professor entende o que é a ciência e como ele leva isso

para sua sala de aula (DELIZOICOV, ANGOTTI e PERNAMBUCO, 2007). Para considerar essa dimensão na formação do professor é preciso discutir com ele sobre a sua concepção de ciência e explicitar a relação entre esta concepção e sua postura perante seus alunos e os conteúdos que trabalha. Isso é particularmente importante no caso de ensinar FMC, que envolve teorias oriundas de duas revoluções científicas, no sentido Kuhniano (KUHN, 1998): a teoria da relatividade e a mecânica quântica.

No curso essa dimensão foi abordada durante as discussões sobre as contribuições de uma abordagem histórica contextualizada para o ensino de temas de FMC. Neste momento do curso, de forma implícita foram problematizados elementos típicos da Natureza da Ciência tais como a não neutralidade da ciência uma vez que ela influencia e é influenciada por elementos sócio-político-culturais da sua época. Além da questão da construção coletiva do conhecimento em detrimento da ideia de que a ciência se faz com alguns poucos grandes gênios e também as relações entre ciência e tecnologia e como elas se impactam mutuamente.

A dimensão educativa das interações está relacionada com a maneira como o professor escolhe e organiza os conteúdos que irá desenvolver ao longo do período letivo (DELIZOICOV, ANGOTTI e PERNAMBUCO, 2007). Para ficar em consonância com as ideias de uma educação dialógica é importante que tais escolhas reflitam a busca por um conhecimento que seja significativo para seus alunos em detrimento daqueles focados apenas na memorização de equações e resolução de exercícios.

Como a proposta deste curso era justamente discutir com os professores a inclusão de temas normalmente não presentes no currículo, ou seja, discutir a inclusão de novos temas e/ou novas abordagens para eles, essa dimensão esteve presente em quase toda estrutura do curso. Por exemplo, logo no primeiro encontro, houve uma atividade para discutir sobre os livros didáticos que eles escolhiam e como estes os ajudavam a trazer temas de FMC para suas aulas. Além disso, a própria problematização da inserção de temas de FMC no seu planejamento que ocorreu ao longo de todo o curso, mas

principalmente nos primeiros encontros, reflete a preocupação em discutir implicitamente a dimensão educativa das interações com os professores.

Já a dimensão didático-pedagógica das interações que está ligada às posturas educativas do professor na condução do processo de ensino-aprendizagem, foi tratada de forma mais implícita, uma vez que a estrutura do curso como um todo priorizou a dialogicidade. Ou seja, não houve nenhum momento ou atividade durante o curso em que os conceitos de problematização e dialogicidade fossem discutidos explicitamente. Contudo a formadora procurou utilizar essa postura em suas ações durante o curso na expectativa de que ao participarem desse processo os professores se interessassem por adquirir uma postura semelhante com seus alunos, seguindo a ideia de que a prática deve ser coerente como a fala (FREIRE, 1996, p. 16).

Enfim, como o curso tentou privilegiar ações educativas dialógicas em toda sua estrutura, a expectativa é que ao final dele os professores cursistas possam apresentar mudanças nestas três dimensões que permeiam suas interações com o saber e com seus alunos.

5. A VOZ DOS PROFESSORES CURSISTAS: RESULTADOS E ANÁLISES

Planejar e oferecer um curso de formação continuada costuma ter como objetivo primeiro a troca de experiências com o professor da Educação Básica. É aproximar-se de sua realidade e aproximá-lo da realidade do pesquisador. É compartilhar conhecimento, é trocar experiências. Nessa troca a expectativa inicial como formador é contribuir com os professores que procuraram o curso a resolverem suas dúvidas ou inquietações e a partir delas também trazer novos elementos para o contexto das pesquisas realizadas. É um aprendizado compartilhado. Mas como pesquisador é preciso ir além, é preciso um olhar atento para também aprender nesta experiência sobre a aplicabilidade de suas pesquisas e com isso revê-las e ampliá-las. Assim é fundamental que ao longo de todo o processo seja possível observar e registrar essas trocas e também os processos de aprendizagem envolvidos.

Essa observação sistemática é característica da pesquisa qualitativa em educação, como a proposta aqui. Tais pesquisas pressupõem o contato direto do pesquisador com seu objeto de estudo, em um trabalho de campo que o coloque imerso no ambiente onde ocorre sua questão de pesquisa (LÜCKE e ANDRÉ, 1986; ERICSON, 1998). Outras características da pesquisa qualitativa em Educação, presentes nessa pesquisa, são a preocupação com o processo e não apenas com o produto final e a consideração de que o ambiente natural é a fonte direta dos dados (LÜCKE e ANDRÉ, 1986). A estrutura metodológica adotada aqui segue a linha das pesquisas qualitativas de ensino de Ciências como descritas por Carvalho (2004), que considera o registro em vídeo como principal fonte de dados para a pesquisa.

Neste trabalho foram utilizados basicamente três instrumentos de coleta de dados: questionários, registro em vídeo e entrevista. Foram utilizados três questionários mistos: um junto com a ficha de inscrição com objetivo de caracterizar o perfil dos cursistas, e outros dois no início do 2º e 4º encontros, para registrar suas concepções sobre temas abordados no curso. O registro em vídeo ocorreu em todos os encontros, com o consentimento dos participantes, e permitiu um re-olhar do pesquisador sobre os diálogos

ocorridos. Por fim foi realizada uma entrevista semiestruturada, cerca de seis meses após o encerramento do curso. Esta teve o objetivo de avaliar a ocorrência de mudanças no discurso ou prática pedagógica dos professores cursistas. Esses três conjuntos de dados permitem um olhar para todo o processo incluindo o antes, o durante e o após. Todos os instrumentos utilizados estão no Anexo II para consulta.

A análise destes dados foi baseada nos preceitos da análise de conteúdo de Bardin (2011), principalmente no caso das transcrições das conversas registradas no vídeo e das entrevistas. O registro em vídeo gerou cerca de 12 horas de gravação e as entrevistas tiveram duração média de 30 minutos. Dado o volume de dados se fez necessário fazer algumas escolhas. Os questionários foram analisados na íntegra, e nas entrevistas só se desconsiderou as perguntas de apresentação, até por que o objetivo delas foi só o de dar o tempo para o entrevistado se sentir um pouco mais a vontade para entrevista. Já em relação aos vídeos a opção foi olhar mais detalhadamente para o 1º e 6º encontros, por considerar estes seriam momentos importantes para registrar o envolvimento do professor com a temática discutida, suas concepções e expectativas iniciais e ao final do curso. Outros momentos foram também avaliados quando se precisava de algum elemento de comparação para as respostas dadas nas entrevistas.

Enfim este capítulo apresentará os dados na seguinte sequência: 1) questionários: levantamento do perfil do grupo de cursistas; 2) registro em vídeo: análise do envolvimento dos cursistas na Problemática Inicial e na socialização de experiências final; 3) registro em vídeo e entrevistas: análise sobre eventuais mudanças no perfil de autonomia dos cursistas.

5.1. Questionários: caracterizando o perfil dos professores cursistas

O curso analisado aqui fez parte de um projeto do CNPq desenvolvido em parceria entre duas universidades da região do Triângulo Mineiro, situadas em cidades próximas. O curso foi realizado em uma delas, que já tinha maior experiência e estrutura para atividades de formação continuada, mas a divulgação ocorreu nas duas cidades. O público alvo eram professores de Física do Ensino Médio, mas alguns professores de ciências também acabaram se inscrevendo. A ficha de inscrição incluiu um questionário que permitia levantar informações sobre a formação e algumas práticas desses professores. Esse questionário está no Anexo II.

Ao total foram recebidas 10 inscrições para o curso, sendo que apenas 5 inscritos eram formados e atuavam como professores de Física. Desde o início apenas aqueles com formação específica em física compareceram ao curso, sendo que um deles só participou do primeiro encontro. Assim a amostra que será analisada nesta pesquisa é composta de 4 professores de física.

A partir das informações presentes no questionário de inscrição e de observações da pesquisadora durante a apresentação deles no início do curso, traçou-se um perfil desse grupo de professores, que é apresentado na Tabela 6. Para facilitar as análises posteriores os professores serão nomeados por P1, P2, P3 e P4.

Chama atenção o fato de todos os professores serem formados em física, pois essa não é uma realidade comum entre os professores de física da Educação Básica (SANTOS e CURY, 2012). Além disso, a maioria dos professores já estava em sala de aula há pelo menos 6 anos, o que já lhes conferiu uma boa experiência docente. O tempo de docência pode permitir uma análise sobre o processo de evolução da profissão docente. Lawall, Zanellal e Baumer (2012), por exemplo, usam as 5 fases delimitadas por Huberman (2000) para caracterizar o perfil de professores participantes de um curso de formação continuada no contexto de inovação curricular. Essa classificação parece ser adequada também para os cursistas desta pesquisa, pois a maioria

deles se enquadraria na fase de diversificação e experimentação, que ocorre entre 7 e 25 anos, período em que:

Depois de ter consolidado sua “competência” pedagógica, os professores participam de uma série de experiências pessoais, diversificando material didático, os modos de avaliação, maneira de trabalho com os alunos, sequências dos programas, a procura de mais autoridade, responsabilidade e prestígio. Os professores nessa fase seriam os mais motivados, os mais dinâmicos, os mais empenhados nas equipes pedagógicas ou nas comissões de reforma que surgem em várias escolas. (HUBERMAN, 2000 *apud* LAWALL, ZANELLAL e BAUMER, 2012, p.2).

Essa parece ser a fase de desenvolvimento profissional em que a busca por novas perspectivas educacionais é atrativa, o que justificaria a busca deles pelo curso de formação continuada.

Tabela 6: Descrição do perfil dos professores cursistas

Identificação e Formação Inicial	Tempo de magistério	Material para preparar aulas	Principais estratégias didáticas	Formação continuada	Características observadas pela pesquisadora
Professor 1 (P1) Bacharel em Física de Materiais.	08 anos	Livros didáticos, revistas de divulgação científica e periódicos de ensino de física	Ministra praticamente todas as aulas usando recursos audiovisuais, além da lousa e giz.	Nunca fez e busca se aprimorar ou se atualizar na sua área de atuação.	É bacharel em Física e atua em uma escola particular que reserva um grande espaço para o ensino de FMC no 3º do EM. Em seu discurso se mostra interessado no uso de novas estratégias de ensino, mas conserva “falas” muito tradicionais oriundas da sua formação de bacharel, mesmo tendo cursado algumas disciplinas pedagógicas.
Professor 2 (P2) Licenciado em Física	01 ano	Livro didático, periódicos de ensino de Física e consulta em sites vinculados a Instituições de ensino ou pesquisa.	Aula com lousa e giz, realização de experimentos e resolução de exercícios e uso de softwares demonstrativos	Nunca fez e busca se aprimorar ou se atualizar na sua área de atuação e também progredir na carreira.	Atuou por pouco tempo na sala de aula e se afastou para se dedicar a um projeto de produzir objetos educacionais baseados no uso de tecnologias da informação e comunicação que possam ser utilizados a partir de smartphones ou tablets. Ao final do curso disse já estar retornando para a sala de aula em uma escola pública.

Professor 3 (P3) Licenciado em Física	07 anos	Livros didáticos e consulta em sites vinculados à Instituições de ensino ou pesquisa.	Aula com lousa e giz e uso de experimentos demonstrativos e recursos audiovisuais pelo professor	Participa de um projeto PIBID. Busca se aprimorar ou se atualizar na sua área de atuação e também progredir na carreira.	Já participa há mais de um ano de um projeto de extensão que leva temas de FMC para suas aulas. Segundo ele apresentava pouco conhecimento do discurso pedagógico atual para o Ensino de física e sua participação no PIBID ampliou seu conhecimento sobre isso e despertou o interesse por maior aprofundamento.
Professor 4 (P4) Licenciado em Física	06 anos	Livros didáticos e consulta em sites de busca e outros vinculados à Instituições de ensino ou pesquisa.	Aula com lousa e giz, realização de experimentos e resolução de exercícios e uso de recursos audiovisuais pelo professor	Nunca fez e busca se aprimorar ou se atualizar na sua área de atuação.	Professor que apesar de mostrar em suas falas um discurso bastante tradicionalista sobre o ensino de física, reconhece que é necessário mudar, mas tem receio de fazer inovações. Razão que o levou para o curso.

Além do questionário entregue na inscrição do curso, outros dois foram utilizados durante o curso. Um, no início do 2º encontro, buscou registrar a opinião dos cursistas sobre a importância da FMC em suas aulas após as discussões iniciais. Os resultados destes questionários foram sintetizados na Tabela 7.

Tabela 7: Análise do questionário sobre a inclusão de temas de FMC no EM

Questão 1: Na sua opinião, deve-se incluir temas de FMC nas aulas de Física do Ensino Médio? Comente sua resposta.

Todos afirmam que sim, e os comentários convergiram para:

- Por ser um tema atual, que faz parte do cotidiano do aluno ou é relativo às das tecnologias que usa;
- Por ser um tema que não é inacessível ao Ensino Médio;
- Por ser um tema que pode motivar o aluno para aprender física.

Questão 2: Durante a sua atuação como professor de física, você já discutiu algum tema de FMC em suas aulas?

Não: P3 e P4	Sim: P1 e P2 Temas: energia nuclear, efeito fotoelétrico, dualidade onda-partícula, princípio da incerteza e teoria da relatividade.
--------------	---

Questão 3: Considerando sua resposta na questão anterior (seja ela sim ou não) comente as razões o levaram a isso. Ou seja, se já discutiu temas de FMC por que o fez ou se não discutiu por que não o fez.

Não incluiu por: não haver espaço no planejamento (P3 e P4) não se sentir preparado. (P3)	Incluíram por: considerarem temas interessantes. (P1 e P2) fazerem parte do programa regular da escola e por isso é preciso inclui-los. (P1) Ter um contexto para facilitar a inclusão do tema, no caso um acontecimento real: o acidente nuclear no Japão. (P2)
---	---

Questão 4: Sua formação inicial, sua graduação, o preparou para discutir temas de FMC com alunos do Ensino Médio?

Houve uma unanimidade em afirmar que mesmo quando temas de física moderna foram tratados em suas graduações, não houve espaço para discussões sobre como levar tais temas para aulas de física no Ensino Médio.

Esse questionário teve o objetivo de conhecer um pouco mais as opiniões e as marcas da formação destes professores sobre o ensino de FMC. Assim seria possível comparar o perfil deste grupo com outros já retratados na literatura. E o que se percebe aqui é uma boa concordância com outras pesquisas tais como Grimes, Lawall e Neto (2011) e Monteiro, Nardi e Bastos Filho (2009) quanto à questão de considerarem importante a inclusão da FMC nas suas aulas, inclusive apresentando justificativas bem semelhantes, assim como ao afirmarem que consideram que a formação inicial não os preparou bem para essa tarefa. Já considerando o fato de que metade deles já fez tentativas de incluir algum tema de FMC em suas aulas, e quanto às dificuldades apresentadas, esses resultados corroboram com os trabalhos de Neto *et al* (2011) e Grimes, Lawall e Neto (2011), isso só para citar alguns. Desta forma é possível afirmar que este grupo não se diferencia de outros em situação semelhante em outras regiões do país, diferentes daquela em que esta pesquisa ocorreu.

O último questionário foi aplicado no início do 4º encontro, que discutiria as contribuições de uma abordagem histórica no ensino de FMC. Esse questionário objetivou investigar o que esses professores conheciam e como (ou se) utilizavam a História e Filosofia da Ciência em suas aulas. Assim o questionário permitiu registrar a opinião dos cursistas sobre isso antes das discussões do curso. Os resultados estão sintetizados na Tabela 8. O professor P3, foi o único que não respondeu à este questionário⁸, por precisar se ausentar na primeira parte desse encontro. Contudo ele já havia informado na apresentação do curso que participou de um projeto de Iniciação à Docência que incluía a abordagem histórica entre suas atividades, por isso mostrava ter interesse e algum contato com o tema.

⁸ Este professor participou da metade final da atividade e como as discussões sobre a abordagem histórica já estavam ocorrendo e ele se envolveu, optou-se por não solicitar que respondesse ao questionário uma vez que suas respostas já poderiam levar em consideração as discussões realizadas e não apenas suas ideias iniciais sobre o tema.

Tabela 8: Análise do questionário sobre o uso da HFC nas aulas de física

Questão 1: Durante a sua atuação como professor de física, você já utilizou ou utiliza história da ciência em suas aulas? Como?

Todos responderam afirmativamente e informaram que utilizavam a história da ciência ao iniciar determinados conteúdos com objetivo de mostrar aos alunos como aquele conceito se desenvolveu.

Questão 2: Na sua opinião, qual a melhor estratégia para usar história da ciência nas aulas de física no Ensino Médio? Comente sua resposta.

- Usar a história como introdução de um conteúdo (P2 e P4);
- Apresentar informações sobre a “descoberta” de determinado conceito e mostrar aplicações atuais do mesmo (P1).

Questão 3: Você considera que a História da ciência pode favorecer o interesse dos alunos e/ou contribuir para o aprendizado de conteúdos de física? Comente sua resposta.

Todos responderam que ao usar informações do contexto histórico de um determinado assunto o aluno passa a se interessar mais pelo tema.

Questão 4: Sua formação inicial, sua graduação o preparou para usar História da Ciência nas suas aulas com alunos do Ensino Médio? Comente sua resposta.

Não teve nenhuma informação sobre História da Ciência na sua graduação (P1)

Até teve contato com alguns episódios históricos na graduação, mas só sobre poucos conceitos (P2 e P4).

Esse questionário teve a intenção de registrar como os professores lidam com a História da Ciência (HC) em suas aulas, já que esta é a abordagem mais presente nos livros didáticos ao tratarem temas de FMC (MARTINS e LEITE, 2011). Contudo é preciso considerar que questões sobre a utilização da História da Ciência possuem uma ampla bibliografia na área de Ensino de Física, e que não é objetivo desta pesquisa explorar em profundidade essa questão, mas que pode ser feita a partir de trabalhos como Martins (1990), Matthews (1994), Peduzzi (2001) e Martins (2007), só para citar alguns. Serão considerados aqui apenas alguns trabalhos que permitam situar o perfil dos professores cursistas desta pesquisa no contexto dessas discussões.

A análise das respostas dos professores indica fragilidades semelhantes àquelas relativas ao ensino de FMC, principalmente no que diz respeito à formação inicial que não os prepara bem. Tal fragilidade encontra eco na literatura em trabalhos como os de Pereira e Martins (2011) que analisa criticamente as disciplinas de enfoque histórico em dois cursos de licenciatura na universidade onde atuam, e também em Martins (2012) que a partir de alguns estudos empíricos avalia os desafios e possibilidades da HC na formação de professores. Dada essa formação frágil, é de se esperar que eles tenham dificuldades em fazer uso da HC em suas aulas, o que aparece em suas respostas ao indicarem que eles apenas a utilizam para “contar a história” do desenvolvimento de um determinado conceito para motivar o aluno ao seu estudo. Essa concepção sobre o uso da HC no ensino de física tende a levar a uma abordagem cronológica que desconsidera as influências socioculturais no desenvolvimento da ciência e tem sido criticada por pesquisadores da área como, por exemplo, Martins (2006), Höttecke e Silva (2011), Forato, Martins e Pietrocola (2012) e Guerra, Braga e Reis (2013).

Em suma, com as informações destes três questionários é possível traçar um perfil dos professores cursistas que participaram desta pesquisa, que podem ser descrito como um grupo no qual:

- Todos tem formação em física, sendo 3 licenciados e 1 bacharel;
- Todos atuam como professores de física no ensino médio;
- Todos estão participando de um curso de formação continuada pela primeira vez;
- Apenas um deles já participou de projetos de Iniciação à Docência anteriormente;
- Todos utilizam o Livro Didático como principal fonte para preparação de suas aulas, mas também indicam outras fontes como revistas de divulgação científica e sites ou revistas vinculadas às universidades;
- Todos utilizam a lousa e giz em suas aulas, mas também indicam que procuram diversificar com a utilização de experimentos, recursos de informática e resolução de exercícios;

- Todos consideram importante ensinar temas de FMC em suas aulas, sendo que dois deles já fizeram uma tentativa no ano anterior ao curso, sendo:
 - O professor P2 incluiu discussões sobre energia nuclear nas aulas aproveitando-se o contexto do acidente nuclear no Japão de 2011;
 - O professor P1 já havia dado aulas sobre relatividade e tópicos introdutórios de mecânica quântica, mas com o foco de preparação para provas de vestibulares;
- Todos consideram que a HC contribui para motivar os alunos a estudarem conceitos de física.
- Todos apontam lacunas na sua formação e, por isso, não se sentem preparados para ensinar temas de FMC.

5.2. Gravações em vídeos: um olhar para o envolvimento dos professores com o curso

Todos os encontros foram registrados em vídeo para que a pesquisadora pudesse ter o registro fiel das falas dos professores durante as atividades. Esses dados são muito importantes, pois permitem um olhar cuidadoso sobre os diálogos ocorridos, elemento crucial na proposta deste curso, que foi planejado considerando as ideias de dialogicidade de Paulo Freire.

Neste tópico, a intenção é justamente tentar observar como ocorreu esse diálogo e com foi o envolvimento dos cursistas com a proposta. Para isso a escolha inicial foi olhar para o 1º encontro. Como descrito no capítulo anterior, este encontro se destinou à Problemática Inicial, que é quando se apresenta a proposta do curso e abrem-se os primeiros diálogos. Segundo a dinâmica dos Momentos Pedagógicos, discutido no capítulo 3, esse é o momento de o aluno (no caso, o cursista) envolver-se com temática em questão e permitir que ele passe a vivenciar a problematização como sendo dele e deseje buscar soluções. Por isso a análise desta etapa pode trazer informações sobre o envolvimento dos cursistas com a temática apresentada.

Também se olhou para o último encontro, onde ocorreu uma socialização das ideias dos cursistas sobre o ensino de FMC, após algumas semanas do encerramento do curso.

Começando com o 1º encontro, vale lembrar, como descrito no capítulo 4, a Problemática Inicial ocorreu a partir do seguinte conjunto de questões: “Por que você escolheu estudar e ensinar física? Por que se deve ensinar física no Ensino Médio? Que física você ensina nas suas aulas? Que física você gostaria de ensinar?”.

Antes de iniciar, vale pontuar, que o Professor P1, não participou deste encontro, por isso não existem falas dele aqui. Para a questão “Por que se deve ensinar Física no Ensino Médio?” as respostas foram:

P4: “Porque todo cidadão em formação, na formação deles, tem que ter uma noção de mundo. Acho que o ensino fundamental e médio, o ensino básico assim, o aluno tem aquela noção de mundo. Noção do que está acontecendo a sua volta, assim, tanto na parte da história, da física, da matemática”.

P4: “O país para se desenvolver, tem que dominar tecnologia de ponta. E para dominar essa tecnologia de ponta, tem que formar mais engenheiro, querendo ou não, e pesquisadores também na área de física, química. Então “pro” pessoal gostar de química, física, as matérias que envolvem mais a engenharia e pesquisa nessas áreas, o aluno tem que gostar de ciência, tem que gostar de física desde o começo”.

P2: Uma das ciências que eu englobo junto com a física e a matemática é a filosofia. Eu não separo. Porque são ciências que vão levar o aluno a pensar, a ter criatividade. E aí, como o colega falou, as vezes tem ter alguma ciência que ele vai olhar assim e “nossa eu vou querer trabalhar com essa ciência”.

Segundo suas falas, os professores parecem mostrar uma visão de que o ensino de física é necessário para entender o mundo e contribuir com desenvolvimento de tecnologias, mostrando que eles privilegiam a visão utilitarista do ensino de Física. Visão essa que também está presente em documentos oficiais que orientam o ensino desta disciplina, mas que não é a

única. Além disso, ao destacarem essa relação com o desenvolvimento das tecnologias, eles acabam abrindo espaço para inserir a FMC como uma proposta para melhorar o ensino de física, já que boa parte da tecnologia atual foi construída a partir de conceitos desta área. Assim essas colocações serão úteis em um próximo momento em que a professora formadora irá trazer para discussão o que dizem pesquisadores e documentos oficiais sobre o bom ensino de Física.

Continuando, a professora formadora passa a questioná-los sobre que tipo de física eles tem ensinado, suas respostas mostram que eles parecem se preocupar mais com as dificuldades em matemática de seus alunos do que com o ensino de Física em si.

P3: É um mat-física. Mais matemática do que física. Mas a gente fala dos conceitos também.

P2: “Ai quando eu dava uma aula assim, jogava os conceitos, jogava leis de Newton, falava sobre astronomia, ia só falando e contando aquelas coisas bonitas, e jogava isso até mesmo na prova ou no laboratório, era perfeito. Todo mundo tirava 100. Na hora que eu colocava a primeira ‘formulinha’ ali, desabava tudo.”

Além da preocupação de como lidar com as dificuldades matemáticas tão comuns ainda no ensino de física, eles também apresentam traços de um ensino bastante tradicionalista, pois expressões semelhantes a “passar o conteúdo” são frequentes em suas falas. Estas seriam marcas de uma educação bancária, como descrita por Freire (2005), que aparentemente se fizeram presente na formação desses professores, mas que eles parecem querer mudar. Assim como parecem buscar também uma discussão de física em que a matemática seja aliada e não um obstáculo. Ao colocarem isso estão apresentando à professora formadora elementos importantes para serem incluídos nas discussões posteriores do curso.

E por fim, para a questão “que física eles gostariam de ensinar”, as respostas indicam a valorização da experimentação e também de questões do cotidiano do aluno:

P4: *“Eu sempre gostei da área de física, e quando eu fiz Ensino Médio, eu fiz em uma escola pública. E lá tinha laboratório de física, química e a gente tinha as experiências de física e química. Então tornava nossas aulas mais interessantes. Tinha que ter mais experimentos e voltados para o cotidiano das pessoas, dos alunos”.*

P3: *“agora eu acho que para o Ensino Médio, o experimental, aquele que você vê lá no laboratório de física de uma faculdade não seria legal. Acho que seria trazer coisas do cotidiano”.*

Na sequência a pesquisadora mostra uma síntese de ideias comuns em trabalhos de pesquisa em ensino de física com indicativos de uma boa aula de física, e os questionam se concordam ou não com esta lista. Eles indicam concordar e ainda acrescentam.

P2: *Eu posso acrescentar mais um? Interdisciplinaridade. Você conectar a sua matéria com outras matérias. Porque quando você faz isso você vai logo ali no terceiro (referindo-se a lista projetada), você consegue contribuir melhor para uma motivação do aluno. Isso eu já fiz (...) e observei que quando foi feito o resultado foi melhor.*

Além das marcas da educação bancária, já citadas, eles também trazem em seu discurso elementos comuns das propostas atuais para o ensino médio, como a busca por atividades interdisciplinares e a valorização do cotidiano do aluno. Porém, não se pode afirmar se são apenas marcas no discurso ou se estes são conceitos que eles de fato tentam utilizar em sua prática docente.

A partir deste momento a professora formadora começa a problematizar o ensino de FMC. Assim, quando ela sugere que temas de FMC podem ser uma alternativa para contribuir com um bom ensino de física, as primeiras manifestações deles são no sentido de se questionarem sobre o como adequar isso ao atual currículo.

P3: *“Mas ia ter que mudar todo o contexto de como é o nosso planejamento anual. Tinha que mudar completamente o planejamento”.*

P4: *“A gente deveria ter, pelo menos no primeiro semestre do 1º ano, tipo introdução à física, vendo um pouco de cada coisa assim. Aí no caso já seria interessante colocar a Física Moderna”.*

P2: *“Eu acho que a proposta é boa, não é a solução, acho que tem que ser várias coisas. Mas não só no Ensino Médio. Tem que puxar o gancho antes (referindo-se a trazer mais temas de física desde o ensino fundamental, considerando que há muito par ser ensinado)”*.

Além disso, eles destacam as dificuldades, citando inclusive falhas na formação inicial deles.

P2: *“Aí é um problema da formação do professor. Porque, por exemplo, do celular (referindo-se a um aluno que o questionou sobre telas sensíveis ao toque) eu consegui responder pra ele. Por três motivos eu consegui. Motivo um em tenho formação técnica em informática (...), dois eu tenho um amigo que fez engenharia elétrica e me ajuda muito (...) e três é curiosidade, pois como eu gosto muito dessa área de tecnologia, eu pesquiso muito (...). Mas formação acadêmica mesmo, é muito pouca”*.

P3: *“mas acaba que a gente não é preparado pra isso, né? Pelo menos na minha formação eu não tive preparo nenhum para “tá” introduzindo isso. Eu aprendi, eu vi várias coisas, mas o preparo para introduzir... (faz sinal de negação com a cabeça)”*.

Estas colocações em relação ao ensino de FMC, que apesar de acharem uma proposta interessante, mostram preocupação com falhas da formação inicial e uma insegurança em fazê-lo, reforça o que eles já tinham informado no questionário sobre FMC e também se aproxima de resultados presentes na literatura.

Um olhar geral para essa primeira parte do encontro traz indícios de um bom envolvimento deles com a problematização realizada, pois sempre há considerações de todos os presentes a cada discussão realizada, e suas experiências e expectativas sobre o tema são compartilhadas. Isso parece indicar que a problematização trouxe boas contribuições para o desenvolvimento das atividades previstas.

Após essas discussões passou-se para a atividade de avaliar os livros didáticos que eles trouxeram na expectativa de saber se eles seriam úteis para ensinar temas de FMC. Para essa atividade a professora formadora trouxe algumas das coleções do PNLD-2012 e também slides com informações

extraídas do Guia do Livro Didático – Física (Brasil, 2011a) sobre cada coleção. O objetivo dessa atividade não era só questionar a presença e qualidade da FMC nos livros didáticos, mas também discutir com eles critérios de escolhas de livros, já que este é um elemento muito importante para o cotidiano pedagógico deles. Neste momento, os professores se colocam como “sujeitos da ação educativa” (FREIRE, 2005) e se valem do seu espaço na relação dialógica ao trazerem duas questões para serem discutidas: “o livro que eu escolhi, não é o que eu recebi”, “o livro que o ‘estado’ oferece não tem relação alguma com a proposta do próprio ‘estado’”.

A discussão começa entre eles e a formadora incentiva a participação de todos e quando necessário traz novos elementos que possam subsidiar a discussão, para que ela não fique apenas no campo do senso comum. Um destes elementos é o próprio Guia do Livro Didático (BRASIL, 2011a,b) que é o documento no qual o governo apresenta o processo de avaliação e as regras para a escolha do livro didático. Inclusive lá é informado que o professor deve indicar duas obras e que o compromisso é a aquisição de uma delas e não apenas da primeira opção (BRASIL, 2011b, p12). Os professores mostram um desconhecimento deste guia.

Já para a discussão sobre a relação entre os livros e os conteúdos previstos no CBC, da Proposta Curricular Mineira (MINAS GERAIS, 2007), questão, aliás, já relatada na literatura por Martins e Heredia (2013), é um problema real a ser enfrentado, mas que têm alternativas, uma vez que uma das coleções (KANTOR *et al*, 2010) se aproxima desta proposta, como discutido no capítulo 1. Neste ponto o professor P4, disse que em uma das escolas que ele trabalha, a opção foi justamente por esta coleção, mas que por ser uma obra diferente do que estão acostumados os professores acabam deixando-a de lado.

P3: “Vou te falar porque eu não estou usando ele (sobre o livro KANTOR et al, 2010, escolhido na escola). Na escola quando foram escolher os livros, eu sugeri ele e o outro professor sugeriu outro lá do Alberto Gaspar (referindo ao livro de GASPAR, 2010). Só que, como eu sou contratado no estado, e não sou efetivo, os outros professores decidiram o livro. Já na outra escola eles escolheram

esse livro. E lá tem dois professores, um efetivo e um contratado (que é ele). O efetivo ele não está trabalhando porque ele não gosta. (...) e a diretora pediu pra gente entrar num acordo e usar o mesmo.”

Ele encerra sua fala indicando que por não ser efetivo e ter pouca voz na escola, acaba seguindo as escolhas dos professores efetivos. Mas também afirma que não acha que se sentiria seguro para usar esse livro. Tanto que ele o leva para a discussão no grupo com o intuito de receber “sugestões” sobre isso, mas nenhum dos outros professores conhece esta obra.

Esse episódio parece indicar que estes professores tinham um conhecimento superficial e até certo ponto ingênuo quando se fala de propostas e orientações curriculares oficiais. Justamente por isso suas escolhas parecem ficar mais restritas à suas experiências anteriores e, possivelmente, eles se mantinham no que chamavam “zona de conforto”, evitando mudanças em relação ao ensino mais tradicional. O que se mostrou com a escolha de livros didáticos que amparassem o ensino tradicional que eles estavam acostumados. Mas quando a discussão se volta para os temas de FMC presentes nos livros, percebe-se que os professores se mostraram curiosos com aquelas coleções que antes haviam dado pouca atenção.

Um olhar atento para os desdobramentos ocorrido no primeiro encontro indicam que mesmo apresentando características típicas da educação bancária mais tradicional em seus discursos, ao buscarem o curso estes professores mostram que sentem a necessidade de mudar. Inclusive já tem algumas reflexões e questionamentos iniciais, mas buscam mais conhecimento para se sentirem preparados para enfrentar estas mudanças. Assim eles parecem ver no curso uma oportunidade para trazer essas reflexões e questionamentos e esperam encontrar nele algum suporte, ou seja, um ambiente de troca de experiências e conhecimento. Ao encontrar esse espaço eles se utilizam dele e expõem uma postura mais participativa do que receptiva, o que parece apontar para o início de uma relação dialógica, com era a expectativa da formadora.

Passa-se agora à análise do último encontro realizado, momento em que após algumas semanas do encerramento do curso os professores retornam para socializarem suas ideias sobre o ensino de FMC. Neste encontro o

professor P4 não compareceu devido a um problema médico, que, aliás, depois acabou afastando-o da sala de aula no decorrer do semestre. Por isso o relatado é só dos professores P1, P2 e P3. A professora formadora inicia perguntando o que eles tiveram oportunidade de pensar a respeito do ensino de FMC após o último encontro. A seguir são apresentados alguns trechos de suas falas.

P3: “Eu troquei ideias com outro professor da escola sobre o esquema de aula que você fez aqui (referindo a aula exemplo sobre espectroscopia do 5º encontro), que eu achei muito legal. Dava para fazer no 2º e no 3º ano. Ai ele acho que o momento no 2º ano não era viável de fazer. Ele achou melhor fazer no 3º quando for falar de magnetismo. Ai a gente ficou nesse impasse. Eu mostrei os experimentos para ele, ele achou muito interessante, ele gostou da dinâmica de falar a partir das estrelas (...). Ai ficou combinado da gente fazer na próxima etapa (próximo semestre)”.

P1: “Eu organizei alguns tópicos, porque a partir do próximo semestre eu vou iniciar essa matéria com eles. (...) como eu já falei para vocês, lá na escola a gente começa o semestre com algumas revisões e no 3º ano essa parte de Física Moderna. Então eu separei em 3 grandes tópicos: a parte de ondas eletromagnéticas, depois a relatividade e por último a física moderna (referindo-se à física quântica). Ai eu já separei alguns tópicos e nas férias eu deixei para poder colocar a questão experimental, de encaixar alguns experimentos, juntamente com os kits que você passou e (...) dos simuladores que você passou também”.

P2: “Eu estou começando a voltar agora (voltar para sala de aula, pois estava afastado por estar envolvido com um projeto de construir materiais de tecnologia para o ensino) para escola particular, no estado pretendo voltar em Agosto (...). (Falando) do curso, (...) agora eu tenho um desafio muito grande porque no meu projeto era mais no tradicional, e agora eu como eu fazer com essa nova dinâmica? Isso é mais interessante, mas o desafio é maior”.

Além disso, é possível extrair de suas falas algumas contribuições trazidas pelo curso. Para o professor P3, a estrutura de aula apresentada no quinto encontro, que envolve a problematização inicial e uma diversidade de recursos, como experimentos, simulações e abordagem histórica, representa

um modelo interessante para pensar nas suas aulas. Já os professores P1 e P2, dizem que a discussão sobre os livros foi fundamental para que eles pudessem desenvolver um olhar crítico sobre esses materiais. Inclusive citam que já pediram nas editoras exemplares das obras mais inovadoras, discutidas no curso, e que pretendem utilizá-los não só para os tópicos de FMC.

Destas falas percebe-se que ao final do curso todos os professores se mostraram propensos para incluírem a FMC, ou nas aulas ou em seus projetos, ainda no mesmo ano letivo. Isso parece indicar que de forma geral o curso ofereceu a eles uma nova expectativa quanto ao ensino de FMC. Mas é claro que estas falas representam as primeiras ideias destes professores a partir de todas as discussões realizadas. A sua efetivação ou não será observada pela análise da entrevista realizada um semestre após o fim do curso.

5.3. Entrevistas e gravações em vídeo: olhando para o professor durante e após o curso

As entrevistas foram realizadas seis meses após a finalização do curso. Esse intervalo foi necessário para dar tempo para os professores planejarem e/ou aplicarem em suas aulas as propostas sobre FMC se eles achassem pertinentes. Existia a expectativa de que fosse possível já nesse período a aplicação de alguma atividade nessa temática, pois no encontro de encerramento dois dos participantes apresentaram claramente a intenção de fazer uso dos temas discutidos no curso já no próximo semestre letivo.

Para analisar se houve ou não a efetivação das propostas apresentadas por eles ao final do curso, organizou-se as informações na tabela 4. Devido ao seu afastamento da sala de aula, por questões médicas, o professor P4 não será considerado nesta análise.

Tabela 8 – Comparação entre perspectivas e implementação de temas de FMC por cada professor após a realização do curso.

	O que pretendiam fazer em suas aulas sobre temas de FMC	O que conseguiram fazer em suas aulas sobre temas de FMC	O que observaram ou comentário sobre a tentativa realizada
P1	Abordar relatividade e física quântica na 3ª série do Ensino Médio, utilizando experimentos e simulações computacionais.	Abordou os temas previstos, mas devido à outras atividades da escola, teve um tempo menor que o esperado e não pode explorar os experimentos.	Disse que mesmo não conseguindo realizar a atividade como planejada, e sendo após os principais vestibulares e o ENEM, conseguiu uma boa participação dos alunos.
P2	Incluir temas de FMC em seu projeto de produção de material para ensino de Física	Ao voltar para a sala de aula, incluiu a espectroscopia e física de partículas em uma unidade de astronomia da 1ª série do Ensino Médio, e Física de Partículas para 3ª série do Ensino Médio	Informou que os alunos se mostraram interessados, assim como em outras aulas diferentes que realizou. Contudo considera que a aprendizagem dos conteúdos foi pequena.
P3	Reproduzir a aula sobre espectroscopia utilizada no curso com alunos da 3ª série do Ensino Médio	Não houve espaço no planejamento em andamento para realizar a atividade. Em outra escola utilizou alguns temas de FMC em uma atividade na qual os alunos da 3ª série o EM apresentaram seminários.	Relatou que gostou de realizar os seminários, pois os alunos foram muito além das leituras sugeridas por ele na preparação dos mesmos e o surpreenderam.

De forma geral o que se observou foi que todos eles conseguiram já no semestre seguinte ao curso levar temas de FMC para suas aulas cada um a sua maneira. O professor P1, já tinha essa previsão em seu planejamento e havia a expectativa de ter muitas aulas para o tema, contudo elas foram reduzidas devido a outras atividades ocorridas na escola. O professor P2, que ao final do curso ainda estava iniciando sua volta para sala de aula, foi quem relatou a tentativa mais ampla, pois a fez tanto na 1ª como na 3ª série do EM. Já o professor P3 foi quem acabou tratando a FMC apenas como conteúdo complementar abordado via seminários. Ainda assim cabe o destaque pela tentativa, pois antes do curso nem essa abordagem era dada para o tema.

Essa análise preliminar já parece ser um indicativo da contribuição do curso para a prática destes professores. Ainda assim, uma análise mais cuidadosa se mostra necessária.

O roteiro da entrevista (disponível no Anexo III) foi organizado a partir das dimensões de interações entre professor-aluno-saber (DELIZOICOV, ANGOTTI e PERNAMBUCO, 2007) discutidas no capítulo 3, que também foram consideradas no planejamento do curso. Vale lembrar que por ser uma entrevista semiestruturada as questões presentes no roteiro serviam de guia e poderiam ser alteradas, suprimidas ou ter outras acrescentadas dependendo do desenvolvimento da conversa com o entrevistado. A análise que se segue será feita a partir de cada uma destas três dimensões, e sempre que necessário serão retomados também alguns trechos dos registros em vídeo para comparação. A expectativa dessa análise é tanto identificar as marcas que o curso pode ter deixado nestes professores, como também olhar para as contribuições deles para uma reflexão do próprio curso. Além disso, também há a expectativa de identificar elementos que permitam trazer informações sobre a autonomia dos professores cursistas e para isso é interessante resgatar o conceito de autonomia usado nesta pesquisa, que é baseado em Contreras (2012), conforme discutido no capítulo 3.

Para este autor, o conceito de autonomia deve levar em conta três dimensões da profissionalização do professor: a obrigação moral, o compromisso com a comunidade e a competência profissional. Tais dimensões apresentam características diferentes para cada um dos modelos de professor, conforme foi sintetizado no quadro da página 96. Para facilitar a análise feita aqui, cabe retomar algumas características de cada um destes modelos de professor, o especialista técnico, o profissional reflexivo e o intelectual crítico.

O especialista técnico, segundo Contreras (2012) é o profissional que entende o ensino como “*aplicação da técnica e como uma prática dirigida à obtenção de resultados ou produtos previamente definidos*” (p. 112). Trata-se de uma prática mais reprodutiva que criativa e sua autonomia fica restrita a um conjunto de regras e habilidades a serem seguidas. Assim ele apresenta uma autonomia ilusória. Já o profissional reflexivo, entende a autonomia como

responsabilidade moral individual, já que pauta suas reflexões e decisões a partir da própria experiência, mas também considera os diferentes pontos de vista. Esse modelo de professor tem capacidade para resolver criativamente as situações-problemas para realização prática das pretensões educativas (CONTRERAS, 2012, p. 211). Por fim, chega-se ao intelectual crítico, que propõe um ensino dirigido à emancipação individual e social, guiada por valores de racionalidade, justiça e satisfação. Nessa concepção o professor é visto como um intelectual transformador. Neste caso a autonomia é como um processo coletivo dirigido à transformação das condições institucionais e sociais de ensino (CONTRERAS, 2012, p. 211). Cabe destacar que a ideia de autonomia do professor está além dos muros da escola, contudo pelos instrumentos de coleta de dados utilizados nesta pesquisa, há uma escolha metodológica de olhar apenas para situações relacionadas à sua sala de aula. Além disso, por se tratar de um curso de curta duração, não se espera que seja possível uma grande mudança, mas sim alguns indicativos disso, na autonomia destes professores.

5.3.1. A dimensão epistemológica das interações

Essa dimensão considera como a concepção de ciência do professor pode influenciar nas suas escolhas para o ensino. As questões relativas à essa dimensão tentaram levantar informações de como o professor se relaciona com alguns conceitos específicos da Física Moderna que não tem análogos na física clássica e como isso chega ao seu aluno. As questões do roteiro da entrevista relativas à esta dimensão foram:

- Dualidade onda-partícula é um dos temas de Física Moderna sugerido em livros didáticos. Como você entende ou interpreta esse “ente quântico”? Como você o apresentaria para seus alunos?
- Assim como o exemplo anterior, ao abordar a física moderna é comum se deparar com alguns conceitos que são bem diferentes daqueles que costumamos observar, já que na nossa escala vivenciamos mais as propriedades clássicas da matéria. Você concorda com essa observação? Como você discute isso com seus alunos ao abordar algum desses conceitos?

- Durante o curso que você participou essa forma de pensar a ciência sofreu alguma alteração?

Para estas perguntas houve uma unanimidade entre os professores ao afirmarem que entendem os conceitos da FMC como parte de uma ciência em construção e que por isso mesmo podem ser mudados, e que é essa estrutura de ciência que costumam “passar” (muitos usaram essa palavra) para seus alunos. Um exemplo disso é visto na fala do professor P1:

P1: “É... eu não trato com tanta estranheza (referindo-se à dualidade onda-partícula) e quando eu passo para o aluno, eu não procuro passar de uma forma menos estranha. Eu... meio que eu gosto de ver a reação do aluno, porque é a forma como eu vejo e é a forma como eu quero passar. Eu não gostaria de mascarar a realidade.”

Também houve uma unanimidade ao afirmar que a sua forma de entender o que é ciência não sofreu alteração no curso. Isso pode ser atribuído ao fato de que, mesmo permeando as discussões de algumas atividades do curso, concepções de Natureza da Ciência não foram discutidas explicitamente no curso. Como as questões focalizaram o olhar para concepções de ciência específicas para os temas de FMC, não foi possível avaliar de forma mais ampla as relações entre concepções de ciências e ensino propostas nessa dimensão. Contudo, pode-se considerar pelas respostas dadas que os professores lidam com as “estranhezas” de alguns conceitos da FMC com alguma naturalidade e que isso não seria um impeditivo para o ensino de tais conceitos. Pelas respostas apresentadas não se pode perceber marcas do curso nestes professores, e também não parece ter sido um ponto que eles tenham sentido falta para se pensar em incluí-lo ao reavaliar o curso. Contudo a introduções de discussões de cunho epistemológico poderiam ser úteis se for intenção explicitar mais essa dimensão da interação do professor com o saber e seu aluno.

5.3.2. A dimensão educativa das interações

Essa dimensão reflete a maneira como o professor escolhe e organiza os conteúdos a serem ensinados. Na entrevista havia questões sobre escolhas gerais e outras sobre escolhas relativas à FMC:

Questões sobre escolhas gerais:

- Você participou da escolha do atual livro didático da sua escola? Que critérios você utilizou nessa escolha? Se tiver a opção de escolher um novo livro para o próximo ano, faria da mesma forma? O que mudaria?
- Na escola que você trabalha você pode escolher os conteúdos ao longo das séries? Qual a distribuição atual?

Questões sobre escolhas relativas à FMC

- Falando sobre temas de física moderna e contemporânea, eles costumam estar presentes no seu planejamento? Quais? Em que séries?
- Você está trabalhando ou trabalhou com algum conteúdo de física moderna esse semestre? Qual? Como fez essa escolha? Se não, por que razão?
- Como está sendo a resposta dos seus alunos para esse conteúdo? Quais eram suas expectativas quando o iniciou? No que se diferenciaram as aulas de FMC comparadas aos demais conteúdos?

Na análise da questão sobre como o professor se envolve na escolha do livro didático, dos 4 entrevistados, apenas 1 participou da escolha do atual livro utilizado em suas escolas atualmente. Todos terão oportunidade de participar da próxima escolha. Neste caso os critérios que indicam como importantes para a escolha são:

- Bom balanço entre teoria e quantidade e nível de exercícios;
- Não focar mais na matematização do que na discussão dos conceitos físicos;
- Consonância do livro com a proposta curricular do estado de Minas;

Todos citaram que uma das contribuições do curso foi lhes apresentar ou pela primeira vez ou com um olhar diferente livros que traziam propostas de ensino diferenciadas. Apenas um dos professores já conhecia um destes livros, mas não se sentia confortável para usá-lo. Porém todos afirmaram que pretendem usá-los a partir de agora, sendo que já começaram a utilizá-los

como material de apoio. Isso pode ser percebido nas seguintes trechos de falas dos professores:

P1: “É, eu, no caso, eu olhei aquele livro do Pietrocola, né, eu até consegui a coleção dele pra poder me ajudar nas aulas, principalmente nas aulas de física moderna. Só que eu não consegui achar o livro dele de volume único pra poder aplicar na escola. Ai eu tive que partir para outros autores. (...) É, eu não conhecia o Pietrocola. Eu só conhecia os autores básicos que é o Nicolau, Toledo, o Ramalho, o Bonjorno e a Beatriz Alvarenga. Os clássicos né?”

P2: “De cara eu peguei os dois livros que eram do curso que era o Quanta Física e o Física em Contextos. Não conhecia e de cara já peguei eles na biblioteca já gostei e já usei eles tanto na sala de aula como em prova também.”

P3: “Como a minha aula era uma aula muito tradicional, eu pensei mais naquele livro que me atendessem assim esses mais tradicionais, mas as vezes com alguns elementos que ligasse com o CBC. Mas, ... passou alguns que as vezes seriam interessantes trabalhar, ligados ao CBC, mas devido a falta de preparo eu não optei por eles. Pensei em ficar com o que é mais tradicional. (...) Agora eu tenho uma outra visão e até um maior preparo para estar trabalhando com estes livros (referindo-se aos menos tradicionais).”

P4: “Por que o livro que eles adotaram na época é aquele Quanta Física, (...) só que devido a um outro professor mais antigo não querer trabalhar o livro, e a diretora pediu pra gente trabalhar mais ou menos junto, eu não adotei também, assim a gente estava só mais escrevendo no quadro. Mas, com certeza eu escolheria o livro porque ele é um livro assim bem... Ele é um livro que tira a gente assim da comodidade, como a gente tinha comentado no curso. E como física estuda energia na Terra e suas interações, acho que a gente fica quase um bimestre falando só de energia, então já tem uma noção. A gente não consegue definir energia, mas o aluno vai saber o que que é, vai saber muita coisa. Mas escolheria sim, por isso eu escolheria esse livro.”

Aqui já é possível perceber uma mudança na postura destes professores. Durante a atividade sobre os livros didáticos, realizada no primeiro encontro, os professores cursistas mostram uma postura muito próxima do que Contreras (2012) define com “Especialista Técnico”, que tem uma autonomia ilusória e pauta suas escolhas baseado em diretrizes técnicas. Ou seja, eles escolhiam livros didáticos e conteúdos a serem ensinados baseados apenas no que já conheciam. Contudo após as discussões realizadas, mostraram-se mais receptivos às novas tendências e suas escolhas passaram a ir além do que estavam acostumados, aproximando-se mais do profissional reflexivo. Já que as escolhas agora também refletiam o seu ideal para educação. Ou seja, mesmo em frente ao desafio de usar um livro inovador, que exigiria novas competências profissionais, eles o escolhiam por acreditar que ele seria melhor para o ensino de física que eles desejam realizar. Claro que aqui não há informações suficientes para afirmar que eles abriram mão da racionalidade técnica para valorizarem a racionalidade crítica, no entanto pode-se perceber uma tendência de mudança nesse sentido.

A mesma postura de propor mudanças aparece quando a questão é a escolha da sequência dos conteúdos. Os entrevistados indicaram que seguiam a sequência mais tradicional por ser o que estavam acostumados na qual havia pouco espaço para temas novos. Contudo, após as primeiras experiências realizadas pretendem, para o próximo ano letivo, fazer escolhas diferentes abrindo espaço para incluírem temas de FMC. Passando a considera-lo não só como uma curiosidade de final de curso. Sobre essa expectativa de mudanças, eles apresentam diferentes opções:

P1: “É, mesma sequência (indicando que atualmente usa a sequência de conteúdos mais tradicionais). Acho que sim (sobre mudar para o próximo ano letivo), porque duas coisas que eu quis aplicar não saíram completamente como planejado. Uma delas é a Física Moderna e a outra é a Gravitação Universal, que é de astronomia, que é de outro curso de formação continuada que eu fiz aqui. Eles não saíram 100% como eu quis. Então eu vi que uma forma de eu fazer isso é acabar modificando essa sequência.”

P2: “Eu trocaria os módulos, que hoje tem um padrão pra começar a mudar isso aí. Já mexeria de cara na sequência de conteúdos, é a

primeira coisa. (sobre a FMC) eu pensaria em (colocar) no final do primeiro colegial, no início do meio do segundo colegial e bem espalhado no terceiro colegial.”

P4: “Na escola particular que eu dou aula (...) eu tenho uns dois horários que eu fico quase que sozinho, aí eu estava querendo usar esses horários para trabalhar esses conteúdos (de FMC).”

P3: “agora eu consigo enxergar momentos em que eu posso inserir (a FMC) tanto no segundo ano como no terceiro.”

Do ponto de vista do ensino de FMC em particular, como mostrado na tabela 5, os professores P1, P2 e P3 já fizeram tentativas de incluir esses temas em suas aulas logo após o curso. Deve-se lembrar de que o professor P1 já tinha isso em seu planejamento desde o início do ano, até por uma imposição da escola, mas que procurou o curso por justamente não saber como fazê-lo. Os trechos abaixo indicam como estes professores descreveram estas primeiras tentativas de ensinar FMC:

P1: “Aí como que foi essas aulas de física moderna: eu elaborei a sequência básica, né, começando pelo efeito fotoelétrico, e também como eu tinha só duas semanas eu tinha que falar o que eu hierarquizei como o mais importante, principalmente de conteúdo de cobrança no vestibular (justificando sua escolha pela incidência do efeito fotoelétrico em provas de vestibular). (...)Aí eu montei tudo em slides, né, pra poder fluir mais rápido, que tinha pouco tempo, né? (...)como primeiro slide eu coloquei aquela animação do “Symphony of Science” (um vídeo utilizado durante o curso) que até você que me apresentou. Aí eu coloquei, né, eu tentei envolver os alunos falando um pouco da física quântica, da relatividade (...) falei dos experimentos do Rayleigh e Jeans, falei sobre Michelson e Morley e comecei a física moderna”

P2: (foi no) primeiro colegial, que eu fiz. Escola particular, apostila fechada, não tinha como fazer nada. A turma era boa, eu dei uma apertada na turma, adiantei bastante o conteúdo, sobrou mais ou menos um mês e meio pra eu trabalhar astronomia. Aí eu inseri o conteúdo de espectroscopia.(...) o aparelhinho que vocês criaram (um espectroscópio caseiro utilizado no curso e entregue a eles) para mostra o espectro da luz, aquele lá eu utilizei, mesclando com o curso de astronomia que eu fiz na universidade depois. (...) eu já aproveitei

e coloquei mais uma coisa que não tinha no curso (...) que eram as partículas elementares. (...) No terceiro colegial eu entrei com partículas elementares...”

P3: Nesse ano eu trabalhei assim, não eu ministrando as aulas do conteúdo. Apenas dei uma explanação geral, sobre o que é o conteúdo de maneira geral e eles apresentaram uma espécie de seminário pra mim de alguns temas que eu achei interessantes.

O que se pode extrair destes relatos é que após o curso todos tiveram vontade de incluir a FMC em suas aulas e trabalharam para conseguir um espaço para tal. Apenas o professor P1, que viveu uma situação diferente, pois inicialmente teria um período longo para esse tema e se preparou para isso, inclusive incluindo atividades experimentais, mas na prática, devido a outras atividades da escola precisou reduzir bastante seu planejamento. O professor P2 parece ter sido o que mais se empenhou em conseguir espaço para trazer os temas de FMC e o fez em duas séries diferentes. Todos eles, apesar de relatarem o uso de materiais ou sugestões apresentadas no curso, de alguma forma também incluíram outros temas, mesmo que superficialmente como foi o caso do professor P3. O que se pode dizer dessa análise é que se os professores buscaram no curso um apoio para conseguirem incluir a FMC para suas aulas, eles parecem ter encontrado, o que pode sinalizar que o curso é uma proposta viável sob esse aspecto.

Do ponto de vista da autonomia, olhar para essas escolhas que eles fizeram permite falar da dimensão da obrigação moral da profissionalidade deles. Segundo Contreras (2012), nessa dimensão o profissional reflexivo guia-se por valores educacionais construídos por ele e não só pelo domínio técnico dos métodos para alcançar resultados como é o caso do especialista técnico. Não é possível classificar esses professores apenas como um ou outro modelo, pois se identifica em suas posturas elementos de ambos. Ao se organizarem para incluírem conteúdos que julgam importantes, mesmo não obrigados a fazê-lo, eles valorizam suas concepções pessoais de educação. Contudo ao se apoiar em critérios como ser assunto de vestibular, é um sinal de que aceitam as “metas do sistema educacional em que estão inseridos”. Enfim, é possível

identificar nessa dimensão tanto características do especialista técnico como do profissional reflexivo.

5.3.3. A dimensão didático-pedagógica das interações

A dimensão didático-pedagógica olha para a atuação pedagógica do professor e como ela se reflete na organização e execução de suas aulas e como ele se relaciona com os conhecimentos anteriores de seus alunos. No roteiro da entrevista semiestruturada essa dimensão aparece nas seguintes questões:

1. Normalmente como você inicia um conteúdo novo? Você se lembra de uma aula introdutória que tenha tido uma boa aceitação pelos seus alunos? Fale-me sobre ela.
2. Me fale um pouco sobre seus alunos, eles são mais questionadores ou não? Quais conteúdos ou assuntos eles costumam se interessar mais?
3. Voltando para temas de FMC, se você já trabalhou com eles, como foi essa aula? Me conte como você introduziu o tema e como foi a participação dos alunos. Que outras atividades ou estratégias você usou para desenvolver esse conteúdo?
4. Durante o curso foi apresentado um exemplo de estrutura de aula. Ela começava com uma problematização inicial e seguia com o uso de várias estratégias (experimentos reais, simulações, discussão de textos históricos) para construir o conhecimento necessário para respondê-la. O que você achou dessa estrutura? É viável para suas aulas? Fez alguma tentativa nesse sentido?

Para a primeira questão, a maioria deles afirmou usar história da ciência para introduzir um novo assunto e um deles disse fazer perguntas para motivá-los ao estudo do tema. Sobre os que afirmaram usar a história da ciência, encontram-se os seguintes relatos:

P1: *“Isso (usar a história da ciência). (na aula de gravitação) comecei desde a parte do Ptolomeu, desde anos antes de Cristo, alguns filósofos e até astrônomos gregos, alguns egípcios que também já tinham feito alguns experimentos, cálculo de raio da Terra e tudo*

mais, e até que tinham alguns experimentos na biblioteca de Alexandria e aí você vai fazendo um histórico até chegar no Kepler”.

P2: “Depende. É diferente pra cada um. Já usei, por exemplo, misturar o contexto histórico com algumas perguntas (...) e aí posso misturar com um experimento. A aula das partículas elementares (para a 3ª série do Ensino Médio) foi uma aula bacana. A primeira coisa que eu fiz foi pegar aquele vídeo que você deu para gente (citando um dos materiais usados e disponibilizados no curso) e passei pra eles. (...) Aí eu comecei a contar a ‘historinha’ de como eles chegaram nas partículas, o que foi acontecendo passando por alguns cientistas...”

P3: “De um tempo pra cá eu estou tentando introduzir a questão da história, eu tento trazer algum fato histórico da física pra discutir e depois eu começo bem tradicional.”

Antes de qualquer análise cabe ressaltar que discussões sobre a História e Filosofia da Ciência no ensino de Física apresentam uma literatura tão vasta quanto discussões sobre o ensino de FMC, e que não é objetivo deste trabalho um aprofundamento nesta discussão, mas que pode ser feita a partir de trabalhos como Martins (1990, 2006), Matthews (1994), Peduzzi (2001) e Martins (2007). Assim a literatura específica dessa área será utilizada para dar suporte a análise desta questão, mas sem o intuito de um maior aprofundamento.

Ao olhar para as falas deles sobre como a História da Ciência se faz presente em suas aulas, percebe-se que eles a utilizam apenas para situar, cronologicamente, a partir dos personagens principais envolvidos, o desenvolvimento de determinado conceito científico. Essa visão de uma história linear que desconsidera os contextos socioculturais em que o episódio se desenvolve é apontada por pesquisadores da área com inadequada e que deve ser evitada (HÖTTECKE e SILVA, 2011; FORATO, MARTINS e PIETROCOLA, 2012; GUERRA, BRAGA e REIS, 2013). É bastante provável que essa inadequação esteja associada às falhas em sua formação inicial, pois inclusive eles indicam isso em um dos questionários respondidos durante o curso. De fato, pode-se encontrar respaldo na literatura sobre as deficiências

da formação inicial de professores com relação a História da Ciência (PEREIRA e MARTINS, 2011 e MARTINS, 2012).

Sob o ponto de vista destes professores, quando usam a História da Ciência em suas aulas, eles conseguem motivar, pelo menos inicialmente, seus alunos para o estudo do tema que virá. Provavelmente por isso eles demonstraram interesse em discussões sobre essa abordagem, e de fato ela esteve presente no curso e foi feita seguindo pressupostos indicados pela literatura específica da área. Contudo, ao analisar essa questão apenas se pode dizer que o curso reforçou junto aos professores o interesse, que já apresentavam, para incluírem a História da Ciência em suas aulas. Não parece ter havido nenhum ganho no sentido de um uso mais adequado desta abordagem. Isso pode indicar que o espaço dado no curso para discussões dessa natureza foi pequeno, mas também é importante lembrar que estes professores ainda estão em processo de formação e que não se pode esperar grandes mudanças em sua postura com um único curso como este. De qualquer forma cabe o registro de que não ter havido um momento em que eles pudessem trazer para discussão suas experiências sobre o uso de abordagens históricas em suas aulas para serem problematizadas e discutidas coletivamente. Claro que incluir isso em uma discussão de poucas horas não dá nenhuma garantia de mudança, mas pelo menos poderia trazer contribuições para um novo olhar destes professores para o uso da História da Ciência em suas aulas.

Ainda para esta primeira questão o professor P4 foi o único que não citou a História da Ciência, mas sim o uso de questões, como se vê a seguir. Essa resposta será analisada juntamente com a última questão desse bloco, pois ela também trata da problematização em aulas de física.

P4: Eu gosto de fazer perguntas, assim, que vão ser respondidas ao longo do curso. Por exemplo, se você vai falar sobre força, aí eu falo 'o que você acha que causa o movimento?' Posso buscar algum exemplo de aplicação."

A questão 2 desse bloco apenas serviu para trazer informações sobre o perfil dos alunos de forma geral para, para ajudar a analisar as respostas da

terceira questão, se necessário. Em suma o que os professores afirmaram nesta questão é que, considerando as diferentes salas e escolas em que atuam, eles sempre têm alunos mais questionadores e mais apáticos. Que em algumas turmas há alguma predominância de um ou outro perfil, mas que nas salas em que realizaram suas aulas de FMC em geral os alunos tendem a ser mais questionadores e respondem bem, participando e se envolvendo, sempre que há atividades diferenciadas em relação à aula tradicional. Isso de alguma forma se reflete nas respostas da próxima questão, pois ao mesmo tempo em que eles informam que as aulas de FMC permitiram um bom envolvimento dos alunos, eles também dizem que isso se repetiu em outras aulas. Do ponto de vista da aprendizagem dos conceitos trabalhados nas aulas de FMC nenhum deles indicou se ela ocorreu ou não, mas também não houve nenhuma pergunta específica nesse sentido. Apenas o professor P2 que relatou que percebeu que ao final suas aulas foram mais informativas do que formativas. Mesmo não sendo explícito na fala dos demais professores, isso também parece ter ocorrido com eles, até porque eles acabaram tendo pouco tempo para discutir a FMC com seus alunos.

A última questão desse bloco visa conhecer a opinião sobre a dinâmica dos 3 MP e em particular a problematização que foi utilizada durante todo o curso. A seguir alguns trechos que sintetizam as respostas dadas.

P1: *“Eu achei muito boa. Problematização eu já passava ela pro aluno, né? Porque o aluno, se você não mostrar a problematização, ele vai mostrar. Se o aluno é questionador, ele vai falar. Uma hora ele vai te abordar e vai falar assim ‘mas pra que eu vou ver isso? Onde que tá a funcionalidade dessa matéria? Por que você está passando isso pra gente?’”*

P2: *“Não tinha feito, já tinha visto uma pessoa ou outra fazer, mas nunca tinha feito. Testei também. Deu certo e não deu certo. Deu certo na sala de aula. Foi muito bom. Quando chegou na prova não sei o que aconteceu com os meninos, (...). Eles não me responderam. Deixaram em branco. Uma problematização que eu achei muito interessante, que eu falei que gostei do livro (citando o Pietrocola et al, 2011) foi a da conservação da energia utilizando um gibi no caso do homem aranha...”*

P3: “Não (sobre conhecer a dinâmica dos 3MP). Eu já tinha feito assim... as vezes eu colocava as questões antes, numa aula e na próxima aula é que eu ia tentar responder. Deixar um pouco de curiosidade para o aluno.”

P4: “Mesmo sem conhecer essa estrutura eu problematizava, mas não com tanta propriedade como você fez. Mas eu problematizava de um jeito muito simples. Como eu vi lá (referindo-se a aula de espectroscopia do 5º encontro) ficou muito interessante, e acaba que a gente consegue trazer o aluno pro nosso lado. Eu gostei muito dessa dinâmica.”

A análise desta questão se parece com a feita na primeira questão desse bloco que tratava da História da Ciência. Isso porque os professores dizem que gostaram da estrutura da aula apresentada como modelo, se interessam por fazer problematizações em suas aulas, porém demonstram um conhecimento superficial do tema. O professor P1 faz uma confusão entre problematizar um conteúdo e justificar o seu ensino. Não que uma problematização, quando bem realizada, também não possa também ser útil para o aluno entender porque está aprendendo aquele conteúdo, mas esse não é o principal objetivo. O professor P3, também indica que não entendeu bem do que se trata e retoma a ideia das questões que ele costuma utilizar no início do conteúdo para motivar os alunos para seu aprendizado. Novamente, a problematização também pode contribuir com isso, mas é preciso lembrar, como afirmou Muenchen (2010) “toda problematização é uma pergunta, mas nem toda pergunta é uma problematização.” (p. 157). O professor P4 parece perceber que há uma diferença entre a forma que ele costumava problematizar e a forma com isso foi feito durante o curso, o que pode contribuir para que ele repense a sua prática. Já o professor P2 utiliza um problema aberto sugerido em uma atividade do livro didático que está utilizando para fazer a sua problematização. O que parece ser uma melhor escolha por fugir da ideia de que problematizar é apenas fazer uma pergunta direta.

Durante todo o curso, os Momentos Pedagógicos estiveram presentes na prática, no entanto não houve nenhum momento em que essa estrutura fosse discutida com os professores. Com essa escolha esperava-se um aprendizado pelo exemplo, onde a prática da formadora fosse coerente com

sua fala (FREIRE, 1996 p. 16) e pudesse servir de exemplo para os participantes. O que parece ter ocorrido com a maioria deles. Porém uma discussão explícita, assim como no caso da História da Ciência, poderia ser interessante também para que eles pudessem trazer para o curso suas experiências e na discussão com todos pudessem reformulá-las, ou pelo menos ter um maior conhecimento sobre essa dinâmica para repensar sua prática. Mais uma vez então a análise caminha para indicar que esse foi outro momento do curso em que a voz dos professores não foi considerada.

Colocando o olhar na atuação pedagógica desses professores o que se percebe é que eles se preocupam em buscar estratégias que contribuam para a motivação e aprendizado de seus alunos, mas que também mantém marcas de um ensino mais tradicional, principalmente no seu discurso. Voltando o olhar para com o curso interferiu nesta atuação apenas se pode dizer que ele valorizou e reforçou algumas estratégias pedagógicas que eles já gostavam de usar, mas geral ofereceu poucos elementos que permitissem ampliar o uso de tais estratégias ou abordagens. Do ponto de vista de autonomia, a análise desse grupo de questões não parece indicar um cenário diferente do apresentado na dimensão educativa das interações, no qual foi possível enxergar tanto elementos de diferentes modelos de professor.

Em suma, neste capítulo foram apresentadas as análises dos três diferentes instrumentos de coleta de dados e sobre diferentes aspectos, que serão úteis para a construção das considerações finais apresentada no próximo capítulo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O ensino de FMC no nível médio já encontra uma ampla justificativa entre os pesquisadores da área e também nos documentos oficiais para esse nível de ensino. A formação do professor tem se mostrado como uma das dificuldades para que estes temas cheguem às salas de aulas do Ensino Médio. Com o intuito de contribuir para o enfrentamento desta questão esta pesquisa se estruturou a partir do desenvolvimento, realização e análise de um curso de formação continuada que se propôs a discutir o ensino de FMC com professores de física da região do Triângulo Mineiro.

O curso que foi apresentado neste trabalho se propôs a fazer uma discussão ampla sobre as finalidades e possibilidades do ensino de FMC, tanto que na divulgação do curso o título utilizado foi: *“Física Moderna e Contemporânea: por que e como inseri-la nas aulas?”* Ou seja, a expectativa não era a de apresentar aos professores uma proposta fechada para o ensino de um conteúdo específico de FMC. Era sim, problematizar com estes professores o ensino da FMC de forma geral. Construir com os participantes do curso um conhecimento que os permitisse fazer escolhas sobre conteúdos e estratégias para o ensino de FMC considerando seu cotidiano escolar. Por esta razão as ideias de uma educação dialógica e problematizadora de Paulo Freire foram muito importantes para a construção desta proposta, já que nesse ideal de educação o conhecimento se constrói entre educador e educando e não apenas é transmitido de um para o outro.

Contudo planejar e realizar uma ação educativa dialógica não é tarefa fácil, principalmente quando se tem marcas do ensino bancário. Isso vale tanto para o professor formador com para os professores cursistas. Por isso mesmo é preciso uma vigilância atenta durante todo o desenvolvimento do curso. E nesse sentido o uso da dinâmica dos Três Momentos Pedagógicos favoreceu o exercício de construção de uma estrutura de curso que apresentasse características dialógicas e problematizadoras. Eles ajudaram a construir a proposta como um todo e também a organizar cada encontro. E nesse processo, ao pensar nas atividades que poderiam compor cada Momento

Pedagógico tornava-se necessário romper com as marcas da transmissão direta de conteúdos.

Assim as primeiras considerações serão feitas com relação aos desafios enfrentados na construção da proposta. A principal dificuldade da construção deste curso foi pensar em uma proposta que ao mesmo tempo trouxesse alguns questionamentos e atividades para serem realizadas, mas que também permitisse mudanças de caminho para incluir outras trazidas pelos cursistas. Ou seja, não foi nem um curso completamente fechado e nem completamente aberto, mas um misto disso. Para isso foi preciso lançar mão de algumas estratégias na organização o curso. A primeira foi a escolha de um calendário que previsse um intervalo entre os encontros para ser possível um replanejamento considerando as colocações dos participantes. Isso foi feito adotando-se encontros aos sábados não sequenciais. A segunda, que talvez tenha sido a parte mais trabalhosa, foi a organização de material de apoio. Como os temas específicos, seja do ponto de vista de conteúdos como de estratégias de ensino ou de discussões mais gerais pertinentes, não foram pré-definidos pela professora formadora, seria necessário ter uma diversidade de materiais disponíveis. Isso foi feito recorrendo-se à literatura da área e também levantando diferentes fontes disponíveis na internet, tais como sites ou blogs de pesquisadores envolvidos com o ensino de FMC ou de secretarias de educação e repositórios de objetos de aprendizagem.

Contudo o maior desafio foi construir a estrutura prévia do curso. Por não ser um curso completamente aberto, seria necessária uma estrutura prévia para guiar os encontros, pelo menos inicialmente. Para essas escolhas prévias a professora formadora apoiou-se principalmente a resultados das pesquisas sobre o ensino de FMC. Só como exemplo pode-se citar que ao escolher incluir uma atividade com livros didáticos, havia uma concordância com trabalhos que indicam que esse é um elemento muito importante para o professor planejar suas aulas. A partir disso, foram construídas atividades que permitissem conduzir as discussões por diferentes caminhos. Essa construção só é possível quando se tem um material de apoio suficiente para permitir olhar uma mesma questão sobre vários ângulos e para isso foi importante conhecer as pesquisas sobre o tema. Uma montagem desta natureza é trabalhosa, mas também traz

flexibilidade para o curso. Obviamente nem todos os materiais produzidos são usados, inclusive podem ser substituídos por outros sugeridos ou trazidos pelos professores participantes.

Essas estratégias parecem ter ajudado no desenvolvimento do curso. Os intervalos entre os encontros foram suficientes para incluir as indicações dos cursistas, assim como também foi possível alterar o rumo de algumas discussões durante o encontro a partir das colocações dos cursistas, já que o material de apoio foi amplo e diversificando. Um exemplo foi mostrado na análise da atividade com os livros didáticos. Naquele momento o objetivo específico era olhar para os temas de FMC presentes nos livros, mas também havia a intenção de uma discussão mais ampla sobre critérios para escolha dos livros. Aparentemente a escolha do livro era um problema para alguns professores, tanto que trouxeram algumas experiências para serem debatidos no curso redirecionando as discussões. Ao trazer suas questões o professor contribui para a ampliação dos debates previstos, como era a expectativa do curso. Na análise das entrevistas pode-se perceber que essa atividade trouxe contribuições para que estes professores repensassem seus critérios de escolhas de livros didáticos.

O grupo de participantes foi pequeno, o que favoreceu um bom desenvolvimento das atividades, já que todos participavam constantemente das discussões. Inicialmente foram disponibilizadas 15 vagas, pois se acreditava que ainda seria possível um bom envolvimento com esse total de participantes. Mas seria interessante uma avaliação deste curso com grupos maiores que esse, buscando entender como manter a dialogicidade em um grupo maior. Sobre o perfil deste grupo, uma característica atípica é que todos eram professores de física com formação em física. Fora isso, o perfil deles se mostrou semelhantes ao de outros grupos de professores em contexto semelhante, relatados na literatura. O que pode indicar que apesar de pequeno, não deixa de ser um grupo representativo. Ou seja, assim com outros professores que buscam cursos sobre ensino de FMC, estes consideram importante o ensino de FMC e parte deles já fez alguma tentativa a esse respeito, contudo atribuem a sua dificuldade a falhas da sua formação inicial.

Além disso, foi possível identificar no discurso desses professores marcas de um ensino bancário, pelo uso frequente de expressões como “passar conteúdo” ou pautar suas escolhas pelo que “cai no vestibular”. Assim como também carregavam marcas das tendências atuais de ensino ao dizerem que acham importante considerar o cotidiano do aluno e a interdisciplinaridade. Ao procurarem o curso eles parecem indicar que percebem as fragilidades do ensino tradicional e por isso buscam por inovações. A expressão “é preciso sair da zona de conforto” também apareceu algumas vezes na fala de mais de um deles. O que parece mostrar o reconhecimento das suas fragilidades e a busca por novas alternativas.

Sob esse aspecto eles parecem ter encontrado no curso alguns elementos que contribuíram com essas mudanças. Isso porque a maioria deles já conseguiu introduzir alguma mudança na sua prática pedagógica no semestre seguinte à realização do curso. Seja no sentido de já incluir a FMC em suas aulas, seja por um novo olhar para os livros didáticos inovadores que passaram a utilizar. Aliás, parece que a análise dos livros didáticos ocorrida no primeiro encontro foi um das atividades mais promissoras, pois na entrevista todos afirmaram que esse olhar mais crítico para os livros foi uma das contribuições do curso para eles. Isso sinaliza para a importância de incluir na formação continuada discussões mais amplas do que apenas aquelas pontuais como, por exemplo, apresentar um novo experimento para ser usado.

Não que esta discussão específica não seja importante. Tanto é que ela também ocorreu neste curso, com a discussão de alguns experimentos e simulações computacionais e vídeos sobre ensino de FMC. Ao final do curso os professores receberam um CD rom com todos os arquivos digitais usados, assim os professores não precisariam ficar preocupados em anotar detalhes ou endereços de sites durante as atividades. Receberam também réplicas e roteiros de construção dos experimentos utilizados. Esse material ofereceu ao professor um registro das atividades realizadas e materiais utilizados. Esse material foi útil para eles, pois eles citaram, na entrevista, já ter utilizado alguns destes materiais em suas aulas, assim como também disseram que a partir das indicações apresentadas eles conseguiram achar outros materiais sobre FMC.

Talvez um ponto favorável do curso seja justamente o de não se focar em discussões específicas do tipo como ensinar determinado conceito. Ao problematizar o ensino de FMC como os professores eles puderam rever suas experiências e expectativas sobre esse tema a partir de diferentes pontos de vista. Por exemplo, houve um encontro em que se discutiu o uso de Tecnologias da Informação e Comunicação para ensinar FMC. Neste encontro foram utilizadas algumas simulações do efeito fotoelétrico, mas a discussão incluiu tanto os conceitos físicos necessários para usar tais simulações, como também as diferentes possibilidades de uso desse recurso e o cd-rom entregue no final trouxe uma listagem com vários sites que apresentavam simulações de física, os repositórios de objetos de aprendizagem. Aparentemente a escolha por essa abordagem mais ampla parece ter sido boa, pois ao incluírem temas de FMC em suas aulas, os professores foram além dos conceitos específicos tratados no curso e materiais entregues. O professor P2, por exemplo, falou sobre Física de Partículas, um tema não abordado no curso. O professor P1 partiu do efeito fotoelétrico e chegou a discutir a dualidade onda-partícula e também o princípio da incerteza.

Apesar de, na entrevista final, ser possível perceber mudanças na postura dos professores é preciso olhá-las com cuidado para evitar generalizações inadequadas. Para isso a análise feita no capítulo anterior privilegiou três dimensões de interação. Destas a dimensão educativa das interações parece ter sido a mais privilegiada no curso, pois foi onde aparentemente os professores mostraram mais mudanças em sua postura. Esta dimensão considera a forma com o professor seleciona e organiza os conteúdos que pretende ensinar. Essa dimensão esteve presente no curso de forma geral, quando se discutiu razões e possibilidades para incluir a FMC no planejamento e de forma específica nas discussões sobre os livros didáticos, principal material de apoio para o professor planejar sua aula. Sobre a inclusão de FMC em seu planejamento, no início eles se mostraram inseguros sobre como fazê-lo, já na entrevista final todos apontaram alternativas para fazê-lo já no próximo ano letivo e a maioria inclusive já havia feito alguma tentativa logo após o curso. Com relação aos livros, como já foi mencionado, todos citaram na entrevista que essa foi uma das mudanças que perceberam após o curso.

Já a dimensão epistemológica das interações acabou sendo pouco considerada no curso. Esta dimensão leva em conta que a concepção de ciência do professor pode influenciar na sua relação com o saber e com seu aluno. Houve um encontro do curso que discutiu as contribuições da abordagem histórica no ensino de FMC. Contudo não houve espaço nesse encontro para discussões um pouco mais amplas envolvendo questões de epistemologia da ciência, por exemplo. Assim não foi possível nem conhecer as concepções de ciências do professor antes do curso assim nem investigar eventuais mudanças após. Na entrevista o que se pode perceber foi o reforço no interesse destes professores em usarem a abordagem histórica em suas aulas. Porém ao citarem exemplos de como fazem essa abordagem apareceram vários indícios de um uso inadequado que privilegia apenas uma história cronológica descontextualizada.

Resultado semelhante ocorreu na dimensão didático-pedagógica das interações, que se preocupa com a atuação pedagógica do professor. A expectativa era que o grupo de professores tivessem inicialmente uma postura mais tradicional e até mesmo bancária, pois é o que ainda é comum. Isso acabou se confirmando pelos discursos deles, como já foi mencionado. Como o curso privilegiou a dialogicidade em suas atividades e utilizou a problematização constantemente, esperava-se que essa postura pudesse ser um exemplo que despertasse o interesse dos cursistas. Por isso, na entrevista houve uma pergunta sobre o uso da problematização em suas aulas para saber a opinião deles. O que se percebeu é que, apesar de indicar que gostaram da estrutura das atividades do curso, eles pareceram ter uma visão muito simplista de problematização. Talvez para que eles pudessem entender melhor e quem sabe até incluir a problematização em suas aulas seria necessário ter um espaço no curso para discuti-la.

Olhar para estas dimensões de interação do professor permitiu uma análise do próprio curso. Aparentemente tanto os bons resultados na dimensão educativa como algumas fragilidades nas outras duas dimensões de interação podem estar relacionados com o uso (ou não) de discussões mais amplas, como aconteceu na atividade do livro didático e deixou de ocorrer com a História da Ciência, por exemplo. Ao propor olhar para os temas de FMC nos

livros, abriu-se espaço para discutir o livro em si, discussão na qual os professores envolveram-se bem. Já no caso da História da Ciência, as atividades ficaram mais restritas a pensar em como incluir uma abordagem histórica em uma aula de FMC. Ou seja, parece ter feito falta um momento para discutir um pouco mais sobre como fazer abordagens históricas segundo recomendações da literatura da área, por exemplo. O mesmo pode ter ocorrido com a problematização. Nestes dois casos, a problematização e a História da Ciência, a professora formadora valorizou mais o exemplo (apresentando uma abordagem histórica adequada, ou fazendo problematizações em diferentes atividades) do que uma discussão sobre a questão em si.

Outra consideração que se pode fazer a respeito dos resultados observados nas dimensões epistemológica e didático-pedagógica das interações, é que talvez eles reflitam momentos em que a ação dialógica se enfraqueceu. Mesmo com o cuidado de evitar momentos de depósito, seria muito ingênuo considerar que eles não ocorreram. Vale sempre lembrar que esta foi uma experiência nova para a professora formadora e talvez para os cursistas também. Dito de outro modo é provável que algumas das atividades que privilegiavam essas dimensões possam ter ocorrido sem uma grande participação dos professores ou com a professora formadora sobrepondo suas perspectivas a dos cursistas. Por isso seria interessante um olhar mais detalhado para as atividades que pretendiam contemplar estas dimensões.

Mas de forma geral, as análises parecem indicar que o curso permitiu uma ação educativa que favorecesse uma construção coletiva do conhecimento. Tanto que ao final do curso, a temática principal, o ensino de FMC, passou a fazer parte do planejamento dos professores participantes. Contudo, um dos objetivos do trabalho que era um olhar para a autonomia destes professores também parece ter ficado fragilizada, carecendo de um aprofundamento no próprio conceito da autonomia e em como avaliá-la.

Ao escolher o arcabouço teórico de Contreras para olhar para autonomia destes professores acreditava-se que suas características da autonomia de cada modelo de professor que ele apresenta seria suficiente para caracterizar os professores cursistas durante e após o curso. O que acabou se mostrando

uma tarefa muito complicada, pois na prática foi possível observar elementos tanto do especialista técnico como do profissional reflexivo em um mesmo professor. Contudo em algumas situações foi possível sim observar uma mudança, como por exemplo, perceber que após o curso os professores passaram a fazer escolhas para suas aulas considerando também em seus valores educacionais e não apenas as indicações do sistema em que atua. Isso pode significar que eles passaram a olhar para suas experiências e valorizá-las em suas novas escolhas, talvez se aproximando do modelo de profissional reflexivo definido por Contreras. Claro que não se pode afirmar que houve uma mudança total e com todos os professores e em todas as dimensões de interação consideradas, mas sim que alguma mudança já foi possível, mesmo considerando o pouco tempo de todo esse processo.

Enfim, um olhar geral para essa pesquisa pode mostrar algumas de suas potencialidades e também de suas fragilidades. A grande dificuldade na elaboração e desenvolvimento do curso é a busca por uma ação educativa dialógica, na perspectiva freireana. Mas os Momentos pedagógicos se mostraram valiosos para enfrentar essa dificuldade. Com destaque positivo do curso estão a valorização da participação ativa dos professores cursistas e a inclusão de discussões amplas e específicas sobre o ensino de FMC. Talvez essas duas características sejam as que mais contribuíram para o bom desenvolvimento da proposta e também com as mudanças observadas na postura dos professores.

Por outro lado é importante também uma análise crítica da proposta e um novo olhar para ela. As análises mostraram que algumas discussões parecem ter feito falta e poderiam ser incluídas. Mas para isso é necessário repensar o tempo de duração do curso, pois apenas 6 encontros de 4 horas é um tempo curto tanto para abordar mais discussões como também para que o professor tenha tempo de digerir-las. Por isso seria interessante repensar a duração do curso, mas sem desconsiderar a necessidade de ter intervalos entre os encontros. Pois sem eles fica difícil incluir sugestões e solicitações dos professores.

Olhar para as diferentes dimensões de interações também permitiu analisar mudanças ocorridas (ou não) nas posturas ou escolhas dos professores em diferentes aspectos. Na dimensão educativa chamou atenção a mudança em relação a postura dos professores frente aos livros didáticos considerados mais inovadores. Em geral, por estarem mais habituados ou não se sentirem preparados, eles se apoiavam nas obras de cunho mais tradicional e fugiam daquelas que apresentavam muitas novidades tanto na forma de apresentar os conteúdos como nas propostas de atividades. Ao final, todos se mostraram mais interessados nessas obras justamente por perceberem que elas contribuiriam mais para a preparação das aulas como eles gostariam de fazer. Além disso, eles já mostravam mais segurança em fazer trocas de conteúdos mais tradicionais por outros mais atuais para encaixar temas que consideravam relevantes para a formação de seus alunos.

Na dimensão didático-pedagógica das interações, observou-se que eles valorizaram as estratégias discutidas durante o curso e repensaram a sua forma de usar. Por exemplo, o professor P1, que sempre valorizou o uso de experimentos indicou que gostaria de tornar suas aulas experimentais mais investigativas. Já o professor P3 destacou o ganho que considera ter ao usar a abordagem histórica de forma mais ampla. Foi interessante perceber que entre os professores que já realizaram aulas de FMC os dois utilizaram recursos apresentados no curso, como experimentos e objetos de aprendizagem, o que mostra a contribuição efetiva das atividades escolhidas. Eles também se mostraram interessados em usar mais a problematização em suas aulas, por terem gostado da estrutura problematizadora do curso. Contudo a falta de uma discussão explícita sobre esse tema fez com que eles apresentassem visões contraditórias sobre o que seria uma aula problematizadora.

Por fim, na dimensão epistemológica das interações o que as entrevistas mostraram é que não houve mudanças na forma como os professores pensavam a ciência. As contribuições das discussões realizadas no curso foram mais no sentido de fazer com que eles explicitassem essas ideias e as utilizassem na hora de planejar suas aulas. Ter claro quais são suas visões de ciência é uma postura importante ao pensar em aulas de FMC, pois nesse tema existem conceitos que mostram uma ciência ainda em construção com

alguns paradigmas em aberto. O que significa que o professor tem que ter claro para si o que pretende discutir com seu aluno e que visão de ciência deseja compartilhar com eles. Essa preocupação também apareceu nas respostas dadas à entrevista.

Por fim o que se pode dizer é que para uma primeira tentativa de utilização desta proposta, os resultados obtidos pareceram promissores indicando que vale a pena investigar mais essa estrutura de formação continuada. A pesquisa pode ser ampliada em alguns aspectos. O primeiro, como já foi dito é quanto um aprofundamento nas discussões sobre autonomia do professor. O segundo é a utilização e análise desta proposta em outros contextos, tais como com grupos maiores de professores ou com professores com formação mais diversificada, como é comum nas escolas. Afinal. Não se pode desconsiderar que o fato de o grupo investigado ter formação específica em física pode ter contribuído para o bom desenvolvimento da proposta e também para os resultados observados. Assim como também seria interessante aumentar o tempo de duração do curso e avaliar os ganhos dessa ampliação. E também poderia ser interessante olhar uma utilização desta proposta na formação inicial de professores, ou em disciplinas ou até mesmo em projetos de Iniciação à Docência.

Seria interessante também uma análise mais criteriosa dos outros Momentos Pedagógicos do curso, já que aqui se privilegiou a Problemática Inicial. Será que a dialogicidade também esteve presente nas atividades destes outros momentos da mesma forma que pareceu estar no primeiro momento? Esse tipo de análise também pode permitir um olhar para as atividades em si no sentido de tentar identificar quais favoreceram mais o diálogo e quais podem ser melhoras. Estes seriam alguns dos desdobramentos possíveis para esta pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, V. N. **O caso Plutão e a natureza da ciência: uma proposta para alunos do ensino médio**. 2012. 205 páginas. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências modalidade Física) Faculdade de Educação e Instituto de Física, Universidade de São Paulo, São Paulo

ALBUQUERQUE, V.; MARLUCCI, C. RODRIGUES, M.; LEITE, C. Astronomia e cultura nas pesquisas em ensino de ciências na última década. In: **Atas do I Encontro Nacional de Educação em Astronomia**, 2011, Rio de Janeiro, RJ

ALVES, J. A. P.; CARVALHO, W. L. P.; MION, R. A.. A Formação Inicial de Professores de Física e a Construção da Identidade de Professor e Pesquisador. In: **XII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física**, Águas de Lindóia, SP, 2010.

ANDRÉ, M. Formação de professores: a constituição de um campo de estudos. **Educação**, Porto Alegre, v. 33, n.3, p. 174-181, 2010

ARAUJO, L.B.; NIEMEYER, J.; MUENCHEN, C. Os três momentos pedagógicos: algumas considerações sobre os trabalhos apresentados nos encontros de pesquisa em ensino de física (EPEF) 2012 In: **Atas do XX Simpósio Nacional de Ensino de Física**, 2013, São Paulo, SP: Sociedade Brasileira de Física

ARAÚJO, M.C.; HOSOUME, Y. A física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio: algumas tendências da última década. In: **Atas do XVIII Simpósio Nacional de Ensino de Física**, 2013. São Paulo, SP: Sociedade Brasileira de Física

BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2011

BASTOS, A.V.; ECKHARDT A.; SPOLAOR, C.P.; RIGUE, F.M.; DAMANSCENO, T.L.; RAMOS, M.R.S. Contribuições Freireanas no Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência – PIBID/Química. In: **Atas do VII Seminário Nacional Diálogos com Paulo Freire**, 2013. Santa Maria, RS

BEHREND, D.M.; ALVES, J.O. Formação inicial e continuada de educadores(as): espaço de diálogo e escuta. In: **Atas do VII Seminário Nacional Diálogos com Paulo Freire**, 2013. Santa Maria, RS

BONZANINI, T.K.; BASTOS, F. Formação continuada de professores de ciências: algumas reflexões. In: **Atas do VII Encontro Nacional de Pesquisas em Educação em Ciências**. 2009, Florianópolis, SC: Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências

BRASIL, 1996, **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**. Ministério da Educação/Secretaria da Educação Média e Tecnológica, Brasília, 1996.

_____. 1999, **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**. Ministério da Educação/Secretaria da Educação Média e Tecnológica, Brasília, 1999.

_____. 2002, **PCN+ Ensino Médio: Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio. Ciências da natureza, Matemática e suas tecnologias**. Ministério da Educação/Secretaria da Educação Média e Tecnológica, Brasília, 2002

_____. 2011a. **Guia de livros didáticos: PNLD 2012 – Física**. Brasília: MEC/SEB, 2011

_____. 2011b. **Guia de livros didáticos: PNLD 2012: Apresentação**. Brasília: MEC/SEB, 2011

BROCKINGTON, G.; PIETROCOLA, M. 2006. Serão as Regras da Transposição Didática Aplicáveis aos Conceitos de Física Moderna? **Investigações em Ensino de Ciências** (On line), UFRGS v.10, n.3, p.1-17, 2006

CANDAU, V. M. (Org.). **Magistério: construção cotidiana**. Petrópolis: Vozes, 3ª Ed., 1999

CARRASCOSA, J. Análise da Formação Continuada e Permanente dos professores de Ciências Ibero-Americanos. In: MENEZES, L.C. (Org).

Formação continuada de professores de ciências no contexto ibero-americano. Campinas, São Paulo: Autores Associados: NUPES, 1996

CARVALHO, A. M. P. Metodologia de pesquisa em ensino de Física: uma proposta para estudar os processos de ensino e aprendizagem. In: Atas – Mesa Redonda do **IX Encontro de Pesquisa em Ensino de Física**, Jaboticatubas, MG: Sociedade Brasileira de Física. 2004

CAVALCANTI, M.A.; TAVOLARO, C.R.C. Uma caixinha para estudo de espectros. **Física na Escola**, v.3, n.2., p. 40-42, 2002

CAVALCANTI, M.A.; TAVOLARO, C.R.C.; SOUZA, D.F.; MUZINATTI, J. Efeito fotoelétrico no desenvolvimento de competências e habilidades. **Física na Escola**, v.3, n.1., p. 24-29, 2002

CHOPPIN, A. História dos livros e das edições didáticas: sobre o estado da arte. **Educação e Pesquisa**, v.30, n.3, p.549-566, 2004

CONTRERAS, J. **A autonomia de professores.** São Paulo: Cortez, 2012

COSTA, N.M.L. A formação contínua de professores – novas tendências e novos caminhos. **Holos**. Ano 20, p. 63-75, 2004

D'AGOSTIN, A. **Física Moderna e Contemporânea: com a palavra professores do Ensino Médio.** 2008. 112 páginas. Dissertação (Mestrado em Educação) Pós-Graduação em Educação, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Pr

DELIZOICOV, D. **Conhecimentos, tensões e transições.** 1991. Tese (Doutorado em Educação). Instituto de Física, Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP

DELIZOICOV, D. Ensino de física e a concepção freireana da educação. **Revista Brasileira de Ensino de Física**. V.5, n.2, p.85-98, 1983

DELIZOICOV, D. Resultados da pesquisa em ensino de ciências: comunicação ou extensão? **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 22, n.3, p.364-378, 2005

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. **Metodologia do ensino de ciências**. São Paulo: Cortez, 1989.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. **Física**. São Paulo: Cortez, 1990.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de Ciências: fundamentos e métodos**. São Paulo: Cortez, 2007.

DELIZOICOV, D.; ZANETIC, J.; ANGOTTI, J. A. P.; MENEZES, L. C.; TAKEYA, M. Uma experiência de ensino de ciências na Guiné-Bissau - Depoimento. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v.2, n.4, p. 57-72, 1980

DOCA, R. H.; GUALTER, J. B.; NEWTON, V. B.. **Física**. São Paulo: Saraiva, 2010. v.3.

DOMINGUINI, L. Física Moderna no Ensino Médio: com a palavra os autores dos livros didáticos do PNLEM. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v.34, n.2, p.2502, 2012

DRUMOND, O. T.; OLIVEIRA, G.W.; CORRÊA FILHO, J. A.. Formação inicial e continuada de professores de física: uma análise de concepções e propostas apresentadas na última década nos SNEFs e EPEFs. In: Atas do **XVII Simpósio Nacional de Ensino de Física**, 2009. Vitória, ES: Sociedade Brasileira de Física

ERICSON, F. Qualitative research methods for science education. In: FRASER, B.J.; TOBIN, K.G. **International handbook of Science education**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1998

FERREIRA, N. S. A.. As pesquisas denominadas “Estado da Arte”. **Educação & Sociedade**, n. 79, p. 257-272, 2012

FORGIARINI, A. M. C.; AULER, D. PIMENTEL, N. L.; FENNER, H.. Santa Maria e o Arroio Cadena. In: Atas do **IV Encontro Ibero-Americano de Coletivos Escolares e Redes de Professores que Fazem Investigação na sua Escola**, Lajeado, RS, 2005

FORATO, T. C. M.; MARTINS, R. A.; PIETROCOLA, M. History and Nature of Science in High School: Building Up Parameters to Guide Educational Materials and Strategies. *Science & Education* v. 21, p. 657-682, 2012

FREIRE, P. **A educação na cidade**. São Paulo: Cortez, 1995

_____. **Pedagogia da Autonomia: saberes necessários à prática educativa**, São Paulo: Paz e Terra, 1996

_____. **Pedagogia do Oprimido**, Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2005 (49ª reimpressão)

_____. **Extensão ou Comunicação?** Tradução Rosika Darcy de Oliveira, 15ª edição. São Paulo: Paz e Terra, 2011

GARCIA, N.M.D. Livro didático de Física e Ciências: contribuições das pesquisas para a transformação do ensino. **Educar em Revista, Curitiba, Brasil**, n.44, p.145-163, 2012

GASPAR, A. **Física**. São Paulo: Ática, 2005.

_____. **Compreendendo a física: ensino médio**. São Paulo: Ática, 2010.v.3.

GONÇALVES FILHO, A.; TOSCANO, C. **Física**. São Paulo: Scipione, 2007.

_____. **Física e realidade**. São Paulo: Scipione, 2010. v. 2 e 3.

GIROUX, H. A.. **Los profesores como intelectuales**. Hacia uma pedagogia crítica del aprendizaje. Barcelona/Madri: Paidós/MEC, 1990

GRIMES, A.P.; LAWALL, I.; NETO, J.T.J As concepções dos professores sobre a inserção de física moderna e contemporânea no ensino médio. In: **Atas do XIII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física**, 2011. Foz do Iguaçu, Pr: Sociedade Brasileira de Física

GUÇÃO, M. F. B.; JESUS, A. C. S.; TAKAHASHI, B. T.; CARNIO, M. P.; NARDI, R.. Um panorama sobre a temática formação de professores de física presente em periódicos da área de ensino de ciências na última década. In: Atas do **XVIII Simpósio Nacional de Ensino de Física**, 2011. Manaus, AM: Sociedade Brasileira de Física

GUERRA, A.; BRAGA, M.; REIS, J. C. History, Philosophy, and Science in a Social Perspective: A Pedagogical Project. **Science & Education**. , v. 22, p. 1485-1503, 2013

HIGA, I.; OLIVEIRA, O.B. Desafios na formação docente: a articulação entre ensino e pesquisa. **Revista de Educação**, n.28, p.9-20, 2010

HOSOUME, Y.; MARTINS, M. I.; RIBEIRO, R. A.; LEITE, C.. Um panorama das pesquisas em livros didáticos de física a partir dos resumos de teses e dissertações. In: Atas do **XIII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física**, 2011. Foz do Iguaçu, Pr: Sociedade Brasileira de Física

HÖTTECKE, D.; SILVA, C. C. Why Implementing History and Philosophy in School Science Education is a Challenge: An Analysis of Obstacles. **Science & Education**. v. 20, p. 293-316, 2011.

HUBERMAN, M. **O ciclo de vida profissional de professores**. In: Nóvoa, A. (Org.) Vida de Professores, 2000, Porto. 2000

JARDIM, W.T.; GUERRA, A. CHRISPINO, A. Revisão de bibliografia: Física Moderna e sua relevância no Ensino Médio. In: Atas do **XVIII Simpósio Nacional de Ensino de Física**, 2011. Manaus, AM: Sociedade Brasileira de Física

KANTOR, C.A.; PAOLIELLO JR., L.A.; MENEZES, L.C.; BONETTI, M.C.; CANATO JR.; ALVES, V.M.. **Quanta física**. São Paulo:Editora PD, 2010. v.2,3.

KARAN, R. A. S.; CRUZ, S.M.S.C.S; COIMBRA, D.. Uma releitura metodológica para o ensino da relatividade restrita. In: Anais do X Encontro de Pesquisa em Ensino de Física - X EPEF, 2006, Londrina, PR

KAWAMURA, M. R e HOSOUME, Y. A contribuição da Física para um novo Ensino Médio. **Física na Escola**, v.4, n.2, p. 22-27, 2003

KAZUHITO, Y.; FUKU, L. F.. **Física para o ensino médio**. São Paulo: Saraiva, 2011. v. 3.

KUHN, T. S. **A estrutura das revoluções científicas**. São Paulo: Perspectiva, 2006

LAWALL, I.T.; ZANELLA, A.; BAUMER, A. L. Inserção de Física Moderna no Ensino Médio em cursos de formação continuada: perfil profissional, concepções sobre inovação curricular e mudanças na prática. . In: Atas do **XIII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física**, 2012. Maresias, SP: Sociedade Brasileira de Física

LAWALL TERESINHA, I.; SIQUEIRA, M.; PIETROCOLA, M. y RICARDO, E. (2009). Desenvolvimento profissional durante a implementação de inovações curriculares por professores do ensino secundário. **Enseñanza de las Ciencias**, Número Extra VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, Barcelona, pp. 2569-2572 disponível em: <http://ensciencias.uab.es/congreso09/numeroextra/art-2569-2572.pdf>

LONGHINI, M.D.; NARDI, R. A pesquisa sobre a prática como elemento na formação do professor: uma experiência envolvendo a formação inicial de professores de física. **Revista Electrónica de investigación em educacion em ciências**, v.2, n.1, 2007

LUDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. São Paulo, EPU, 1986

LUZ, A. M. R.; ÁLVARES, B. A.. **Curso de Física**. São Paulo: Scipione, 2005. v. 1, 2 e 3.

_____. **Curso de Física**. São Paulo: Scipione, 2010. v. 3.

LUZ, W.M.; HIGA, I. Reflexões sobre propostas de ensino de física moderna e contemporânea para o ensino médio. In: Atas do **XVIII Simpósio Nacional de Ensino de Física**, 2013. São Paulo, SP: Sociedade Brasileira de Física

MACHADO, S. B. Contribuições de Paulo Freire na educação matemática crítica. In: **Atas do VII Seminário Nacional Diálogos com Paulo Freire**, 2013. Santa Maria, RS

MAGALHÃES, A.G.; ROMUALDO, A.S.; LIMA, M.C.G.; PEREIRA, R.C.B.; OLIVEIRA, S.P.P A formação de professor para a diversidade na perspectiva de Paulo Freire. In: Atas do **V Colóquio Internacional Paulo Freire**, 2005. Recife, PE: Centro Paulo Freire – estudos e pesquisas

MARTINS, A.F.P. História e Filosofia da ciência no ensino: há muitas pedras nesse caminho... **Caderno Brasileiro de Ensino Física**, v.24, n.1, p.112-131, 2007.

MARTINS, A. F. P.. História, filosofia, ensino de ciências e formação de professores: desafios, obstáculos e possibilidades. **Educação** (Rio Claro. Online), v. 22, p. 5-25, 2012.

MARTINS, M. I.; HEREDIA, J. R.. PNLD EM 2012 e a proposta curricular mineira: uma análise comparativa centrada na perspectiva de professores. In: Atas do **XX Simpósio Nacional de Ensino de Física**, 2013. São Paulo, SP: Sociedade Brasileira de Física

MARTINS, R. A. Sobre o Papel da História da Ciência no Ensino. **Boletim SBHC** v.9, p.3-5, 1990.

MARTINS, R. de A. Introdução: a história das ciências e seus usos na educação. In: SILVA, C.C. (Org.) **Estudos de história e filosofia das ciências: subsídios para aplicação no ensino**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2006, p. xvii-xxx.

MARTINS, V.R.; LEITE, C. Proposta curricular do estado de São Paulo: uma análise da contextualização sócio-cultural no tema da Física Moderna e

Contemporânea. . In: Atas do **XVIII Simpósio Nacional de Ensino de Física**, 2011. Manaus, AM: Sociedade Brasileira de Física

MATTHEWS, Michael. R. **Science teaching – the role of history and philosophy of science**. New York: Routledge, 1994.

MEGID NETO, J. Representações e novas perspectivas do livro didático na área de ciências: o que nos dizem os professores, as pesquisas acadêmicas e os documentos oficiais. In: **I Congresso Brasileiro de Qualidade na Educação: formação de professores**, 2001, Brasília-DF: SEF/MEC, v. 1. p. 328-334.

MEGID NETO, J.; FRACALANZA, H. O livro didático de ciências: problemas e soluções. **Ciência & Educação**. v.9, n.2, p.147-157, 2003

MEGID NETO, J.; LOPES, B.B.G. Livros didáticos de Física e as Inovações da Pesquisa em Educação em Ciências. In: Atas do **XVIII Simpósio Nacional de Ensino de Física**, 2009, Vitória, ES: Sociedade Brasileira de Física

MENDES SOBRINHO, J.A.C. A formação continuada de professores: modelos clássicos e contemporâneo. **Linguagens, Educação e Sociedade**. V.11, n15, p.75-92, 2006

MENDES SOBRINHO, J.A.C. A formação continuada de professores Física: Perspectivas atuais. In: Atas do **XVIII Simpósio Nacional de Ensino de Física**, 2009, Vitória, ES: Sociedade Brasileira de Física

MENEZES, L.C. Uma física para um novo ensino Médio. **Revista Física na Escola**. V.1, n.1, 2000

MINAS GERAIS. Secretaria do Estado de Educação. **Novo Plano Curricular do Ensino Médio**. Belo Horizonte, 2006.

_____. Secretaria do Estado de Educação. **Conteúdo Básico comum: CBC Física**. Belo Horizonte, 2007.

MION, R. A.. Contribuições de um programa de investigação-ação educacional de vertente emancipatória para a formação de professores e ensino de física.

In: Atas do **XIII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física**, 2012. Maresias, SP: Sociedade Brasileira de Física

MION, R. A.; ANGOTTI, J. A. P.; BASTOS, F. P. Construindo a formação problematizadora e dialógica do educador. **Olhar do Professor**, Ponta Grossa - PR, v. 02, n.02, p. 195-206, 1999

MION, R. A.; KIELT, E.; SOUZA, C. A.. Uma heurística de resolução de problemas no processo de ensino-aprendizagem de Física. In: Anais do **VI ANPEd Sul**, Santa Maria – RS, 2006.

MONTEIRO, M. A. **Discursos de professores e de livros didáticos de física em abordagens sobre o ensino da física moderna e contemporânea: algumas implicações educacionais**. 2010. 440 páginas. Tese (Doutorado em Educação para Ciências) Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Campus Bauru, Bauru, SP.

MONTEIRO, M.A.; NARDI, R. BASTOS FILHO, J.B. Impedimentos para alguns professores da educação básica introduzirem a física moderna e contemporânea em suas programações de ensino: desencontros entre as diretrizes formativas e o contexto de atuação dos professores. In: Atas do **XX Simpósio Nacional de Ensino de Física**, 2013, São Paulo, SP: Sociedade Brasileira de Física

MONTEIRO, M.A.; e NARDI, R. Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio e a Formação de Professores. In: Atas do **XIII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física**, 2011. Foz do Iguaçu, Pr: Sociedade Brasileira de Física

MONTEIRO, M.A.; NARDI, R.; BASTOS FILHO, J.B. Física Moderna e Contemporânea no ensino médio e a formação de professores: desencontros com a ação comunicativa e a ação dialógica emancipatória. **Revista electrónica de investigación en educación en ciencias**, v.8, n.1, p. 1-13, 2012

MONTEIRO, M.A.; NARDI, R.; BASTOS FILHO, J.B. A sistemática incompreensão da teoria quântica e as dificuldades dos professores na

introdução da Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio. **Ciência&Educação**, v. 15, n3, p.557-580, 2009

MORAIS, A.; GUERRA, A. História e a filosofia da ciência: caminhos para inserção de temas de física moderna no estudo de energia na primeira série do Ensino Médio. **Revista Brasileira de Ensino de Física** v.35 n.1 p.1502, 2013

MUENCHEN, C. **A disseminação dos três momentos pedagógicos: um estudo sobre práticas docentes na região de Santa Maria/RS**. 137 f. 2010. Tese (doutorado em Educação Científica e Tecnológica) Universidade Federal de Santa Catarina, SC.

MUENCHEN, C. e DELIZOICOV, D. Práticas de Ensino de Ciências na região de Santa Maria/RS: algumas características. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v.3, n.2, p. 47-64, 2010

MUENCHEN, C. e DELIZOICOV, D. Construção de um processo didático-pedagógico dialógico: aspectos epistemológicos. **Revista Ensaio**, v.14, n.03, p.199-215, 2012

NARDI, R.; MONTEIRO, M. A. Experimentos Históricos na educação científica: explorando algumas potencialidades do bico de Bunsen. In: **XV Encontro Nacional de Ensino de Química**, 2010, Brasília. Anais do XV Encontro Nacional de Ensino de Química, 2010. v. 1.

NETO, J.T.J; SOUZA, A.P.G.; LAWALL, I.; SHIMONIYA, G.K.; PIETROCOLA, M. O perfil de professores em curso de formação contínua focado na inovação curricular de física moderna no ensino médio. In: Atas do **XIX Simpósio Nacional de Ensino de Física**, 2011, Manaus, AM: Sociedade Brasileira de Física

NÓVOA, A. (Coord.) **Os professores e a sua formação**. Lisboa: Publicações Dom Quixote, 1995

OLIVEIRA, R.V.B.C. **O professor de física e sua prática: perspectivas de uma reelaboração crítica**. 2006. 115 páginas. Tese (Doutorado em Educação) Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo

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**, v.5, n.1, 2000

OSTERMANN, F.; RICCI, T.F. Relatividade Restrita no ensino médio: contração de Lorentz-Fitzgerald e aparência visual de objetos relativísticos em livros didáticos de física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v.19, n.2, p.176-190, 2002.

OSTERMANN, F.; RICCI, T.F. Conceitos de física quântica na formação de professores: relato de uma experiência didática centrada no uso de experimentos virtuais. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 22, n1, p. 9-35, 2005

PACCA, J.L.A. O que está faltando na formação continuada para uma mudança efetiva na prática pedagógica – o papel da TIC. **Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista**, v.1, n.1, p. 154 -166, 2011

PARANHOS, R.R.G.; LOPEZ-RICHARD, V.; PIZANI, P.S. Lâmpada de Hg para experimentos e demonstrações de física moderna: introdução ao efeito fotoelétrico e outros tópicos. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v.30, n.4, p.4502, 2008

PARIGI, C.R.; RIBEIRO, E.T.L.; VIANNA, M.; XAVIER, M.S.; HENZ, C.I. Professores da EJA: da realidade dos educadores aos diálogos coletivos de formação continuada. In: **Atas do VII Seminário Nacional Diálogos com Paulo Freire**, 2013. Santa Maria, RS

PASSOS, A. M.; PASSOS, M. M.; ARRUDA, S. M.. O campo formação de professores: um estudo em artigos de revistas da área de ensino de ciências no Brasil. **Investigações em Ensino de Ciências**, v.15, n.1, p. 219-255, 2010

PEDDUZZI, L. O. Q. Sobre a utilização didática da História da Ciência. In: PIETROCOLA, M. **Ensino de Física: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora**. Florianópolis: Editora da UFSC, 2001. cap. 7, p. 151-170.

PENTEADO, P.C.; TORRES, C.M.. **Física – Ciência e Tecnologia**. São Paulo: Moderna, 2005. V. 1, 2 e 3.

PEREIRA, A. P., OSTERMANN, F. Sobre o ensino de Física Moderna e Contemporânea: uma revisão da produção acadêmica recente. **Investigações em Ensino de Ciências**, v.14 n.3, p.393-420, 2009.

PEREIRA, A.P.; PESSOA JR., O; CAVALCANTI, C.J.H.; OSTERMANN, F. Uma abordagem conceitual e fenomenológica dos postulados da física quântica. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 29, n. especial 2, p. 831-863, 2012

PEREIRA, G. J. S. A.; MARTINS, A. F. P.. A inserção de disciplinas de conteúdo histórico-filosófico no currículo dos cursos de licenciatura em Física e em Química da UFRN: uma análise comparativa. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 28, p. 229-258, 2011.

PERNAMBUCO, M. **Educação e escola como movimento: do ensino de ciências à transformação da escola pública**. Tese. São Paulo: FEUSP, 1994.

PIETROCOLA, M.; POGIBIN, A.; ANDRADE, R.; ROMERO, T. R.. **Física em contextos: pessoal, social e histórico**. São Paulo: FTD, 2011.v.1 e 3.

PIGATTO, C.Z.; HENZ, C.I. Vínculos afetivos e o projeto hora do conto: meninos e meninas lendo o mundo e a palavra. In: **Atas do VII Seminário Nacional Diálogos com Paulo Freire**, 2013. Santa Maria, RS

PINTO, A.C., ZANETIC, J.É possível levar a Física Quântica para o Ensino Médio? **Caderno Catarinense de Ensino de Física**. V.16, n.1, p.7-34, 1999

POTENZA, B.G.G. **Formação inicial de professores e a Física Moderna: articulações para um desempenho autônomo**. 2011. 149 páginas. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências modalidade Física) Faculdade de Educação e Instituto de Física, Universidade de São Paulo, São Paulo

POTENZA, B.G.G; KAWAMURA, M.R.D.; BECHARA, M.J. A dualidade onda-partícula através de atividades na formação inicial de professores. In: Atas do **XVIII Simpósio Nacional de Ensino de Física**, 2009. Vitória, ES: Sociedade Brasileira de Física

REZENDE, F.; OSTERMANN, F. A prática do professor e a pesquisa em ensino de física: novos elementos para repensar essa relação. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 22, n.3, p. 316-337, 2005

QUEIROZ, M. N. A.; HOSOUME, Y.. Livro didático de física e CBC: aproximações ou distanciamentos na abordagem do tópico geradores de energia elétrica. In: VIII ENPEC - Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências e I CIEC - Congreso Iberoamericano de Investigación en Enseñanza de las Ciencias, 2011, Campinas-SP.

SAMPAIO, J.L.P.; CALÇADA, S.V.. **Universo da Física**. São Paulo: Saraiva, 2005. 2ª ed. v. 1, 2 e 3.

SANCHES, M.B.; NEVES, M.C.D. O que pensam professores e alunos a respeito da inserção da física moderna e contemporânea no ensino médio. In: Atas do **XII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física**, 2010. Águas de Lindóia, SP: Sociedade Brasileira de Física

SANCHES, A.O.; CARVALHO, L.M.O. Domínio do conhecimento de física moderna na licenciatura: análise de um caso. In: Atas do **XIX Simpósio Nacional de Ensino de Física**, 2011, Manaus, AM: Sociedade Brasileira de Física

SANT'ANNA, B.; REIS, H. C.; MARTINI, G.; SPINELLI, W.. **Conexões com a Física**. São Paulo: Moderna, 2010. v.3.

SANTOS, C.A.B; CURY, E. A formação dos professores que ensinam física no Ensino Médio. **Ciência & Educação**. V.18, n.4, p.837-849, 2012

SANTOS, J.; SOUZA JR.; SIQUEIRA, M.. Física moderna e contemporânea no ensino médio: uma proposta de ensino sobre espectroscopia. In: Atas do **XIII**

Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, 2012. Maresias, SP: Sociedade Brasileira de Física

SAUERWEIN, I.P.S.; TERRAZZAN, E.A.. A utilização do referencial teórico de Paulo Freire na compreensão de um processo de acompanhamento da prática pedagógica de professores de Física. In: Atas **V Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, 2005, Bauru, SP: Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências

SAUERWEIN, I.P.S.; DELIZOICOV, D. Formação continuada de professores de física do ensino médio: concepções de formadores. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 25, n.3, p. 439-477, 2008

SCHON, D. A. **The reflective practioner**. How professional think in action. Londres: Temple Smith, 1983

_____. Formar professore como profissionais reflexivos. In: NÓVOA, A. (Coord.) **Os professores e a sua formação**. Lisboa: Publicações Dom Quixote, 1995. P. 77-91

_____. **Educando o profissional reflexivo: um novo design para o ensino e a aprendizagem**. Porto Alegre: Artmed, 2000

SHINOMIYA, G.K e RICARDO, E.C.. Inclusão de tópicos de Física Moderna no Ensino Médio e a formação inicial dos professores. In: Atas do **XIII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física**, 2011. Foz do Iguaçu, Pr: Sociedade Brasileira de Física

SILVA, A.P.W.P.; SAGGIOMO, T.G. Apontamentos e reflexões dos professores sobre a função da escola do campo. In: **Atas do VII Seminário Nacional Diálogos com Paulo Freire**, 2013. Santa Maria, RS

SILVA, C. X.; BARRETO FILHO, B.. **Física aula por aula**. São Paulo: FTD, 2010. v.3.

SILVA, C. F. J.; QUEIROZ, J. R. O.. A física do cotidiano: um enfoque prático e dialógico. In: Atas do **XII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física**, 2010. Águas de Lindóia, SP: Sociedade Brasileira de Física

SILVA, E. F.; GARCIA, T. M. B.; GARCIA, N. M. D.. Livro didático: um recurso “de peso” nas salas de aula do ensino médio. In: Atas do **XIII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física**, 2011. Foz do Iguaçu, Pr: Sociedade Brasileira de Física

SILVA, L.F.; ASSIS, A.. Física moderna no ensino médio: um experimento para abordar o efeito fotoelétrico. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 29, n.2, p.313-324, 2012

SOUZA, M. A. M.; DANTAS, J.D.. Fenomenologia nuclear: uma proposta conceitual para o ensino médio. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 27, n.1, p.136-158, 2010

SOUZA, V. F. M. **A importância da pergunta na promoção da alfabetização científica dos alunos em aulas investigativas de física**. 2012. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências modalidade Física) Faculdade de Educação, Instituto de Física, Instituto de Química e Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP

STENHOUSE, L. **La investigación como base de la enseñanza**. Madri: Morata, 1987

TERRAZZAN, E. A. **Perspectivas para a inserção de física moderna na escola média**. 1994. Tese (Doutorado em Educação) Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo

TOFOLI, M. R.; HOSOUME, Y.. Conteúdos educacionais de física nas diferentes regiões do Brasil – um olhar para o tema matéria e radiação. In: Atas do **XX Simpósio Nacional de Ensino de Física**, 2013. São Paulo, SP: Sociedade Brasileira de Física

TONIOLO, J.M.S.A.; BARCELOS, V. Coerência em Paulo Freire: aproximando os princípios das atitudes na formação de professores. In: **Atas do VII Seminário Nacional Diálogos com Paulo Freire**, 2013. Santa Maria, RS

TORRES, C. M.; FERRARO, N. G.; SOARES, P. A, T.. **Física – ciência e tecnologia**. São Paulo: Moderna, 2010. vol.3.

TOTI, F.A.; PIERSON, A.H.C. Compreensões sobre o processo de formação para a docência: concepções de bacharéis e licenciados sobre a licenciatura em física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 29, n.3, p. 1074-1107, 2012

VALENTE, L.; BARCELLOS, M.E.; SALEM, S.; KAWAMURA, M.R.D.. Física moderna e contemporânea no ensino médio: expectativas e tendências. In: Atas do VI Encontro de Pesquisa em Ensino de Ciências, Florianópolis, SC, 2007

VERIDIANO, T. S.; FURTADO, W. W.; QUEIROZ, J. R. O.. Ensino de Física numa perspectiva Problematicadora. In: Atas do **XIV Encontro de Pesquisa em Ensino de Física**, 2012. Maresias, SP: Sociedade Brasileira de Física

WELTER, G.H.; KESKE, C. Formação continuada de professores: uma reflexão a partir de Paulo Freire. In: **Atas do VII Seminário Nacional Diálogos com Paulo Freire**, 2013. Santa Maria, RS

WINTERHALTER, D.F.L NOGUEIRA, V. Saberes necessários à docência na perspectiva de Paulo Freire. In: **Atas do VII Seminário Nacional Diálogos com Paulo Freire**, 2013. Santa Maria, RS

ZANOTELO, M. e FAGUNDES, M.B.; Ensino de Física Moderna e Contemporânea: análise de uma disciplina para ingressantes na educação superior. **Educação: Teoria e Prática** v.22, n. 40, 2012

ZIMMERMANN, A.; VENDRSCOLO, R. Educação do campo na perspectiva da pedagogia da alternância: a experiência da casa familiar rural do vale do Jaguari. In: **Atas do VII Seminário Nacional Diálogos com Paulo Freire**, 2013. Santa Maria, RS

ANEXO I – SLIDES UTILIZADOS NO CURSO

Aqui serão apresentados os slides utilizados no curso. Cabe destacar que eles apresentavam opções de links internos que permitiam seguir diferentes sequências. Para fins de organização aqui eles são colocados em um arranjo linear, o que permite uma visão do todo, mas não necessariamente da sequência que de fato foi utilizada. Em alguns momentos foram usados links externos e neste caso o endereço do sitio utilizado está indicado no slide para que sirva de referência e consulta. Este conjunto de slides na forma de um arquivo tipo “PDF” foi entregue aos professores cursistas junto com o material experimental ao final do curso. A expectativa é que eles possam ter a memória e o registro das temáticas e exemplos discutidos durante o curso.

Os slides estão organizados aqui pela sequência dos 3 Momentos Pedagógicos.

A Problemática Inicial

Formação Continuada
de Professores DICA

*Física Moderna e Contemporânea:
por que e como inseri-la nas aulas?*

Prof^a. Ma. Nilva L. L. Sales
nilva@fisica.uftm.edu.br

Logos: DICA, Universidade Federal de Uberlândia, FAPESP, CNPq

Formação Continuada
de Professores DICA

Para começar.... uma reflexão...

- Por que você escolheu estudar e ensinar Física?
- Por que a física deve ser ensinada no EM?
- Que física você ensina no EM?
- Que física deveria ser ensinada no EM?

Logos: DICA, Universidade Federal de Uberlândia, FAPESP, CNPq

Um bom ensino de física....

- ...
- ... apresenta conexões com temas cotidianos ao aluno;
- ... faz sentido para o aluno quando o aluno aprende e não em um momento futuro;
- ... contribui para a motivação do aluno na busca por novos conhecimentos;
- ... permite ao aluno a construção de uma visão crítica do mundo que o cerca.

Quais as possibilidades para obtermos um bom ensino de Física?

FMC, uma proposta

- Temas mais atuais de física podem contribuir:
 - Para instigar o aluno e motivá-lo para o seu estudo;
 - Para dar significado ao que se pretende estudar;
 - Para permitir que o aluno forme uma visão crítica acerca da ciência e tecnologia que o cerca.
- Então, FMC é a solução?
 - Talvez uma boa proposta....

Física Moderna e Contemporânea

- Física Moderna → Física do início do século XX
 - Relatividade
 - Tópicos de Mecânica Quântica
- Física contemporânea → De meados do século XX até os dias de hoje
 - Semicondutores
 - Física de Partículas
 - Nanociência e novos materiais

Seu aluno já perguntou...

- Como funcionam as portas automáticas dos shoppings?
- Como é possível estudar a composição de uma estrela sem sair da Terra?
- O que são nanopartículas e para que servem?
- Como funciona o sistema GPS?
- Como é produzida a energia nuclear?
- ...

- No questionário exploratório praticamente todos os inscritos disseram que usavam o livro didático como fonte de pesquisa para planejar suas aulas.
- Como seu livro didático pode ajudá-lo a responder as perguntas apresentadas?
- Como o seu livro aborda a Física Moderna e Contemporânea?

O PNLD – Ensino Médio

- O que você conhece sobre o PNLD?
- Quais critérios você utiliza (utilizou) para escolher um livro didático?

Guia de livros de Física aprovados no PNLD-EM 2012

O guia de livros aprovados está disponível no site do FNDE no link abaixo:
<http://www.fnde.gov.br/programas/livro-didatico/guia-do-livro/item/2988-guia-pnld-2012-ensino-m%C3%A9dio>

A atual lista do PNLD – física EM

COMPREENDENDO A FÍSICA

25041COL22

Alberto Gaspar

Editora Ática

LIVRO 1

Sobre o livro 1:

- Ênfase no desenvolvimento conceitual da física e valorização da experimentação;
- Apresenta uma densa sequência de conteúdos na ordem tradicionalmente abordada;
- O manual do professor é um material de suporte bem estruturado para o docente, indicando inclusive textos acadêmicos;
- Aborda a FMC em 4 capítulos:
 - Das ondas eletromagnéticas aos fótons
 - Relatividade
 - Origens da Física Quântica

A atual lista do PNLD – física EM

CURSO DE FÍSICA

25046COL22

Antônio Máximo Ribeiro da Luz
Beatriz Alvarenga Alvarez

Editora Scipione

LIVRO 2

Sobre o livro 2:

- Apresenta a física do ponto de vista conceitual e fenomenológico, sem tanta ênfase na matematização.
- Manual do professor auxilia tanto na escolha da sequência de conteúdos como de estratégias de avaliação
- A FMC é abordada ao longo de toda obra e não apenas no volume 3.

A atual lista do PNLD – física EM

CONEXÕES COM A FÍSICA

25050COL22

Blairi Sant'Anna
Glória Martini
Hugo Carneiro Reis
Walter Spinelli

Editora Moderna

LIVRO 3

Sobre o livro 3

Formação Continuada de Professores DICA

- Apresenta uma distribuição de conteúdos tradicional;
- Utiliza uma abordagem contextualizada dos temas tratados;
- A física moderna aparece em alguns “boxes” ao longo do texto e em um capítulo no final da coleção.
- Manual do professor apresenta boas sugestões metodológicas

A atual lista do PNLD – física EM

FÍSICA – CIÊNCIA E TECNOLOGIA

25052COL22

Carlos Magno A. Torres
Nicolau Gilberto Ferraro
Paulo Antonio de Toledo Soares

Editora Moderna

LIVRO 4

Sobre o livro 4:

Formação Continuada de Professores DICA

- Conteúdos distribuídos de forma tradicional;
- As vezes supervaloriza a matemática e as vezes a discussão conceitual. Não há um padrão;
- Utiliza elementos do cotidiano nas abordagens e valoriza a discussão envolvendo tecnologias;
- A física moderna aparece no volume 3 a partir de uma abordagem temática e interdisciplinar
- Manual do professor contribui com a formação do professor indicando leituras complementares

A atual lista do PNLD – física EM

QUANTA FÍSICA

25063COL22

Carlos Aparecido Kantor
Lilio Alonso Paoliello Junior
Luís Carlos de Menezes
Marcelo de Carvalho Bonetti
Osvaldo Canato Junior
Viviane Moraes Alves

Editora PD

LIVRO 5

Sobre o livro 5:

Formação Continuada de Professores DICA

- Quebra o tradicionalismo da sequência de conteúdos ao se basear nos eixos estruturadores do PCN+;
- Contribui para o desenvolvimento de competências e habilidades;
- Manual do professor oferece boas orientações ao professor.
- Temas de física moderna aparecem em diferentes volumes da coleção.

Formação Continuada de Professores DICA

Volume 1 (264 Páginas)

Unidade 1 - O mundo da energia;

Uma presença universal; Recursos energéticos naturais; Afinal - o que é energia?; Máquinas e processos térmicos; Eletricidade, geração e usos.

Unidade 2 - Transporte, esportes e outros movimentos;

Abrindo o jogo; As regras do jogo; Usando as regras do jogo nos esportes e transportes.

Volume 2 (232 Páginas)

Unidade 1 - Comunicação e Informação;

Produção, processamento, propagação e armazenamento da informação, Campos elétricos e magnéticos; Luz, imagens e processamento; Informática, sistemas e redes;

Unidade 2 - Os astros e o cosmos;

Visões do céu; A visão moderna do sistema solar; Via-Láctea: nascimento, vida e morte das estrelas; Evolução do Universo.

Volume 3 (240 Páginas)

Unidade 1 - Radiações, materiais, átomos e núcleos;

As radiações e a matéria; O átomo quântico; As radiações, o núcleo atômico e suas partículas; Estrutura da matéria e propriedades de materiais.

A atual lista do PNLD – física EM

FÍSICA

25065COL22

Gualter
Helou
Newton

Editora Saraiva

LIVRO 6

Sobre o livro 6:

- Sequência de conteúdos tradicionais, mas é bastante denso/extenso;
- Forte apelo à matemática (as vezes exagerado);
- Boas sugestões de experimentos;
- Física Moderna é abordada no final do vol. 3 dosando bem a parte conceitual e matemática;

A atual lista do PNLD – física EM

FÍSICA AULA POR AULA

25067COL22

Benigno Barreto Filho
Claudio Xavier da Silva

Editora FTD

LIVRO 7

Sobre o livro 7:

- Apresenta os conteúdos na sequência tradicional e bem distribuído nos 3 volumes;
- Inicia os tópicos sempre com questões problematizadoras;
- Faz um bom uso da História da Ciência;
- Apresenta tópicos de Física Moderna no final do 3º volume, de forma adequada.

A atual lista do PNLD – física EM

FÍSICA E REALIDADE

25068COL22

Aurêlio Gonçalves Filho
Carlos Toscano

Editora Scipione

LIVRO 8

Sobre o livro 8:

- Conteúdos distribuídos de forma tradicional;
- Utiliza-se sempre que possível da contextualização dos temas abordados;
- Procura contribuir para dar significado ao aprendizado de física;
- Valoriza a construção histórica e social da ciência;
- FM é abordada com viés epistemológico.

A atual lista do PNLD – física EM

FÍSICA EM CONTEXTOS –
PESSOAL – SOCIAL –
HISTÓRICO

25069COL22

Alexander Pogibin
Maurício Pietrocola
Renata de Andrade
Talita Raquel Romero

Editora FTD

LIVRO 9

Sobre o livro 9:

- A organização e distribuição dos conteúdos é um pouco diferenciada do tradicional;
- A abordagem do conteúdo articula aspectos conceituais, históricos e metodológicos;
- A física moderna e contemporânea é abordada em vários momentos da coleção;
- Valoriza a interdisciplinaridade;
- Boa dosagem entre a linguagem textual e matemática;

A atual lista do PNLD – física EM

FÍSICA PARA O ENSINO
MÉDIO

25071COL22

Fuke
Kazuhito

Editora Saraiva

LIVRO 10

Sobre o livro 10:

- Conteúdos distribuídos de forma tradicional;
- Apresenta conceitos claros, atuais e com boa dose de matematização;
- Os boxes trazem algumas boas informações sobre história da ciência e experimentos;
- Aborda a física moderna apenas no final do volume 3.

Organização do Conhecimento

Discussões sobre o que dizem os documentos oficiais, em específico os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+) (Brasil, 2002) e as Orientações da Proposta Curricular Mineira (Minas Gerais, 2005) sobre a inclusão de temas de Física Moderna e contemporânea nas aulas de Física do Ensino Médio.

Formação Continuada de Professores DICA

O que é a FMC?

- Física Moderna → temas relacionados às revoluções científicas do início do sec. XX

↓

Relatividade restrita e geral e Mecânica Quântica

- Física Contemporânea → temas que surgiram após a revolução do início do sec. XX

↓

Física de partículas, semicondutores, física de materiais e outros...

DICA Universidade Federal de Uberlândia EPM CNPq

Formação Continuada de Professores DICA

FMC, o que você conhece?

Relatividade Restrita	Efeito fotoelétrico	Radiação de corpo Negro	Dualidade onda-partícula
Materiais semicondutores	Relatividade Geral	Modelo Padrão de Partículas	Nanociência
Espectroscopia	Princípio da Incerteza	Computação Quântica	Laser

O que você ensina?

DICA Universidade Federal de Uberlândia EPM CNPq

Formação Continuada de Professores DICA

FMC, por que inserí-la nas aulas?

- Para Aline D'Agostin (2008):
 - estudantes precisam ter contato com o excitante mundo da pesquisa atual em Física;
 - os PCN para o Ensino Médio apontam na direção de uma profunda reformulação do currículo de Física na escola média e a inserção da Física Moderna e Contemporânea nos currículos;
 - é preciso estabelecer uma maneira de atrair jovens para a carreira científica, disseminar os conhecimentos que a ciência e a tecnologia propiciam à população e esclarecer o estudante quanto às pseudo-ciências.

Você concorda?

DICA Universidade Federal de Uberlândia EPM CNPq

Formação Continuada de Professores DICA

FMC, por que inserí-la nas aulas?

- Conceitos de FMC fazem parte do cotidiano do aluno? Podem ajudá-lo a se tornar um ser mais crítico?
- Temas de FMC são sugeridos em Documentos Oficiais?
 - PCN
 - Proposta Curricular Mineira

DICA Universidade Federal de Uberlândia EPM CNPq

D'AGOSTIN, A. **Física Moderna e Contemporânea: com a palavra professores do Ensino Médio**. 2008. 112 páginas. Dissertação (Mestrado em Educação) Pós-Graduação em Educação, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Pr.

FMC no cotidiano do aluno?!?

- Como funcionam as portas automáticas dos shoppings?
 - Efeito Fotoelétrico
- Como é possível estudar a composição de uma estrela sem sair da Terra?
 - Espectroscopia
- O que são nanopartículas e para que servem?
 - Física de Materiais, alguns conceitos de mec. Quântica
- Como funciona o sistema GPS?
 - Relatividade Restrita
- Como é produzida a energia nuclear?
 - Radioatividade e física de partículas

O que diz o PCN +

Alguns aspectos da chamada **Física Moderna** serão indispensáveis para permitir aos jovens adquirir uma compreensão mais abrangente sobre como se constitui a matéria, de forma que tenham contato com diferentes e novos materiais, cristais líquidos e lasers presentes nos utensílios tecnológicos, ou com o desenvolvimento da eletrônica, dos circuitos integrados e dos microprocessadores. A compreensão dos modelos para a constituição da matéria deve, ainda, incluir as interações no núcleo dos átomos e os modelos que a ciência hoje propõe para um mundo povoado de partículas. Mas será também indispensável ir mais além, aprendendo a identificar, lidar e reconhecer as radiações e seus diferentes usos. Ou seja, o estudo de **matéria e radiação** indica um tema capaz de organizar as competências relacionadas à compreensão do mundo material microscópico.

Você concorda?

Ainda no PCN+

Tema 5. Matéria e radiação

O cotidiano contemporâneo depende, cada vez mais intensamente, de tecnologias baseadas na utilização de radiações e nos avanços na área da microtecnologia. Introduzir esses assuntos no ensino médio significa promover nos jovens competências para, por exemplo, ter condições de avaliar riscos e benefícios que decorrem da utilização de diferentes radiações, compreender os recursos de diagnóstico médico (radiografias, tomografias etc.), acompanhar a discussão sobre os problemas relacionados à utilização da energia nuclear ou compreender a importância dos novos materiais e processos utilizados para o desenvolvimento da informática.

Os tópicos indicados no PCN+

- Tema 5: Radiação e Matéria
 1. Matéria e suas propriedades
 2. Radiações e suas interações
 3. Energia nuclear e radioatividade
 4. Eletrônica e informática
- Na sua opinião, qual(is) temas de fato devem estar na sua aula?

PCN+ e o livro “Quanta Física”

Volume 2 (232 Páginas)

Unidade 1 - Comunicação e Informação;

Produção, processamento, propagação e armazenamento da informação, Campos elétricos e magnéticos; Luz, imagens e processamento; Informática, sistemas e redes;

Unidade 2 - Os astros e o cosmos;

Visões do céu; A visão moderna do sistema solar; Via-Láctea: nascimento, vida e morte das estrelas; Evolução do Universo.

Volume 3 (240 Páginas)

Unidade 1 - Radiações, materiais, átomos e núcleos;

As radiações e a matéria; O átomo quântico; As radiações, o núcleo atômico e suas partículas; Estrutura da matéria e propriedades dos materiais.

A proposta curricular mineira

- Diretrizes norteadoras para o Ensino de Física:
 - Desenvolvimento de competências e habilidades;
 - Construção e explicação de fenômenos;
 - Uso de artefatos tecnológicos;
 - Aproximação com as coisas cotidianas;
 - Contextualização e interdisciplinaridade.

A proposta curricular mineira

- Critérios para seleção de conteúdos:
 - Descrição e explicação dos fenômenos físicos ligados ao cotidiano através da experimentação;
 - Busca de um conhecimento universal;
 - Relação entre a física e a cultura;
 - Ênfase nos aspectos tecnológicos e sociais da Física;

FMC e a proposta Mineira

- Tema 17 dos Conteúdos Complementares:
Noções de Física Quântica e Nuclear
 - Radioatividade
 - Efeito Fotoelétrico

Você já tentou?

- Enfim, por que inserir a FMC nas aulas de Física do Ensino Médio.
- Quais os problemas para fazer isso?
- Como se pode fazer isso?

Discussões sobre o uso de experimentos no Ensino de Física Moderna e Contemporânea.

Formação Continuada de Professores DICA

Vamos testar????

Tema sugerido: Efeito Fotoelétrico.

- Parece ser um tema clássico nas sugestões de FMC
- Tema indicado na proposta Mineira
- Assunto comumente estudado em cursos de Física

Você já tentou?

coordenadora DICA
Universidade Federal de Uberlândia
UFU
CNPq

Formação Continuada de Professores DICA

Conhecendo o tema

- Para saber mais sobre o efeito fotoelétrico
 - Texto da proposta curricular Mineira
 - http://crv.educacao.mg.gov.br/sistema_crv/documentos/op/em/fisica/2010-08/op-em-fs-49.pdf
 - Artigo de Valadares e Moreira
 - <http://www.periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/6896/7584>
- Para experimentos sobre o efeito fotoelétrico:
 - Simulação da UNEB
 - <http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/bitstream/handle/mec/14356/open/file/index.html?sequence=29>
 - Simulação do Phet
 - http://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/photoelectric

coordenadora DICA
Universidade Federal de Uberlândia
UFU
CNPq

Formação Continuada de Professores DICA

Outras possibilidades

- Efeito fotoelétrico x Efeito fotovoltaico
 - Blog sobre experimentos de FMC
 - <http://fisicamodernaexperimental.blogspot.com.br/search/label/Efeito%20Fotovoltaico%20e%20Efeito%20Fotoel%C3%A9trico>
- Semicondutores
 - O que são e como funcionam
 - Uma proposta de sequência didática completa
 - http://www.fisica.ufop.br/index.php/F%C3%A9sica_Qu%C3%A2ntica_no_Ensino_M%C3%A9dio
 - LED, o Diodo emissor de Luz
 - <http://fisicamodernaexperimental.blogspot.com.br/search/label/diodo%20emissor%20de%20luz>

coordenadora DICA
Universidade Federal de Uberlândia
UFU
CNPq

Imagem: <http://www.ggte.unicamp.br/e-unicamp/public>

Formação Continuada de Professores DICA

- Cálculo da Constante de Planck usando LEDs

Links para as imagens utilizadas na sequência a seguir:

<http://fisicamodernaexperimental.blogspot.com/2010/04/fotos-espectros-dos-leds-determinacao.html>

coordenadora DICA
Universidade Federal de Uberlândia
UFU
CNPq

Formação Continuada de Professores DICA

Proposta Experimental 3.1 do livro

Determinação da largura espectral de emissão de um led e a determinação da constante de Planck.

Nosso objetivo é determinar a ordem de grandeza da constante de Planck através da determinação da ddp necessária para acender um LED.

- *Para isto vamos considerar que a energia necessária para acendê-lo será no mínimo igual a energia da radiação emitida. A medida da DDP é realizada diretamente nos terminais do LED quando se observa o início de emissão.*

Mostraremos a seguir como podemos determinar a energia da radiação emitida pelo LED

coordenadora DICA
Universidade Federal de Uberlândia
UFU
CNPq

<http://fisicamodernaexperimental.blogspot.com/>

coordenadora DICA
Universidade Federal de Uberlândia
UFU
CNPq

Formação Continuada de Professores DICA

Comprimento de onda da radiação emitida pelo LED

- Um LED é um semicondutor e seu espectro apresenta uma configuração de bandas

Utilizando uma rede de difração (que pode ser um pedaço de CD sem a camada refletora) diante da lente de uma câmera digital.

Observamos.....

Você pode reproduzir este Experimento facilmente!!!

<http://fisicamodernaexperimental.blogspot.com/>

Formação Continuada de Professores DICA

Medida da largura espectral

Informações Espectrais obtidas através de rede de difração

<http://fisicamodernaexperimental.blogspot.com/>

Formação Continuada de Professores DICA

Determinação da ordem de grandeza da constante de Planck

Variando a ddp aplicada aos terminais dos leds até que o LED acenda (visualmente)

<http://fisicamodernaexperimental.blogspot.com/>

Formação Continuada de Professores DICA

- Você abordaria algum destes temas em suas aulas?
- Como você abordaria esses temas nas suas aulas?

<http://fisicamodernaexperimental.blogspot.com/>

Discussões sobre a abordagem histórica no ensino de Física Moderna e Contemporânea

Formação Continuada
de Professores DICA

Voltando ao efeito fotoelétrico

- Por que Einstein ganhou premio Nobel pelo efeito fotoelétrico e não pela teoria da relatividade?
- O que a história da Ciência tem a nos dizer?

Formação Continuada
de Professores DICA

Uma visão reducionista

- Ao conhecer o efeito fotoelétrico, Einstein, conhecido por sua rebeldia acadêmica, logo propõe uma nova maneira de responder ao problema: vamos considerar a luz como sendo um conjunto de corpúsculos chamados fótons que colidem com a placa metálica e arrancam elétrons.
- E assim o problema fica resolvido.

Formação Continuada
de Professores DICA

Contextualizando melhor...

- Quais as questões da física na época em que Einstein propôs o fóton?
- Ele se baseou em alguma outra teoria ou ideia?
- Ele confrontou diretamente a ideia de que a luz é uma onda eletromagnética?

Formação Continuada
de Professores DICA

Contextualizando melhor...

- Alguns outros experimentos da época não conseguiam ser explicados pelas teorias até então conhecidas:
 - Em que meio a luz se propaga? Como estudá-lo?
 - Como explicar a emissão de luz gerada por cavidades aquecidas tipo fornos?
 - Qual a explicação para a emissão de luz não contínua observada das estrelas?
- Isso mostra a busca por novas teorias

Formação Continuada
de Professores DICA

Contextualizando melhor...

- O primeiro a propor uma nova ideia é Planck que explica a emissão de um corpo negro sugerindo que a energia é emitida na forma de “pacotes” ou “quanta de energia”
- Einstein segue a ideia de Planck e sugere que a luz possa ser formada de “pacotes de matéria” ou os fótons.
- Bohr, seguindo a mesma linha propõe que no átomo o elétron só pode ter determinados valores de energia, ou que a energia é quantizada.

Formação Continuada
de Professores DICA

Mas quem provou???

- Esse tipo de discussão nos permite estabelecer uma nova ideia de ciência:
 - Uma ciência sem verdades absolutas;
 - Uma ciência construída por homens coletivamente
 - Uma ciência que é construída por diferentes métodos,
- Com isso o aluno pode se aproximar mais do discurso científico.

Formação Continuada de Professores DICA

Enfim....

- Por que Einstein ganhou premio Nobel pelo efeito fotoelétrico e não pela teoria da relatividade?

meditação DICA Universidade Federal de Uberlândia E-PMI CNPq

Formação Continuada de Professores DICA

- O que você acha da ideia de usar a história da ciência em suas aulas?
- Como você usaria a história da ciência nas suas aulas?

meditação DICA Universidade Federal de Uberlândia E-PMI CNPq

Aplicação do Conhecimento

Neste momento não foram utilizados muitos slides porque a proposta foi de que os professores realizassem uma sequência de atividades propostas para serem usadas em uma aula. Então a apresentação apenas serviu para nortear tais atividades e ao final delas para guiar a discussão sobre a aula em si. No Anexo II estão os roteiros dos experimentos utilizados ao longo do curso. Também foram usados materiais de fontes externas que são citadas nos slides.

Formação Continuada de Professores DICA

Um exemplo

- Como é possível conhecer a composição de uma estrela aqui da Terra?
- Sempre que decompomos a luz branca vinda do Sol vemos um espectro contínuo?

meditação DICA Universidade Federal de Uberlândia E-PMI CNPq

Formação Continuada de Professores DICA

A estrutura da aula

- Experimento 1: Observar o espectro de cores emitido por diferentes lâmpadas usando um CD
- Experimento 2: Utilizar o espectroscópio simples para observar outras lâmpadas do ambiente.
- Discutir as observações sobre os espectros.
- Apresentar e discutir o texto histórico.

meditação DICA Universidade Federal de Uberlândia E-PMI CNPq

Formação Continuada de Professores DICA

A estrutura da aula

- Discutir os espectros de absorção e emissão de um gás a partir de um [hipertexto](http://astro.if.ufrgs.br/rad/espec/espec.htm)
– <http://astro.if.ufrgs.br/rad/espec/espec.htm>
- Realizar a atividade do astrônomo mirim.
- Discutir sobre a relação das observações espectroscópicas e o modelo atômico de Bohr.

meditação DICA Universidade Federal de Uberlândia E-PMI CNPq

Formação Continuada de Professores DICA

Material complementar

- Sequência didática completa proposta pelo LaPEF-USP
 - [Guia do aluno](#)
 - [Guia do professor](#)
- Sequência didática do Observatório Nacional
 - [Pasta com os arquivos](#)
- Proposta do livro “Física em Contextos”
- Proposta do livro “Quanta Física”

meditação DICA Universidade Federal de Uberlândia E-PMI CNPq

Quem foi Fraunhofer?

Joseph Fraunhofer
(1787 - 1826)

- Foi um habilidoso artesão que trabalhava em uma empresa ótica que produzia lentes para telescópios;
- Ele não teve educação formal, mas estudou ótica pelos melhores livros da época;
- Ele foi classificar as linhas escuras do espectro solar e as utilizou, pela primeira vez, na determinação mais precisa de parâmetros óticos de vidros;

Quem foi Fraunhofer?

Joseph Fraunhofer
(1787 - 1826)

- Ele chegou perto de entender a natureza das linhas escuras do espectro solar, mas não continuou esses estudos.
- Os interesses de Fraunhofer eram mais técnicos que científicos. O que não o impediu de deixar registros, contudo esses registros não foram publicados.

HOWARD-DUFF, Ian. Joseph Fraunhofer (1787-1826). *Journal British Astronomical Association* 97(6): 339-347, 1987

As linhas de Fraunhofer

Linhas do espectro da chama de uma lâmpada de Sódio

Fraunhofer usou essas linhas como uma fonte de luz monocromática

Outros personagens

- Eles propuseram usar esse método para identificar elementos misturados;
- Eles usaram essa técnica para descobrir novos elementos químicos;

O espectroscópio de Kirchhoff e Bunsen

Chemical Analysis by Observation of Spectra

GUSTAV KIRCHHOFF AND ROBERT BUNSEN

Annalen der Physik und der Chemie (Poggendorff), Vol. 110 (1860), pp. 161-189 (dated Heidelberg, 1860)

Outros personagens

- Em 1860 eles publicaram um artigo o espectro da chama de alguns elementos químicos como o sódio, o lítio, o potássio e outros;
- Eles mostraram que esse espectro era característico de cada elemento químico;

Gustav Robert Kirchhoff
(1824-1887)

Robert Wilhem Bunsen
(1811-1899)

Formação Continuada de Professores

Conhecendo Bunsen melhor

• Robert Wilhelm Bunsen (1811-1899)

- Ele não foi o inventor do queimador que leva seu nome, mas ele, junto com Kirchhoff, o utilizou para analisar gases e deu uma grande contribuição à ciência;
- Sua tese de doutorado foi sobre higrômetros (equipamentos que medem a umidade atmosférica). Esse trabalho pode ter lhe despertado o interesse por trabalhos experimentais;
- Ele entendia a física como uma aliada da química;

Bunsen without his burner. Phys. Educ. 34 1999

Formação Continuada de Professores

Conhecendo Bunsen melhor

• Robert Wilhelm Bunsen (1811-1899)

- Bunsen desenvolveu um grande interesse em ensinar. Para ele dar aulas não era uma tarefa difícil. Ele costumava usar demonstrações em suas aulas;
- Em 1830 a indústria alemã estava preocupada com o grande desperdício em processos de queimas com gases. Foi nesse momento que ele começou a estudar esse processo. É nesse trabalho que ele desenvolve o queimador, que leva seu nome.

Bunsen without his burner. Phys. Educ. 34 1999

Formação Continuada de Professores

Análise do exemplo

- Sugestão 1: inserir o tópico apresentado em uma aula de ótica geométrica após a discussão sobre a refração da luz branca em um prisma

↓

Inserindo um tema de FMC no currículo tradicional

- Sugestão 2: introduzir no planejamento espaço para discutir astronomia e ao falar de estrelas inserir o tópico apresentado

↓

Inserindo FMC dentro de um currículo diferenciado

Formação Continuada de Professores

Análise do exemplo

- Sequência ou estrutura da aula:
 - Problematizar a existência de espectros luminosos discretos;
 - Contextualizar? Aproximar o tema do aluno?
 - Utilizar experimentos reais e virtuais para o aluno ter a oportunidade de vivenciar a questão problema;
 - Inserir o aluno na problematização → motivá-lo
 - Utilizar a História da Ciência para discutir a construção do conhecimento.
 - Discutir a natureza da ciência e a construção do conhecimento

Formação Continuada de Professores

Análise do exemplo

- Conceitos possíveis de serem abordados:
 - Difração e interferência
 - Modelo atômico de Bohr
 - Processos de emissão e absorção de luz
 - Natureza da luz
- Possíveis relações interdisciplinares:
 - Química
 - História

Formação Continuada de Professores

• Qual a sua análise dessa atividade?

ANEXO II – MATERIAL DE APOIO DISTRIBUÍDO AOS PROFESSORES AO FINAL DO CURSO

Ao final do curso os professores receberam um kit experimental com material necessário para reproduzir os experimentos realizados nos encontros. Junto com o experimento também foram entregues roteiros que indicam a forma de construir e sugestões de utilização dos mesmos. Esse kit também continha um cd-rom com os slides, textos de apoio e vídeos e simulações utilizadas.

Neste anexo serão reproduzidos os roteiros de orientação dos experimentos que foram desenvolvidos neste projeto a partir das referências indicadas nos slides.

Roteiros experimentais

Difração de raio Laser através de um CD comum

Material organizado pelo discente Paulo Bertoldi e pela profa. Nilva Sales

Orientações para execução do experimento

1. Certifique-se de que o Laser Pointer está devidamente preso ao suporte de isopor.
2. Certifique-se de que o CD está devidamente preso ao bloco de isopor.
3. Posicione o Laser Pointer de maneira que o raio incidido atinja o CD em seu eix horizontal paralelo ao solo.
4. Mantenha o CD próximo a uma parede, de maneira que os raios difratados possam ser claramente vistos nela.
5. Mantenha o Laser Pointer a aproximadamente 20 cm do CD, e este a 20 cm da parede.
6. Caso necessário, utilize folhas de papel de um caderno qualquer para regular a altura da base do Laser Pointer.
7. As medidas de distância entre o Laser Pointer e o CD e entre o CD e a parede podem ser facilmente realizadas com o auxílio de uma régua comum de 30 cm, bem como as distâncias entre os raios difratados que incidem sobre a parede.
8. Se desejar, afixe uma folha de papel na parede para poder riscá-la, facilitando assim as medições.
9. Representação esquemática da montagem:

Bom experimento!

Desenvolvimento de Experimentos de Física Moderna no Ensino Médio

Organizado pela discente Joicy Anne S. Santos e profa. Nilva Sales

Análise qualitativa de espectros – realização do experimento

O material utilizado no desenvolvimento deste experimento é acessível, de baixo custo, e de fácil manuseio. Trabalharemos com uma luminária articulável, uma lâmpada fluorescente e compacta (de 25 watts), e uma lâmpada incandescente.

O anteparo de madeira (feito de placas de MDF pintadas de branco) será utilizado como tela para projeção do espectro, e deve ser posicionado em frente à luminária, mas sem cobrir a lâmpada. Observe a inclinação da haste da luminária.

Em seguida, posiciona-se a lupa (cuja finalidade é focar o espectro) e, finalmente, posiciona-se o outro suporte, no qual está colocado o CD.

A fonte luminosa emite luz branca. E utilizamos o CD, como rede de difração para decompor a luz. Os instrumentos dotados de rede de difração podem ser utilizados para medir o comprimento de onda, uma vez que a distância entre os sulcos é da ordem do comprimento de onda da luz visível.

Um CD possui um número elevado de sulcos que formam uma longa corrente helicoidal, possuindo uma estrutura semelhante à de uma rede de difração. As belas cores características do CD ocorrem justamente em função da difração que ocorre nestas fendas.

É preciso ajustar a posição dos objetos, para visualizar com clareza o espectro. Cada tipo de luz produz um espectro distinto. Quando luz analisada é branca, cada cor que a constitui é refletida pelo CD sob um ângulo diferente, e é isso que origina o espectro. Se a luz incidente fosse de um laser, observaríamos um reflexo de cor única.

Lâmpadas incandescentes produzem um espectro contínuo, formado por todas as cores, sem interrupção. Já as fluorescentes (de baixo consumo), apresentam, além de faixas coloridas (produzidas em função dos elementos que a constituem), discretas faixas escuras.

Observe a diferença entre o espectro contínuo da luz incandescente (à esquerda), e da luz fluorescente (à direita). Esse fenômeno pode ser observado por meio desta prática.

Desenvolvimento de Experimentos de Física Moderna no Ensino Médio
Organizado pela discente Joicy Anne S. Santos e profa. Nilva Sales
Análise qualitativa de espectros - Montagem do aparato experimental

A montagem do aparato experimental pode ser dividida em 04 etapas:

1ª) Fonte emissora de luz:

A fonte de luz será montada utilizando-se uma luminária articulável, uma lâmpada fluorescente, e, depois, uma lâmpada incandescente, para que se possam comparar os espectros produzidos por cada uma delas. É importante utilizar um envoltório nas lâmpadas, que pode ser feito com um tubo de papel cartão, afim de que o feixe de luz seja direcionado ao CD.

2ª) Anteparo para projeção do espectro:

Utilizando duas placas de madeira (MDF) - uma de 14 cm x 14 cm (pintada com tinta branca) e uma de 5,0 cm por 14,0 cm - ambas com 3,0 mm de espessura, podemos montar uma tela para projeção. Primeiro, é preciso dispor as placas perpendicularmente, fixando-as com cola própria para madeira. Após a secagem, com o auxílio de um pincel, deve-se pintar a placa maior com tinta branca e, passadas duas horas, cobrir a pintura com verniz acrílico.

Observe como devem ficar a estrutura do anteparo e o seu posicionamento, para execução do experimento.

3ª) Suporte com lupa:

Para posicionarmos a lupa corretamente usaremos, como suporte, uma base formada com tubo de EVA - material dos "espaguete" usado para hidroginástica - dividido com auxílio de um estilete, em pedaços de aproximadamente 5,0 cm de comprimento. Observe que a lupa deve ser inserida no centro do tubinho formado.

4ª) Suporte com CD:

O suporte para o CD deve ser montado com duas plaquinhas de madeira - ambas de dimensões: 5 cm x 14 cm - dispostas perpendicularmente, e coladas com cola própria para madeira. Após a secagem, o CD deve ser preso ao suporte, com fita dupla face, resultando numa montagem semelhante à retratada nas imagens abaixo:

Com o aparato experimental montado, podemos passar à execução do experimento.

Experimento de Física moderna: Como determinar a constante de Planck?

Material organizado pelo discente Aennder F. de Sousa e pela profa. Nilva Sales

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A sigla LED vem da expressão inglesa Light-emitting Diode, ou seja diodo emissor de luz. Os LED's comerciais mais comumente encontrados são componentes que emitem luz, ou ondas eletromagnéticas com frequências que podem estar na faixa do visível ou do infravermelho. Alguns exemplos de aplicações dessas pequenas lâmpadas são os indicadores de aparelhos eletrônicos, controles remotos, etc.

A forma como um LED emite luz é um exemplo de processo quântico, ou seja, a energia só pode ser emitida em "pacotes" ou quantuns de energia e não em valores contínuos. Assim podemos utilizar a equação abaixo para caracterizar a energia, E , emitida por ele:

$$E = h \cdot \nu, \quad (1)$$

Sendo h é a constante de Planck, que vale $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$ e ν a frequência da radiação emitida.

Em um circuito elétrico, a energia que o LED recebe para começar a emitir luz vem da energia elétrica que alimenta o circuito. Assim, podemos dizer que energia por unidade de carga necessária para o LED emitir sua luz é dada por:

$$E \cong e \cdot V \quad (2)$$

Sendo e a carga elementar, $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ e V a diferença de potencial aplicada ao circuito.

Desta forma, combinando-se as Eqs. (1) e (2) chega-se a uma equação que relaciona a frequência da luz emitida pelo LED com a Diferença de potencial aplicada a ele. Assim, conhecendo-se esses valores é possível determinar experimentalmente a da constante de Planck, através da expressão (3):

$$e \cdot V = h \cdot \nu \quad (3)$$

Então para determinar a constante de Planck é necessário obter o valor de tensão, frequência e a carga do elétron. Deve-se lembrar de que o experimento visa obter com precisão a grandeza de 10^{-34} devida a imprecisão do valor do comprimento de onda ou frequência utilizados nos cálculos.

MÉTODO EXPERIMENTAL – ALGUMAS ORIENTAÇÕES

1. Uso do multímetro.

Para a realização desse experimento será necessário o uso de um multímetro que não acompanha o kit. Contudo trata-se de um equipamento bastante comum e acredita-se que não será difícil obtê-lo na escola ou até com algum dos alunos. A sua utilização é delicada e requer alguns cuidados que são indicados a seguir.

Ligue o multímetro e NUNCA se esqueça de conferir a escala que este se encontra antes de utilizá-lo para medir algo. Se o experimentador pretende determinar a diferença de potencial,

ele precisa selecionar a grandeza volts (V), caso queira determinar corrente utilizar a grande Ampère (A) e para medir resistência selecionar a grandeza ohm (Ω).

Então basta o experimentador pegar os cabos das pontas de prova e conectar na parte inferior do multímetro. (lembre-se que para conectar os cabos deve-se conferir as grandezas de tensão e resistência e um dos cabos será ligado na opção Fused que indica que está conectada ao fusível, isto dará segurança ao aparelho caso sofra algum dano e não queimara tão facilmente). (Figura 1)

Figura 1. Ligando o multímetro para medir voltagens.

Para ver se o multímetro está funcionando basta selecionar a opção que tem o símbolo de um diodo e um alarmezinho, e encostar uma ponta de prova na outra, caso esteja funcionando ele irá apitar.

Depois de realizadas as etapas de familiarização com o experimento, basta selecionar a tensão de até 20V ou 2V, e assim medir a diferença de potencial.

2. Ligando o Circuito

Primeiramente devem-se pegar os jacarés e ligar um em cada ponto do led, sendo assim coloque a pilha e o circuito estará ligado e pronto para uso. O led vermelho aceso indica quando o circuito está funcionando. (Figura 2)

Figura 2: Led Vermelho aceso indicando que o circuito está funcionando e cabos devidamente conectados.

Com o circuito ligado é necessário utilizar um multímetro para determinar a tensão ou diferença de potencial (V), entre os led's. Para isto deve-se o multímetro deve ser ligado em paralelo aos led's como mostra a figura 3.

Figura 3: Pontas de prova nos pontos do led para determinar ddp

Girando o potenciômetro, que nada mais é que uma resistência variável, será possível variar a tensão que chega ao LED. Faça isso até o led verde comece a acender. (deve-se determinar o valor da ddp na eminência do led verde acender). Essa tensão corresponde a menor energia necessária para o led começar a emitir sua luz.

A partir dessa medida e conhecendo a frequência da luz emitida pelo LED, pode-se estimar o valor da constante de Planck usando a equação (3). A tabela 1, abaixo, indica o intervalo comprimento de onda e frequência das diferentes cores possíveis para LED. O circuito desse kit só possui o LED verde pois é o mais simples para esse experimento. Mas nada impede que o professor possa explorá-lo mais com seus alunos, uma vez que esses componentes são de baixo custo e de fácil acesso.

Cabe lembrar que, com essa montagem simples, não é possível dizer exatamente a frequência da luz verde emitida pelo LED. Por isso o valor encontrado para a constante de Planck é precisa apenas na sua potência de dez, mas não no valor numérico.

Tabela 1. Frequência e comprimento de onda das respectivas cores do espectro visível.

Cor	Comprimento de onda (nm)	Frequência(10^{14} Hz)
Violeta	390 – 450	7,69 – 6,65
Anil	450 - 455	5,65 – 6,59
Azul	455 - 492	6,59 – 6,10
Verde	492 - 570	6,10 – 5,20
Amarelo	577 - 597	5,20 – 5,03
Alaranjado	597 - 622	5,03 – 4,82
Vermelho	622 - 780	4,82 – 3,84

ANEXO III – INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS

Aqui estão listados os instrumentos utilizados na coleta de dados desta pesquisa. São questionários com questões abertas e de múltipla escolha e também um roteiro para entrevista semiestruturada. Os instrumentos são apresentados na ordem em que foram utilizados durante a pesquisa.

Questionário inicial

Ao fazer sua inscrição no curso, era solicitado ao professor cursista que respondesse a esse questionário. O objetivo desse primeiro questionário foi o de levantar um perfil dos professores que iriam participar do curso antes do início do mesmo

Questionário exploratório

Esse questionário tem como principal finalidade conhecer um pouco mais sua história como docente e sua rotina de trabalho. Essas informações serão úteis para o melhor planejamento das atividades desse projeto e para melhor conhecê-lo(a). Por isso pedimos sua colaboração em respondê-lo.

1) Qual a sua formação inicial, em termos de graduação?

2) Que disciplinas você leciona atualmente:

() Apenas física () Outra: _____

3) Já lecionou outras disciplinas além do indicado na questão anterior? Quais?

4) Em quais escolas você trabalha atualmente?

5) Quantas horas de aulas semanais você tem atualmente?

6) Há quanto tempo você atua como professor?

7) Assinale a estrutura que a sua escola possui para o desenvolvimento das aulas:

- ☐ Laboratório de Física e/ou Ciências;
- ☐ Laboratório de informática apenas com programas básicos;
- ☐ Laboratório de informática com os programas básicos e outros específicos para o ensino;
- ☐ Recursos de multimídia disponíveis para as aulas;
- ☐ Outros _____

8) Que fonte você normalmente utiliza para preparar a sua aula?

- ☐ Livro didático
- ☐ Consulta em sites de busca na internet (google, yahoo, cadê etc.)
- ☐ Artigos de revistas de divulgação científica
- ☐ Artigos de periódicos de ensino
- ☐ Consulta a sites de instituições de ensino/pesquisa na internet
- ☐ Consulta a sites de bibliotecas na internet
- ☐ Outra: _____

9) Indique qual a estratégia didática que você mais utiliza nas suas aulas:

- ☐ Aula com lousa e giz
- ☐ Debates em grupo
- ☐ Realização de experimentos em grupo
- ☐ Resolução de problemas pelo professor
- ☐ Resolução de problemas pelos alunos
- ☐ Uso de demonstração prática pelo professor
- ☐ Uso de experimentação pelo professor
- ☐ Uso de experimentação pelos alunos
- ☐ Uso de recursos audiovisuais pelo professor
- ☐ Uso de recursos audiovisuais pelos alunos
- ☐ Uso de softwares pelo professor
- ☐ Uso de softwares pelos alunos
- ☐ Outra: _____

10) Você já participou de outros cursos de formação continuada? Em caso afirmativo, indique quais.

11) O que mais te motiva para fazer cursos de formação continuada?

- ☐ incentivo da escola/diretor.
- ☐ poder progredir na carreira docente.
- ☐ vontade de se aprimorar ou se atualizar na sua área de atuação.
- ☐ Outros. _____

12) Agora fale um pouco do que você gostaria de mudar na sua rotina. O que você gostaria de utilizar com maior frequência em suas aulas?

13) Qual sua expectativa em relação a esse curso?

Questionário sobre uso de temas de FMC em aulas

Esse questionário foi aplicado após a etapa de Problemática Inicial e no início do encontro que iniciou a etapa de Organização do Conhecimento. Após as primeiras discussões sobre o tema foi pedido que os professores registrassem seu conhecimento e opinião sobre o mesmo

Após as primeiras discussões sobre a inserção de temas de Física Moderna e Contemporânea (FMC), você teve alguns dias para pensar melhor sobre o tema. Por isso agora eu gostaria de registrar algumas de suas opiniões a partir das questões a seguir.

1. Na sua opinião, deve-se incluir temas de FMC nas aulas de Física do Ensino Médio? Comente sua resposta.

2. Durante a sua atuação como professor de física, você já discutiu algum tema de FMC em suas aulas?

() Não

() Sim

Qual(is)? _____

3. Considerando sua resposta na questão anterior (seja ela sim ou não) comente as razões o levaram a isso. Ou seja, se já discutiu temas de FMC por que o fez ou se não discutiu por que não o fez.

4. Sua formação inicial, sua graduação o preparou para discutir temas de FMC com alunos do Ensino Médio?

Questionário sobre o uso de abordagens históricas nas aulas de física

Esse questionário foi aplicado antes do início da discussão sobre abordagens históricas com o objetivo de conhecer a opinião dos professores sobre esse tema

Mais uma vez eu gostaria de registrar suas opiniões, mas agora quanto ao uso de história da ciência em suas aulas. Para isso, por favor, responda as questões a seguir.

1. Durante a sua atuação como professor de física, você já utilizou ou utiliza história da ciência em suas aulas?
() Não
() Sim
Como ?
2. Na sua opinião, qual a melhor estratégia para usar história da ciência nas aulas de física no Ensino Médio? Comente sua resposta.

3. Você considera que a História da ciência pode favorecer o interesse dos alunos e/ou contribuir para o aprendizado de conteúdos de física? Comente sua resposta.

4. Sua formação inicial, sua graduação o preparou para usar História da Ciência nas suas aulas com alunos do Ensino Médio? Comente sua resposta.

Roteiro para entrevista semiestruturada

Esse é o roteiro com as questões que guiaram a entrevista realizada com os professores cursistas cerca de seis meses após o fim do curso. As questões estão organizadas a partir das dimensões das interações definidas no capítulo 5.

Questões iniciais: o objetivo dessas questões é primeiro fazer um registro do entrevistado e sua formação. Além disso, essas questões também servem para introduzir as questões principais e dar um tempo para que o entrevistado se sinta mais confortável com a gravação.

- 1 – Qual seu nome, sua formação e tempo de docência?
- 2 – Em quantas escolas atua hoje? São públicas ou particulares?
- 3 – Qual sua carga horária atual? Você atua com outras disciplinas além da física?
- 4 – Você participa ou participou de projetos em parceria com as universidades, como PIBID ou outros de formação continuada?

Questões relativas à dimensão educativa das interações: o objetivo desse grupo de questões é avaliar a forma como o professor lida com as escolhas mais amplas no processo educativo, em particular, na escolha dos conteúdos a serem ensinados e também na escolha do livro didático.

- 5 – Você participou da escolha do atual livro didático da sua escola? Que critérios você utilizou nessa escolha? Se tiver a opção de escolher um novo livro para o próximo ano, faria da mesma forma? O que mudaria?

Aqui é importante conduzir a pergunta para saber da relação dele com o livro e se isso teve alguma alteração após as discussões realizadas no curso. Se ele escolheria diferente, por exemplo.

- 6 – Na escola que você trabalha você pode escolher os conteúdos ao longo das séries? Qual a distribuição atual?

Aqui é importante investigar se ele teria feito opções de temas ou sequências diferentes ou se concorda com a estrutura, e claro investigar como a FMC está colocada nessa escolha.

7 – Falando sobre temas de física moderna e contemporânea, eles costumam estar presentes no seu planejamento? Quais? Em que séries?

8 – Você está trabalhando ou trabalhou com algum conteúdo de física moderna esse semestre? Qual? Como fez essa escolha? Se não, por que razão?

9 – Como está sendo a resposta dos seus alunos para esse conteúdo? Quais eram suas expectativas quando o iniciou? No que se diferenciaram as aulas de FMC comparadas aos demais conteúdos?

Questões relativas à dimensão didático-pedagógica das interações: o objetivo desse grupo de questões é avaliar como o professor conduz o processo de ensino-aprendizagem, quais suas escolhas em relação à estratégias e abordagens de ensino tanto de forma geral, como no caso de temas de FMC.

10 – Normalmente como você inicia um conteúdo novo? Você se lembra de uma aula introdutória que tenha tido uma boa aceitação pelos seus alunos? Fale-me sobre ela.

Sempre assim, ou tem outras formas? Tentar investigar sobre as diversas possibilidades usadas focando na HC, problematização, etc.

11 – Me fale um pouco sobre seus alunos, eles são mais questionadores ou não? Quais conteúdos ou assuntos eles costumam se interessar mais?

12 – Voltando para temas de FMC, se você já trabalhou com eles, como foi essa aula? Me conte como você introduziu o tema e como foi a participação dos alunos. Que outras atividades ou estratégias você usou para desenvolver esse conteúdo?

Caso ele não tenha trabalhado ainda, posso perguntar sobre a expectativa, se pretende e como pretende fazê-lo. A forma como essa questão será conduzida depende das respostas dadas anteriormente. Inclusive, se ele não trabalhou com FMC posso mudá-la para os conteúdos que ele indicar nas anteriores. Por exemplo, você disse que seus alunos se interessam pelo assunto me conte como você o trabalhou e como foi a participação dos alunos.

13 – Durante o curso foi apresentado um exemplo de estrutura de aula. Ela começava com uma problematização inicial e seguia com o uso de várias estratégias (experimentos reais, simulações, discussão de textos históricos) para construir o conhecimento necessário para respondê-la. O que você achou

dessa estrutura? É viável para suas aulas? Fez alguma tentativa nesse sentido?

Questões relativas à dimensão epistemológica das interações: o objetivo desse grupo de questões é avaliar as concepções de ciência do professor e como elas chegam à sua sala de aula através de seu discurso.

14 – Dualidade onda-partícula é um dos temas de Física Moderna sugerido em livros didáticos. Como você entende ou interpreta esse “ente quântico”? Como você o apresentaria para seus alunos?

15 – Assim como o exemplo anterior, ao abordar a física moderna é comum se deparar com alguns conceitos que são bem diferentes daqueles que costumamos observar, já que na nossa escala vivenciamos mais as propriedades clássicas da matéria. Você concorda com essa observação? Como você discute isso com seus alunos ao abordar algum desses conceitos?

16 – Durante o curso que você participou essa forma de pensar a ciência sofreu alguma alteração?