

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ**  
**MESTRADO EM EDUCAÇÃO**

**FÍSICA MODERNA E CONTEMPORÂNEA: COM A  
PALAVRA PROFESSORES DO ENSINO MÉDIO**

**ALINE D'AGOSTIN**

**CURITIBA**  
**2008**

# **Livros Grátis**

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ**  
**MESTRADO EM EDUCAÇÃO**

**FÍSICA MODERNA E CONTEMPORÂNEA: COM A  
PALAVRA PROFESSORES DO ENSINO MÉDIO**

**ALINE D'AGOSTIN**

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre em Educação, Curso de Pós-Graduação em Educação, Setor de Educação, Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Nilson Marcos Dias Garcia

**CURITIBA**  
**2008**

## **AGRADECIMENTOS**

Ao meu orientador, professor Dr. Nilson Marcos Dias Garcia, pela dedicação e empenho com que conduziu a orientação desta pesquisa.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Educação, em especial às professoras Ivanilda Higa e Tânia Braga Garcia, pelas palavras de apoio e incentivo nos momentos difíceis dessa trajetória.

Aos professores, sujeitos desta pesquisa, pela compreensão e colaboração.

Aos meus familiares, em especial, aos meus pais, Julia e Alcidio, que sempre me incentivaram nos estudos e proporcionaram condições para que eu pudesse chegar até aqui.

Em especial, ao meu marido Gilso, pela paciência que me dispensou.

Ao meu filho Ailson Isaac, pessoa que  
inspira a razão de lutar por um mundo melhor.

## RESUMO

Os documentos oficiais propõem a renovação curricular e inserção da Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio, cuja importância para o ensino os inúmeros trabalhos sobre a temática não deixam dúvida. Apesar disso, não tem sido freqüente a inclusão desses temas e conteúdos nas atividades do Ensino Médio, conforme apontam as mesmas pesquisas. Tendo em vista tal fato, investigou-se se e como os professores de Física de rede pública de ensino do estado do Paraná respondem às solicitações dos documentos oficiais de inserir esses conteúdos no Ensino Médio. Considerando que recai sobre os professores a responsabilidade de selecionar os conteúdos aceitos pela cultura escolar e desempenhar o papel de um dos atores mais importantes do processo ensino-aprendizagem ao desenvolver esses conteúdos em sala de aula, esta pesquisa deu-lhes voz, buscando entender sobre as reais condições que eles enfrentam para tentar atender e cumprir o proposto nos documentos oficiais. Tomando como referência os conceitos de cultura escolar de Forquin e Alice Lopes, de transposição didática de Chevallard e os documentos norteadores oficiais, a pesquisa de campo foi construída a partir de uma sondagem inicial entre os professores de Física das escolas estaduais de Curitiba. Atendendo critérios previamente estabelecidos, foi possível selecionar os potenciais participantes na pesquisa, dentre os quais três se dispuseram a colaborar em um processo que demandou a elaboração de um plano de trabalho docente, a resposta a um questionário e a concessão de uma entrevista. Os resultados mostraram, dentre outros aspectos, que os professores se sentem inseguros para ensinar sobre Física Moderna e Contemporânea por não terem conhecimento suficiente sobre a temática, apontando para sua formação inadequada tanto nos cursos de Licenciatura quanto nas oportunidades de formação continuada, contrastando com o indicado nos trabalhos de pesquisa que mostram que os alunos têm maturidade para aprender sobre essa temática e indicam que para que a mudança de fato ocorra em sala de aula é preciso dar condições e subsídios para que os professores tenham conhecimento sobre os assuntos, sintam-se confiantes para ensinar e possam assim contribuir para a renovação curricular de Física solicitada nos documentos oficiais.

## ABSTRACT

The official documents propose the curriculum renewal and the insertion of Modern and Contemporary Physics into Secondary School, and numberless works about the theme do not let any doubt about its importance to teaching. Even though, the inclusion of those themes and contents haven't been frequent in high school activities, according to what is pointed up on the same researches. Having such fact in mind, it has been researched *if* and *how* the teachers of Physics from the public school network of the State of Paraná respond to the official documents' request of inserting these contents into High School. Considering that it's due to the teacher the responsibility of selecting the contents which are accepted by school culture and, taking the role of one of the most important artists in the teaching-learning process when developing these contents inside the classroom, this research has given them voice try to comprehend the real conditions they face trying to follow and accomplish what has been proposed on the official documents. Taking Forquin's and Alice Lopes' concepts of school culture, Chevallard's didactics transposition and the official leading documents as reference, the field research was built departing from an initial exploration among the teachers of Physics in Curitiba's State schools. Responding to previously established criteria, it was possible to select the potential participants in the research, among who, three have agreed to collaborate in a process which has demanded the elaboration of a teaching working plan, their answers to a questionnaire and the concession of an interview. The results have shown, among other aspects, that the teachers feel they are insecure to teach about Modern and Contemporary Physics because they don't have enough knowledge about the theme, pointing towards their inadequate development during their Graduation Courses as much as in the opportunities of continuous development, contrasting with what has been indicated in the works of research that demonstrate the students are mature to learn about this theme and indicate that for the change really to happen in the classroom, it's necessary to give conditions and subsidies for the teachers so that they have knowledge about the issues, feel confident to teach and be able, this way, to contribute to the curriculum renewal of Physics, requested in the official documents.

## SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS .....	i
RESUMO .....	iii
ABSTRACT .....	iv
INTRODUÇÃO .....	1
CAPÍTULO 1. POR QUE FÍSICA MODERNA E CONTEMPORÂNEA NAS SALAS DE AULA?.....	6
1.1 Justificativas para a inserção de Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio .....	8
1.2 Questões metodológicas, epistemológicas e históricas referentes ao ensino de Física Moderna e Contemporânea; estratégias de ensino e currículos .....	9
1.3 Concepções alternativas dos estudantes acerca de tópicos de Física Moderna e Contemporânea .....	11
1.4 Temas de Física Moderna e Contemporânea apresentados como divulgação ou como bibliografia de consulta para professores de Nível Médio .....	12
1.5 Propostas testadas em sala de aula com apresentação de resultados de aprendizagem .....	14
1.6 Livros didáticos de Nível Médio que inserem temas de Física Moderna e Contemporânea .....	17
1.7 O que indicam as publicações .....	19
CAPÍTULO 2. ASPECTOS TEÓRICOS NOS QUAIS A PESQUISA SE APÓIA .....	20
2.1 Cultura, Ciência e Escola .....	20
2.2 Aspectos centrais da Transposição Didática .....	26
2.2.1 As esferas do saber .....	28
2.2.2 Noosfera .....	30
2.2.3 Os saberes escolares .....	31
2.3 Os professores e as inovações no ensino .....	36
2.4 O que propõem os documentos oficiais .....	41
CAPÍTULO 3. O TRABALHO DE CAMPO .....	49
3.1 Seleção dos Professores .....	50
3.2 Instrumentos de Pesquisa .....	53
CAPÍTULO 4. O QUE DIZEM OS SUJEITOS DA PESQUISA .....	56
4.1 Caracterização dos participantes .....	56
4.2 Sobre o Plano de Trabalho Docente .....	58
4.3 Sobre o Questionário .....	61



4.4	Sobre a Entrevista .....	64
<b>CAPÍTULO 5. ANALISANDO OS RESULTADOS .....</b>		
5.1	Trajectoria dos Professores .....	75
5.2	Dificuldades apresentadas no Ensino de Nível Médio .....	79
5.2.1	Laboratórios .....	79
5.2.2	Professores .....	79
5.2.3	Livro didático .....	80
5.2.4	Falta de tempo .....	81
5.2.5	Integração entre colégios e universidades .....	82
5.2.6	Presença dos conteúdos de FMC em vestibulares .....	83
5.3	Aspectos culturais dos saberes como elementos da Cultura Escolar .....	83
5.4	Percepção dos professores em relação às possibilidades de ensino de Física Moderna e Contemporânea .....	85
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>		
		89
<b>REFERÊNCIAS .....</b>		
		91
<b>APÊNDICES .....</b>		
		95
Apêndice A	– Questionário Exploratório .....	95
Apêndice B	– Carta de Apresentação .....	97
Apêndice C	– Plano de Trabalho Docente .....	98
Apêndice D	– Questionário Aplicado aos Professores .....	102
Apêndice E	– Entrevista .....	103

## INTRODUÇÃO

A idéia de um estudo na área de Ensino de Física surgiu da minha experiência como professora de Física, na rede pública estadual, que se iniciou já no segundo ano da graduação em Licenciatura em Física, pela Universidade Federal do Paraná, antes mesmo de cursar as disciplinas específicas de licenciatura.

Os problemas presenciados e vividos foram inúmeros, alguns de caráter estruturais, como a organização do espaço físico e o funcionamento administrativo-pedagógico nos colégios públicos e outros relacionados com questões de ensino/aprendizagem. Percebi o tão comentado desinteresse dos alunos pelos conteúdos de Física. Além do mais, as dificuldades encontradas foram inúmeras, tais como a falta de materiais, laboratórios, de livros didáticos adequados, de materiais para as pesquisas, de capacitação e cursos na área de Ensino de Física, dentre outros.

Neste período, (2002), os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCN) já haviam sido publicados e as idéias neles contidas passaram a influenciar o modo como se caracterizavam as disciplinas. O caráter propedêutico das disciplinas científicas do Ensino Médio passou a ser questionado, a partir das idéias contidas nos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio e os professores foram levados a refletir sobre “o que ensinar” e “porque ensinar”.

Diante dessas situações criou-se a necessidade de uma urgente renovação dos currículos de Física e a Física Moderna e Contemporânea começou a ganhar espaço para ser explorada no Ensino Médio, haja vista essa proposta estar explícita nos documentos oficiais (Diretrizes Curriculares, PCN), que tratam da atualização curricular e renovação dos conteúdos do currículo, isto incluindo a Física Moderna e Contemporânea. Dada a necessidade de um melhor entendimento dessas questões, torna-se necessário esclarecer a terminologia utilizada, que considera, de acordo com Ostermann e Ricci (2002), a divisão cronológica da Física em três períodos: Clássica – até o final do século XIX, Moderna – final

do século XIX até a década de 1940 e Contemporânea – aproximadamente da década de 1940 em diante.

No último ano da graduação comecei a participar de projetos no Setor de Educação da UFPR, visando um estudo qualitativo do ensino de Física em colégios públicos. Devido ao fato de já estar lecionando, tinha indícios que os assuntos de Física Moderna e Contemporânea, temas esses que não haviam sido desenvolvidos na Licenciatura com a preocupação de sua aplicação, praticamente não eram abordados nas aulas de Física do Ensino Médio, o que levou a me interessar pelo assunto, razão de incluí-lo em pré-projeto, embrião do projeto de dissertação, para ingresso no Programa de Pós-Graduação em Educação da UFPR.

Decorrente de minha atividade de docência em um colégio público, pude observar, por diversas vezes, que vários documentos referentes às mudanças preconizadas, como por exemplo, as diretrizes curriculares, chegavam às escolas por meio de correspondência e eram disponibilizados aos professores, sendo também apresentados durante os cursos de início e meio do ano letivo. Nesse sentido, constatei haver um esforço por parte dos órgãos públicos no sentido de estimular as mudanças e mesmo divulgar a legislação, sem que, contudo, mudanças significativas pudessem ser presenciadas. Essa situação propiciou a elaboração de uma questão de pesquisa que visou investigar se e como os professores de Física respondem à solicitação dos documentos oficiais e da Secretaria de Educação sobre o ensino dos conteúdos de Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio.

Essa tentativa de resolver os inúmeros problemas no ensino de Física, tais como o currículo deficiente, conteúdo e metodologias desatualizados e desvinculados da realidade dos alunos, formação insuficiente dos professores, professores desestimulados devido a baixos salários e sobrecarga de atividades de preparação e aplicação de aulas e provas, dentre outras, vem se repetindo há anos. Esses problemas não são novidades, nem para os professores nem para os pesquisadores na área de Ensino de Ciências, pois já foram abordados de maneira sistemática, por exemplo, por Krasilchik (1987), em seu livro “O professor e o currículo das ciências”.

Entretanto, cremos que, pelo menos, alguns deles poderiam ser resolvidos se fosse dada mais atenção ao que dizem os professores que trabalham nas escolas ministrando aulas, que convivem diariamente neste ambiente com todas as suas características e dificuldades e que são raramente ouvidos. É possível perceber que os professores têm ficado afastados dos centros de decisões, mesmo sendo eles os autores das ações em sala de aula. Nessa linha de

raciocínio pode-se dizer que o desenvolvimento dos Parâmetros Curriculares Nacionais e das Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Básica foi um passo importante para o ensino, no sentido de desenvolver metas e objetivos principais a serem atingidos com essa educação, mas de nada adianta se o que se propõe nestes documentos oficiais não chega de fato a ser desenvolvido em sala de aula pelos professores. Tão importante quanto elaborar estes documentos é investigar o que os professores pensam sobre as propostas que ali se encontram e sobre a natureza dos próprios documentos.

Esses subsídios, aos quais os professores devem ter acesso, devem ser considerados em todos os pontos que produzam mudanças no ensino, sendo necessária uma boa formação inicial e uma formação continuada eficaz. É essencial que o professor tenha tempo tanto para se aperfeiçoar quanto para preparar suas aulas. E isso infelizmente não acontece se a profissão de professor não for considerada, com respeito a uma carga didática máxima, dentro da jornada de trabalho e valorização financeira adequada, conforme já apontado por Krasilchik (1987):

As condições de trabalho são um dos fatores mais discutidos em todas as ocasiões em que se trata da melhoria do ensino, qualquer que seja a disciplina considerada. Os baixos salários obrigam os professores a dar muitas aulas semanais, frequentemente em várias escolas. Esta situação acarreta grande quantidade de provas para corrigir e, conseqüentemente, diminuição de tempo disponível para a preparação de aulas, atualização, discussão com outros professores para planejamento. (1987, p. 51)

Tem sido constante a referência à precária formação dos professores como uma das causas da má qualidade do ensino das Ciências. Os cursos de aperfeiçoamento são necessários tanto para suprir lacunas da formação dos docentes como para mantê-los atualizados.” (p. 56)

Ainda segundo Krasilchik (1987), os próprios professores reconheciam suas deficiências na formação inicial e a importância dos cursos de formação continuada de alto nível, para que eles, além de se atualizarem, suprissem deficiências na formação inicial.

Outro ponto que deve ser considerado neste momento, além da qualidade dos cursos de formação continuada, é o fato de como o professor vai entender esses cursos e de como ele levará o que aprendeu e teve acesso, para sua sala de aula. É preciso que o curso cause uma transformação na forma como o professor entende o ensino de Ciências, senão, de nada adiantaria os professores terem em suas mãos materiais de altíssima qualidade e com assuntos interessantes, se não os levassem para seus alunos e não trabalhassem de forma adequada, por não dominarem o assunto.

Materiais gratuitos [...] quando os professores os têm em mãos, sentem dificuldades para encaixar as atividades e assuntos inovadores em seus cursos. Muitas vezes, ao

adotarem tais materiais, ficam inseguros diante da classe, por terem que lidar com um assunto novo ou técnica que não dominam. (KRASILCHIK, 1987, p.77)

Por outro lado, o problema da baixa qualidade do ensino não é resolvido apenas pelo fato dos professores montarem um bom programa de ensino, um bom currículo ou apresentarem os conteúdos que podem ser inseridos no Ensino Médio. É preciso que a mudança ocorra de fato no interior da sala de aula, que os professores tenham um salário digno, cursos de aperfeiçoamento eficazes, tempo para prepararem suas aulas e que eles se conscientizem da importância dessas mudanças e atualizações no ensino, sendo estimulados a se comprometer a mudar, ou pelo menos ajudar na mudança. É ainda Krasilchik (1987) quem pondera que

O professor é o elemento do sistema que tem acesso direto e contato contínuo com os estudantes, objeto final de todas as transformações pretendidas. É ele também quem decide, em última instância sobre a utilização dos materiais curriculares. (p. 45)

Verifica-se, dessa forma, o quão complexa é a situação e que são inúmeros os pontos possíveis de serem investigados, o que torna impossível uma abordagem de todas essas questões num único trabalho. Nossa contribuição, então, será a de tentar responder ao problema anteriormente proposto, que diz respeito à temática Física Moderna e Contemporânea.

Com o objetivo de mostrar o papel que a temática Física Moderna e Contemporânea desempenha no ensino e na pesquisa, busco, no **Capítulo 1**, identificar o que já foi produzido nesse sentido e realizo uma revisão de literatura nos periódicos Caderno Brasileiro de Ensino de Física, Investigações em Ensino de Ciências e Revista ABRAPEC entre os anos de 2002 a 2007 e em outros trabalhos acadêmicos sobre Física Moderna e Contemporânea.

Com o propósito de apoiar as reflexões sobre os elementos levantados na pesquisa, apresento, no **Capítulo 2**, os autores e as idéias nas quais me apoiarei. Tomando como referência temas essencialmente envolvidos com as questões em que tomam parte os professores, os alunos e o ensino, são discutidos alguns elementos da Cultura Escolar sob a ótica de Jean-Claude Forquin (1993) e Alice Ribeiro Casimiro Lopes (1999) e da Transposição Didática, a partir das idéias de Yves Chevallard (1991).

No **Capítulo 3**, é apresentado o desenvolvimento da pesquisa, desde a seleção dos professores, a descrição dos instrumentos utilizados e a sua aplicação, assim como os itens de análise.

No **Capítulo 4** é realizada a caracterização dos participantes da pesquisa, assim como são apresentados os resultados da mesma, a partir dos dados coletados nos instrumentos de pesquisa,

No **Capítulo 5** são feitas as análises dos resultados obtidos, utilizando para tal as categorias de análise e a fundamentação teórica do trabalho de pesquisa.

Finalmente, nas Considerações finais, são apresentados aspectos gerais observados durante o desenvolvimento do trabalho, suas limitações e perspectivas de novas investigações.

## **CAPÍTULO 1. POR QUE FÍSICA MODERNA E CONTEMPORÂNEA NAS SALAS DE AULA?**

Os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCN) apontam a forma como a Física vem sendo ensinada na grande maioria das escolas brasileiras de Ensino Médio. A ênfase na memorização e aplicação direta de fórmulas, bem como a descontextualização do desenvolvimento desta ciência, têm contribuído fortemente para distanciá-la dos estudantes e torná-la quase um mito, razões pelas quais essa forma de abordagem tem sido alvo de muitas críticas.

Além do mais, os PCN apontam que a disciplina de Física envolve uma lista de conteúdos demasiadamente extensa, o que impede o aprofundamento necessário e a instauração de um diálogo construtivo. Outros elementos também limitam o ensino qualitativo dessa disciplina, podendo ser citados, de forma geral e como exemplo, o despreparo dos professores em relação aos cursos de formação inicial e aperfeiçoamento, baixos salários, falta de material didático adequado, entre outras condições escolares deficientes, expressando uma deformação estrutural.

Tendo em vista essa “deformação estrutural” tratada nos PCN, é necessário discutir qual Física deve ser ensinada para possibilitar uma melhor compreensão do mundo e uma formação para a cidadania mais adequada, nesse caso levando em conta a importância da inserção de elementos da Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio.

De maneira geral, observa-se que, apesar de haver muitas considerações da importância e necessidade da presença de tópicos de Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio, e isso é consensual entre os pesquisadores da área, muitas vezes não é possível essa presença por outras razões, como nos mostra Menezes (2000):

É claro que precisa ser cautelosa a sinalização para a inclusão desses novos conteúdos, seja pelos desafios didáticos que implica, encontrando professores despreparados e os textos escolares desguarnecidos, seja porque as próprias universidades, ainda por algum tempo, continuarão a solicitar os velhos conteúdos em seus vestibulares. Será preciso algum tempo para que a mensagem seja, primeiro, compreendida e, mais tarde, aceita. (p. 7)

Apesar desse problema, aparentemente, não ter sido solucionado, o que justifica a necessidade de mais pesquisas sobre a questão, têm crescido significativamente a preocupação, as investigações e as propostas sobre a temática, como pode ser constatado pelos resultados publicados pelos pesquisadores do campo do Ensino de Física.

Em 2001 Ostermann e Moreira publicaram o artigo denominado “Uma revisão bibliográfica sobre a área de pesquisa ‘Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio’” onde mapearam as contribuições sobre a temática Física Moderna e Contemporânea em diversos meios de divulgação. Neste artigo foi apresentada uma revisão da literatura sobre a linha de pesquisa “Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio” realizada com consulta a artigos em revistas, livros didáticos, dissertações, teses, projetos e navegações pela internet, que abordam essa questão. A pesquisa concentrou-se em publicações direcionadas ao ensino da Física e identificou desde os primeiros trabalhos publicados nessa linha, no final da década de 1970, até 2001.

Nessa revisão foi verificado existir uma grande concentração de publicações que apresentam temas de Física Moderna e Contemporânea, em forma de divulgação, ou como bibliografia de consulta para professores do Ensino Médio. Foi constatado, por outro lado, uma escassez de trabalhos sobre concepções alternativas de estudantes acerca de tópicos de Física Moderna e Contemporânea, bem como pesquisas que relatam propostas testadas em sala de aula com apresentação de resultados de aprendizagem.

As justificativas para o fato de se preocupar com a presença de noções de Física Moderna Contemporânea no Ensino Médio apontadas nesta pesquisa bibliográfica são diversas. Dentre elas, algumas podem ser destacadas: 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. Estas justificativas mostram como a presença de conteúdos de Física Moderna e Contemporânea é importante no Ensino Médio, o que faz com que esteja sendo “proposta” pelos PCN e em inúmeros trabalhos sobre o tema.

Tomando como referência a revisão bibliográfica feita por Ostermann e Moreira (2001) e a importância que a temática continua a desempenhar para o campo de pesquisa em Ensino de Física, foi feito um levantamento de como ela se apresenta em artigos de três



revistas desse campo de investigação – Caderno Brasileiro de Ensino de Física, Investigações em Ensino de Ciências e Revista da ABRAPEC - publicados no período de 2002 a 2007, como forma de contribuir para a elaboração do estado da arte da questão e para o desenvolvimento de ações que consigam superar o campo de pesquisas e adentrar no espaço escolar.

Para a escolha dos periódicos utilizados nessa revisão de literatura foi levado em consideração que o Caderno Brasileiro de Ensino de Física é uma das mais antigas revistas sobre o assunto, a Investigações em Ensino de Ciência está vinculada a um dos mais antigos programas de pós graduação com ênfase em Ensino de Ciências e a Revista ABRAPEC está vinculada a uma associação que pesquisa sobre o Ensino de Ciências.

Os artigos encontrados, apresentados em seis grupos seguindo a mesma classificação utilizada anteriormente por Ostermann e Moreira, são apresentados a seguir.

### **1.1 Justificativas para a inserção de Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio**

Nesse grupo foi encontrado apenas um artigo: “Serão as regras da Transposição Didática aplicáveis aos conceitos de Física Moderna?” (BROCKINGTON e PIETROCOLA, 2005), que analisa os requisitos necessários para a inserção de elementos de Mecânica Quântica nas aulas de Física do Ensino Médio. A análise teórica é feita com base na teoria de “Transposição Didática”, proposto por Yves Chevallard, a partir da qual indicam-se alguns elementos que questionam a aplicabilidade de suas regras aos temas desta “nova” Física.

Mostra-se no trabalho que diversas pesquisas em Ensino de Física apontam para a necessidade da inserção de Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio e os trabalhos decorrentes de quase duas décadas de pesquisas educacionais são suficientes para assegurar a necessidade de atualização dos programas de Física na Educação Média. Entretanto, constata-se também que são poucas as pesquisas relacionadas à implementação de tópicos de teorias modernas e contemporâneas.

Neste artigo, pela Transposição Didática, busca-se mostrar o caminho entre o saber sábio e o saber ensinado e suas categorias de legitimação dos saberes, permitindo, para, dessa forma, de acordo com os autores, compreender as dificuldades da inovação curricular no Ensino Médio.

## **1.2 Questões metodológicas, epistemológicas e históricas referentes ao ensino de Física Moderna e Contemporânea; estratégias de ensino e currículos**

Nesse grupo foram encontrados cinco artigos.

O primeiro deles, “Albert Einstein e a Física Quântica” (DIONÍSIO, 2005), discute o artigo “Sobre um ponto de vista heurístico a respeito da produção e transformação da luz”, publicado por Albert Einstein em 1905.

O artigo de Einstein, analisado, tratava de Física Quântica. Conclui-se, no texto, portanto, que ele contribuiu decisivamente para o estabelecimento das duas colunas sobre as quais se assenta a Física Contemporânea: a Teoria da Relatividade e a Física Quântica. Mostra também que Einstein propôs, para o problema da radiação de corpo negro, uma solução diferente e independente da apresentada por Max Planck cinco anos antes, o que se pode considerar, então, como uma segunda fundação da Física Quântica.

O propósito deste artigo, de acordo com seu autor (DIONÍSIO, 2005), é contribuir para que a obra de Albert Einstein seja apreciada em sua totalidade, de modo que as suas repercussões no mundo moderno sejam devidamente compreendidas, reconhecidas e avaliadas e para que a imagem desse magnífico homem de ciência seja exposta em toda a sua grandiosidade e sua obra seja apreciada por inteiro, de modo que a repercussão de suas idéias e realizações em nossas vidas sejam devidamente avaliadas e compreendidas. Para tanto, é dada especial atenção ao papel que Einstein desempenhou no momento histórico em que se estabeleceu a Física Quântica, ou seja, no início do Século XX. Ao final, é comentada brevemente a sua participação posterior no desenvolvimento dessa área da Física.

O segundo artigo, “Einstein, a Física dos Brinquedos e o princípio da equivalência” (MEDEIROS e MEDEIROS, 2005), trata primeiramente da importância atribuída por Einstein à alegria na aprendizagem da ciência, assim como o valor pedagógico da utilização de brinquedos científicos, valorizando o caráter lúdico da Educação. Dentro desse contexto, é discutido o relacionamento de Einstein com os brinquedos científicos.

A apresentação de assuntos científicos mais complexos, como, por exemplo, a Relatividade Geral e em particular o seu Princípio da Equivalência, tem recebido uma atenção especial no sentido de se buscarem novas e mais eficientes formas de ensino e de aprendizagem que realem as questões conceituais e imagéticas e que não se atenham apenas aos aspectos mais formais.

Após ser discutido o sentido mais geral do Princípio da Equivalência da Relatividade Geral, um dos brinquedos apresentados no artigo, denominado de elevador de

Einstein, é analisado como uma excelente ilustração desse princípio. Também são mostrados outros exemplos de brinquedos científicos alternativos que ilustram de modo mais fácil o mesmo princípio.

O artigo também mostra que certos brinquedos podem servir para evidenciar alguns princípios básicos da Física Moderna. O desafio colocado é o de estender tais estudos de modo a ressaltar de forma mais clara os princípios físicos contidos nos vários campos da Física Clássica e mesmo da Física Moderna.

O terceiro, “Ensinando Física Moderna no Ensino Médio: Efeito Fotoelétrico, Laser e Emissão de Corpo Negro” (VALADARES e MOREIRA, 2004), apresenta sugestões conceituais e práticas de como introduzir no Ensino Médio tópicos de Física Moderna relacionados com o cotidiano dos alunos. São considerados três tópicos: o efeito fotoelétrico, o laser e a emissão do corpo negro, enfatizando algumas de suas aplicações através de experiências simples e de baixo custo, acessíveis a escolas.

O quarto artigo, “Uma oficina de Física Moderna que vise a sua inserção no Ensino Médio” (CAVALCANTE e TAVOLARO, 2004), trata de uma pesquisa que resultou na construção de materiais didáticos de baixo custo que possibilitassem discutir os fundamentos da Física Moderna no Ensino Médio a partir do estudo do comportamento dual, interferência e difração e observação de espectros contínuos e discretos.

Os materiais didáticos desenvolvidos foram apresentados em forma de Oficina durante a 5ª SBPC Jovem, para professores do Ensino Médio e alunos do Ensino Fundamental e Médio, sendo que um dos objetivos principais dessa oficina foi mostrar o nascimento da Mecânica Quântica e a sua importância na mudança de concepção de mundo e de postura diante da vida do homem moderno.

Finalmente o artigo “El método de caminos múltiples de Feynman como referencia para introducir los conceptos fundamentales de la Mecánica cuántica em la escuela secundaria” (FANARO, ARLEGO e OTERO, 2007) apresenta, adapta, analisa e discute o enfoque dos múltiplos caminhos desenvolvido por Richard Feynman em 1948. O artigo propõe uma “Estrutura conceitual proposta para ensinar” como alternativa para introduzir os princípios fundamentais da Mecânica Quântica na escola secundária. Focaliza a análise na emergência dos aspectos ondulatórios da matéria à medida que o tamanho dos objetos tende ao domínio atômico. Como caso paradigmático, considerou experimentos idealizados de interferência de partículas de massas sucessivamente decrescentes, começando por objetos macroscópicos e finalizando com elétrons.

Também foram analisadas as simplificações matemáticas necessárias para este nível de ensino e esboçada uma proposta baseada neste enfoque alternativo discutindo suas potencialidades e limitações para o ensino. Neste trabalho o desafio foi, sem o manejo matemático formal, extrair as idéias principais e implementar, com assistência de software, uma ferramenta para introduzir os conceitos quânticos.

No artigo também é discutido a necessidade de introduzir os conhecimentos relativísticos da Física Quântica na escola média. Segundo os autores o estudo de conceitos fundamentais da teoria quântica é ignorado pela cultura escolar e quando ocasionalmente esses conceitos são abordados, isso ocorre de forma superficial.

Os autores mencionam e discutem as seguintes razões pelas quais os professores ignoram o que se propõem os currículos e resistem em ensinar Mecânica Quântica na escola: o desconhecimento dos conceitos quânticos, a complexidade da matemática envolvida, a deficiência na formação do professores e a proposta dos livros didáticos.

### **1.3 Concepções alternativas dos estudantes acerca de tópicos de Física Moderna e Contemporânea**

Fazem parte deste grupo dois artigos.

O primeiro deles “Interpretações da Teoria Quântica e as concepções dos alunos do curso de Física” (MONTENEGRO e PESSOA, 2002), investiga as interpretações que os alunos do curso de Mecânica Quântica desenvolvem a respeito desta teoria.

Os autores partem da observação de que, normalmente, nos cursos de Mecânica Quântica, se o aluno aprender a aplicar as regras matemáticas adequadamente, ele é aprovado. No entanto, para conseguir fazer as contas, o aluno usualmente invoca uma representação do mundo físico em sua mente, uma representação que em geral vai além das observações no laboratório. São investigadas neste trabalho, essas representações e interpretações, construídas pelos alunos durante a aprendizagem da teoria.

Foram utilizados como instrumento de obtenção de informações três questionários escritos, concernentes às interpretações dos alunos e também algumas entrevistas gravadas.

Através de questionários, são analisadas as concepções dos alunos sobre o experimento da dupla fenda, princípio de incerteza, estado quântico, retrodição e postulado da projeção. Correlacionando as respostas de cada aluno, constata-se que diferentes interpretações privadas são freqüentemente usadas para analisar diferentes problemas.

O segundo, “Introducción de la Teoría de la Relatividad Especial em el nivel médio/polimodal de enseñanza: identificación de teoremas - em-acto y determinación de objetivos-obstáculo” (ARRIASSECQ e GRECA, 2006), tem como objetivo principal a determinação dos pontos epistemológicos, históricos e didáticos necessários para introduzir a Teoria da Relatividade Especial no nível médio.

O trabalho consta de duas partes. A primeira trata do marco teórico da investigação e seus pontos epistemológicos, históricos e didáticos. A partir do marco teórico são determinadas as concepções centrais que os estudantes deveriam adquirir para uma aprendizagem significativa da Teoria da Relatividade Especial. Na segunda parte são apresentados os resultados obtidos no estudo de caso, aplicando um questionário, para determinar as concepções que os estudantes de um curso têm em relação a esses conceitos-chaves na área de Mecânica Clássica e que podem ser converter em obstáculos para sua respectiva compreensão no âmbito da Teoria da Relatividade Especial.

#### **1.4 Temas de Física Moderna e Contemporânea apresentados como divulgação ou como bibliografia de consulta para professores de Nível Médio**

Deste grupo constam três artigos.

O primeiro “Relatividade Restrita com o auxílio de diagramas” (SANTOS, 2006), apresenta alguns diagramas que podem ser úteis como recursos auxiliares para o professor quando for explicar alguns dos aspectos mais importantes da Teoria da Relatividade Restrita para alunos de Ensino Médio ou mesmo de primeiro ano de cursos de graduação.

O artigo ressalta que uma das grandes dificuldades encontradas pelos professores de Física do Ensino Médio em nosso país, diz respeito à explicação de fenômenos de Física Moderna em sala de aula, pois os alunos trazem muitas curiosidades devido ao contato com diversos meios de comunicação, produtos e processos tecnológicos e entre os assuntos de maior interesse estão a relatividade restrita e a relatividade geral. Apesar disso, algumas vezes é difícil para o professor esclarecer alguns aspectos dessas teorias a esses alunos, devido ao fato de a teoria da relatividade abordar tópicos que não são intuitivos.

São apresentados três diagramas. O primeiro pode ser utilizado como base para uma construção simples, que serve para demonstrar os efeitos de deformação espacial. O segundo serve para estudar o efeito da dilatação temporal e também de motivação para a construção do terceiro, que é um guia para a construção de pêndulos equivalentes, que permitem demonstrar de maneira visual a dilatação do tempo em um referencial em

movimento. Os diagramas auxiliam o professor na demonstração de certos fenômenos previstos pela Teoria da Relatividade Restrita. Outro fator que motivou este trabalho foi a divulgação do uso de diagramas e de instrumentos simples para demonstrações.

O segundo artigo “Laboratório Caseiro de Física Moderna” (ARRUDA e TOGINHO, 2004), tendo em vista as inúmeras dificuldades da montagem de um laboratório de Física Moderna, faz uma compilação de diversos experimentos, de caráter demonstrativo, que podem ser realizados com materiais de baixo custo: a produção de altas tensões com a bobina de Tesla; montagem de redes de difração com 13I13; a utilização de lâmpadas comerciais para a obtenção de espectros e o efeito fotoelétrico com lâmpadas comerciais de mercúrio.

O artigo discute cada experimento, procedimentos e precauções de modo a auxiliar os professores na sua utilização e montagem.

Finalmente, o artigo “Influências da Física Moderna na obra de Salvador Dalí” (ANDRADE, NASCIMENTO e GERMANO, 2007) objetiva a identificação de elementos e conceitos de Física Moderna presentes na obra do pintor espanhol Salvador Dalí (1904-1989), para que essas obras sirvam como recursos didáticos para o ensino dessa temática no Ensino Médio e na formação de professores.

O trabalho busca uma aproximação entre a Física e a Arte, recuperando o entendimento da ciência como cultura humana e contribui para o desenvolvimento de um ensino interdisciplinar e apresenta um pouco do contexto da arte no qual Salvador Dalí iniciou sua carreira e sobre sua própria história.

Os autores selecionaram algumas obras de Salvador Dalí que apresentam elementos ou idéias que se relacionam com a Física Moderna, especialmente a Teoria da Relatividade e a Mecânica Quântica, destacando as potencialidades dessas representações na introdução de conceitos da Física Moderna em nível médio. As obras de arte selecionadas foram: A persistência da memória (1931), A desmaterialização do nariz de Nero (1947), Equilíbrio intra-atômico de uma pluma de cisne (1947), Galátea de esferas (1952), Cruz nuclear, (1952), A desintegração da persistência da memória (1952-54), Oposição (1952), Cena religiosa em partículas (1958) e Santo rodeado por três mésons pi (1956).

“A persistência da memória” está relacionada à noção de dilatação do tempo da Teoria da Relatividade Restrita. O tempo é representado pelos três relógios.

As obras “A desmaterialização do nariz de Nero” e “Equilíbrio intra-atômico de uma pluma de cisne” retratam o início do período denominado “Misticismo Nuclear” de Dalí.

Nestas obras é representado o universo atômico e as forças que agem para manter a estabilidade atômica.

Em “Galátea de esferas” a imagem de sua esposa é composta pela união de várias esferas. Estas podem ser comparadas a átomos em um sólido, formando uma rede cristalina. Também vistas na obra “Cruz nuclear”.

“A desintegração da persistência da memória” aparece como uma evolução de “A persistência da memória”, após 20 anos. Nesta nova versão o que aparecia sólido e compacto agora aparecem fragmentadas, seguindo a linha do “Misticismo Nuclear” onde a realidade física apresenta-se composta por átomos. Outra idéia que pode ser aprendida ao se observar essa fragmentação da realidade é a representação dessa realidade “quantizada”.

Nas obras “Oposição”, “Cena religiosa em partículas” e “Santo rodeado por três mésons  $14I$ ” é representado outro aspecto da fase nuclear, a partir de partículas não uniformes e desordenadas apresentando um movimento frenético, que podem ser entendidas como átomos ou moléculas de substâncias em fase gasosa. Na primeira e segunda obra é ilustrada a natureza dual dos constituintes atômicos. Na última transmite a impressão de indeterminação.

## **1.5 Propostas testadas em sala de aula com apresentação de resultados de aprendizagem**

Quatro artigos compõem esse grupo.

O primeiro deles, “Abordando conceitos fundamentais da Mecânica Quântica no nível médio” (PAULO e MOREIRA, 2004), relata uma estratégia de ensino da Mecânica Quântica no Ensino Médio, com aplicação e análise dos resultados.

A estratégia trata da concepção sobre a natureza da luz, tendo como problema fundamental abordar a questão: de que maneira ocorre a construção de alguns importantes conceitos quânticos na mente dos aprendizes do Ensino Médio?

A pesquisa foi feita em duas escolas da rede particular de ensino da cidade de Cuiabá, Brasil, envolvendo cerca de 100 alunos. Foram ministradas de 12 a 15 aulas em cada turma. A coleta de dados foi realizada através de avaliações escritas, com questões objetivas e subjetivas. Utilizando a técnica de análise fenomenográfica, foi feita uma categorização das respostas dos textos que os alunos apresentaram nas avaliações.

Evidenciou-se que algumas respostas eram mais próximas às concepções da Física Clássica e outras à Mecânica Quântica à luz da Interpretação de Copenhague. Há uma fração apreciável de alunos que parecem apresentar uma boa compreensão sobre os conceitos

abordados de acordo com a Interpretação de Copenhague. Contudo, há também uma parcela da amostra que chama a atenção por indicar que os conceitos clássicos e quânticos podem ser acomodados conjuntamente. E um número menor de alunos que parecem acreditar que a Teoria Quântica é mesmo incompreensível ou que existe uma separação retificada entre o conhecimento clássico e quântico.

Os autores concluem que o ensino-aprendizagem de qualquer tópico da Física, inclusive a Mecânica Quântica, só se dá devido às relações com o cotidiano, caso contrário os alunos não se interessam pelo conhecimento científico que lhes é mostrado.

Por segundo, o artigo “Superposição Linear em ensino de Mecânica Quântica” (GRECA e HERSCAVITZ, 2005), relata sobre um curso organizado para introduzir, em apenas um mês (24 horas-aula), conteúdos de Mecânica Quântica durante o primeiro e o segundo semestres de 1999, em três turmas universitárias, totalizando 94 alunos, da disciplina de Física Geral IV (semestre 4 da seriação) dos cursos de Engenharia da UFRGS.

Durante as aulas foram enfatizadas as relações do conceito de superposição de estados com outros aspectos fundamentais da Mecânica Quântica, em particular com o problema da medida e com o conceito de probabilidade. Foi dada ênfase especial ao princípio de superposição de estados e foram apresentadas, desde o início, as características quânticas dos sistemas microscópicos a fim de propiciar que as mesmas se tornem “intuitivas” para os estudantes, recorrendo para isto a resultados de experimentos modernos. No artigo são apresentados também os fundamentos de uma proposta didática que visa facilitar a construção da “intuição” mecano-quântica, centrando-nos no princípio de superposição.

É interessante destacar que, na opinião dos autores, apesar da importância desses conteúdos, estas questões quase não são abordadas nos cursos de formação, quer introdutório, quer mais avançado, e são, muitas vezes, desconhecidas até pelos próprios físicos.

Para a análise dos resultados, foram aplicados testes antes e depois de os estudantes receberem instrução em conteúdos quânticos. Os testes compreendiam duas partes: a primeira consistindo em uma associação de conceitos e a segunda formada por três pequenas questões, uma das quais enfocando a superposição de estados. Também foram aplicados os testes a estudantes de uma turma (paralela às anteriores) que recebeu instrução na abordagem tradicional e a estudantes do curso de Física das disciplinas denominadas Introdução à Mecânica Quântica de um semestre de duração, com abordagem introdutória tradicional e Mecânica Quântica I, caracterizada por uma abordagem mais técnica dos problemas de contorno quânticos, também de um semestre de duração.



Os resultados dos alunos que participaram da intervenção indicam que vários estudantes revelam haver adquirido uma boa compreensão deste princípio apesar de algumas concepções errôneas, se comparado com resultados obtidos com estudantes de turmas que receberam instrução com uma abordagem tradicional e mesmo com estudantes de semestres mais avançados do curso de Física, que se submeteram aos mesmos testes.

Levam em considerações alguns pontos que dificultam a compreensão de Física Quântica, entre eles o fato de a Física Quântica não ser “intuitiva”, uma vez que moldamos nossa experiência de vida diária e nossos estudos prévios, predominantemente, em fenômenos e conceitos clássicos.

De maneira geral, os resultados mostram que apesar de algumas concepções ainda permanecerem errôneas, a maioria das respostas mostra um resultado positivo, evidenciando a apropriação dos conteúdos desenvolvidos no projeto, se não de todos os conceitos, mas de pelo menos boa parte, reforçando a idéia de que os alunos têm maturidade suficiente para aprender Física Moderna e Contemporânea, mas é preciso dar atenção especial para os cursos de formação de professores.

O terceiro artigo, “Uma discussão sobre a natureza da ciência no Ensino Médio: um exemplo com a teoria da Relatividade Restrita” (KÖHNLEIN e PEDUZZI, 2005), visa contribuir para a elaboração de estratégia que leve para a sala de aula uma reflexão mais crítica sobre a natureza da ciência e seus processos, e despertem o interesse dos alunos pelas aulas de Física.

O artigo apresenta os componentes de um Módulo Didático baseado em uma abordagem histórico-filosófica da Teoria da Relatividade Restrita, estruturado de acordo com os três momentos pedagógicos de Angotti e Delizoicov: problematização inicial, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento.

O Módulo foi testado em uma turma do Ensino Médio de uma escola pública de Santa Catarina. Os resultados mostram uma acentuada receptividade dos alunos em relação às atividades desenvolvidas e mudanças significativas em certas concepções de ciência vigentes.

Finalmente, o artigo “Conceitos de Física Quântica na formação de professores: relato de uma experiência didática centrada no uso de experimentos virtuais.” (OSTERMANN e RICCI, 2005), relata a reestruturação e implementação de uma unidade didática conceitual sobre Física Quântica na disciplina “Tópicos de Física Moderna e Contemporânea I” da segunda turma do Mestrado Profissional em Ensino de Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. O objetivo principal da disciplina consiste na

qualificação profissional de professores de Física do nível médio na questão de compreensão aprofundada dos conceitos e das noções básicas de Física Quântica, sem a preocupação excessiva com o formalismo matemático.

O foco do artigo é a descrição da nova versão da unidade conceitual, complementada por alguns resultados qualitativos obtidos com a re-aplicação de um instrumento previamente construído para realizar levantamento de noções básicas sobre o tema. O desenvolvimento da unidade está centrado no uso de novas tecnologias para o aprendizado significativo de conceitos centrais da Física Quântica.

Na atividade foram utilizados dois softwares livres, do tipo “bancada virtual”, como recursos didáticos articulados a roteiros exploratórios especialmente elaborados. Com o desenvolvimento da unidade conceitual, centrada no uso dos softwares mencionados, foi possível promover mudanças nas concepções dos alunos-professores, principalmente as que se referem às diferenças entre objetos clássicos e quânticos.

Este artigo mostra que a dificuldade ocorre também por parte dos professores, pois nem todos têm um bom embasamento teórico sobre os temas. Desenvolvido em sua maior parte junto a professores, neste trabalho são evidenciados muitos conceitos interpretados de forma errônea, o que leva à preocupação para a formação inicial desses docentes e a reforçar a idéia de que é preciso urgentemente que sejam abordadas, na graduação, conceitos de Física Moderna e Contemporânea de forma significativa, para que os professores, melhor qualificados, possibilitem que esses conhecimentos cheguem ao Ensino Médio de forma natural. Se o professor tem uma formação deficiente, vai ter dificuldades em alguns assuntos, relacionados com a ciência de referência e, com isso, na maioria das vezes, vai evitar abordá-los, principalmente pela insegurança.

## **1.6 Livros didáticos de Nível Médio que inserem temas de Física Moderna e Contemporânea**

Fazem parte deste grupo dois artigos.

O primeiro, “Relatividade Restrita no Ensino Médio: Contração de Lorentz-Fitzgerald e aparência visual de objetos relativísticos em livros didáticos de Física” (OSTERMANN e RICCI, 2002), trata da análise de livros didáticos com foco no tema da Relatividade Restrita, um dos pilares da Física Moderna e Contemporânea que ainda é pouco abordado nos livros didáticos, principalmente no que concerne à contração de Lorentz-Fitzgerald e à aparência visual de objetos relativísticos. Para tal, uma ampla consulta foi

realizada em livros de Física para o Ensino Médio Brasileiro editados recentemente (a partir de 1996), assim como a algumas obras editadas no exterior.

Nessa análise é considerado o fato contraditório de que, apesar de presentes nas propostas dos Parâmetros Curriculares Nacionais, tais assuntos ainda são pouco abordados nos livros didáticos e não têm merecido o devido cuidado, fazendo com que estes apresentem sérios erros conceituais.

O resultado da consulta de livros didáticos de Física para o Ensino Médio revelou que a Relatividade Restrita simplesmente não é abordada na maioria das obras e quando o tema é tratado, muitas vezes a abordagem utilizada deixa a desejar, principalmente pela sua superficialidade. Uma vez que esses textos não promovem a necessária ruptura com o senso comum que o entendimento da Relatividade Restrita exige, acabam por comprometer a correta aprendizagem dos conceitos envolvidos. Em algumas poucas obras o assunto é tratado com a devida profundidade e detalhamento, mas imprecisões de linguagem podem vir a reforçar as concepções espontâneas de alunos e professores, daí a necessidade de um maior rigor na linguagem empregada.

No outro artigo “Relatividade restrita no Ensino Médio: os conceitos de massa relativística e de equivalência massa-energia em livros didáticos de Física” (OSTERMANN e RICCI, 2004), os autores analisam dois conceitos da Relatividade Restrita amplamente difundidos em livros didáticos do Ensino Médio: massa relativística e equivalência massa-energia.

A análise foi feita em 65 obras, dentre as quais 35 foram não-recomendadas pelo programa nacional do livro didático. Das restantes, nenhuma foi recomendada com distinção, tendo sido simplesmente recomendadas ou recomendadas com ressalvas.

A partir de uma análise crítica da abordagem desses conceitos em diversas obras, foi possível constatar, por um lado, que a massa relativística é introduzida como sendo um conceito fundamental da Relatividade Restrita, quando, de fato, é uma noção inadequada e que, portanto, não deveria ser abordada e, por outro, que essas obras frequentemente interpretam de forma errônea o significado da equivalência massa-energia. Ainda com relação à equivalência massa-energia, na quase totalidade das obras analisadas, o seu significado correto não é abordado, preferindo-se, em geral, identificá-lo com a possibilidade de conversão de massa em energia e vice-versa.

## **1.7 O que indicam as publicações**

Os artigos analisados reforçam que uma atenção especial deve ser dada aos cursos de formação de professores, pois, para que possa ocorrer a atualização curricular e, conseqüentemente, a inserção de Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio, é preciso saber as dificuldades que o professor enfrenta e também o que ele pensa sobre essa nova proposta. Mesmo porque, aparentemente, os resultados obtidos até então apontam que é plenamente possível a introdução de tópicos de Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio, desde que a proposta pedagógica não se baseie fundamentalmente num formalismo matemático avançado.

Notou-se, nesses artigos, que, de maneira geral, eles não tratam, especificamente, de como o professor pensa e se relaciona com os conteúdos de Física Moderna e Contemporânea. Na sua maioria, os temas são de propostas de inserir Física Moderna e Contemporânea nos currículos e propostas de aplicação e análises de livros didáticos de Física. O professor, um dos atores principais do processo de ensino-aprendizagem, juntamente com os alunos, foram deixados em segundo plano, ficando deste modo, afastados dos centros de decisões, embora sejam eles os autores das ações em sala de aula e devessem ser ouvidos em seus desejos e aspirações sobre o ensino, em conformidade com a sua realidade e a de suas escolas.

É nesse sentido que se reforça a importância de trabalhos que investiguem a relação dos professores com os temas de Física Moderna e Contemporânea e como eles se posicionam a respeito da proposta de inserção desses conteúdos no Ensino Médio.

## **CAPÍTULO 2. ASPECTOS TEÓRICOS NOS QUAIS A PESQUISA SE APÓIA**

Cultura e conhecimento são duas categorias fortemente relacionadas, de forma que, ao se referir a um deles, logo levados a pensar no outro e vice versa. Um dos papéis da escola é o trabalho com a cultura e com o conhecimento, produzindo e reproduzindo o conhecimento escolar, reconhecido e valorizado pela sociedade como necessário às novas gerações.

Tendo em vista a impossibilidade de se abordar todos os elementos que constituem a cultura de um povo, há necessidade de se fazer uma seleção cultural dos saberes a serem ensinados, assim como tornar os saberes selecionados efetivamente transmissíveis e assimiláveis, promovendo uma renovação do conhecimento escolar.

É nesse sentido que essas categorias assumem especial importância, principalmente nos documentos oficiais da educação que tratam da renovação curricular para o ensino de Física, incluindo aquelas que abordam a temática Física Moderna e Contemporânea.

### **2.1 Cultura, Ciência e Escola**

A palavra ‘cultura’ é um termo usado nos mais diferentes formas e espaços sociais. Está presente nos diversos meios e discursos, de natureza social, política, econômica e educacional. O termo também é usado para designar as tradições de um povo. Ou associado ao indivíduo, procurando de alguma forma lhe atribuir um ‘status social’ quanto ao conhecimento por ele acumulado.

Ter cultura pode estar intimamente ligado ao fato de ter inteligência, refinamento, estar em um plano superior na escala social. Pode também referir-se ao conjunto de saberes possuído coletivamente por um grupo social ou por uma civilização.

Alice C. Lopes (1999) em seu livro “Conhecimento escolar: ciência e cotidiano”, entende a cultura como todo e qualquer processo de produção de símbolos, de representações, de significados. É o que distingue o ser humano da natureza.

Lopes (1999) escreve:

Cultura se associa à formação do espírito humano, à civilização, ao progresso, saber, ilustração, instrução, desenvolvimento, seja do espírito ou de um grupo social. Trata-se de um **tesouro**, fruto do esforço coletivo de aprimoramento humano. A cultura é um **bem**, essencialmente positivo, associado ao que há de melhor no ser humano, algo a ser mantido e aprimorado, algo que a gente **tem** e nos confere privilégios. (p. 66)

Forquin (1993), em seu livro “Escola e cultura”, compreende a cultura como designando uma ordem humana fundada sobre o advento da linguagem e a partilha de símbolos. A cultura é tida como herança coletiva, patrimônio intelectual e espiritual, que passa de geração para geração, de acordo com suas necessidades de sobrevivência. Para cada ser humano a cultura que é passada se torna uma memória e a partir dela é criada uma nova cultura. Dessa forma a cultura não é sempre a mesma, ela se modifica a cada nova geração.

Ele considera a educação como o conjunto dos processos e procedimentos que permitem à pessoa chegar ao estado de cultura, sendo esta o que distingue o homem do animal.

No mesmo sentido Terrazzan (1994) considera “o conhecimento como um processo histórico, evidenciado no comportamento dos indivíduos como parte de um todo social, associado, portanto à constituição da cultura.” (p. 12)

A educação não transmite toda a cultura, mas alguns elementos da cultura, que podem provir de diversas fontes e serem de épocas diferentes. Segundo Williams (1992) a educação é, portanto “um conjunto determinado de ênfases e omissões”.

A cultura está diretamente interligada ao trabalho. É a partir do trabalho que se estabelece relação dos homens com a natureza, criando desta forma a possibilidade do homem ir além da natureza, “de se definir como sujeito, construir sua própria humanidade, sua realidade humano-social” (LOPES, 1999, p.72).

Ao mesmo tempo em que o trabalho confere ao homem uma dimensão criativa, libertadora e humanitária, a divisão social do trabalho, criada pela própria relação entre os homens, transforma-os em mercadoria assim como os produtos de seu trabalho. A divisão social do trabalho leva a uma divisão social do saber e da cultura, o que contribui para reproduzir a sociedade de classes.

Devido à divisão social do trabalho, a cultura se encontra fragmentada, dividida em classes dominantes e dominadas, caracterizando a separação radical entre o trabalho intelectual e o manual.

Lopes define como cultura dominante aquela

[...] que interessa à classe dominante tornar hegemônica na sociedade, podendo ser: erudita, oriunda das classes populares, da indústria cultural, do senso comum ou da ciência. Seu caráter de dominação é determinado por sua capacidade de, em dado contexto histórico, servir aos interesses das classes dominantes. (1999, p. 76)

Estabelece-se, muitas vezes, equivocadamente, uma homologia entre cultura erudita e cultura dominante. No modo de entender cultura erudita, incorpora-se a visão ideológica que a classe dominante transmite de si mesma. A classe dominante constrói a idéia de elite, ou seja, o que há de melhor em uma sociedade. Ao construir a idéia de que sua cultura é erudita permite mais facilmente a desvalorização de outras culturas, as da classe dominada:

De maneira geral, entendemos por saber erudito o conjunto de saberes que possui legitimidade social, seja em função da situação de classe de quem os produz, seja por serem produzidos na esfera de instituições detentoras de poder, como universidades e centros de pesquisa. A cultura erudita é assim considerada a cultura dominante, que procura se distinguir da cultura popular, rotulando-a de inferior, sendo que por vezes chega a anulá-la ou absorvê-la. (LOPES, 1999, p. 75)

Lopes entende a cultura das classes dominadas, também chamada de cultura popular, como a cultura que o povo faz no seu cotidiano e nas condições que ele pode fazer.

Mas não se pode considerar a cultura presente nos currículos e no conhecimento escolar proveniente especificamente da cultura da classe dominante, pois esta também provem da cultura da classe dominada.

Em um dado contexto, são selecionados os conteúdos da cultura, considerados necessários às gerações mais novas, constituintes do conhecimento escolar. Existe uma cultura aceita e praticada, indiscutivelmente valorizada, que deve ser transmitida na escola, em nome de uma continuidade cultural da sociedade. Esse conceito mascara a valorização da cultura dominante frente à cultura dominada e o currículo, juntamente com o sistema escolar contribuem para reproduzir a estrutura social.

Forquin (1993) considera os processos de seleção e de organização dos conteúdos cognitivos e culturais do ensino como traduzindo os pressupostos ideológicos e os interesses sociais dos grupos dominantes. Neste sentido, Lopes (1999) trata “a ciência” como critério de diferenciação entre a cultura dominante e dominada. O domínio das disciplinas científicas confere privilégios e colabora para a afirmação da identidade pessoal e cultural.

Nessas condições pode-se compreender o prestígio da ciência e por que serve como critério da diferença entre a cultura dominante e a dominada: a primeira se oferece como saber de si e do real, a segunda como não-saber. Forma nova e sutil de reafirmar que a barbárie se encontra no povo na dimensão da ‘incultura’ e da ‘ignorância’, imagem preciosa para o dominante sob dois aspectos: de um lado, a suposta universalidade do saber dá-lhe neutralidade e disfarça seu caráter opressor; de outro lado, a ‘ignorância’ do povo serve para justificar a necessidade de dirigi-lo do alto e, sobretudo, para identificar a possível consciência da dominação com o irracional, visto que lutar contra ela seria lutar contra a verdade (o racional) fornecida pelo conhecimento. (LOPES, 1999, p. 79)

Terrazzan (1994) também trata da posição privilegiada que as atividades científicas têm diante da sociedade:

A falta de uma discussão crítica sobre as concepções de ciência, seu processo de construção e de evolução, suas finalidades e seus limites contribui para a colocação extremada da atividade científica numa posição privilegiada em relação a outras atividades humanas.

Paralelamente, reforça-se a idéia dominante, ao menos na nossa sociedade ocidental, da supremacia das ciências naturais sobre as ciências sociais e outros saberes. (p. 16)

A escola, socialmente, tem por principal função ensinar, transmitir conhecimento e cultura. A cultura, neste caso, é o conteúdo substancial do processo educativo, sua fonte e sua justificativa última. O currículo, por sua vez, é a forma institucionalizada de transmitir e reelaborar a cultura de uma sociedade. É a partir da definição de cultura que se compreende o conhecimento escolar. De acordo com Lopes (1999), na perspectiva tradicional de educação e currículo,

[...] o conhecimento escolar é encarado como transmissão do conhecimento científico e erudito, não havendo problematização daquilo que se transmite. Existe a compreensão de que, se o ensino é eficaz, deve haver considerável correspondência entre o que se ensina e o que é produzido nos centros de pesquisa. E se essa correspondência não é total, deve-se apenas ao fator quantitativo: nem todo conhecimento humano é necessário para a perpetuação da cultura humana, ou mesmo passível de ser ensinado. Devemo-nos limitar àquilo que é essencial para garantir nossa herança cultural. (p. 84)

Essa mesma autora define o conhecimento escolar em relação aos demais saberes sociais, seja o conhecimento científico, o conhecimento cotidiano ou os saberes populares, e para isso parte de algumas premissas:

1) trata-se de um conhecimento selecionado a partir de uma cultura social mais ampla, que passa por um processo de transposição didática, ao mesmo tempo que é disciplinarizado; 2) constitui-se no embate com os demais saberes sociais, diferenciando-se dos mesmos. (LOPES, 1999, p. 24)

A autora, deste modo, entende o currículo eminentemente como “um campo de políticas culturais, terreno de acordos e conflitos em torno da legitimação ou não de diferentes saberes, capaz de contribuir na formação de identidades individuais e sociais.” (LOPES, 1999, p. 18). Para ela,



[...] não existe nenhum currículo neutro e imparcial, nem tampouco um conhecimento escolar absoluto e imutável. Grupos e classes dominantes atuam no sentido de valorizar suas tradições culturais como conhecimento, excluindo tradições culturais de grupos e classes subordinadas. (LOPES, 1999, p. 22)

A elaboração do currículo obedece ao estabelecimento de prioridades determinadas pela cultura escolar de acordo com as finalidades da educação escolar e o público a que se destina. O currículo refere-se a seleções feitas pelas escolas no interior da cultura e o processo de organização do currículo é o modo no qual as prioridades são decididas e postas em prática. A respeito do currículo, Saviani (1994) pondera:

[...] a elaboração do currículo consiste numa seleção de elementos da cultura, passíveis (e desejáveis) de serem ensinados/aprendidos na educação escolar.

Trata-se de uma espécie de conversão da cultura em “cultura escolar”, com a organização dos conteúdos culturais segundo prioridades determinadas e sua disposição para fins de ensino. (p. 48)

Segundo Saviani (1994) a construção do currículo pode ser considerada como um processo de “invenção da tradição”. O resultado, por sua vez, torna-se uma herança a ser defendida, cujas definições devem construir-se e reconstruir-se com o tempo.

A elaboração de um currículo é um desafio constante de decisão sobre qual conhecimento tem maior importância para dada sociedade. Esse processo de seleção cultural da escola parte essencialmente dos segmentos da cultura valorizados socialmente como saber ou conhecimento que, aos olhos de dada sociedade, devem ser transmitidos as novas gerações.

Para Forquin (1993), toda a educação do tipo escolar supõe uma seleção no interior da cultura e uma reelaboração dos conteúdos da cultura destinados a serem transmitidos às novas gerações. A escola ensina uma parte restrita de tudo o que constitui a experiência coletiva, ou seja, a cultura de uma sociedade. Desta forma, a educação escolar não consegue abranger em seus programas senão uma pequena parte de saberes, de competências, de formas de expressão e símbolos socialmente mobilizadores.

Esse autor distingue dois níveis de justificação do currículo. O primeiro trata de problemas de oportunidade, no sentido de que não se pode ensinar tudo, é necessário fazer escolhas, que variam segundo os contextos, os recursos disponíveis, as necessidades sociais, as demandas dos usuários, as tradições culturais e pedagógicas. Essa tarefa cabe aos responsáveis pelas políticas educativas, elaboradores de programas escolares e também aos professores, que têm seu tempo em sala de aula limitado e devem fazer escolhas do que faz mais sentido ensinar para melhor formação dos seus alunos.

O outro nível, ainda de acordo com esse autor, trata das justificações fundamentais que diz menos respeito à questão do que é possível ensinar em sala de aula do que às questões

de valores dos próprios professores, no sentido de que só é possível ensinar o que têm, aos olhos dos professores, valor formador. Os professores só ensinarão o que efetivamente faz sentido para eles, por isso, a importância de conscientizá-los e dar ênfase na formação desses profissionais.

Sendo assim, cabe ao professor a tarefa de definir o que é culturalmente importante e estabelecer quais os assuntos e conteúdos que terão destaque em sala de aula.

Forquin discute no plano da doutrina do currículo, sobre quais critérios deve-se efetuar a escolha dos conteúdos de ensino. A seleção cultural escolar é o resultado de um compromisso instável entre exigências divergentes, interesses contraditórios, ideologias opostas e o que se encontra nos programas não pode pretender jamais uma justificação completamente racional.

Neste sentido educar, ensinar, instruir, supõe, sempre, num momento ou noutro, avaliar, preferir, escolher. Não se pode aceitar uma educação multicultural onde todos os valores e significações às quais aderem os grupos sociais seriam tidos como sendo igualmente aceitáveis porque eles são diferentes uns dos outros.

De uma forma geral, há um consenso, entre os professores de Física, sobre a necessidade de renovação curricular da disciplina de Física no Ensino Médio, preconizada na Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, de 20 de dezembro de 1996, que propõe, por exemplo, como diretrizes para o Ensino Médio, “o destaque à educação tecnológica básica, a compreensão do significado da ciência, o domínio dos princípios científicos e tecnológicos que presidem a produção moderna”, particularmente, quanto à área de Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, na qual se insere a disciplina de Física.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais, por sua vez, mencionam conteúdos a serem trabalhados no Ensino Médio e ressaltam que a organização e o tratamento de conteúdos devem estar vinculados ao cotidiano do aluno. O documento assinala que as disciplinas científicas têm omitido os desenvolvimentos realizados durante o século XX, propõe uma renovação de conteúdos que proporcione condições aos alunos para que possam desenvolver uma visão de mundo atualizada e apresentam como habilidades e competências necessárias para tal:

Compreender a ciência e a tecnologia como partes integrantes da cultura humana contemporânea.

Reconhecer e avaliar o desenvolvimento tecnológico contemporâneo, suas relações com as ciências, seu papel na vida humana, sua presença no mundo cotidiano e seus impactos na vida social.

Acompanhar o desenvolvimento tecnológico contemporâneo, por exemplo, estabelecendo contato com os avanços das novas tecnologias da medicina, por meio de tomografias ou diferentes formas de diagnóstico; na agricultura, nas novas formas de conservação de alimentos como uso das radiações; ou, ainda, na área de comunicações, com os microcomputadores, CDs, DVDs, telefonia celular, tevê a cabo. (PCN, 1996, p. 29)

Neste sentido, é preciso pensar em um ensino de Física cuja perspectiva seja possibilitar que os estudantes tenham contato com uma outra forma de cultura: a cultura científica, de modo que a inserção de conceitos da Física Moderna e Contemporânea esteja associada a um processo de ampliação da cultura do educando.

O professor tem um papel importante nesse processo. Ele tem exemplos pedagógicos de diversos universos culturais e deve fazer ressaltar o que há de verdadeiramente humano em cada uma destas manifestações culturais e avaliar o que é local, tendo por medida aquilo que é universal.

Forquin (1993) analisa certos fenômenos de resistência a mudanças nos currículos a partir da condição do aluno ou professor se definir e ser reconhecido como especialista, isto constituindo-se como uma espécie de construção de identidade profissional e cultural.

Acontece que as mudanças, sobretudo quando elas supõem novos cortes nas matérias ensinadas e uma redefinição das fronteiras entre os saberes, podem ser percebidas como capazes de conduzir a novos papéis sociais e como fazendo pesar uma ameaça sobre a identidade pessoal. (p. 76)

Essas inovações no currículo impõem aos professores verdadeiras “migrações” em direção a atividades menos familiarizadas ou sentidas como menos prestigiadas ou impõem-lhes delicados problemas de “mudanças de papéis” dentro do sistema de ensino.

## **2.2 Aspectos centrais da Transposição Didática**

Sabendo que a cultura se modifica no decorrer do tempo, é normal e preciso haver a renovação dos “saberes” ensinados na escola. Entendendo a escola como espaço das manifestações culturais (MAFRA, 2003, p. 125-129) e, também, como local de gestão e transmissão de saberes e símbolos (FORQUIN, 1993, p. 167), a educação do tipo escolar supõe uma seleção cultural e reelaboração da cultura e dos conteúdos a serem transmitidos.

A educação escolar não consegue abranger em seus programas toda a carga cultural, mesmo considerando como cultura somente o patrimônio intelectual e espiritual que, aos olhos da sociedade, deva ser preservado e transmitido. Tendo isso em vista, a educação escolar faz uma seleção cultural dos saberes e dos materiais culturais que vão ser ensinados, além de torná-los efetivamente transmissíveis para efetivamente serem ensinados.

De acordo com Forquin (1993) e Lopes (1999), o conhecimento escolar surge da noção de transposição didática, sendo que esta não se limita em fazer a seleção do que há disponível da cultura num dado momento histórico, mas tem por função tornar os saberes selecionados efetivamente transmissíveis e assimiláveis. Para isso, é necessário um significativo trabalho de reorganização e de reestruturação.

Chevallard (1991) em seu livro “La transposición didáctica – del saber sábio al saber enseñado” define a transposição didática como um instrumento eficiente para analisar o processo através do qual o saber produzido pelos cientistas – o Saber Sábido – se transforma naquele contido nos programas e livros didáticos – o Saber a Ensinar – e, principalmente, naquele que realmente aparece nas salas de aula – o Saber Ensinado. Ou seja, a transposição didática é o trabalho de transformação de um objeto de saber a ensinar em um objeto de ensino. Chevallard denomina a transposição didática como: “El ‘trabajo’ que transforma de un objeto de saber a enseñar en un objeto de enseñanza, es denominado la transposición didáctica.” (CHEVALLARD, 1991, p. 45)

Quando um conteúdo é designado como saber a ensinar, este sofre um conjunto de transformações adaptativas que o vão tornando apto para ocupar um lugar entre os objetos de ensino.

Os objetos do saber têm sua existência como tal, em um campo de consciência dos agentes do sistema de ensino, quando sua inserção no sistema de objetos a ensinar se apresenta como útil para a economia do sistema didático. Isso não significa que o objeto de saber se identifica e designa como objeto a ensinar a partir do momento em que o problema didático de sua transposição em objeto de ensino estiver resolvido. O trabalho da transposição didática é um trabalho que continua depois da introdução didática do objeto de saber.

O conceito de transposição didática remete à idéia de que para o ensino de um determinado elemento do saber seja possível, esse elemento deverá haver sofrido certas deformações ou transformações, para que esteja apto para ser ensinado. Para os docentes, o processo de transposição didática pode, em um primeiro momento, quebrar sua participação harmoniosa no funcionamento didático.

O sistema didático é constituído por três elementos: professor – saber – aluno, e suas inter-relações. Chevallard (1991) considera a base ternária como parte das relações didáticas. Para ele, há a necessidade de se inserir o próprio conhecimento como objeto do sistema de ensino/aprendizagem e ator desse processo. Com isso, o tratamento sociológico não é suficiente para analisar o Sistema de Ensino, sendo necessário o aporte do

conhecimento, ou seja, o saber, na terminologia da transposição didática. O saber constitui assim a base ternária do processo de ensino/aprendizagem, como mostra o trecho do artigo de Brockington e Pietrocola (2005):

O saber, assim, torna-se um elemento essencial na relação tida anteriormente como exclusiva entre professor e alunos. Ao fazer isso, Chevallard amplia as possibilidades de análises teóricas desta relação: a epistemologia passa a ser um instrumento poderoso das análises do sistema didático, agora constituído por uma base ternária (professor, aluno, saber). (p. 5)

A presença do saber cria duas novas relações: relação professor-saber e saber-aluno.

O fato de considerar o saber como elemento fundamental desse processo, ajuda, segundo Chevallard, a entender as relações que ocorrem dentro dos sistemas de ensino e a compreender as alterações sofridas pelo saber, desde sua criação na comunidade científica até sua chegada nas salas de aula. Desta forma, é possível ser capaz de dar mais significado a esses conhecimentos apresentados nas escolas e entender quais os critérios de escolhas desses mesmos conteúdos.

A escola nesse caso é entendida como um espaço diferenciado de produção de saberes e, nesse sentido, outra concepção de saber se estrutura resultante da busca por uma racionalidade mais ampla e mais flexível, capaz de dar conta da multiplicidade e da diversidade dos saberes humanos.

De maneira geral, Chevallard pretende que os conhecimentos presentes no ensino não sejam meras simplificações de objetos tirados do contexto de pesquisas com o objetivo de permitir sua apreensão pelos jovens. Trata-se, pois, de “novos” conhecimentos capazes de responder a dois domínios epistemológicos diferentes: ciência e sala de aula.

Segundo Brockington e Pietrocola (2005), os conteúdos de Física Moderna e Contemporânea estão, em geral, ausentes nas aulas no Ensino Médio, razão pela qual os autores propõem a atualização curricular de Física no Ensino Médio, levando em consideração que essa necessidade está assegurada pelos trabalhos decorrentes de quase duas décadas.

### 2.2.1 As esferas do saber

De acordo com Chevallard (1991), a transposição didática é composta por três esferas do saber, a seguir descritas.

O *Saber Sábio* diz respeito ao saber original, aquele saber que é tomado como referência na definição da disciplina escolar. Este saber é produzido pelas pesquisas

realizadas pelos cientistas e gerado no âmbito da academia. Esse saber também passa por transformações no interior dessa comunidade até tornar-se público. Ao ser publicado, o conhecimento está limpo, depurado e em uma linguagem impessoal, que não retrata características de sua construção.

Esses saberes aparecem em revistas especializadas, congressos, periódicos científicos e que circulam nos meios e sociedades acadêmicas. É desenvolvido por intelectuais e cientistas nos institutos de pesquisas, e que passa pelo julgamento da comunidade científica, com suas normas e regras próprias.

O *Saber a Ensinar* faz parte do segundo patamar do saber e da primeira transposição. O processo de transformar o saber sábio em saber a ensinar, corresponde a Transposição Didática Externa. Ele se materializa na produção de livros didáticos, manuais de ensino para formação universitária, programas escolares que tem como alvo os alunos universitários e professores do Ensino Médio. O conhecimento é reestruturado para uma linguagem mais simples se adequando ao ensino, sendo “desmontado” é reorganizado novamente de uma maneira lógica e atemporal. (SIQUEIRA e PIETROCOLA, 2006, p. 3).

Esse saber é aquele presente nos livros e programas e não necessariamente coincide com aquele produzido em sala de aula. Ele deverá estar revestido de uma forma didática visando sua apresentação aos alunos.

Integram esta esfera os autores de livros ou manuais didáticos e divulgação científica, os professores, os especialistas de cada área, todo o staff governamental envolvido com educação e ciências e, até mesmo, a opinião pública. É esse grupo que vai determinar quais as transformações e o que deverá ser transformado do saber sábio em saber a ensinar, gerando um novo saber que estará mais próximo da escola.

O saber a ensinar é produto organizado e hierarquizado em graus de dificuldade, resultante de um processo de total descontextualização e degradação do saber sábio.

O saber sábio, depois de ser legitimado pela comunidade científica, se torna parte da cultura da humanidade. Ao contrário, o saber a ensinar e seus objetos podem não sobreviver até o final do processo da transposição didática, tornando-se obsoletos no contexto escolar ou banalizando-se no contexto sócio-cultural, sofrendo pressões de grupos provenientes da noosfera, fazendo que sejam descartados. Contudo, essas ações buscam um único objetivo, melhorar o ensino com o aumento da aprendizagem.

O *Saber Ensinado* é a segunda transposição do saber, que faz uma adaptação do saber ao tempo didático, ou seja, é nessa etapa que há transformação do conhecimento

visando o seqüenciamento das aulas. Esse processo de transformação do saber a ensinar em saber ensinado é denominado Transposição Didática Interna, pois ocorre no interior do espaço escolar.

Quando o professor efetivamente ensina em suas aulas, tendo como base o Saber a Ensinar, ele então produz o Saber Ensinado.

Fazem parte desta esfera os grupos vinculados à comunidade escolar, como os proprietários de estabelecimentos de ensino, os supervisores e orientadores educacionais, os alunos, a comunidade dos pais e, principalmente, os professores.

É nesta instância que se destaca a participação do professor como elemento mediador entre o conhecimento e o aluno. Nessa esfera ocorre o processo de seleção dos saberes que irão ser ministrados aos alunos. O saber ensinado é criado no âmbito escolar. É o saber produzido pelo professor quando da preparação de seus textos ou ‘notas’ de aula.

Chevallard (1991) analisa essas modificações dos saberes. O saber produzido pelos cientistas quando é transformado em objeto de ensino passa por modificações, mantém semelhanças, mas adquire outros significados próprios do ambiente escolar, o qual constitui a cultura escolar.

### 2.2.2 Noosfera

Cada uma das esferas do saber (saber sábio, saber a ensinar e saber ensinado) pertence a diferentes grupos sociais, cada qual com seus interesses, com regras próprias e que influenciam nas mudanças sofridas pelo saber. Além do mais, há fatores externos ao sistema escolar, onde as três esferas coexistem e se influenciam a chamada noosfera. Essa produz todo o conflito entre sistema e entorno e desempenha um papel de obstáculo a toda e qualquer tentativa de alteração, ela tende a manter o projeto educacional em curso, até que ela própria sofra modificações significativas.

Os três grupos pertencentes às esferas do saber são diferentes entre si, mas com elementos comuns ligados ao saber. A mediação entre a sociedade e o Sistema de Ensino<sup>1</sup> é realizada pela noosfera, considerada como o ambiente onde:

[...] se encontram todos aqueles que, tanto ocupam os postos principais do funcionamento didático, se enfrentam com os problemas que surgem do encontro da sociedade e suas exigências; ali se desenvolvem os conflitos; ali se levam a cabo as negociações; ali se amadurecem as soluções. (CHEVALLARD, 1991, p.28)

---

<sup>1</sup> “O entorno imediato de um sistema didático está constituído inicialmente pelo *sistema de ensino* que reúne o conjunto de sistema didático e tem ao seu lado um conjunto diversificado de dispositivos estruturais que permite o funcionamento didático e que intervém nele em diversos níveis.” (CHEVALLARD, 1991, p. 27).

Nem tudo produzido pela comunidade científica é transposto como saber a ensinar. A noosfera, neste caso, desempenha um papel importante, selecionando os novos conteúdos que devido ao seu “status de verdade”, são legitimizados como saberes a ensinar.

Nem todos os saberes considerados pela noosfera como saber a ensinar, chegam de fato à sala de aula como saber ensinado, pois na esfera do saber ensinado predomina os valores didáticos a eles atribuídos pelos professores. Esta parte da transposição está voltada para o trabalho do professor em sua prática diária.

O professor tem que fazer a mediação entre os interesses dos membros desta esfera (a noosfera) e os fins didáticos de sua prática.

A noosfera é composta, em geral, por cientistas, educadores, professores, políticos, autores de livros didáticos, pais de alunos, entre outros. Nela encontram-se todos aqueles que, de uma forma ou de outra, influenciam nos rumos do ensino, fazendo com que o Saber Sábio se modifique até chegar às escolas. A noosfera é o espaço onde os representantes dos sistemas de ensino encontram-se, diretamente ou indiretamente, com os representantes da sociedade. “A noosfera é o centro operacional do processo de transposição didática que traduzirá em fatos a resposta ao desequilíbrio criado e comprovado (expressado pelos matemáticos, os pais, os estudantes mesmos)” (CHEVALLARD, 1991, p. 34).

O papel da noosfera na seleção dos saberes é imprescindível. Devem ser levados em conta os múltiplos fatores que influenciam as escolhas. Fatores que vão desde interesses políticos e comerciais, passando pelos anseios de uma sociedade que acredita na escola, até os interesses acadêmicos e pedagógicos inerentes ao magistério e à docência.

### 2.2.3 Os saberes escolares

Segundo Chevallard, o saber ensinado envelhece “biológica” e “moralmente”, aproximando-se do senso comum e se afastando do saber sábio (banalização e deslegitimação). Entretanto, a introdução de determinados conceitos do saber sábio no saber ensinado se dá por necessidade da manutenção do próprio sistema, dando-lhe novamente legitimidade.

Mas para que os saberes escolares ganhem um lugar no currículo, há necessidade de modernizar esses saberes, legitimando desta forma o programa da disciplina. Como a carga horária de cada disciplina é limitada, também se faz necessário a atualização dos saberes, acrescentando alguns e eliminando outros, por estarem demais banalizados.

A transposição didática é influenciada por diferentes tipos de contextos. O contexto psicológico do professor - personalidade, valores, crenças, idéias, organizadas em



teorias explícitas ou não - tem uma ação direta na escolha de metodologias, no modo de processar a informação e solucionar problemas, marcando a ação do professor. O contexto sociológico - características grupais e funcionais da sala de aula e da instituição e o contexto ecológico - recursos didáticos, requisitos administrativos. Esses contextos têm papel decisivo na inovação ou na rotina do professor.

Para que o saber sábio se transforme em saber a ensinar ele deve ser consensual, no sentido de que esses conteúdos devem possuir, pelo menos nesse momento, um status de verdade, histórica ou de atualidade. O saber que vai chegar à sala de aula não pode apresentar dúvidas sobre seu status de “verdade”, mesmo que seja momentâneo. Isso para que o professor não tenha medo de estar ensinando algo que a própria ciência não sabe se é verdade e para que o aluno não tenha dúvidas sobre o que está aprendendo é correto ou não. Segundo Chevallard, isso indica o porquê de temas mais antigos e tradicionais serem preferidos àqueles ditos de fronteiras. “O sistema de ensino parece não saber como avaliar aquilo que o aluno deve saber daquilo que a ciência ainda não sabe.” (CHEVALLARD, 1991, p.69)

A transposição didática, de acordo com Brockington e Pietrocola deve tornar um conceito mais compreensível, fornecendo assim, critérios mínimos para entender a produção e sobrevivência de saberes no sistema didático.

A partir dela é possível explicar, em parte, porque em disciplinas com longa tradição, como a Física, os programas se mantêm pouco modificados ao longo de décadas, ou talvez séculos! O “velho” sobreviveu às vicissitudes da sala de aula: produziu atividades capazes de serem realizadas pelos alunos; pôde ser avaliado pelos professores e a terapêutica confere-lhe a confiança necessária para permanecer. (2005, p. 11)

Para um conteúdo ser transposto ele deve possuir dois tipos de atualidades: atualidade moral e biológica. A atualidade moral diz respeito a um tipo de conhecimento que possa ser avaliado como importante pela sociedade e necessário à composição curricular.

Atualidade moral, é a atualidade que está ligada ao currículo, mostrando se aquele saber que será transposto tem importância reconhecida pela sociedade e pelos pais, não se tomando um saber obsoleto que pode ser ensinado pelos pais. Ou seja, o saber que será transposto deve estar equidistante do saber dos cientistas e o saber dos pais. (SIQUEIRA e PIETROCOLA, 2006, p. 6)

Já na atualidade biológica, o saber deve possuir uma atualidade em relação à ciência praticada.

Atualidade biológica, essa está ligada diretamente a sua área de conhecimento. O saber transposto deve estar de acordo com a ciência vigente, deixando os conceitos que foram superados para serem ensinados somente em uma perspectiva histórica. (SIQUEIRA e PIETROCOLA, 2006, p. 6)

Outra característica importante nesse contexto é a operacionalidade. O saber a ensinar deve ser operacional. Um saber que é capaz de gerar exercícios, produzir atividades e tarefas ou algum tipo de trabalho que tenha como objetivo a conceituação do saber e possibilitem uma avaliação objetiva tem grandes chances de ser transposto. Conteúdos que não conseguem gerar atividades possíveis de serem avaliadas estão fadados a não serem transpostos.

O saber deve permitir que haja uma criatividade didática. Essa característica implica na criação de atividades de uso exclusivo da escola, ou seja, objetos que não possuem similares no Saber Sábido, tornando-se criações que tem existência garantida somente na sala de aula.

O saber tem que ser terapêutico. O saber tem que se adaptar ao sistema didático, ou seja, só permanece na escola aquele saber que já verificou que é operacional, dentro das características ressaltadas, aqueles que não são ficam de fora.

As simplificações existem no processo de transposição didática. Isto porque, muitas vezes, é necessário limitar a profundidade conceitual e as linguagens empregadas em algumas situações. Um dos motivos que justificam essa simplificação é decorrente, entre outras, da disponibilidade de tempo (carga horária), dos objetivos do curso, da maturidade dos estudantes. As escolhas e adaptações são inevitáveis quando se deve fazer caber três ou quatro séculos de Física em duas ou três aulas semanais ao longo de três anos.

É importante lembrar que Astolfi e Develay (1995) elaboraram cinco regras que deveriam ser observadas durante o processo de Transposição Didática e que a norteiam.

A seguir é apresentada uma síntese caracterizando cada uma delas.

#### Regra I: Modernizar o saber escolar

Os novos saberes que surgem no âmbito das pesquisas científicas e que são utilizados pelas indústrias e novas tecnologias são passíveis de estar contidos nos livros didáticos, criando uma aproximação da produção acadêmica com o que é apresentado na escola. “A modernização dos saberes escolares é uma necessidade, pois legitima o programa da disciplina, garantindo seu lugar no currículo.” (BROCKINGTON, 2005, p.109)

Siqueira e Pietrocola (2006) também tratam desse assunto:

A ciência, nos últimos anos, vem produzindo conhecimento cada vez mais rápido que vem chegando cada vez mais depressa para a população em geral, em forma de novos aparelhos e dispositivos mais modernos. Esse desenvolvimento deveria ser acompanhado pelos livros didáticos, com edições que trouxessem conteúdos mais modernos e contemporâneos, fazendo jus ao alto desenvolvimento tecnológico e,

mesmo aqueles conhecimentos que não têm um caráter prático, podendo contribuir para uma visão mais correta da ciência moderna e dando opções aos jovens a acessarem a natureza com uma nova visão (de uma maneira nova). De certa forma, é uma coisa que já acontece, porém esses temas são tratados de forma superficial, ficando apenas como tópicos que permeiam a física clássica tradicional dos livros didáticos ou descritos brevemente nos últimos capítulos dos livros didáticos, nos mesmos moldes dos já existentes. (SIQUEIRA e PIETROCOLA, 2006, p. 7)

Essa regra é determinada pela necessidade de inclusão de novos conhecimentos acadêmicos, para a atualização da formação básica dos futuros profissionais no curso de graduação. Conforme Astolfi,

Em diferentes disciplinas, parece ser necessário aos especialistas colocar em dia os conteúdos de ensino para aproximá-los dos conhecimentos acadêmicos. Neste caso, freqüentemente criam-se comissões que tomam por base vários trabalhos e proposições anteriores difundidas na noosfera. (1997, p.182)

#### Regra II: Atualizar o saber a ensinar

O saber tem que ser renovado, atualizado, porque esse saber tratado no sistema didático envelhece, de modo que se afasta do núcleo de pesquisa do saber sábio, não sendo mais reconhecido como atual pelo saber original e ao ser modificado para toda a sociedade, aproxima-se do saber dos pais, fato que banaliza o saber. Esse envelhecimento torna o sistema didático obsoleto do ponto de vista da sociedade, visto que os próprios pais poderiam transmitir esse conhecimento. Isso gera uma incompatibilidade do sistema didático com seu entorno. Para retomar a compatibilidade é necessária a instauração de um corrente proveniente do Saber Sábio que traga um saber ainda não difundido amplamente.

Ao fazer a revisão de um livro didático deve-se ir além de apenas acrescentar novos saberes. Há a necessidade de se eliminar alguns saberes que, embora corretos, devem ser descartados por estarem demais banalizados.

Essa regra justifica a modernização curricular com eliminação de saberes que se banalizaram ou que foram excluídos com o passar do tempo.

#### Regra III: Articular o saber “novo” com o “antigo”

A introdução de novos saberes deve ser feita de forma articulada com outros saberes já alojados nos programas de ensino. O saber novo se articula melhor quando apresentado para explicar um saber antigo, mas não tentando refutar ou negar o saber anterior. Isso poderia gerar um risco de o aluno ver o novo saber escolar como algo instável, acreditando que ele sempre será substituído por um mais novo que virá em seguida. Isso

poderá gerar um estado de “questionamento” permanente, gerando dificuldades na condução do processo de ensino.

A introdução de objetos de saber novos ocorre melhor se articulados com os antigos. O novo apresenta-se como que esclarecendo melhor o conteúdo antigo, e o antigo hipotecando validade ao novo.

Entre os vários objetos do saber sábio suscetível a modernização e para diminuir à obsolescência, alguns são escolhidos porque permitem uma articulação mais satisfatória entre o novo que se tenta introduzir, e o velho já provado no sistema e do qual será necessário conservar alguns elementos reorganizados. (ASTOLFI, 1997, p.183)

#### Regra IV: Transformar um saber em exercícios e problemas

O Saber Sábio capaz de gerar uma ampla variedade de exercícios e atividades didáticas tem uma maior chance de ser transposto e se tornar Saber a Ensinar e terá preferência perante outros conteúdos menos “operacionais” a título de exercícios.

O Saber Sábio que trazer maiores possibilidades de exercícios e atividades, certamente será mais bem aceito pelo sistema didático. Isso por que os exercícios e atividades fazem parte preponderante no processo de avaliação. Assim, esses conteúdos terão uma preferência no processo da transposição didática.

A operacionalização do saber em atividades para os estudantes é um dos critérios mais importantes para a sua presença na sala de aula.

A seleção vai ocorrer a partir da facilidade particular de certos conteúdos para gerar um número grande de exercícios ou atividades didáticas, até mesmo quando estes são nitidamente descontextualizados quanto a sua função, em relação ao conceito original. (ASTOLFI, 1997, p.183)

#### Regra V. Tornar um conceito mais compreensível

A Transposição Didática deve permitir a aprendizagem de conceitos, caso contrário, ela não pode ser legitimada. Deve possibilitar diminuir as dificuldades na aprendizagem de conceitos.

Devido à transformação do Saber Sábio em Saber a Ensinar, ocorre perda em sua linguagem original e passa a ser escrito em uma linguagem mais próxima das pessoas que não fazem parte da comunidade que compõe o saber sábio. Isso faz com que esse saber se torne mais próximo dos alunos e desta forma, sua compreensão poderá ser facilitada, tendo como objetivo a melhoria do aprendizado desse saber por parte do aluno.

## 2.3 Os professores e as inovações no ensino

Os PCN discutem a necessidade de atualização curricular e prescrevem uma linha de mudança que pode significar avanços importantes, que está longe de se configurar em contexto real. O que está proposto neste documento, para ter significado, requer que seja dada atenção especial aos cursos de formação de professores, tanto à formação inicial como a formação continuada.

Nesse sentido, por ser um dos primeiros autores brasileiros a tratar academicamente do mesmo objeto dessa dissertação, é justo registrar que Terrazzan (1994), antes mesmos da publicação dos PCN, já ponderava que os conteúdos de Física Moderna e Contemporânea devem fazer parte essencial desta inovação curricular:

[...] conteúdos de física moderna e contemporânea correspondem a uma necessidade vital de nossos currículos de física escolar. A própria importância dos temas de física moderna e contemporânea na constituição da física, enquanto área do conhecimento científico, exige sua inclusão nos currículos escolares. (p. 34)

Além do mais para a grande maioria das pessoas o único contato com a Física é no Ensino Médio, tanto a física escolar como científica:

[...] para um grande contingente dos nossos poucos privilegiados, a física escolar de 2º grau será o ‘único contato’, na sua escolarização formal, com a ciência física.

A segunda interpretação ocorre quando constatamos que a física desenvolvida neste nível de ensino é também o último contato formal com esta ciência para um grande percentual dos que seguem curso superior. (Terrazzan, 1994, p. 38)

Nesta perspectiva Terrazzan (1994) já chamava a atenção para “a baixa qualificação tanto de professores quanto de alunos.” E acrescentava que a realidade da escola média mudará apenas pela atuação do professor, “mas passa necessariamente pela ação pedagógica qualquer alteração nesse sentido.” Desta forma é preciso qualificar melhor os profissionais da educação:

A deterioração da qualidade de ensino verificada desde alguns anos nas escolas médias, sobretudo da rede pública, constitui-se assim numa situação alarmante que exige uma atenção maior para a questão da formação profissional que atua nesse nível de ensino.

Atualmente os professores de escola média têm saído dos seus cursos de licenciatura com uma formação extremamente precária, seja do ponto de vista dos conteúdos aprendidos, seja pelas metodologias com as quais tiveram contato, seja enfim pela formação filosófica geral enquanto educador. (TERRAZZAN, 1994, p. 39)

Abordando questões similares, mas mais atualizadas, Fortaleza e Diniz (2004) ponderam que existem nos dias de hoje duas deficiências graves no contexto escolar atual: “inexistência de cursos de formação continuada, priorizando o professor como intelectual e a desvalorização docente sentida por esses profissionais”. Além do mais, Freitas (2002) traz o

quadro das atuais condições do exercício do magistério caracterizado pela ausência de políticas de valorização e de formação continuada, pelas péssimas condições de funcionamento da grande maioria das escolas públicas e pela redução dos recursos públicos para o aprimoramento do processo educativo, trazendo como consequência a culpabilização e responsabilização dos professores pelo sucesso e/ou fracasso da escola e da educação pública.

No mesmo sentido, Rezende e Ostermann (2004) apresentam as dificuldades encontradas pelos professores referentes à sua formação:

As condições atuais de trabalho dos professores do Ensino Básico dificultam o investimento pessoal na busca de novas visões sobre o ensino e a aprendizagem, o que os levam a repetir, anos a fio, uma determinada prática. Intervir nesse quadro exige mudanças em aspectos sociais, econômicos culturais da realidade educacional e investimento por parte do governo em programas de formação continuada, em políticas de valorização do trabalho docente e na melhoria das condições concretas da educação pública. (REZENDE e OSTERMANN, 2004, p.15)

Tendo em vista a necessidade de propostas de inovação do ensino é preciso considerar a figura central que desempenha o professor em todo o processo. Terrazzan (2007) apresenta algumas constatações básicas e ressalta a importância da formação continuada de professores.

Não basta, como se pensou nos 50 e 60, dotar os professores de livros e novos materiais pedagógicos ou de uma assessoria. É a qualidade dos próprios professores que determina a qualidade do ensino e, em geral, a experiência demonstra que os docentes são maus executores das idéias dos outros;

Os docentes, individualmente, não podem ir muito longe na adoção de inovações por causa das limitações impostas pela prática, pelas relações internas no âmbito das escolas e pelos hábitos do funcionamento das próprias instituições;

A relação entre os participantes no desenvolvimento do currículo é mais efetiva se parte da noção do docente como profissional, que atua em uma comunidade responsável, mais do que se procede de uma direção linear e hierárquica;

Na hora de transmitir idéias e práticas, o conceito de colaboração adquire especial relevância por parte dos professores, da escola e da comunidade. (TERRAZZAN, 2007, p. 177).

O professor é importante transmissor de idéias, por ser um dos atores principais do processo de ensino - aprendizagem e, portanto, tem desempenhado papel marcante no desenvolvimento do ensino (VAZ, 2007, p.220). Neste sentido ressalta-se a importância de professores da escola básica na definição de rumos para o ensino de ciências no Brasil.

É também necessário ressaltar a importância do professor enquanto sujeito na transformação da realidade social de seus alunos, associando a prática educativa a uma prática social mais global. (FORTALEZA e DINIZ, 2004, p. 60)

Segundo Astolfi e Develay (1995) as formações de professores se nutrem da hipótese que uma maior mestria dos saberes acadêmicos e profissionais dos educadores influi positivamente no sucesso escolar dos alunos, daí a importância e necessidade que os professores tenham bons cursos de formação inicial e continuada para que essa qualificação profissional se reflita no bom desempenho dos alunos.

Compartilham dessa concepção Zanon, Hames e Stumm (2006), quando discutem a necessidade de atenção que deve ser dada na formação de professores:

No centro da problemática está a necessidade de se prestar atenção ao professor, agente das mudanças que se precisa promover, aos programas de formação inicial e continuada de professores e, neles, às interações intersubjetivas constitutivas do sujeito professor, capaz de produzir novas práticas para a escola que a sociedade está a demandar. (ZANON, HAMES e STUMM, 2006, p. 181)

Segundo Terrazzan (2007) e Maldaner (2007), os cursos de licenciatura sofrem uma vinculação prejudicial dos cursos de bacharelado. A formação de professores continua ocorrendo com base na racionalidade técnica. E segundo Maldaner (2007), não se deve esperar que os professores mudem suas práticas, mesmo com a divulgação de documentos oficiais, pois o problema está na sua formação inicial:

De modo geral, com pequenas variações, prevaleceu em todos os Cursos de Licenciatura, ao longo dos últimos 40 ou 50 anos, o modelo de Formação Inicial já caracterizado na literatura especializada como subsidiário da chamada racionalidade técnica, com o agravante de que esses cursos até hoje ainda não conseguiram, na maioria absoluta dos casos, se desvencilhar da vinculação excessiva e prejudicial dos Cursos de Bacharelado correspondentes. (TERRAZZAN, 2007, p. 146)

Não se pode esperar que, com a divulgação de documentos oficiais como as Diretrizes Nacionais ou os Parâmetros Curriculares Nacionais, mesmo que com força da lei, os educadores passem a mudar suas práticas. A formação dos professores, de modo geral, foi e continua sendo realizada com base na Racionalidade Técnica, segundo a qual separa-se a formação humanística da formação técnico-científica, os componentes disciplinares de formação técnico-científica, os componentes disciplinares de formação geral básica das práticas profissionais. (MALDANER, 2007, p. 241),

Sobre esse mesmo assunto, Longuini e Nardi (2004) apontam que a maior parte dos cursos de licenciatura apresenta diversos problemas e isso reflete e influencia no modo como os futuros professores são formados e na maneira como trabalham em sala de aula.

O primeiro problema é a falta de articulação entre o conteúdo ensinado e a prática efetiva. Muitas das idéias que os licenciados trazem sobre a atividade docente do seu período de formação são mantidas, principalmente no momento da prática em sala de aula. As visões do que é ser professor, adquiridas enquanto aluno, na educação básica e superior, influenciam na prática desse professor quando se depara com situações que não sabe trabalhar e, por falta

de alternativa, acaba usando essas práticas, mesmo que anteriormente rejeitassem muitas delas.

Outro problema da formação inicial é que muitos professores, mesmo ao terminarem seus cursos de formação, apresentam deficiências em relação ao conteúdo específico da disciplina que irão ensinar. Esses professores, além das deficiências que precisam superar acerca de aspectos pedagógicos de sua prática, enfrentam dificuldades na preparação de seus próprios conteúdos de aula.

Finalmente, o professor novato, ao deparar com as vicissitudes de sua prática, pode rejeitar ou abandonar os conhecimentos pedagógicos recebidos durante o curso de formação, assumindo uma postura pragmática, integrando-se à cultura da escola, tornando-se passivo e resistente às mudanças. Nesse sentido, Longuini e Nardi (2004) ponderam que:

Portanto, durante a formação inicial, é importante que os futuros professores possam vivenciar situações práticas, como por exemplo, a organização de situações de ensino e sua aplicação em sala de aula, pois além de propiciar uma vivência, na prática das teorias propostas na Universidade, podem oferecer aos licenciados a oportunidade de discutir com seus pares e professores suas dificuldades, dúvidas e anseios. (p. 196)

Esses mesmos autores concluem em seu artigo que:

[...] o modelo presente nos cursos de formação inicial nem sempre oferece condições efetivas para uma boa formação docente. É preciso encarar a licenciatura como um período de fundamental importância na formação profissional, uma vez que este é um momento favorável para que o licenciado tenha a oportunidade de trocar sugestões/críticas/experiências com seus pares, e que os resultados indicaram ser uma prática que enriquece a formação, não somente quando recebem críticas de seus colegas, mas também quando necessitam analisar e refletir sobre as aulas de seus pares. (LONGUINI e NARDI, 2004, p. 207)

A formação inicial dos professores também apresenta lacunas diante de grande demanda de novos conhecimentos, conforme apontado por Maldaner, Zanon e Auth, (2006):

Já nos anos 70 começou-se a constatar as enormes lacunas na formação científica e na educação em geral das novas gerações diante das necessidades sempre maiores de conhecimentos e que mudavam rapidamente. Valiam sempre menos os conhecimentos cristalizados, pois mudavam as situações concertas e os problemas nos quais todas as pessoas achavam-se envolvidas. (p. 52)

Existe um amplo movimento dirigido às reformas curriculares na sociedade contemporânea que exige um novo professor, uma nova formação e uma nova escola, capazes de produzir práticas pedagógicas que provoquem rupturas com o modelo educativo convencional. Para que ocorra a produção de novas práticas pedagógicas é necessário que o professor participe permanentemente de cursos de formação continuada:

Sobre as ações planejadas e executadas nos últimos vinte anos nos cursos de formação de professores na área das Ciências da Natureza e suas Tecnologias na universidade mostrou que só há mudanças nas práticas pedagógicas, em qualquer nível de



escolarização, desde que o professor tenha boas condições de sair de seu isolamento e participe de grupos de formação continuada e permanente. (MALDANER, ZANON e AUTH, 2006, p. 57)

A formação continuada deve ser entendida como continuidade da formação profissional, proporcionando novas reflexões sobre a ação profissional e novos meios para desenvolver e aprimorar o trabalho pedagógico; um processo de construção permanente do conhecimento e desenvolvimento profissional. Além do mais, as atividades de formação continuada devem ser incentivadas pelas Universidades e órgãos governamentais:

A formação de grupos de professores que pesquisem seu próprio trabalho precisa ser incentivada pelas Universidades e pelos órgãos governamentais, já que o professor é aquele que melhor conhece as condições de ensino-aprendizagem em sua sala de aula. (CARVALHO, 2007, p. 214)

A formação continuada desempenha um papel fundamental nas propostas de inovação do ensino. É preciso reforçar a idéia da necessidade de programas de formação continuada que ofereçam meios para que os professores repensem sua atividade profissional e resgatem o papel que representam na sociedade:

A implementação de qualquer Proposta Inovadora de Ensino de Ciências nas escolas fundamental e média, passa a ser, então, um problema de formação continuada de professores. As pesquisas, que estudam a sala de aula, têm mostrado como é fundamental o papel do professor no desempenho dos alunos e a relação quase que direta entre atitudes e comportamentos do professor ao ensinar e a aprendizagem de seus alunos. (CARVALHO, 2007, p. 196)

Astolfi e Develay (1995) e Terrazzan (1994) apresentam como especificidades da profissão de professores a tomada de decisão em sistemas complexos onde interagem inúmeras variáveis das quais o professor faz parte. É o professor que na grande maioria das vezes decide o que vai ensinar em sala de aula e neste caso a formação de professores não pode deixar de considerar a dimensão da formação das pessoas. Além disso, é preciso levar em conta que os professores precisam dominar os conteúdos a ensinar.

Esta evidência deveria ser acompanhada não apenas de um conhecimento dos elementos de programas, mas também de uma visão mais geral da disciplina a ensinar, em termos de princípios organizadores, de campos nocionais, de tramas conceituais. (ASTOLFI e DEVELAY, 1995, p. 123)

É essencial também, que o professor de física tenha domínio razoável e amplo sobre o conteúdo específico da ciência física, bem como sobre abordagens metodológicas diversas que dêem conta do tratamento destes mesmos conteúdos no âmbito de um espaço escolar formal. (TERRAZZAN, 1994, p. 149)

Devido aos recursos de informática e a mídia, os professores entram em contato com inúmeras produções e segundo Maldaner, Zanon e Auth (2006), que poderiam servir de apoio para a sua formação inicial e continuada. Isso, infelizmente, para esses autores, não ocorre desta forma:

Os recursos da comunicação, principalmente aqueles ligados à informática e à mídia televisiva, já permitem que os professores de escola e da própria universidade entrem em contato com as produções realizadas e tenham excelente apoio para a sua formação inicial e continuada. Isso, no entanto, não acontece de forma satisfatória se levarmos em conta a possível melhora que a pesquisa educacional na área das Ciências da Natureza e suas Tecnologias poderia ter produzido nas salas de aula do Ensino Básico e nas próprias Licenciaturas. Parece que os resultados da investigação e as soluções apontadas não chegam às salas de aula. Atribui-se esse fato ao despreparo dos professores, a sua prática acomodada de “dar aulas”, às condições de trabalho, às orientações curriculares instaladas nas escolas, à falta de materiais para o ensino e outros. (MALDANER, ZANON e AUTH, 2006 p. 50)

Quando se trata de formação continuada de professores, muitos autores, entre eles Zanon, Hames e Stumm (2006), Carvalho (2007), Fortaleza e Diniz (2007), Longuini e Nardi (2004) e Camargo e Nardi (2004), consideram essencial a reflexão do professor sobre sua prática para que seja possível a inovação do ensino:

Temos convicção de que a reflexividade na formação docente não é um conteúdo a ser professado, mas um componente formativo essencial, que pode potencializar a atitude da pesquisa capaz de produzir o novo professor e o novo ensino que a sociedade necessita. (ZANON, HAMES e STUMM, 2006, p. 206)

Mostra-se evidente a importância de privilegiar novas propostas de formação continuada de professores que busquem resgatar a reflexão crítica sobre os fins e propósitos do trabalho docente, possibilitando a transformação dos contextos escolares atuais, em que os processos coletivos sejam estimulados e desenvolvidos. (FORTALEZA e DINIZ, 2004, P.60)

## **2.4 O que propõem os documentos oficiais**

Neste trabalho foram analisados alguns documentos que orientam e regulamentam o ensino de Física no Ensino Médio, sendo os principais as Diretrizes Curriculares de Física para o Ensino Médio, os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCN) e as Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+) do Ensino Médio.

As Diretrizes Curriculares de Física para o Ensino Médio consideram a Física como um campo de conhecimentos específicos em construção e socialmente reconhecidos. Neste sentido o conhecimento científico é uma produção humana, por isso não se constitui em uma verdade absoluta e definitiva. O cientista ou pesquisador, por sua vez, é um sujeito histórico e social, ou seja, situado num contexto econômico, político, social e cultural e que por ele é influenciado. Por isso, para entender a ciência é necessário considerar a sociedade onde é produzida, perceber os interesses das instituições de pesquisa que a apóiam e sustentam, entender que o meio social e os avanços técnicos e científicos se inter-relacionam.

A Física, assim como a ciência e a tecnologia, por ser reconhecida como construção histórica, está impregnada de contribuições culturais, econômicas e sociais. A

Física percebida enquanto construção humana e histórica, como atividade social humana, emerge da cultura e leva à compreensão de que modelos explicativos não são únicos nem finais.

O conhecimento físico faz parte de um processo histórico, objeto de contínua transformação e associado às outras formas de expressão e produção humanas. Este conhecimento está incorporado à cultura e tornou-se, desta forma, indispensável à formação da cidadania contemporânea. Espera-se que o ensino de Física, no Ensino Médio:

[...] contribua para a formação de uma cultura científica efetiva, que permita ao indivíduo a interpretação dos fatos, fenômenos e processos naturais, situando e dimensionando a interação do ser humano com a natureza como parte da própria natureza em transformação. (PARÂMETROS CURRICULARES NACIONAIS ENSINO MÉDIO, 1999, p. 2)

Os PCN tratam da necessidade de construir uma escola voltada para a formação de cidadãos críticos, socialmente conscientes e integrados na sociedade, e desta forma é preciso criar condições que permitam aos alunos ter acesso ao conjunto de conhecimentos socialmente elaborados e reconhecidos como necessários para o exercício da cidadania.

Os PCN+ propõem que a disciplina de Física seja ensinada de forma a propiciar aos estudantes a “formação de um cidadão contemporâneo, atuante e solidário, com instrumentos para compreender, intervir e participar na realidade” (PCN+, 2002, p. 1).

Dessa forma, a educação deve capacitar os estudantes para uma atuação social e histórico-crítica sob o horizonte de transformação de sua vida e do meio que o cerca. A Física, em especial, deve educar para a cidadania e contribuir para o desenvolvimento de um sujeito crítico em relação ao universo de conhecimentos que o cerca e para a devida reflexão sobre o mundo das ciências, sob a perspectiva de que esta não é somente fruto da racionalidade científica.

As Orientações Curriculares para o Ensino Médio propõem evitar oferecer aos alunos conteúdos específicos fragmentados ou técnicas de resolução de exercícios, já que o retorno será, na melhor das hipóteses, a organização de conteúdos reprodutivos, de pouca utilidade fora da escola. Contrariando essa orientação para o Ensino Médio, o ensino de Física ainda é trabalhado de forma abstrata e desvinculado da realidade dos alunos, como é apresentado pelos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio:

O ensino de Física tem-se realizado freqüentemente mediante a apresentação de conceitos, leis e fórmulas, de forma desarticulada, distanciados do mundo vivido pelos alunos e professores e não só, mas também por isso, vazios de significado. Privilegia a teoria e a abstração, desde o primeiro momento, em detrimento de um desenvolvimento gradual da abstração que, pelo menos, parta da prática e de exemplos concretos. Enfatiza a utilização de fórmulas, em situações artificiais, desvinculando a

linguagem matemática que essas fórmulas representam de seu significado físico efetivo. Insiste na solução de exercícios repetitivos, pretendendo que o aprendizado ocorra pela automatização ou memorização e não pela construção do conhecimento através das competências adquiridas. Apresenta o conhecimento como um produto acabado, fruto da genialidade de mentes como a de Galileu, Newton ou Einstein, contribuindo para que os alunos concluam que não resta mais nenhum problema significativo a resolver. Além disso, envolve uma lista de conteúdos demasiadamente extensa, que impede o aprofundamento necessário e a instauração de um diálogo construtivo. (PARÂMETROS CURRICULARES NACIONAIS DO ENSINO MÉDIO, 1999, p. 2)

Esse quadro, apresentado para o ensino de Física, não é devido unicamente ao despreparo dos professores, nem a limitações impostas pelas condições escolares deficientes. Expressa, ao contrário, uma deformação estrutural, que veio sendo gradualmente introjetada pelos participantes do sistema escolar e que passou a ser tomada como coisa natural.

Em vista a esta situação, é preciso rediscutir qual Física ensinar para possibilitar uma melhor compreensão do mundo e uma formação para a cidadania mais adequada. Não se trata, portanto, de elaborar novas listas de tópicos de conteúdo, mas, sobretudo de dar ao ensino de Física novas dimensões. O ensino dessa disciplina não deve ser reduzido à simples memorização de fórmulas, modelos e conceitos, assim como também, não deve ser demasiadamente matematizado.

É preciso levar em consideração que, na Educação Básica, o ensino de Física destina-se principalmente àqueles que não serão físicos e terão na escola uma das poucas oportunidades de acesso formal a esse conhecimento. “Há de se reconhecer, então, dois aspectos do ensino da Física na escola: a Física como cultura e como possibilidade de compreensão do mundo”, conforme preconizado pelas Orientações Curriculares para o Ensino Médio:

Assim, o que a Física deve buscar no ensino médio é assegurar que a competência investigativa resgate o espírito questionador, o desejo de conhecer o mundo em que se habita. Não apenas de forma pragmática, como aplicação imediata, mas expandindo a compreensão do mundo, a fim de propor novas questões e, talvez, encontrar soluções. Ao se ensinar Física devem-se estimular as perguntas e não somente dar respostas a situações idealizadas. (2006, p.53)

As Diretrizes Curriculares, tendo como base a evolução histórica das idéias e dos conceitos da Física, propõem como Conteúdos Estruturantes<sup>2</sup>: Movimento, Termodinâmica e Eletromagnetismo, como ponto de partida para as práticas pedagógicas. Além do mais, os conteúdos específicos relativos aos conteúdos estruturantes podem ser aprofundados e

---

<sup>2</sup> Entende-se por conteúdos estruturantes os conhecimentos que compõem os campos de estudo da Física na escola. Esses conteúdos fundamentam a abordagem pedagógica dos conteúdos específicos, de forma que o estudante compreenda o objeto de estudo e o papel dessa disciplina no Ensino Médio. (Diretrizes Curriculares de Física para o Ensino Médio, 2008, p.24)

contextualizados em relações interdisciplinares, sob uma abordagem que contemple os avanços da Física nos últimos anos e suas perspectivas. Esses conteúdos foram e são importantes para o entendimento de fenômenos físicos ligados ao conhecimento do universo e fazem parte da cultura científica também de nosso tempo, “portanto pertencem à humanidade, é um direito dos estudantes conhecê-los e um dever da escola socializá-los.” (DIRETRIZES CURRICULARES DE FÍSICA PARA O ENSINO MÉDIO, 2008, p. 24)

O ponto de partida da prática pedagógica são os conteúdos estruturantes, propostos nestas Diretrizes Curriculares com base na evolução histórica das idéias e dos conceitos da Física. Para isso, os professores devem superar a visão do livro didático como ditador do trabalho pedagógico, bem como a redução do ensino de Física à memorização de modelos, conceitos e definições, excessivamente matematizados e tomados como verdades absolutas, como coisas reais. (DIRETRIZES CURRICULARES DE FÍSICA PARA O ENSINO MÉDIO, 2008, p. 14)

As abordagens referentes à Física Moderna, presentes nos conteúdos estruturantes, contribuem para a compreensão dessa ciência como algo em construção, cujo conhecimento atual é a cultura científica e tecnológica em suas relações com as outras produções humanas. Ao abordar o conhecimento científico em seus aspectos qualitativos e conceituais, filosóficos e históricos, econômicos e sociais, o ensino de Física contribuirá para a formação de estudantes críticos.

A competência em Física, apresentada nos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio, passa necessariamente pela compreensão de suas leis e princípios, de seus âmbitos e limites. Nesse sentido a compreensão de teorias físicas deve capacitar para uma leitura de mundo articulada, dotada do potencial de generalização que esses conhecimentos possuem. As necessárias atualizações dos conteúdos apontam para uma ênfase à Física contemporânea ao longo de todo o curso, em cada tópico, como um desdobramento de outros conhecimentos e não necessariamente como um tópico a mais no fim do curso.

O ensino de Física vem deixando de concentrar-se na simples memorização de fórmulas ou repetição automatizada de procedimentos, em situações artificiais ou extremamente abstratas, ganhando consciência de que é preciso dar-lhe um significado, explicitando seu sentido já no momento do aprendizado, na própria escola média. No mesmo sentido, alguns aspectos da chamada Física Moderna e Contemporânea serão indispensáveis para permitir aos estudantes adquirir uma compreensão mais abrangente sobre o mundo em que estão inseridos, conforme o explicitado nos PCN+.

Por outro lado, frente a tantas solicitações, dimensões e recomendações a serem simultaneamente contempladas, os professores têm se sentido perdidos, sem os instrumentos necessários para as novas tarefas, sem orientações mais concretas em relação ao que fazer. Como modificar a forma de trabalhar sem comprometer uma

construção sólida do conhecimento em Física? Até que ponto se deve desenvolver o formalismo da Física? Como transformar o antigo currículo? O que fazer com pêndulos, molas e planos inclinados? Que tipo de laboratório faz sentido? Que temas devem ser privilegiados? É possível “abrir mão” do tratamento de alguns tópicos como, por exemplo, a Cinemática? E a Astronomia, o que tratar? É preciso introduzir Física Moderna? Essas e outras questões estão ainda para muitos sem resposta, indicando a necessidade de uma reflexão que revele elementos mais concretos e norteadores. (2002, p. 3)

Não se trata de abandonar os conteúdos ou partir para generalidades. Os conteúdos devem ser explorados com rigor, mas primeiramente devem passar por escolhas criteriosas e tratamento didático adequado, a fim de que não se resumam a amontoados de fórmulas e informações desarticuladas. Por outro lado,

Certamente há ações que podem e devem ser praticadas em cada disciplina, mas é fundamental o professor se reconhecer como ator principal das mudanças que se supõem necessárias, participando ativamente e discutindo coletivamente os rumos que sua instituição pretende tomar. (ORIENTAÇÕES CURRICULARES PARA O ENSINO MÉDIO, 2006, p.55)

Ao longo da história, houve um vasto acúmulo de conhecimento sobre a Física, impossível de ser apresentado e discutido nas aulas do Ensino Médio, principalmente considerando a realidade escolar hoje existente no país, fato reconhecido nos PCN+: “Como conseguir realizar tanto com tão pouco espaço, tempo, recursos materiais, carências formativas e afetivas dos alunos, condições de trabalho dos professores?” (2002, p. 3). A carga horária da disciplina de Física é apontada pelos professores como um dos principais problemas, sendo necessário sempre fazer escolhas em relação ao que deve ser considerado mais importante ou fundamental ensinar aos estudantes, tarefa que cabe aos professores que “têm ousado mudar, mas sentem-se, muitas vezes, inseguros, desamparados e pouco confiantes quanto aos resultados obtidos” (PCN+, 2002, p. 3).

De acordo com as Orientações Curriculares para o Ensino Médio,

Um problema apontado principalmente pelos professores é a carga horária insuficiente para sua disciplina. Atualmente, o número de horas/aulas de Física varia entre duas e três horas/aulas semanais. Ao mesmo tempo em que se deveria debater a relevância em ampliar esse espaço, é com ele que as estratégias e as escolhas didáticas terão de ser feitas no cenário atual. Desse modo, escolhas bem-feitas de conteúdos significativos assumem um papel fundamental, pois fica claro que não será possível trabalhar com extensas listas de conteúdos. (2006, p.55-56)

Existe, atualmente, um arsenal de informações disponível nos meios de comunicação e lidar com essas inúmeras informações depende de habilidades para obter, sistematizar, produzir e mesmo difundir informações, aprendendo a acompanhar o ritmo de transformação do mundo em que vivemos. Isso inclui ser um leitor crítico e atento das notícias científicas divulgadas.

Para oferecer um ensino de qualidade é necessário desenvolver práticas docentes indispensáveis para a construção da competência investigativa, é imprescindível o uso adequado dos produtos das novas tecnologias, mas sobretudo é preciso que os professores, ministrantes das disciplinas, sejam capazes de incorporar ao seu trabalho os avanços das pesquisas em diferentes áreas de conhecimentos e de estarem atentos às dinâmicas sociais e suas implicações no âmbito escolar.

Dessa forma, é fundamental valorizar o trabalho dos docentes como produtores, articuladores, planejadores das práticas educativas e como mediadores do conhecimento socialmente produzidos.

Muitas tentativas de mudança nas práticas educacionais esbarram na falta de material didático. Historicamente a escola se apóia no livro didático, que nem sempre está presente na escola pública. O livro didático não deve ditar o trabalho pedagógico, mas não se pode negar seu papel no auxílio das atividades do professor, que deve associar o seu uso a um trabalho pedagógico planejado, podendo, dessa forma, nas suas atividades, ir além das possibilidades apresentadas por um livro.

Os livros didáticos de Física para o Ensino Médio, de uma maneira geral, apresentam um discurso que mostra a Física como uma ciência que permite compreender um número significativo de fenômenos naturais, indispensável à formação profissional, à preparação para o vestibular, à compreensão e interpretação do mundo pelos sujeitos. Entretanto, na prática, de acordo com o explicitado nas Diretrizes Curriculares de Física para o Ensino Médio (2008), acabam recaindo sobre aspectos quantitativos:

No entanto, neles a ênfase recai nos aspectos quantitativos em prejuízo dos qualitativos e conceituais, privilegiando a resolução de “problemas de física” que se traduzem em aplicações de fórmulas matemáticas e contribuem para consolidar uma metodologia de ensino centrada na resolução de exercícios matemáticos. Isso porque, esses livros, salvo raras exceções, reproduzem os livros utilizados nos cursos de graduação, responsáveis pela formação inicial da maioria dos docentes de Física. (p. 30)

Essas Diretrizes consideram o trabalho experimental tão importante quanto o teórico, ambos fazendo parte da ciência e com o objetivo de estabelecer um “modelo” de representação da natureza ou de um fenômeno. Estabelecem que a prática da experimentação melhora a compreensão acerca dos fenômenos físicos e, por vezes e que o conhecimento científico evolui na medida em que suas hipóteses são confirmadas por evidências experimentais. Neste sentido, de acordo com seu texto, os modelos científicos, considerados como construção humana, muitas vezes são provisórios:

No teórico, é feito um conjunto de hipóteses, acompanhadas de um formalismo matemático, cujo conjunto de equações deve permitir que se façam previsões, podendo, às vezes, receber o apoio de experimentos em que se confrontam os dados coletados com os previstos pela teoria.

Existem modelos que se sustentam teoricamente pela impossibilidade de serem testados, pois dependem de recursos e tecnologias que ainda não foram desenvolvidas. Alguns trabalhos desenvolvem-se experimentalmente antes de uma estrutura teórica. Nessas circunstâncias, os dados coletados podem servir para aproximação de modelos teóricos. (p. 32)

A linguagem matemática tem grande importância na Física. O conhecimento físico está estruturado em torno de conceitos, leis, teorias, convenções aceitas pela comunidade científica, na maioria das vezes expressa por modelos matemáticos, os quais possibilitam a expressão das idéias científicas em linguagem universal. Mas deve-se tomar cuidado, pois os modelos matemáticos, apesar de estarem presentes tanto no processo quanto no produto das teorias científicas, não são meros mecanismos de quantificação de grandezas físicas. Considerando o conhecimento científico como uma construção humana com significado histórico e social, é necessário ressaltar a importância de um enfoque conceitual para além de uma equação matemática.

Visando propor uma organização para o ensino de Física no Ensino Médio, os PCN+ apresentam seis temas estruturadores: Movimentos: variações e conservações; Calor, Ambiente, Fontes e Usos de Energia; Equipamentos Eletromagnéticos e Telecomunicações; Som, Imagem e Informação; Matéria e Radiação e Universo, Terra e Vida, propostos para serem desenvolvidos, um por semestre. Abrangendo, desta forma, os seis temas estruturadores ao fim do Ensino Médio. A justificativa para tal proposição e distribuição é também apresentada nesse documento:

Entende-se que a primeira série representa um espaço para uma primeira aproximação dos alunos ao conhecimento físico, de uma forma bastante concreta. Esse aspecto é ainda mais importante se considerarmos que os alunos estarão desvendando o sentido da disciplina, reconhecendo e identificando o que seja uma abordagem física, química ou biológica de um problema. Já no decorrer da segunda série, poderiam ser privilegiadas visões mais diversificadas, deixando à terceira série um espaço maior para temas que representem sínteses de visão de mundo, com maior abstração, quando os estudantes já se encontram mais amadurecidos e com conhecimentos específicos que permitem fazer reflexões com maior profundidade e qualidade.

Tendo como objetivo o desenvolvimento de competências, é sempre possível tratar qualquer um desses temas em qualquer das séries. Entretanto, existem temas mais adequados para o desenvolvimento de certas competências, como é o caso dos temas Matéria e Radiação e Universo, Terra e Vida, que são propostos para a terceira série por apresentar elementos que permitem realizar sínteses mais consistentes. (PCN+, 2002, p. 35)



Tais documentos reforçam a importância e pertinência da discussão da presença de assuntos da Física Moderna e Contemporânea nas aulas e atividades do Ensino Médio de nossas escolas.

### **CAPÍTULO 3. O TRABALHO DE CAMPO**

A identificação dos potenciais professores da rede pública de ensino de Curitiba de nível médio que poderiam participar da pesquisa foi feita em conjunto por três mestrandos do Setor de Educação da Linha Cultura, Escola e Ensino do Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Federal do Paraná.

Com o objetivo de identificar colégios estaduais de Curitiba e seus respectivos professores de Física, foi feita uma busca dos professores de Física no site “Dia a dia da Educação”, Portal Educacional do Estado do Paraná<sup>3</sup> da Secretaria de Estado da Educação do Paraná. Neste site encontram-se dados gerais de cada Escola do Estado do Paraná, tais como localização, infra-estrutura, corpo funcional, corpo docente, período de funcionamento, número de alunos, dentre outros.

Considerando os colégios públicos estaduais de Ensino Médio de Curitiba, região a que se delimitou a pesquisa, foram encontrados, neste site, dados dos 110 colégios e os nomes dos docentes que neles atuavam. O número total de professores de Física no segundo semestre de 2007 era de 276, contando que alguns professores atuam em mais de um colégio.

Entretanto, dado o interesse da pesquisa, não foi possível prosseguir por esse caminho na identificação dos potenciais professores participantes, pois nos dados não constavam um indicador essencial para a pesquisa, qual seja, a graduação realizada pelo professor. De acordo com nosso critério, os professores participantes precisariam ter feito Licenciatura em Física e o site apenas informava que eles eram professores de Física, sem especificar a sua graduação.

Em função disso, optou-se por outro caminho, sendo enviado, com a concordância e apoio do Departamento de Educação Básica da SEED-PR, a todos os professores de Física de Curitiba que trabalhavam na rede pública de ensino, um questionário exploratório (Apêndice A). O objetivo deste questionário exploratório foi coletar dados pessoais que não constavam no cadastro anteriormente citado, tais como e-mail, telefones, tempo de serviço,

---

<sup>3</sup> <http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br>

formação inicial, entre outros e obter informações que pudessem identificar os possíveis pesquisados. Foram então enviados questionários aos 276 professores de Física da rede pública de ensino do Estado do Paraná, dos quais 61 retornaram (sendo 3 em branco), amostra a partir da qual se desenvolveu a pesquisa de campo.

### 3.1 Seleção dos Professores

Como critério de participação estabeleceu-se que os docentes deveriam ter graduação em Licenciatura em Física, estar lecionando há pelo menos cinco anos na rede pública de ensino a nível médio e fazer parte do Quadro Próprio do Magistério. A exigência de que o professor fosse no mínimo licenciado em Física foi estabelecida por ser possível pressupor que na sua graduação ele teve acesso aos conteúdos de Física Moderna e Contemporânea. O tempo mínimo de serviço como professor é justificado pelo fato de professores com menos de cinco anos de trabalho em sala de aula ainda estarem se firmando como profissionais do ensino. Além disso, o fato do professor fazer parte do Quadro Próprio do Magistério na disciplina de Física e exercendo tal função, indica que ele passou por avaliações no seu ingresso e foi considerado apto a exercer a função.

De acordo com os cinquenta e oito questionários respondidos, 20 professores são contratados e 38 concursados. Dos professores contratados, apenas um está com a primeira graduação incompleta. Os demais já concluíram pelo menos um curso de graduação, conforme pode se verificar no quadro abaixo.

**Quadro 3.1 Relação dos professores contratados e o correspondente curso de graduação**

Curso de Graduação	Número de Professores
Física <sup>4</sup>	3
Licenciatura em Física	2
Bacharelado e Licenciatura em Química	1
Matemática	5
Licenciatura em Matemática	2
Ciências	2
Educação/Licenciatura <sup>5</sup>	2
Tecnologia e Construção Civil	1
Engenharia Agrônoma	1
Engenharia Elétrica	1

<sup>4</sup> Os professores não especificaram se a graduação correspondente a “Física” é licenciatura, bacharelado ou ambos.

<sup>5</sup> Nesta resposta os professores não especificaram qual o curso de graduação correspondente a “Educação” e “Licenciatura”.

Dos professores concursados que atuam como regentes da disciplina de Física, 26 deles são para a disciplina de Física, 15 para a disciplina de Matemática, 1 para ciências e 1 para Química, devendo ser ressaltado que não necessariamente o professor realizou seu concurso na disciplina em que se graduou, o que pode ser verificado no quadro 3.2, a seguir.

**Quadro 3.2 Relação dos professores concursados e o correspondente curso de graduação**

<b>Disciplina em que o(a) professor(a) é concursado</b>	<b>Curso(s) de Graduação</b>	<b>Número de Professores</b>
Física	Física <sup>6</sup>	5
	Licenciatura em Física	2
	Licenciatura e Bacharelado em Física	3
	Matemática/habilitação em Física	4
	Matemática e Física	1
	Matemática <sup>7</sup>	6
	Bacharelado em Matemática	1
	Licenciatura em Matemática	2
	Química Industrial	1
	Sem resposta	1
Matemática	Bacharelado em Matemática	1
	Licenciatura em Matemática	1
	Matemática <sup>8</sup>	7
	Matemática e Ciências	2
	Ciências/habilitação em Matemática	2
	Engenharia Mecânica e Matemática	1
Química	Matemática e Física	1
	Química Tecnológica	1
Ciências	Matemática	1
	Ciências/habilitação em Matemática	1
	Matemática e Ciências	1

Dos professores concursados para a disciplina de Física, 15 têm alguma formação inicial referente à disciplina de Física. O restante tem formação inicial em outras áreas de

<sup>6</sup> Os professores não especificaram se a graduação correspondente a “Física” é licenciatura, bacharelado ou ambos.

<sup>7</sup> Os professores não especificaram se a graduação correspondente a “Matemática” é licenciatura, bacharelado ou ambos.

<sup>8</sup> Os professores não especificaram se a graduação correspondente a “Matemática” é licenciatura, bacharelado ou ambos.

conhecimento e boa parte, apesar de serem concursados para a disciplina de Física, têm formação inicial em Matemática, considerando os licenciados e bacharéis desse curso.

Já em relação às disciplinas de concurso, Matemática e Ciências, todos os professores têm alguma formação inicial de acordo com a disciplina em que são concursados. Referente à disciplina de Química, um professor tem formação inicial em Química Tecnológica e outro em Matemática.

Do total de 58 professores, 16 lecionam há menos que 5 anos; 15 entre 5 a 10 anos; 12 entre 10 a 15 anos e 14 há mais que 15 anos e um não respondeu.

A carga horária semanal dos professores tende a ser mais que 25 aulas por semana, conforme o quadro a seguir, que contém os dados de 56 professores que responderam.

**Quadro 3.3 Número de professores e carga horária semanal**

	Até 9 aulas semanais	10 a 19 aulas semanais	20 a 29 aulas semanais	30 a 40 aulas semanais
Número de professores	1	9	15	31

É possível identificar neste quadro que 55% dos professores têm entre 30 a 40 horas/aula semanais o que representa um número elevado de aulas, considerando as atividades extra-classe que são inerentes à profissão. 27% têm entre 20 a 29 aulas semanais e apenas 18% tem até 19 aulas semanais, ressaltando que esse número corresponde às aulas dos professores desconsiderando as horas-atividade.

Outro dado que nos interessa é a quantidade de aulas semanais de Física, que pode ser vista no quadro a seguir.

**Quadro 3.4 Número de professores e carga horária semanal de Física**

	Até 9 aulas semanais	10 a 19 aulas semanais	20 a 29 aulas semanais	30 a 40 aulas semanais
Número de professores	18	20	10	10

Observa-se que a maior parte dos professores (66%) tem poucas aulas de Física, no máximo 19 por semana, o que representa um número pequeno de aulas se comparado com o número total de aulas semanais. Tal informação pode significar que esses profissionais assumiram estas poucas aulas desta disciplina para completar a carga horária semanal e/ou suprir a falta de professores de Física para essas turmas. Desses professores, apenas 19, 16 concursados e 3 contratados, têm toda sua carga horária semanal preenchida com aulas da disciplina de Física.

Dentre os questionários que retornaram e considerando os três critérios de participação descritos anteriormente e tidos como fundamentais para o tipo de investigação proposta neste trabalho de pesquisa, foram selecionados cinco professores, que para efeitos dessa pesquisa e garantia de anonimato serão denominados P1, P2, P3, P4 e P5, com os quais foram mantidos contatos e cujos dados são apresentados no quadro a seguir:

**Quadro 3.5 Relação dos professores pré-selecionados**

Professor	Instituição de Formação (Licenciatura em Física)	Ano da conclusão	Tempo de magistério (anos)
P1	UFPR	2000	5 a 10
P2	UFPR	1986	mais que 15
P3	UFPR	1979	mais que 15
P4	UFPR	1996	10 a 15
P5	UEL	2000	5 a 10

O primeiro contato com eles foi estabelecido por telefone com o intuito de agendar uma reunião, com a finalidade de apresentar e esclarecer o projeto de pesquisa e solicitar as suas colaborações, sendo que os professores P1, P2 e P3 concordaram prontamente em colaborar. Com o professor P5 foi necessário agendar uma conversa pessoal para explicar a pesquisa, mas ele não aceitou participar. O professor P4, por sua vez recusou sua participação no contato por telefone. Ambos recusaram o convite, alegando excesso de trabalho.

Desta forma, três professores concordaram em participar da pesquisa, e durante todo o processo foram sempre muito atenciosos e contribuíram significativamente no desenvolvimento da investigação.

### **3.2 Instrumentos de Pesquisa**

Considerando os objetivos da investigação, foram criados mecanismos que possibilitaram a aproximação com os professores selecionados pelo estudo exploratório inicial. O trabalho de investigação com esses professores foi realizado em quatro momentos. No primeiro foi apresentado de forma sucinta o projeto de pesquisa e formalizada a solicitação de colaboração dos professores por meio da carta de apresentação. No segundo momento foi solicitado que os professores preenchessem um documento que descrevia um hipotético teste seletivo para professor de Física de um colégio público considerado “modelo”. Esse teste hipotético consistia na elaboração de um plano de trabalho docente e uma proposta de avaliação dos conteúdos propostos nesse plano. O outro momento consistiria no preenchimento de um questionário e por último momento, uma entrevista.

Para o primeiro momento, o instrumento utilizado foi a carta de apresentação (Apêndice B), que traz informações sobre a pesquisadora, explica o objetivo da pesquisa, as partes em que ela está dividida e algumas situações da ética do trabalho, além de uma solicitação aos professores, ressaltando a importância de suas colaborações, convidando-os a participarem da pesquisa e, finalmente, agradecendo a sua contribuição.

A conversa com os professores iniciou-se com a apresentação pessoal da pesquisadora e da pesquisa, a explicação dos critérios para que ele fosse selecionado e dos objetivos da pesquisa. Após estas apresentações de forma verbal, foi entregue um documento em que constava o compromisso da pesquisadora em não divulgação da identidade dos participantes e utilização das informações somente para fins acadêmicos.

Para o segundo momento foi entregue um documento que se referia a uma situação hipotética (Apêndice C), antecedida por um texto que trazia o objetivo principal da pesquisa, assim como um breve comentário sobre a inclusão de conteúdos de Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio. A situação hipotética descrevia a situação de um determinado colégio público estadual, considerado “modelo”, que estaria admitindo professores de Física. Aos professores participantes pediu-se que eles se considerassem candidatos ao cargo e desenvolvesse o que era requisitado.

De acordo com a situação hipotética desenvolvida, para o professor ser candidato ao cargo ele deveria ser licenciado em Física e submeter-se a um teste de seleção. O teste de seleção constava da elaboração de um plano de trabalho docente para a disciplina de Física que previsse o desenvolvimento de conteúdos de Física Clássica e de Física Moderna e Contemporânea para um ano de atividade, ficando a critério do professor a escolha da série e dos conteúdos. Pedia também que fosse elaborada uma prova escrita que abordasse os conteúdos de um bimestre do plano de trabalho docente e que fosse prevista para ser resolvida pelos alunos em 50 minutos.

Esse material foi entregue para o professor em seus respectivos colégios. Foi marcado o prazo para a devolução desse plano de trabalho docente e avaliação de acordo com as possibilidades do professor.

Foi previsto que a interpretação do planejamento que respondesse à situação hipotética permitiria analisar como os professores de Física desenvolvem um plano de trabalho docente que trate de assuntos de Física Moderna e Contemporânea e como projetam sua prática em relação a esses conteúdos. Da mesma forma, a análise da avaliação

possibilitaria identificar se os professores priorizam os assuntos de Física Clássica ou de Física Moderna e Contemporânea e com que ênfase foram tratados tais conteúdos.

O questionário (Apêndice D) foi entregue aos professores depois do recebimento do plano de trabalho docente. Composto por sete questões, visou obter informações e opiniões dos professores sobre o ensino de Física Moderna e Contemporânea, dificuldades e facilidades, pré-requisitos, tanto por parte dos professores quanto de materiais necessários para o ensino dessa temática e sobre suas práticas em sala de aula.

A partir do questionário, deu-se voz aos professores para que pudessem emitir opiniões a respeito de aspectos tratados anteriormente e discorressem também sobre detalhes de suas atividades profissionais. Foram analisados os seus comentários a respeito das características ideais que os colégios deveriam possuir, assim como os conhecimentos que os professores de Física deveriam ter para tratarem de assuntos de Física Moderna e Contemporânea, os meios materiais necessários, as facilidades e dificuldades de trabalharem com essa temática.

Depois de vencidas as etapas anteriores, foi agendada, com cada um dos participantes, uma entrevista (Apêndice E), da qual constavam dezesseis questões e que tinha como objetivo identificar elementos que pudessem colaborar na análise dos resultados do plano de trabalho docente, da avaliação e do questionário, assim como registrar as opiniões dos professores a respeito da temática desenvolvida na pesquisa.

A entrevista foi julgada importante por trazer elementos sobre a formação universitária, características do curso de graduação, cursos de pós-graduação e capacitação dos professores, assim como elementos sobre a situação na rede pública de ensino, sua percepção como docente de Física numa escola pública e também sobre sua prática em relação aos conteúdos de Física Moderna e Contemporânea.

A caracterização dos participantes, a apresentação de detalhes dos planos de ensino que eles preencheram, assim como os resultados dos questionários e da entrevistas constituem o próximo capítulo dessa dissertação.



## **CAPÍTULO 4. O QUE DIZEM OS SUJEITOS DA PESQUISA**

A apresentação dos dados e informações, bem como suas análises foram organizadas de forma a mostrar como os professores respondem às solicitações dos documentos oficiais e da Secretaria de Educação sobre o ensino dos conteúdos de Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio. Mas antes disso, é importante se caracterizar os participantes da pesquisa e suas respostas aos instrumentos da pesquisa de campo.

### **4.1 Caracterização dos participantes**

A partir das respostas dadas aos questionários, aos depoimentos das entrevistas e juntamente com o plano de trabalho docente desenvolvido pelos professores foi possível caracterizar os professores que participaram da pesquisa.

#### **Professor P1**

Aos 14 anos o professor P1 trabalhou em torno de um mês e meio como auxiliar de papelaria. Aos 18, no início da faculdade, começou a dar aulas particulares de Física e Matemática, eventualmente de Química.

Iniciou a graduação em Bacharelado e Licenciatura em Física na Universidade Federal do Paraná, atividade que conciliava com as aulas particulares. Concluiu a graduação no ano de 2000.

Atualmente o professor P1 exerce, paralelamente à docência, a atividade de manutenção de computadores.

Recentemente iniciou um curso de pós-graduação em nível de especialização “Tecnologias aplicadas à educação”, curso que, segundo ele, não é específico para a área de Física.

Em relação aos conteúdos de Física Moderna e Contemporânea, acha possível ensinar sobre essa temática desde que o professor esteja preparado para isto, e acrescenta que

“os conteúdo não poderão, nem deverão ser passados como se fossem aplicados para estudantes de graduação em física.”

O professor P1 trata da temática Física Moderna e Contemporânea em suas aulas, mas comentou que limita-se em falar sobre alguns tópicos do assunto, os quais, segundo ele, não fazem parte do conteúdo da disciplina, ressalta apenas que os alunos podem apresentar dificuldades na aplicação da álgebra desses temas.

A série por ele contemplada no seu plano de ensino para essa temática foi o terceiro ano do Ensino Médio, no terceiro e quarto bimestre.

Neste ano e no ano passado, para o terceiro ano, o que eu limitei em falar em Física Moderna são alguns tópicos, mas que não fazem parte do conteúdo, onde eu consegui associar, por exemplo, o eletromagnetismo com aplicações no cotidiano deles, daí explicar o básico do eletromagnetismo que é o princípio fundamental do HD, por exemplo. Então é dessa maneira que eu aplico, só com tópicos, misturando então o clássico, que a gente ensina com aplicações e possíveis ganchos para a Física Moderna. (Professor P1)

Segundo o professor P1, em geral, os alunos se interessam e trazem muitas dúvidas e curiosidades sobre o tema: “quando se traz coisas diferentes parece que desperta mais o interesse deles”.

## **Professor P2**

O professor P2 começou a trabalhar aos 17 anos. Nesta época fazia o curso “Técnico de Edificações” no antigo CEFET-PR. cursou na mesma área e instituição o curso de “Engenharia de Operação” e trabalhou fazendo consultoria de estradas.

Aos 22 anos, iniciou o curso de Licenciatura em Física pela Universidade Federal do Paraná.

Ele exercia paralelamente as atividades de professor e de consultoria de estradas mas devido à incompatibilidade dessas duas profissões optou por dedicar-se apenas à profissão de professor. Fez pós-graduação em nível de especialização na área de Educação Matemática, há mais ou menos 10 anos.

Em relação ao ensino de Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio, ele acredita que é possível passar informações num nível teórico e básico. Ele diz que comenta sobre esses assuntos em sala de aula, só que de forma superficial, tratando mais sobre conceitos e algumas curiosidades dos alunos, pois segundo ele: “... mesmo porque mal dá tempo de ensinar tudo que está no programa.”. Além do mais, de acordo com sua opinião, poucos alunos têm interesse e capacidade de abstração para esses assuntos.

O professor P2 ressalta que as exigências de se ensinar Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio acaba sendo um modismo, pois se diz para ensinar sobre essa temática, mas não oferecem cursos de aperfeiçoamento para os professores. Segundo ele é natural que os professores tentem se aperfeiçoar e estudar, mas além do conhecimento é preciso se aprofundar nos assuntos.

Claro que tentamos sempre nos aperfeiçoar e estudar sobre esses assuntos diferentes, que estão presentes no cotidiano, mas a finalidade é para tirar algumas dúvidas ou curiosidades dos alunos, porque eles sempre vêm com muitas curiosidades. A internet está à disposição deles. Esses dias um aluno chegou com uma tal de motocicleta elétrica e aí até provar que tomada não é focinho de porco leva um tempo, temos que ter conhecimento e para isso precisamos nos aprofundar. (Professor P2)

### **Professor P3**

O professor P3 trabalhou, em torno de em um ano, no departamento de pessoal de uma empresa. Segundo ele, não gostou e resolveu voltar a estudar. Fez o curso de Licenciatura em Física na Universidade Federal do Paraná.

Recentemente iniciou o curso de Agronomia também na Universidade Federal do Paraná, mas no momento esse curso está trancado.

Ele iniciou dois cursos de pós-graduação em nível de mestrado, mas não conseguiu concluí-los. Um era sobre energia solar, na área de físico-química e outro na área de biofísica.

Ele afirma que desde que iniciou sua carreira como professor (fez concurso em 1982) ensina conteúdos de Física Moderna e Contemporânea. Sempre que possível ensina tópicos desta temática para as três séries do Ensino Médio, em forma de trabalhos de pesquisa sobre os assuntos de interesse do grupo, seguida de apresentação dos mesmos para a turma.

Segundo ele percebe, os alunos reagem de forma positiva quando se trabalha com tópicos de Física Moderna e Contemporânea e ficam mais atentos, envolvidos e interessados na aula:

[...] a gente vê que sempre houve uma reação positiva por parte dos alunos, então esses alunos, com esses trabalhos, se realizam. Muitos deles inclusive têm interesse em se aprofundar, então se vê que é bastante importante o ensino de Física Moderna e Contemporânea, hoje.” (Professor P3)

## **4.2 Sobre o Plano de Trabalho Docente**

O plano de trabalho docente foi desenvolvido pelos três professores participantes e entregue juntamente com proposta de avaliação de um dos bimestres.

O professor P1 desenvolveu o plano de trabalho docente contemplando assuntos de Física Moderna e Contemporânea e a respectiva avaliação para o quarto bimestre do terceiro ano do Ensino Médio.

Os conteúdos propostos para a Física Moderna e Contemporânea foram: Física Quântica, Cosmologia e Relatividade restrita, com os seguintes objetivos:

Associar os conceitos de Física Clássica com os conceitos da Física Moderna e contemporânea; Relacionar a Física Moderna com o cotidiano do aluno; Compreender os equipamentos eletro-eletrônicos com os conceitos físicos; Compreender os princípios da física quântica; Compreender os princípios da relatividade restrita e geral.

O encaminhamento metodológico proposto foi:

Aulas expositivas; Exercícios em sala de aula; Apresentação de vídeos; Demonstração de funcionamento de equipamentos eletro-eletrônicos (leitores de CD/DVD, componentes do computador, televisores LCD/Plasma, etc.).

O que diferencia esse bimestre dos demais, onde são trabalhados conteúdos de Física Clássica, é que o professor troca a última parte do encaminhamento metodológico por: “Demonstração de experimentos em laboratório”.

A avaliação desenvolvida pelo professor P1 constava de cinco questões discursivas, apresentadas a seguir:

Prova 4º bimestre – Física Moderna

1. Explique, com conceitos físicos, o funcionamento do laser (por exemplo, utilizados em leitores de CD e DVD).
2. “Para Einstein o tempo também é relativo”. Explique de maneira simples o significado desta afirmação.
3. A Física Quântica é uma teoria recente, com cerca de 107anos, cite exemplos de utilização dela no seu cotidiano.
4. A Teoria da Relatividade Geral fala sobre gravitação (atração entre os corpos), uma “conseqüência” é o aparecimento na teoria de objetos de grande atração gravitacional, os chamados buracos negros. Por que eles são chamados de buracos negros?
5. Fale sobre o “paradoxo dos gêmeos”.

O professor P2 também desenvolveu o plano de trabalho docente para o quarto bimestre do terceiro ano do Ensino Médio. Mescloou conteúdos de Física Clássica e Física Moderna e Contemporânea na seguinte proposição:

Magnetismo; campo magnético; eletromagnetismo; lei de Ampere, Lorentz, Lenz e Faraday; ondas eletromagnéticas e dualidade onda-partícula.

Sua proposta de avaliação, entretanto não contempla assuntos de Física Moderna e Contemporânea.

O plano de trabalho docente do professor P3 não indica elementos de Física Moderna e Contemporânea, assim como sua proposta de avaliação.

No quadro a seguir encontram-se de forma sintética os resultados do plano de trabalho docente e avaliações desenvolvidas pelos professores, já incorporando informações obtidas após a entrevista, onde foram esclarecidos alguns pontos do plano de trabalho docente.

**Quadro 4.1 Dados do plano de trabalho docente e avaliação**

Professor	Ano	Bimestre que contemplou FMC	Conteúdos	Bimestre para o qual desenvolveu a avaliação
P1	3º ano	4º	Física Quântica, Cosmologia Relatividade Restrita	4º
P2	3º ano	4º	Dualidade onda-partícula	2º
P3	2º ano	3º	Fibra Óptica	1º
		4º	Ultra-som	

### 4.3 Sobre o Questionário

As respostas dos pesquisados dadas às perguntas do questionário são apresentadas no quadro a seguir:

**Quadro 4.2 Respostas dadas no questionário**

<b>Questões</b>	<b>Professor P1</b>	<b>Professor P2</b>	<b>Professor P3</b>
1) Na sua opinião, que características deve ter um colégio público para ser considerado um “colégio modelo”?	Infraestrutura adequada, exemplo: salas de aula amplas, laboratório de informática, laboratório de física, química e biologia, biblioteca com grande variedade de títulos; apoio pedagógico ao professor, tanto material quanto pessoal; boa integração entre todos os funcionários da escola.	Deve ser uma escola que, além de uma boa estrutura física, possua um regimento interno que permita ao professor uma atuação disciplinadora, sem autoritarismo, mas com autoridade. Dessa maneira, acredito, se consegue dar aulas produtivas.	Para ser um colégio modelo ele pode ser público ou particular. Deve ter certas características que atendam uma formação na parte social, ambiental e na parte de saúde e educação.
2) Numa situação ideal, que formação e conhecimentos deve ter um professor para desenvolver conteúdos de Física Moderna e Contemporânea (FMC)?	Além do conteúdo básico, também conhecimento sobre as novas tecnologias, bem como compreender a aplicação de FMC nas novas tecnologias.	Deve ter formação em Física, ou uma especialização nesse assunto.	A formação que nós temos em física já é o suficiente para resolver os conteúdos de Física em nível de 2º grau. E vai depender do professor para resolver os conteúdos de Física Moderna dentro dos colégios

Questões	Professor P1	Professor P2	Professor P3
<p>3) Numa situação ideal, quais os meios materiais que você considera fundamentais para um colégio desenvolver os conteúdos de FMC no Ensino Médio?</p>	<p>Para falar da maior parte do conteúdo de FMC bastaria um computador para fazer explanações e explicações sobre o conteúdo.</p>	<p>Um laboratório e um profissional treinado para operar equipamentos, tais como, osciloscópio, contador geiger, espectrômetro, etc.</p>	<p>A mídia é a principal fonte de informação e vai fazer os alunos irem a busca daquilo que a gente propõe e com a mídia atuando, os alunos tem mais interesse e vão em busca dos conhecimentos através da internet e ou universidades para responder as questões. Visitas a laboratórios de faculdades, institutos de aplicações de Física Moderna, por exemplo, indústrias de fibra óptica, clínicas de ressonância magnética, raio-x.</p>
<p>4) Numa situação real, você acha possível ensinar Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio? Justifique sua resposta, tanto para o caso de você achar possível quanto impossível.</p>	<p>Sim, é possível aplicarmos todo e qualquer conteúdo de FMC desde que o professor esteja preparado para isto, claro que os conteúdo não poderão, nem deverão ser passados como se aplicados para estudantes de graduação em física.</p>	<p>Depende. Acredito que podemos passar informações num nível teórico e básico. Alguns livros do ensino médio já trazem tópicos de física quântica, conceitos da relatividade e radioatividade.</p>	<p>Numa situação real pode. Porque a própria mídia nos oferece essa oportunidade, inclusive a internet, visita a escola ou as instituições que possam dar informações, então normalmente pode ser feito.</p>
<p>5) Que dificuldades você encontra ou prevê existirem para serem trabalhados tópicos de FMC no Ensino Médio?</p>	<p>No caso de querermos aplicar alguma álgebra teríamos bastante dificuldade.</p>	<p>Pouco aluno tem interesse e capacidade de abstração para tais assuntos.</p>	<p>Não vejo dificuldade alguma, sempre trabalhei com esses assuntos desde que comecei a dar aulas há 30 anos. Eu trabalhava com temas envolvendo Física Moderna e os alunos ficam mais atentos em física e com mais</p>

Questões	Professor P1	Professor P2	Professor P3
6) Na sua opinião, os alunos aprendem mais facilmente os conteúdos de Física Clássica ou de FMC? O que você diz a respeito dessa situação?	Para mim eles aprendem mais fáceis aquele conteúdo que pode ser aplicado no cotidiano dele, conteúdos que ele “vê” nos equipamentos envolvidos no seu ambiente.	A física clássica. Quando trabalhamos conceitos envolvidos no cotidiano, a maioria consegue acompanhar. O maior problema ocorre no momento de formalizar matematicamente, aí, metade se perde.	interesses. Em minha opinião, ele aprende mais facilmente Física Moderna e Contemporânea, pois há um maior envolvimento dele com os assuntos que ele vê na mídia e depois ele vai procurar através do trabalho escolar
7) No decorrer de sua carreira como professor, em algum momento, você ensinou ou trabalhou com conceitos de FMC em suas aulas? Descreva essa experiência, se possível dizendo como e porque você a desenvolveu.	Ainda não trabalhei com conteúdos de FMC em sala de aula.	Poucas vezes. Alguns alunos nos procuram curiosos sobre o assunto, e destes, poucos seguem na procura de informações recomendadas pelo professor. Nos últimos anos tenho levado turmas ao projeto “FIBRA” na UFPR.	Sim. A primeira experiência mais significativa ocorreu no colégio da polícia militar, por volta de 1980. Os alunos fizeram alguns trabalhos envolvendo a parte de audição e emissão de sons pelos animais. Eles fizeram um trabalho junto ao departamento de Zoologia da UFPR. Outro trabalho desse mesmo período foi sobre o uso de bomba de cobalto, acelerador linear e comportamento de campos. Outro sobre a usina de Angra, uma maquete com materiais recicláveis explicando todo o funcionamento de uma usina nuclear.



#### 4.4 Sobre a Entrevista

A seguir é apresentado parte das entrevistas feitas com os professores.

**Quadro 4.3 Respostas dadas na entrevista**

	<b>Professor P1</b>	<b>Professor P2</b>	<b>Professor P3</b>
<p>Questão 1) Antes de atuar como professor o senhor (você) já havia exercido outras profissões? Qual(is)? Durante quanto tempo?</p>	<p>Trabalhei tirando xerox, auxiliar de papelaria. Na época, menor de 16 anos podia trabalhar. Eu tinha 14 anos. Mas foi pouco tempo, trabalhei um mês e meio.</p>	<p>Comecei a trabalhar aos 17 anos, ainda era estudante, fazia o curso técnico de engenharia no Cefet. Depois que terminei o curso técnico no Cefet, fiz o curso de “engenharia” a nível superior e trabalhei nesta área fazendo consultoria de estradas. Mas não era engenheiro, na época o Cefet tinha feito uma parceria com a Universidade Católica e para se formar em Engenharia, era preciso fazer uma complementação do curso na Universidade Católica, mas isso naquele momento era inviável pelo custo de tal curso.</p>	<p>Primeiro fiz o curso no Colégio Militar e trabalhei em uma empresa na parte de departamento de pessoal, não me acertei. Daí, voltei a estudar, fiz faculdade, na parte de ensino. Essas outras atividades duraram pouco tempo não chegou a passar de um ano.</p>
<p>Questão 2) O Senhor (você) exerce alguma outra atividade em paralelo à profissão de professor? Qual?</p>	<p>Faço alguns bicos de informática, manutenção de computador.</p>	<p>Não. Agora só leciono.</p>	<p>Como profissional não, mas trabalho como engenheiro, faço meus cálculos e agora sou acadêmico, voltei a estudar.</p>
<p>Questão 3) Em qual universidade cursou a licenciatura em Física? Fez algum outro</p>	<p>UFPR. Não.</p>	<p>Curvei a licenciatura em Física pela UFPR. Fiz também o curso a nível superior do Cefet, como já citei.</p>	<p>UFPR. Estou fazendo Agronomia.</p>

curso superior? Qual?			
<p>Questão 4)</p> <p>Qual a sua impressão a respeito do curso de Física que você fez?</p>	<p>A impressão que tinha do curso de Física, lá na Federal, no Centro Politécnico é que os professores de Física não estavam preocupados com a licenciatura. Os professores de Física estão preocupados com o bacharelado, com a pesquisa. Daí no setor de educação você acaba pegando professores específicos de pedagogia. Tem só uma professora que é específica de Física para Física. Mas nas outras disciplinas eram meio na formação de pedagogo, não eram nada específico para Física. Era bem geral.</p>	<p>Quando ingressei no curso de Física não conhecia os professores e também não conhecia o trabalho que cada um exercia como professor ou pesquisador, então quando entrei no curso não tinha uma expectativa a esse respeito.</p> <p>Depois que comecei cursar as disciplinas a impressão que tinha era que os professores não se importavam com o aluno. Os professores chegavam lá, davam suas aulas e o aluno que desse conta de estudar e tirar notas para poder passar. Não é como hoje que o professor tem aquela preocupação com os alunos, de incentivar para que o aluno não desista, para que eles superem as dificuldades e terminem o curso. Alguns professores até falavam que quanto menos alunos melhor. Para se ter uma idéia ingressemos em 70 no curso e nos formemos em 2 alunos. Lembro que o um professor, tinha iniciado recentemente como professor na Física, fazia o gráfico do número de alunos que ingressavam e que saiam do curso, era um absurdo.</p>	<p>O curso de Física na Federal é mais para a formação científica, não para a formação como professor. O curso sempre prepara para o mestrado, doutorado, uma linha de pesquisa, não se preocupa em formar professores a nível de segundo grau.</p>
<p>Questão 5)</p> <p>Qual era a ênfase do</p>	<p>No meu caso tem a questão do bacharelado, então assim tem a</p>	<p>A ênfase maior era dada para Física Clássica. Existiam muitas pesquisas</p>	<p>Na minha época tinha as disciplinas que davam a formação</p>

<p>curso: mais para Física Clássica ou para Física Moderna e Contemporânea?</p>	<p>formação básica, ali do primeiro e segundo ano e do terceiro ano em diante a gente tem bastante Física Moderna, mas a ênfase como eu disse era para bacharelado. Então eles não dão abertura para aplicar depois na sala de aula com o Ensino Médio. Acaba sendo uma Física Moderna, mas sem essa ênfase para a licenciatura.</p>	<p>sobre FMC e muitos dos nossos professores do curso tinham conhecimento e também faziam pesquisas sobre esses assuntos, mas a abordagem maior era dada para os conteúdos de Física Clássica.</p>	<p>geral, então mecânica, mecânica clássica, quântica, hoje já modificou bastante.</p> <p>De acordo a ênfase a maior era dada para a Física Clássica, apesar que não tinha bem a Física Clássica era mais a formação de Física para as engenharias, nos tínhamos Física Moderna, mas as disciplinas eram mais voltadas para a engenharia.</p>
<p>Questão 6) Comparando a carga horária de Física Clássica com FMC, qual delas era maior? Como era a abordagem do ensino de FMC pelos professores da universidade?</p>	<p>Acho que se comparavam, meio a meio.</p>	<p>A carga horária maior era dada para os assuntos de Física Clássica. Referente às disciplinas que tratavam de assuntos de FMC lembro que tivemos Mecânica Quântica, Eletromagnetismo que trata de alguns assuntos de FMC e Laboratório Especial 1 e 2. O restante das disciplinas de todo o curso foram sobre a Física Clássica.</p>	<p>Era equivalente.</p>
<p>Questão 7) Você consegue identificar algum elemento marcante sobre o ensino de FMC, na graduação? Qual? Sobre essa questão, consegue identificar pontos positivos e negativos.</p>	<p>Não consigo lembrar.</p>	<p>Não. Lembro apenas que chegou da França um equipamento, alguns franceses até estiveram na universidade para dar palestras, ensinar como se usava, um dos nossos professores gostava muito, o equipamento ficava ali em baixo da biblioteca, esse professor nos levava lá para ver o equipamento e coletar dados. O equipamento nem fornecia dados, jogávamos nele os dados e ele</p>	<p>Não lembro.</p>

		fazia os gráficos aí ficávamos analisando os gráficos.	
Questão 8) E para o ensino de Física Clássica?	Também não consigo lembrar.	Não consigo lembrar nada marcante.	Um elemento marcante foram as aulas de laboratório 1, 2, 3 e 4 que tinha na época, então a gente via fazer algumas experiências clássicas.
Questão 9) Você já fez algum curso de pós-graduação? Qual (is)? Onde?	Não. Estou começando agora, fazendo aqui no Bagozzi, tecnologias aplicadas a educação	Infelizmente não fiz minha pós-graduação em Física, é difícil encontrar. Fiz minha pós-graduação em Matemática pela Tuiuti, há mais ou menos 10 anos. O curso de pós foi bom, os professores eram excelentes, muitos deles eram professores aposentados da UFPR. Como era professor de Física, conversei com os professores e o trabalho final do curso ficou na área de Física, o trabalho foi sobre um programa de computador que simula a visão humana, os defeito, miopia, hipermetropia e astigmatismo, no decorrer dos anos de vida das pessoas. Mostra como o ponto focal vai se modificando no decorrer do tempo e ocasionando os problemas de visão, ficou bem interessante.	Iniciei dois, só que não terminei nenhum. Um foi sobre m energia solar e outro na parte de biofísica.
Questão 10) Os cursos de pós-graduação lhe auxiliam nas suas aulas de Física?	Por enquanto não. O que eu uso é o que eu já tenho conhecimento, independente da pós.	Muito pouco, pois fiz o curso de pós há mais ou menos 10 anos e era na área da Matemática. Fiz essa pós na verdade mais para subir de nível e	Hoje não, por que eu dou abertura, abro caminhos bem dependentes dentro da questão da Química, Biologia e da própria Matemática,

De que maneira?		<p>não tanto para um aperfeiçoamento profissional. Na época mostrei o programa de computador para meus alunos e fizemos algumas simulações. A pós também ajudou a entender um pouco mais sobre informática, e isso acabou auxiliando-me com o trabalho com meus alunos.</p>	<p>eu não passa especificamente conteúdos e temas da Física.</p>
<p>Questão 11) Algun curso de pós-graduação tratou de assuntos relacionados à FMC?</p>	<p>Eu creio que esse, mais para frente em algum ponto, em alguma prática dentro do curso a gente acabe falando algumas coisas.</p> <p>Ele não é específico para Física. A ênfase dele é como usar essas tecnologias que a gente tem aplicadas em sala de aula. Como é bem abrangente, tem de todas as áreas. Lá eles se prendem mais a parte da tecnologia, como usar a multimídia, o computador. Tem um módulo lá legal que a gente vai ver mais para frente que é o módulo de robótica, para fazer com sucatas. Acho que nesse a gente vai conseguir aplicar mais a Física, tanto na parte da mecânica quanto na parte de Física Moderna, aplicar circuitos elétricos, motores elétricos.</p>	<p>No meu caso não.</p>	<p>Não.</p>

<p>Questão 12)  Fez algum curso que foi significativo para sua atividade profissional? Qual(is)?  Por que foi significativo?</p>	<p>Ultimamente não. Ultimamente os cursos que faço são só esses do governo mesmo. Que é dentro da escola, mas fora isso não fiz não.</p> <p>Tem que começar do DEBI, que foi esse último curso que a secretaria preparou. Foi diferente do que ela sempre fazia, que era, mandava o material para as pedagogas da escola prepararem e ficava sempre naquelas coisas de leituras pedagógicas, nada de específico à Física. Esse ano eles fizeram diferente, chamaram professores de Física, de Português, por área mesmo e fizeram cursos específicos. O curso ficou bem melhor. Como ficou específico para a Física deu para aproveitar bastante.</p> <p>Teve o pessoal do departamento do Ensino Médio lá de Física. Entraram também três palestrantes específicos de Física, aí eles trabalharam com o material do GREF, falaram de outros professores que fazem pesquisa na área de Física, esse ainda deu para aproveitar alguma coisa.</p>	<p>Sim. Quando trabalhei no Bom Jesus, Santa Maria, essas instituições incentivavam para que nós professores fizéssemos cursos de atualizações. Eu fiz vários, achei muito interessante e proveitoso, alguns deles eram fora do estado e até mesmo fora do país, teve um que foi nos Estados Unidos com duração de um mês, mas esse infelizmente não pude participar. Os colégios particulares pagavam tudo, transportes, hospedagem, alimentação, as inscrições nos cursos, os professores só precisavam dispor de seu tempo e ter vontade de participar dos cursos.</p> <p>Lembro de outro também em que o palestrante era um médico que também dava aulas de Física, o curso tratava sobre os defeitos da visão, esse curso foi muito interessante, pois ele tratava dos dois pontos de vista, o ponto de vista médico e do ponto de vista da Física. Tiveram outros também que ensinavam como montar equipamentos para demonstrações em sala de aula. O estado promoveu uma época o programa pró-ciência que também tentou fazer algo mais ou menos nesse sentido de montar equipamentos para demonstração em</p>	<p>Não.</p>
--	---	---	-------------

		sala de aula, mas cursos do estado são mais complicados, tinha época que tinha materiais outras que não tinham no fim não deu certo.	
<p>Questão 13)</p> <p>Nas suas aulas de Física, para o ensino médio, você ensina tópicos de FMC?</p>	<p>Neste ano e no ano passado para o terceiro ano o que eu limitei em falar em Física Moderna é alguns tópicos, mas que não fazem parte do conteúdo, onde eu consegui associar, por exemplo, o eletromagnetismo com aplicações no cotidiano deles, daí explicar o básico do eletromagnetismo que é o principio fundamental do HD, por exemplo. Então é dessa maneira que eu aplico, só com tópicos, misturando então o clássico, que a gente ensina com aplicações e possíveis ganchos para a Física Moderna.</p> <p>Foi para o terceiro ano. Daí eu tenho uma turma de terceiro ano de informática, curso técnico em informática, tanto de manhã quanto a noite, aí esses eu abordei um pouco mais a Física voltada para a informática mesmo.</p> <p>Um pouquinho no terceiro e um pouquinho no quarto bimestre. Aquela parte dos resistores no terceiro bimestre, depois do magnetismo e eletromagnetismo.</p>	<p>Sim. O livro que adotamos do Paraná possui tópicos de FMC, eu comento sobre esses assuntos só que de maneira superficial, não me aprofundo nesses tópicos, discuto mais conceitos e algumas curiosidades dos alunos. Mesmo porque mal dá tempo de ensinar tudo que está no programa, no primeiro ano não conseguimos trabalhar com impulso que é muito importante, essa parte fica para o segundo ano.</p>	<p>Sempre que possível sim, isso já é normal. Por exemplo, a parte de plasmas, de cristais líquidos, fibra óptica são temas que os alunos vão procurar e é uma parte bastante interessante. Também a parte de relatividade mais teórica os alunos adoram. Os alunos gostam muito, por que são temas que estão aí. A relatividade, ficção científica, viagem de volta para o passado.</p>

<p>Questão 14)</p> <p>Já teve alguma experiência em ensinar FMC? Comente?</p>	<p>Quando eu dava aula particular, aconteceu um fato muito inusitado. Então chegou uma senhora, devia ter uns 50 anos e ela trouxe aquele livro “o universo em uma casca de noz” e eu não tinha lido, ela trouxe e perguntou se eu podia explicar para ela aquilo ali. Eu falei que não tinha lido o livro que não conhecia o assunto. Daí ela me emprestou o livro e apareceu dois meses depois, eu até pensei que ela não viria mais e que eu iria ficar com o livro. Daí ela apareceu lá e queria que eu explicasse esse livro de divulgação. Uma conversa deu umas duas horas, a gente só viu o capítulo um do livro, mas foi o fato mais inusitada que eu vi de Física Moderna. Tratava de cosmologia, relatividade.</p>		<p>Já. Todo tempo que eu trabalho com o curso de Física, há 30 anos, eu trabalho com Física Moderna, dentro dos mais variados temas. Então o que acontece é uma reação positiva por parte dos alunos, se eles se realizam, muitos deles inclusive têm interesse em se aprofundar no assunto.</p>
<p>Questão 15)</p> <p>Qual sua opinião sobre o ensino de Física na rede pública de ensino?</p>	<p>Está precário. A gente vê aqui pelo colégio e por outros colégios que existem dois tipos de professores. Os tradicionalistas, que é aquela aula de quadro negro, de giz, de passar todo o conteúdo, bem conteudista mesmo. E tem o professor que quer mudar e aqui no colégio a gente tem esses dois tipos. Eu estou no meio termo ainda, quero mudar, mas a minha aula está muito no tradicional. Então esse é um ponto bem negativo. O</p>	<p>O que eu posso falar da rede pública de ensino é sobre minha experiência daqui do colégio, o que já é outra realidade se comparados com os demais colégios da rede pública de ensino, pois aqui é um colégio estadual de boa qualidade e devido ao teste de seleção que possui para ingresso, os alunos passam por uma seleção antes de ingressar neste colégio. Mas mesmo aqui, no colégio, já não é aquelas coisas, não tem um</p>	<p>Olhe, o jeito que está não dá, tem que fazer uma integração, eu acho que está na hora de juntar Física, Química e Biologia, integrar as três matérias, seria uma forma. Não adianta ensinar movimento, qual a intensidade de um campo magnético em torno de um ponto. É preciso dar aplicações dentro da Física, mostrar para eles que a Física é isso, não somente teorias e equacionamentos</p>



	<p>professor que é muito conteudista, só quadro, acaba transformando a Física naquela Física bem clássica mesmo e conteudista.</p> <p>Por exemplo, um conteúdo aqui na escola, tem um professor que queria por que queria ensinar cinemática no primeiro ano, daí o consenso entre os demais professores é que cinemática faz parte ali, mas acaba sendo mais matemática do que Física. Então a gente inverteu a ordem, começou pela dinâmica e se sobrasse tempo lá no final do ano a gente aplicaria a cinemática, então esse é um caso mais clássico que você vai encontrar em todas as escolas.</p> <p>E um ponto positivo é que está começando a melhorar as condições nas escolas. Não sei assim em escolas de menor porte assim como o governo está mandando verbas. Aqui no colégio a gente até que está bem tranquilo, então está melhorando, não é o ideal ainda, mas está melhor. Está no caminho de melhorar. Do jeito que está pior não fica. Pior não tem como.</p>	<p>professor para cuidar do laboratório, o que seria o certo, pois eu como professor não posso preparar minhas aulas, com a carga horária de 40 horas semanais e atender ao laboratório, montar equipamentos, preparar roteiro, corrigir os relatórios, além das outras atividades normais do professor. O ideal é ter um professor para o laboratório que fizesse essas atividades e desta forma não pesasse para o professor as atividades de atender a sala de aula e o laboratório.</p> <p>Pelo o que eu ouço falar dos outros colégios a realidade é bem diferente, falta professores licenciados em Física, os alunos ficam um tempo sem aulas e aí acabam colocados professores de outras áreas para ensinar Física. Os professores não são qualificados em sua grande maioria.</p> <p>Em muitas escolas não existe laboratórios.</p> <p>O livro didático que nos enviaram possui assuntos interessantes, é bom para fazer uma leitura em sala de aula com os alunos, mas não é algo para ser usado diariamente no colégio, as atividades que são propostas não ajudam a melhorar o ensino de Física de fato, principalmente nos colégios em que a deficiência de materiais e</p>	<p>matemáticos.</p>
--	---	--	---------------------

		profissionais qualificados é tão severa.	
<p>Questão 16) Qual sua opinião sobre as exigências de que sejam ensinados Tópicos de FMC no Ensino Médio?</p>	<p>Eu acho muito valido. A gente podia reformular todo o conteúdo de Física para fazer a Física Clássica no primeiro e segundo ano, toda a Física incluindo o eletromagnetismo. Para sobrar o terceiro ano só para FMC, daí se adaptaria bem. Aprofundaria até os estudos assim de Física Moderna não só aquelas pinceladas que geralmente a gente dá em sala de aula. Eu acho super importante, porque o aluno na hora que vê essa física pronta, de séculos atrás ...</p>	<p>Isso acaba sendo um modismo, pois se diz para ensinar FMC, mas não oferecem cursos de aperfeiçoamento para os professores, vocês que saíram a pouco tempo da graduação e ainda estão estudando tem mais condições de tentar colocar esses temas nos planos de trabalho, mas nós que já temos 20 anos de casa, que já estamos naquele ritmo de ensino, não é fácil. Claro que tentamos sempre nos aperfeiçoar e estudar sobre esses assuntos diferentes, que estão presentes no cotidiano, mas a finalidade é para tirar algumas dúvidas ou curiosidades dos alunos, porque eles sempre vem com muitas curiosidades. A internet está a disposição deles. Esses dias um aluno chegou com uma tal de motocicleta elétrica e aí até provar que tomada não é focinho de porco leva um tempo, temos que ter conhecimento e para isso precisamos nos aprofundar. Essas idéias novas são fases, agora estamos na fase dos conteúdos estruturantes, eles pegam os assuntos de Física e dividem em conteúdos estruturantes, em três blocos, como se isso fosse modificar o ensino de</p>	<p>Isso deveria ser o ensino natural. Os fatos de ontem fazem parte do hoje. Como eu vou ensinar o que está sendo utilizado? Televisão de plasma está ai. É Física Moderna. Você não vai, por exemplo, mandar o aluno fazer um cálculo inadequado só para dizer que dá show de matemática, não resolve. Agora, se ele fizer uma aplicação com os conhecimentos dele, saber relacionar com o que está acontecendo no dia a dia é mais importante.</p>

		<p>Física, fica tudo do mesmo jeito Mecânica, Óptica e Eletromagnetismo.</p> <p>Outra coisa, eles só vão conseguir mudar os assuntos trabalhados em Física no Ensino Médio quando começarem a cobrar isso em concursos, seja no vestibular ou outros concursos, aí os colégios e professores vão sentir necessidade de acrescentar isso nos seus currículos, pela cobrança externa, da sociedade. Caso contrário vai continuar tudo do mesmo jeito. A mudança tem que acontecer de cima para baixo, para que se consiga mudar os conteúdos ensinados em Física é preciso que se mude o que é cobrado nos vestibulares.</p>	
--	--	--	--

## **CAPÍTULO 5. ANALISANDO OS RESULTADOS**

A análise das informações obtidas foi feita a partir da definição das categorias a seguir indicadas, definidas a partir do objetivo principal da pesquisa:

- trajetória profissional
- dificuldades
- aspectos culturais
- percepção dos professores

Na análise da trajetória profissional identificou-se o caminho percorrido pelos professores, participantes da pesquisa, em relação às suas atividades profissionais antes e/ou paralelamente à profissão atual, buscando verificar se elas influenciaram na opção por graduação em Licenciatura em Física e de outros cursos acadêmicos e de pós-graduações e na escolha pelo exercício da profissão de professor.

Na identificação das dificuldades ficaram explícitas aquelas encontradas pelos professores nas escolas de Ensino Médio públicas do Paraná, em relação a materiais didáticos, instalações e recursos, assim como aspectos relacionados à valorização profissional, remuneração salarial e recursos financeiros do professor para seus cursos de aperfeiçoamento.

Na questão dos aspectos culturais verificou-se a influência desses aspectos na relação dos professores com a disciplina de Física no Ensino Médio e com a idéia de renovação curricular proposta pelos documentos oficiais da educação envolvendo a temática Física Moderna e Contemporânea.

Na categoria percepção dos professores identificou-se a experiência anterior sobre a temática Física Moderna e Contemporânea e o que eles consideram fundamental para o seu ensino e se ela é bem aceita e aprendida pelos alunos.

### **5.1 Trajetória dos Professores**

Os professores entrevistados trabalharam em outras atividades antes de se tornarem professores e, segundo eles, nenhuma dessas atividades influenciou na decisão de lecionarem Física. Atualmente apenas P1 exerce, paralelamente, a atividade de manutenção de computadores.

Os três professores cursaram a graduação em Licenciatura em Física na Universidade Federal do Paraná (UFPR). O professor P2 fez um curso superior no antigo CEFET-PR (atual UTFPR) antes de graduar-se em Licenciatura em Física. P1, por sua vez, cursou, simultaneamente, bacharelado e licenciatura em Física e P3 atualmente cursa graduação em agronomia na UFPR.

No ano letivo em que a pesquisa foi realizada (2007), os três professores lecionavam apenas a disciplina de Física.

Sobre seus cursos, todos eles têm a impressão que é dada maior ênfase ao Bacharelado, em detrimento da Licenciatura em Física, como pode ser observado nas suas falas:

Apesar de ter me formado em licenciatura, acho que eles na verdade queriam formar pesquisadores, formar alguém que continue na universidade e fazendo as pesquisas. (professor P2)

A impressão que tinha do curso de Física, lá na Federal, no Centro Politécnico, é que os professores de Física não estavam preocupados com a licenciatura. Os professores de Física estão preocupados com o bacharelado, com a pesquisa. Daí no setor de educação você acaba pegando professores específicos de pedagogia. Tem só uma professora que é específica de Física para Física. Mas nas outras disciplinas eram meio na formação de pedagogo, não era nada específico para Física. Era bem geral. (professor P1)

O curso de Física na UFPR é mais para a formação científica, não para a formação como professor. O curso de Física sempre prepara para o mestrado, doutorado, uma linha de pesquisa, não se preocupa em formar professores em nível de segundo grau. (professor P3)

Segundo o professor P1, no primeiro e segundo ano do curso de Física existe uma “formação básica”, igual para a licenciatura e bacharelado, e a partir do terceiro ano da graduação o curso tem disciplinas específicas para as duas modalidades. É nesse momento que é ensinada Física Moderna e Contemporânea, com ênfase para o bacharelado:

No meu caso tem a questão do bacharelado, então assim tem a formação básica, ali do primeiro e segundo ano e do terceiro ano em diante a gente tem bastante Física Moderna, mas a ênfase como eu disse era para bacharelado. Então eles não dão abertura para aplicar depois na sala de aula com o ensino médio. Acaba sendo uma Física Moderna, mas sem essa ênfase para a licenciatura. (professor P1)

Para os professores P2 e P3, no curso de licenciatura em Física, a ênfase é maior para as disciplinas de Física Clássica. Inclusive a carga horária dessas disciplinas é maior:

A ênfase maior era dada para Física Clássica. Existiam muitas pesquisas sobre FMC e muitos dos nossos professores do curso tinham conhecimento e também faziam pesquisas sobre esses assuntos, mas a abordagem maior era dada para os conteúdos de Física Clássica. (professor P2)

A carga horária de Física Clássica era maior. Nós tínhamos mais a formação de Física das engenharias, o básico da Engenharia que geralmente era 1 e 2. (professor P3)

É possível identificar dois pontos que merecem destaque. Primeiro, que existem falhas, apontadas pelos professores, a respeito da formação inicial que tiveram, pois os três professores falaram que o curso de Física é voltado para a formação de bacharéis e não para a formação de professores. Segundo, que as disciplinas de Física Clássica são privilegiadas em relação à carga horária e inclusive com ênfase maior dentro do curso.

Os três professores são licenciados em Física pela Universidade Federal do Paraná e o curso de Física desta instituição oferta duas opções, licenciatura e bacharelado. Mas segundo os professores entrevistados, a impressão que se tem é que se gostaria de formar apenas pesquisadores. Isto pode ser identificado quando o professor P1 fala que no Campus do Centro Politécnico os professores só estavam preocupados com os bacharéis e que no Setor de Educação, onde se faz as disciplinas específicas para a licenciatura, há apenas uma professora da área de Ensino de Física, os outros professores são profissionais de outras áreas que trabalham com os graduandos de licenciatura em Física.

Em relação ao ensino de Física Moderna e Contemporânea, o professor P1 comenta que no primeiro e segundo ano a formação é básica, ensinam-se assuntos de Física Clássica de maneira igual para a licenciatura e bacharelado, e a partir do terceiro ano começam as disciplinas referentes à Física Moderna e Contemporânea, mas com ênfase para o bacharelado, não existindo abertura para ensinar sobre esses assuntos em sala de aula no Ensino Médio.

No mesmo sentido o professor P2 enfatiza que muitos professores tinham conhecimento e pesquisavam sobre Física Moderna e Contemporânea, mas mesmo assim a abordagem maior ainda continuava sendo para os assuntos de Física Clássica.

Em relação a cursos de pós-graduação, apenas o professor P2 tem o curso de especialização concluída. A especialização desse professor é na área de Educação Matemática e foi concluída há mais ou menos dez anos.

Infelizmente não fiz minha pós-graduação em Física, é difícil encontrar. Fiz minha pós-graduação em Matemática pela Tuiuti, há mais ou menos 10 anos. (professor P2)

Quando o professor P2 fala que infelizmente não fez a especialização na área de Ensino de Física é devido ao fato de sentir nas suas aulas de Física pouco aproveitamento do curso de especialização que fez, pelo fato do curso ter sido em outra área. Fica evidente na

resposta dada quando lhe foi perguntado: “O curso de especialização lhe auxilia nas suas aulas de Física?”:

Muito pouco, pois fiz o curso de pós há mais ou menos 10 anos e era na área da Matemática. Fiz essa pós na verdade mais para subir de nível e não tanto para um aperfeiçoamento profissional. Na época mostrei o programa de computador para meus alunos e fizemos algumas simulações. A pós também ajudou a entender um pouco mais sobre informática, e isso acabou auxiliando-me com o trabalho com meus alunos. (professor P2)

Para este professor a remuneração salarial era o objetivo principal, o aperfeiçoamento profissional, como professor de Física, ficou para segundo plano.

O professor P1 iniciou recentemente sua pós-graduação “Tecnologias aplicadas à educação”, em nível de especialização, mas afirma que não é uma pós-graduação na área de Física, apesar de ter um módulo que, segundo ele, talvez trate de assuntos relacionado a essa disciplina:

Ele não é específico para Física. A ênfase dele é como usar essas tecnologias que a gente tem, aplicadas em sala de aula. Como é bem abrangente, tem de todas as áreas. Lá eles se prendem mais à parte da tecnologia, como usar a multimídia, o computador. Tem um módulo que a gente vai ver mais para frente que é o módulo de robótica, para fazer com sucatas. Acho que nesse, a gente vai conseguir aplicar mais a Física, tanto na parte da mecânica quanto na parte de Física Moderna, aplicar circuitos elétricos, motores elétricos. (professor P1)

O professor P3 iniciou dois cursos de especialização na área de Física, mas não concluiu nenhum deles.

O aperfeiçoamento profissional dos professores é pontuado pelo professor P2 como um item importante para o ensino de Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio. Ele fala sobre sua opinião a respeito das exigências que sejam ensinados tópicos sobre essa temática e comenta o fato disto necessitar de um aperfeiçoamento dos professores, o que segundo ele não acontece por parte da Secretaria de Educação:

Isso acaba sendo um modismo, pois se diz para ensinar FMC, mas não oferecem cursos de aperfeiçoamento para os professores, vocês que saíram a pouco tempo da graduação e ainda estão estudando tem mais condições de tentar colocar esses temas nos planos de trabalho, mas nós que já temos 20 anos de casa, que já estamos naquele ritmo de ensino, não é fácil. Claro que tentamos sempre nos aperfeiçoar e estudar sobre esses assuntos diferentes, que estão presentes no cotidiano, mas a finalidade é para tirar algumas dúvidas ou curiosidades dos alunos, porque eles sempre vêm com muitas curiosidades, pois a internet está à disposição deles. (professor P2)

Na questão de cursos de aperfeiçoamento ou de formação continuada os três professores relatam que não fizeram nenhum curso sobre a temática Física Moderna e Contemporânea ofertado pela Secretaria de Educação.

## 5.2 Dificuldades apresentadas no Ensino de Nível Médio

Os professores apresentam uma série de itens que, na sua opinião, acabam dificultando o ensino de Física na rede pública, entre eles a situação dos laboratórios, falta de professores habilitados em Física, livros didáticos, falta de tempo e materiais para preparar suas aulas, falta integração entre universidade e colégios.

### 5.2.1 Laboratórios

O professor P2 comenta que onde trabalha, a realidade é um pouco diferente, por terem um teste de seleção para o ingresso no colégio e mesmo com essa característica que qualifica alunos e a instituição, ele apresenta os problemas relativos ao colégio onde trabalha:

Mas mesmo aqui, no colégio, já não é aquelas coisas, não tem um professor para cuidar do laboratório, o que seria o certo. Pois eu, como professor, não posso preparar minhas aulas, com a carga horária de 40 horas semanais e atender ao laboratório, montar equipamentos, preparar roteiro, corrigir os relatórios, além das outras atividades normais do professor. O ideal é ter um professor para o laboratório que fizesse essas atividades e desta forma não pesasse para o professor as atividades de atender a sala de aula e o laboratório. (professor P2)

Além do mais, o professor P2 relata que “em muitas escolas não existem laboratórios.”.

Nas disciplinas científicas, a utilização de um laboratório é de extrema importância. Infelizmente muitos desses colégios não os têm em suas dependências ou eles não são equipados adequadamente, situação denunciada pelo professor P2 e também abordada em diversos artigos.

Num deles, Arruda e Toginho (2004), além de tratarem da necessidade e importância dos laboratórios didáticos nos colégios, apresentam diversos experimentos demonstrativos de baixo custo sobre assuntos de Física Moderna, tendo em vista a dificuldade de montagem de laboratórios sobre essa temática nos colégios. Neste artigo é discutido cada experimento, procedimentos e precauções de modo a auxiliar os professores na sua utilização e montagem dos mesmos, prevendo que essa dificuldade também ocorra nos colégios.

### 5.2.2 Professores

A falta de professores licenciados em Física é apresentada pelo professor P2 como um item que dificulta o ensino de Física no Ensino Médio:

Pelo o que eu ouço falar dos outros colégios, a realidade é bem diferente, falta professores licenciados em Física, os alunos ficam um tempo sem aulas e aí acabam colocando professores de outras áreas para ensinar Física. Os professores não são qualificados em sua grande maioria. (professor P2)



No caso do ensino de Física Moderna e Contemporânea a situação fica ainda mais complicada, pois muitos tópicos não são intuitivos e essa é uma das grandes dificuldades encontradas por professores de Física em nosso país (SANTOS, 2006). Apesar de os alunos trazerem muitas curiosidades em relação a assuntos de Física Moderna e Contemporânea, muitos professores têm dificuldades em trabalhar esses conceitos, principalmente os profissionais da educação que não têm formação em Física, devido ao fato de que muitos desses assuntos não serem intuitivos.

Além do mais, Greca e Herscavitz (2005) destacam a importância de questões referentes à Mecânica Quântica, mas também apresentam que estas questões quase não são abordadas nos cursos de formação, quer introdutório, quer mais avançado, e são, muitas vezes, desconhecidas até pelos próprios físicos. Em seu artigo os autores reforçam a idéia de que os alunos têm maturidade suficiente para aprender assuntos de Física Moderna e Contemporânea, mas é preciso dar atenção especial para os cursos de formação de professores.

No mesmo sentido Ostermann e Ricci (2005) mostram no artigo “Conceitos de Física Quântica na formação de professores: relato de uma experiência didática centrada no uso de experimentos virtuais” que a dificuldade do ensino de Física Moderna e Contemporânea ocorre também por parte dos professores, pois nem todos têm um bom embasamento teórico sobre os temas. Os autores também chamam a atenção para a formação inicial desses docentes e reforçam a idéia de que é preciso urgentemente que sejam abordadas, na graduação, conceitos de Física Moderna e Contemporânea de forma significativa, para que os professores, melhor qualificados, possibilitem que esses conhecimentos cheguem ao Ensino Médio de forma natural.

Os trabalhos citados anteriormente nos indicam que mesmo os professores licenciados em Física têm dificuldades para abordar os temas referentes a essa temática pelos assuntos não serem intuitivos e não serem tratados de forma correta também na graduação.

### 5.2.3 Livro didático

O professor P2 diz, em sua entrevista, que ensina tópicos de Física Moderna e Contemporânea em sala de aula, mas de maneira superficial, e para isso utiliza o livro didático público da Secretaria de Estado da Educação do Paraná. Adverte, porém, que as atividades propostas neste livro não ajudam a melhorar o ensino de Física.

O livro didático que nos enviaram possui assuntos interessantes, é bom para fazer uma leitura em sala de aula com os alunos, mas não é algo para ser usado diariamente no

colégio. As atividades que são propostas não ajudam a melhorar o ensino de Física de fato, principalmente nos colégios em que a deficiência de materiais e profissionais qualificados é tão severa. (professor P2)

Ostermann e Ricci (2002 e 2004) analisam livros didáticos em seus artigos e concluem que ainda são poucos os que abordam temas de Física Moderna e Contemporânea e que muitos deles, apesar de trazerem tópicos sobre essa temática, apresentam erros conceituais, o que prejudica o ensino qualificado dessa temática, por reforçarem as concepções espontâneas equivocadas de alunos e professores. Esses artigos reforçam a idéia que é preciso dar atenção especial aos cursos de formação de professores. Para que possa ocorrer a atualização curricular e, conseqüentemente, a inserção de Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio, é preciso saber as dificuldades que o professor enfrenta e também o que ele pensa sobre essa nova proposta. Para esses autores, é plenamente possível a introdução de tópicos de Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio, desde que a proposta pedagógica não se baseie fundamentalmente num formalismo matemático avançado.

#### 5.2.4 Falta de tempo

Quando foi perguntado, na entrevista, se o professor ensina tópicos de Física Moderna e Contemporânea, o professor P2 diz “sim, mas de maneira superficial” e que para isso utiliza o livro didático, mas comenta que a falta de tempo em sala de aula é um dos itens que dificulta o ensino dessa temática no nível médio. Segundo ele, é difícil ensinar até o que está no programa, indicando também que a Física Moderna e Contemporânea não está nos programas como conteúdos a serem ensinados no Ensino Médio:

Sim. O livro que adotamos do Paraná possui tópicos de FMC, eu comento sobre esses assuntos só que de maneira superficial, não me aprofundo nesses tópicos, discuto mais conceitos e algumas curiosidades dos alunos. Mesmo porque mal dá tempo de ensinar tudo que está no programa, no primeiro ano não conseguimos trabalhar com impulso que é muito importante, essa parte fica para o segundo ano. (professor P2)

No mesmo sentido, o professor P1 também diz que trata de assuntos de Física Moderna e Contemporânea em suas aulas de Física, mas de maneira superficial e indica que os assuntos sobre essa temática não fazem parte do plano de trabalho docente do colégio onde leciona:

Neste ano e no ano passado para o terceiro ano o que eu limitei em falar em Física Moderna foram alguns tópicos, mas que não fazem parte do conteúdo, onde eu consegui associar, por exemplo, o eletromagnetismo com aplicações no cotidiano deles, daí explicar o básico do eletromagnetismo que é o princípio fundamental do HD, por exemplo. Então é dessa maneira que eu aplico, só com tópicos, misturando então o clássico, que a gente ensina com aplicações e possíveis ganchos para a Física Moderna. (professor P1)

Forquin (1993) discute que atualmente o ritmo das transformações está tão rápido que os saberes escolares não conseguem acompanhar o ritmo das transformações desses saberes, o que também dificulta o ensino de novos conteúdos, por eles ainda não terem sido didatizados e por esse motivo não fazerem parte da cultura escolar.

Segundo os professores, quando se trata de assuntos de Física Moderna e Contemporânea, os alunos se mostram mais interessados e participativos nas aulas:

Mas no geral quando a gente aborda esses assuntos de Física Moderna, aplicado no dia a dia deles, que eles não percebiam que era uma coisa tão recente de pesquisa, tão top de linha, digamos assim, aí eles se interessam um pouco mais, prestam atenção para querer conhecer essa matéria.

Quando se traz assuntos de Física Moderna eles acabam perguntando mais, por que daí eles querem saber mais sobre o que está relacionado com o conteúdo. Mas são poucos os alunos que fazem essas perguntas. (professor P1)

Os professores reconhecem que os alunos se interessam mais por assuntos de Física Moderna e Contemporânea por serem temas mais atuais e presentes no cotidiano deles. Mesmo assim os professores não conseguem se desprender dos assuntos clássicos de Física.

Sobre a situação do ensino de Física na rede pública, o professor P1 fala de sua percepção em relação aos professores de Física. Ele enfatiza que o ensino está precário e que existem professores que não estão preocupados em renovar os conteúdos ensinados no Ensino Médio, por ele denominados “professores tradicionalistas”:

Está precário. A gente vê aqui pelo colégio e por outros colégios que existem dois tipos de professores. Os tradicionalistas, que é aquela aula de quadro negro, de giz, de passar todo o conteúdo, bem conteudista mesmo. E tem o professor que quer mudar e aqui no colégio a gente tem esses dois tipos. Eu estou no meio termo ainda, quero mudar, mas a minha aula está muito no tradicional. Então esse é um ponto bem negativo. O professor que é muito conteudista, só quadro, acaba transformando a Física naquela Física bem clássica mesmo e conteudista. (professor P1)

### 5.2.5 Integração entre colégios e universidades

O professor P1 também levanta a dificuldade de integração entre os colégios e a universidade e indica a falta de tempo como um ponto negativo para a preparação de uma boa aula:

Uma coisa que eu vejo, não só na Física, mas em todas as disciplinas, falta essa integração entre a escola e a universidade. Então lá na universidade, enviam estagiários aí, eles ficam dois meses preparando conteúdos para dar duas aulas, por exemplo, Aí eles têm tempo de pesquisar a metodologia que eles querem, tem tempo de pesquisar um vídeo a mais que querem passar e quando a gente vem para a sala de aula, ou por falta de tempo ou por comodismo mesmo, a gente acaba esquecendo de ver o que está sendo feito de pesquisa, a gente não vai atrás da universidade. A universidade tem seus cursos de extensão lá, que eu sei que tem cursos excelentes só que também não acaba vindo para a escola. É essa integração da universidade e escola que eu vejo que é uma ponte que falha bastante. (professor P1)

### 5.2.6 Presença dos conteúdos de FMC em vestibulares

De acordo com as exigências que sejam ensinados tópicos de Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio, o professor P2 diz ser necessário que esses conteúdos sejam cobrados em concursos e vestibulares:

Outra coisa, eles só vão conseguir mudar os assuntos trabalhados em Física no Ensino Médio quando começarem a cobrar isso em concursos, seja no vestibular ou outros concursos, aí os colégios e professores vão sentir necessidade de acrescentar isso nos seus currículos, pela cobrança externa, da sociedade. Caso contrário vai continuar tudo do mesmo jeito. A mudança tem que acontecer de cima para baixo, para que se consiga mudar os conteúdos ensinados em Física é preciso que se mude o que é cobrado nos vestibulares. (professor P2)

A falta de ênfase nos programas de vestibulares de temas de Física Moderna e Contemporânea também é citada por Karam (2005) como um dos problemas apresentados no ensino de Física.

Os professores P1 e P3 ressaltam que é importante conhecer a Física do século XIX e XX e que esses conteúdos chamam a atenção dos alunos e despertam o interesse dos mesmos para a área científica.

Eu acho muito válido. A gente poderia reformular todo o conteúdo de Física para fazer a Física Clássica no primeiro e segundo ano, toda a Física Clássica, incluindo o eletromagnetismo. Sobraria o terceiro ano só para a Física Moderna, daí se adaptaria bem, aprofundaria até os estudos da Física Moderna, não só aquelas pinceladas que geralmente a gente dá em sala de aula. Eu acho super importante, por que o aluno na hora que vê essa Física pronta, de séculos atrás, ele realmente não entende para que estudar Física e dificilmente esse nosso conteúdo chama a atenção para algum aluno que queira fazer faculdade, que queira ir para a universidade especificamente para estudar Física. (professor P1)

Há trinta anos eu trabalho com Física Moderna, dentro dos mais variados temas. Então o que acontece é que a gente vê uma reação positiva por parte dos alunos, então esses alunos com esses trabalhos se realizam, muitos deles inclusive tem interesse em se aprofundar, então se vê que é bastante importante o ensino de Física Moderna hoje. (professor P3)

Nesta mesma questão, o professor P3 comenta que o ensino de Física Moderna e Contemporânea deveria ser algo natural:

Isso deveria ser um ensino natural. Os fatos de ontem fazem parte de hoje, como que eu não vou ensinar o que está sendo utilizado. Está aí. É Física Moderna. Por que eu não vou ensinar é contínuo é uma coisa natural. (professor P3)

## 5.3 Aspectos culturais dos saberes como elementos da Cultura Escolar

Percebe-se pela análise dos dados do plano de trabalho docente que mesmo havendo toda uma discussão em torno da renovação curricular e inserção de tópicos de Física

Moderna e Contemporânea no nível médio, a cultura escolar presente principalmente nas disciplinas científicas não é facilmente modificada.

Isso pode ser verificado pelo plano de trabalho dos dos professores P1 e P2 que apresentam os assuntos de Física Moderna e Contemporânea no quarto bimestre do terceiro ano do Ensino Médio. Os professores dão preferência para os assuntos da Física Clássica, que já é um saber reconhecido e valorizado socialmente e colocam os assuntos de Física Moderna e Contemporânea no último bimestre do terceiro ano, como algo a mais a ser ensinado, caso haja tempo. No mesmo sentido o professor P3 insere os conteúdos sobre essa temática como último item tanto no terceiro quanto no quarto bimestre.

Segundo Forquin (1993), o rompimento e a redefinição dessas novas fronteiras do saber são difíceis, por parte dos professores, porque conduzem a novos papéis sociais e fazem pesar uma ameaça sobre a identidade pessoal dos professores.

Lopes (1999) trata a ciência como sendo usada como critério de diferenciação entre as culturas. Para ela a ciência é tida como verdade absoluta. Neste sentido a cultura escolar presente, principalmente quando se trata das disciplinas científicas, é de difícil transposição das barreiras.

No plano de trabalho docente, a grande maioria dos conteúdos citados pelos professores é sobre Física Clássica, a metodologia utilizada não ultrapassa aulas expositivas, propondo trabalhos de pesquisas e demonstrações em laboratórios

Quando os assuntos de Física Moderna e Contemporânea são tratados, esses aparecem sempre no final do bimestre. Esses elementos presentes no plano de trabalho docente mostram que os professores de Física tem dificuldades de romper com a cultura posta socialmente.

Outro elemento que chama a atenção no plano de trabalho docente entregue pelos professores é que nenhum deles cita as referências utilizadas, não estabelecendo explicitamente relação com o conhecimento já produzido.

Em relação à avaliação, o professor P1 foi o único que escolheu o bimestre em que trabalhou com tópicos de Física Moderna e Contemporânea para desenvolver a avaliação, propondo um instrumento contendo cinco questões de múltipla escolha e tratando apenas de aspectos conceituais desta temática.

No encaminhamento metodológico apresentado no plano de trabalho docente pelos professores pode-se destacar que os três professores encaminham suas aulas da mesma maneira quando tratam de assuntos de Física Clássica ou Física Moderna e Contemporânea. O

professor P1 utiliza “aulas expositivas, exercícios em sala de aula, apresentação de vídeo e demonstração de experimentos em laboratório”. O professor P2 encaminha sua metodologia basicamente com aulas expositivas e por fim o professor P3 utiliza “exposição oral, trabalhos e atividades em grupos e aulas de laboratório”.

Esse também é um elemento que indica a permanência de aspectos consagrados pela cultura escolar. Nas disciplinas científicas, a metodologia utilizada dificilmente ultrapassa as aulas expositivas e demonstrações em laboratórios. Essas metodologias também foram citadas pelos professores como sendo as únicas ou principais utilizadas, por seus professores, na universidade.

Quando foi perguntado ao professor P2 “Como era a abordagem do ensino de Física Moderna e Contemporânea pelos professores da universidade?” ele responde:

Os professores abordavam de maneira mais numérica, com muitas deduções, não tratavam muito dos conceitos ou como chegaram naquelas conclusões. Nas aulas de laboratório eram mais ou menos como siga o modelo muitas vezes nos nem sabíamos o que estávamos fazendo e muito menos para o que servia ou poderia servir aqueles dados que estávamos colhendo. (professor P2)

#### **5.4 Percepção dos professores em relação às possibilidades de ensino de Física Moderna e Contemporânea**

No questionário, os professores citaram como características necessárias para um colégio público ser considerado modelo, uma infra-estrutura adequada de meios materiais como laboratórios, bibliotecas com materiais adequados, laboratórios de informática e também de apoio pedagógico aos professores, além de um regimento interno que satisfaça as necessidades dos professores e que a escola atenda à formação do estudante na parte social, ambiental, saúde e educação.

Infraestrutura adequada, ex: salas de aula amplas, laboratório de informática, laboratório de física, química e biologia, biblioteca com grande variedade de títulos; apoio pedagógico ao professor, tanto material quanto pessoal; boa integração entre todos os funcionários da escola. (professor P1)

Deve ser uma escola que, além de uma boa estrutura física, possua um regimento interno que permita ao professor uma atuação disciplinadora, sem autoritarismo, mas com autoridade. Dessa maneira, acredito, se consegue dar aulas produtivas. (professor P2)

Para ser um colégio modelo ele pode ser público ou particular. Deve ter certas características que atendam uma formação na parte social, ambiental e na parte de saúde e educação. (professor P3)

Os meios materiais que os professores consideram importantes para que seja possível o ensino de temas sobre Física Moderna e Contemporânea são computadores, laboratórios e profissionais qualificados para trabalharem nesses laboratórios e a mídia. O

professor P3 considera a mídia como fundamental para despertar o interesse dos estudantes e expandir o universo de conhecimentos desses jovens em relação aos assuntos de Física Moderna e Contemporânea

Para falar da maior parte do conteúdo de FMC bastaria um computador para fazer explicações e explicações sobre o conteúdo. (professor P1)

Um laboratório e um profissional treinado para operar equipamentos, tais como, osciloscópio, contador geiger, espectrômetro, etc. (professor P2)

A mídia é a principal fonte de informação e vai fazer os alunos irem a busca daquilo que a gente propõe e com a mídia atuando, os alunos tem mais interesse e vão em busca dos conhecimentos através da internet e ou universidades para responder as questões. Visitas a laboratórios de faculdades, institutos de aplicações de Física Moderna, por exemplo, indústrias de fibra óptica, clínicas de ressonância magnética, raio-x. (professor P3)

Em relação à formação dos professores e aos conhecimentos necessários que esses profissionais da educação devem possuir para desenvolver conteúdos sobre Física Moderna e Contemporânea, dois deles citaram que a formação em Física ou a especialização nesse assunto já é o suficiente para que o professor possua os subsídios necessário para o ensino de Física Moderna e Contemporânea. O professor P1 acrescenta que além do conteúdo básico deve-se conhecer também sobre as novas tecnologias. Na fala desse professor é possível identificar que os assuntos relacionados às novas tecnologias não estão inseridos de forma significativa nos cursos de graduação.

Além do conteúdo básico, também conhecimento sobre as novas tecnologias, bem como compreender a aplicação de FMC nas novas tecnologias. (professor P1)

Deve ter formação em Física, ou uma especialização nesse assunto. (professor P2)

A formação que nós temos em física já é o suficiente para resolver os conteúdos de Física em nível de 2º grau. E vai depender do professor para resolver os conteúdos de Física Moderna dentro dos colégios. (professor P3)

A partir das respostas dadas às questões 1, 2 e 3 no questionário, é possível identificar que os professores pensam que para o ensino dessa temática, a formação em Física ou a especialização nesta área é o suficiente. Mas que para isso é necessário o colégio em que leciona possuírem a infra-estrutura adequada de equipamento, regimento e de profissionais que auxiliem no ensino sobre esses temas. Porém, os materiais que os próprios professores citam como necessários, raramente são encontrados em salas de aulas, principalmente se tratando de colégios públicos, como é o caso.

O professor P3 cita a mídia como elemento necessário para o ensino desta temática e argumenta na entrevista que mesmo não sendo todos os colégios que possuem computadores

e internet, a maior parte dos alunos, mesmo das escolas públicas, tem contato com essa tecnologia e podem desenvolver trabalhos satisfatórios:

Primeiro, muitos deles, da escola pública, não são todos, mas muitos deles têm a internet. Muitas escolas já têm computador, pode-se fazer um bom trabalho. (professor P3)

O professor P3 relata também na entrevista que o colégio em que leciona não possui laboratório de informática e internet, mas que para o próximo ano é possível que implantem.

Neste questionário, o professor P1, apesar de dizer que ainda não trabalha com assuntos de Física Moderna e Contemporânea, acha possível ensinar sobre essa temática, mas ressalta que é preciso que o professor tenha conhecimento sobre os conteúdos que vai tratar, assim como compreender as aplicabilidades e tecnologias relacionadas a esses conteúdos e que os assuntos tratados não ultrapassem o nível cognitivo dos alunos.

Na entrevista o professor P1 se contradiz e comenta que ensina assuntos de Física Moderna e Contemporânea, mas de maneira superficial.

Sim, é possível aplicarmos todo e qualquer conteúdo de FMC desde que o professor esteja preparado para isto, claro que os conteúdo não poderão, nem deverão ser passados como se aplicados para estudantes de graduação em física. (professor P1)

Segundo o professor P1, as possíveis dificuldades que podem ser apresentadas pelos alunos são em relação à álgebra. Pondera ele que os assuntos que os alunos têm mais facilidade em aprender são aqueles relacionados ao cotidiano deles, ou seja, que eles consigam encontrar alguma aplicabilidade, independentemente de serem de Física Clássica ou a Física Moderna e Contemporânea.

O professor P2 comenta que pouco trabalha com assuntos de Física Moderna e Contemporânea, mas que acha possível os alunos compreenderem sobre esta temática num nível teórico e básico, desde que não seja aprofundado o formalismo matemático. Segundo o professor, são poucos os alunos que apresentam interesse e capacidade de abstração em relação a esses conteúdos e que os alunos têm mais facilidades em aprender assuntos de Física Clássica e mesmo em relação a esses conteúdos a metade tem dificuldades na parte da formalização matemática.

Depende. Acredito que podemos passar informações num nível teórico e básico. Alguns livros do ensino médio já trazem tópicos de física quântica, conceitos da relatividade e radioatividade. (professor P2)

Percebe-se, na resposta do professor P2, que a possível dificuldade apresentada pelos alunos quando se trabalharia com conteúdos de Física Moderna e Contemporânea



também são apresentadas em relação aos assuntos de Física Clássica e nem por isso o professor deixa de ensinar Física Clássica, não devendo ser assim um empecilho para se ensinar sobre essa temática. Quando foi perguntado ao professor quais conteúdos os alunos aprendem mais facilmente, ele respondeu que era a Física Clássica, ressaltando porém que os alunos apresentam as mesmas dificuldades:

A física clássica. Quando trabalhamos conceitos envolvidos no cotidiano, a maioria consegue acompanhar. O maior problema ocorre no momento de formalizar matematicamente, aí, metade se perde. (professor P2)

No questionário o professor P3 cita a mídia como o elemento principal para o conhecimento, estudo e pesquisa sobre temas de Física Moderna e Contemporânea. Ele trabalha com assuntos relacionados à Física Moderna e Contemporânea desde o início de sua carreira como professor, tratando esses assuntos sempre em forma de trabalho desenvolvido pelos alunos a partir de pesquisas na mídia ou instituições relacionadas com o tema. Ressalta também que o trabalho com esses tópicos estimulam os alunos e fazem com que eles se interessem mais sobre a Física em geral.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os documentos oficiais relacionados ao ensino (PCN, PCN+ e Diretrizes Curriculares Nacionais) apontam a necessidade da inserção de temas de Física Moderna e Contemporânea para que o ensino de Física possibilite aos alunos uma melhor compreensão do mundo e uma formação para a cidadania mais adequada.

Dada a importância e significado dessa temática, diversas pesquisas e trabalhos têm sido apresentados sobre propostas de estratégias de ensino, e sobre materiais de divulgação de temas de Física Moderna e Contemporânea, os quais dão subsídios aos professores para o ensino da temática Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio.

Sob outro aspecto, trabalhos sobre propostas de ensino testadas em sala de aula com apresentação de resultados de aprendizagem indicam que conteúdos relativos à Física Moderna e Contemporânea são, em geral, compreendidos pelos alunos do Ensino Médio, desde que o formalismo matemático não seja demasiadamente avançado, o que aumenta a responsabilidade na formação dos professores, para que esses assuntos tenham condições de ser ensinados efetivamente em sala de aula, privilegiando os seus aspectos conceituais, históricos e contextuais.

As pesquisas também têm apontado que a proposta de ensino de Física Moderna e Contemporânea não tem ocorrido de forma satisfatória nos cursos de graduação e é necessário que as mudanças ocorram primeiro no ensino superior, para terem expectativa de chegar ao Ensino Médio, pois só assim os professores que concluem sua licenciatura terão um bom embasamento teórico para tratar dessa temática com seus alunos. Dessa forma, é preciso que tanto nos cursos de licenciatura em Física, se ensine Física Moderna e Contemporânea, como também dê atenção para essa temática no nível médio de ensino.

Outras pesquisas também confirmam que os conteúdos de Física Moderna e Contemporânea estão, em geral, ausentes no Ensino Médio, devido ao fato dos professores estarem sobrecarregados de aulas e atividades e de haver não só falta de aperfeiçoamento sobre a temática, como também falta de materiais adequados para o ensino. Mesmo com as

evidências os professores reconhecem a importância e a necessidade de se ensinar sobre a temática.

Além disso, é preciso que o professor seja ouvido sobre suas necessidades em sala de aula, pois segundo Chevallard (1991), ele é um dos atores do processo de ensino-aprendizagem. E é a partir da ação do professor que ocorre de fato a inserção de qualquer assunto em sala de aula e, portanto, os que abordem assuntos sobre a temática Física Moderna e Contemporânea. Mas só serem ouvidos ainda não é o suficiente. É preciso que os professores tenham meios e subsídios para poderem atender às solicitações e propostas feitas pelas Secretarias de Educação em relação a essa temática.

É importante registrar que diversos dos problemas acima citados, que já haviam sido apresentados por Terrazzan (1994) há mais de uma década, ainda hoje permanecem presentes. Essa constatação nos leva a concluir que não basta escrever novos documentos sobre a necessidade de inserir Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio, mas é preciso olhar para o professor e para a formação de qualidade desses profissionais, pois poucos sentem-se efetivamente preparados para o exercício da profissão, devido a lacunas apresentadas nos cursos de Licenciatura em Física, e à falta de cursos de aperfeiçoamento de qualidade, principalmente em relação a essa temática.

Dessa forma, somente tratando esses aspectos no âmbito de uma política de educação que promova uma formação inicial e continuada de qualidade, é que talvez se possa contribuir para que temáticas emergentes e contemporâneas, inclusive as relativas à Física Moderna e Contemporânea, finalmente sejam convidadas a adentrar em nossas salas de aula pela porta da frente, espontaneamente, sem depender de “professores especiais” ou de exigências legais para serem postas em prática.

## REFERÊNCIAS

- ANDRADE, R. R. D. NASCIMENTO, R. S. e GERMANO, M. G. Influências da Física Moderna na obra de Salvador Dalí. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, vol. 24, n. 3: p. 400-423, dez. 2007.
- ARRIASSECO, I. e GRECA, I. M. Introducción de la Teoría de la Relatividad Especial em el nivel médio/polimodal de enseñanza: identificación de teoremas – em-acto y determinación de objetivos-obstáculo. **Investigação no Ensino de Ciências**, v.11 n. 2. 2006.
- ARRUDA, S. M. e TOGINHO, Filho D. O. Laboratório Caseiro de Física Moderna. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, vol. 21, edição especial, 2004.
- ASTOLFI, Jean Pierre et al. **Mots-clés de la didactique des sciences**. Pratiques Pédagogies, De Boeck & Larcier S. A. Bruxelles, 1997.
- ASTOLFI, J-P e DEVELAY, M. **A Didática das Ciências**. Papirus. Campinas: 1995.
- BRASIL. **Diretrizes Curriculares para o Ensino Médio**, <http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/diaadia/diadia/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=78>
- BRASIL. Ministério da Educação (MEC), Secretaria de Educação Média e Tecnológica (Semtec). **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**, Brasília: MEC/Semtec, 1999.
- BRASIL. Ministério da Educação (MEC), Secretaria de Educação Média e Tecnológica (Semtec). **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**, Brasília: MEC/Semtec, 1996.
- BRASIL. Ministério da Educação (MEC), Secretaria de Educação Média e Tecnológica (Semtec). **PCN Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília: MEC/Semtec, 2002.
- BRASIL. Ministério da Educação (MEC), Secretaria de Educação Média e Tecnológica (Semtec). **Orientações Curriculares para o Ensino Médio**. Brasília: MEC/SEB, 2006.
- BROCKINGTON, G. E PIETROCOLA, M. Serão as regras da transposição didática aplicáveis aos conceitos de física moderna? **Investigação no Ensino de Ciências**, v.10 n. 3. 2005.
- CAMARGO, S. e NARDI, R. Práticas de ensino de Física: reflexões sobre marcas de referenciais teóricos presentes nos discursos de licenciados. In: NARDI, BASTOS e DINIZ (Orgs). **Pesquisas em ensino de Ciências: contribuições para a formação de professores**. São Paulo: Escrituras Editora, 2004, p. 213-233.

CARVALHO, A. M. P. A pesquisa em sala de aula e a formação de professores. In: NARDI (Org). **A pesquisa em Ensino de Ciências no Brasil: alguns recortes**. São Paulo: Escrituras Editora, 2007, p. 193-218.

CAVALCANTE, M. A. e TAVOLARO, C. R. C. Uma Oficina de Física Moderna que vise a sua Inserção no Ensino Médio. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, vol. 21, edição especial, 2004.

CHEVALLARD, Yves. **La Transposición Didáctica: del sabe sabio al saber enseñado**. Trad. Claudia Gilman. Buenos Aires: Aique Grupo Editor, 1991.

DIONÍSIO, P. H. Albert Einstein e a Física Quântica. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 22, n. 2: p. 147-164, ago. 2005.

FANARO M. A. ARLEGO, M. e OTERO, M. R. El método de caminos múltiples de Feynman como referencia para introducir Los conceptos fundamentales de La Mecánica cuántica en la escuela secundaria. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 24, n. 2: p. 233-260, ago. 2007.

FORQUIN, Jean Claude. **Escola e cultura: as bases sociais e epistemológicas do conhecimento escolar**; tradução de Guacira Lopes Louro. Porto Alegre: Artes Médicas, 1993, p 167.

FORTALEZA, M. S. e DINIZ, R. E. S. Grupo de estudo: uma perspectiva de prática crítico-reflexiva na formação continuada de professores. In: NARDI, BASTOS e DINIZ (Orgs). **Pesquisas em ensino de Ciências: contribuições para a formação de professores**. São Paulo: Escrituras Editora, 2004, p. 57-77.

FREITAS, H. C. L. Formação de professores no Brasil: 10 anos de embate entre projetos de formação. **Educação e Sociedade**, Campinas, vol. 23, n. 80, setembro/2002, p. 136-167. Disponível em <http://www.cedes.unicamp.br>

GRECA, I. M. e HERSCAVITZ, V. E. Superposição Linear em ensino de Mecânica Quântica. **Revista ABRAPEC**, v. 5, n. 1: p. 61-77, abr. 2005.

JAPIASSU, H e MARCONDES, D. **Dicionário básico de filosofia**. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 1993.

KARAM, R. A. S. **Relatividade Restrita no início do Ensino Médio: elaboração e análise de uma proposta**. Florianópolis, 2005.

KÖHNLEIN, J. F. K. e PEDUZZI, L. O. Q. Uma discussão sobre a natureza da ciência no Ensino Médio: um exemplo com a teoria da Relatividade Restrita. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 22, n. 1.2005.

KRASILCHIK, M. **O professor e o currículo das ciências**. São Paulo: EPU: Editora da Universidade de São Paulo, 1987. 80p.

LONGUINI, M. D. e NARDI, R. A prática reflexiva na formação inicial de professores de Física: análise de uma experiência. In: NARDI, BASTOS e DINIZ (Orgs). **Pesquisas em ensino de Ciências: contribuições para a formação de professores**. São Paulo: Escrituras Editora, 2004, p. 195-211.

LOPES. A. R. C. **Conhecimento Escolar: ciência e cotidiano**. Rio de Janeiro: EdUERJ. 1999. 236p.

MAFRA, Leila de Alvarenga. A Sociologia dos estabelecimentos escolares: passado e presente de um campo de pesquisa em reconstrução. In: ZAGO, N; CARVALHO, M. P.;

- VILELLA, R. A. T. (Orgs.). **Itinerário de pesquisa**. Rio de Janeiro: DP&A, p. 109-136, 2003.
- MALDANER, O. A. situações de estudo no ensino médio: nova compreensão de educação básica. In: NARDI (Org). **A pesquisa em Ensino de Ciências no Brasil: alguns recortes**. São Paulo: Escrituras Editora, 2007, p. 239-253.
- MALDANER, O. A.; ZANON, L. B. e AUTH, M. A. Pesquisa em educação em Ciências e formação de professores. In: SANTOS e GRECA (Orgs). **A pesquisa em Ensino de Ciências no Brasil e suas metodologias**. Ijuí: Editora Unijuí, 2006, p. 49-88.
- MEDEIROS, A. e MEDEIROS, C. F. Einstein, a Física dos Brinquedos e o princípio da equivalência. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 22, n. 3: p. 299-315, dez. 2005.
- MENEZES, L. C. Uma Física para o Novo Ensino Médio. **Física na Escola**, v. 1, n.1, p.7, out. 2000.
- MONTENEGRO R. L. e PESSOA O. Jr. Interpretações da Teoria Quântica e as Concepções dos alunos do Curso de Física. **Investigação no Ensino de Ciências**, v.7 n. 2. 2002.
- OSTERMANN, F. e 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, n. 1. 2005.
- OSTERMANN, F. e 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, ago. 2002.
- OSTERMANN, F. e RICCI, T. F. Relatividade Restrita no Ensino Médio: os conceitos de massa relativística e de equivalência massa-energia em livros didáticos de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 21, n. 1: p. 83-102, abr. 2004.
- 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, mar. 2001.
- PAULO, I. J. C. e MOREIRA, M. A. Abordando conceitos fundamentais da Mecânica Quântica no nível médio. **Revista ABRAPEC**, v. 4, n. 2: p. 63-73, ago.2004.
- REZENDE, F. e OSTERMANN, F. Formação de professores de Física no ambiente virtual InterAge: um exemplo voltado para a introdução de FMC no Ensino Médio. **Física na Escola**, v. 5, N. 2: P. 15-19, 2004.
- SANTOS, R. P. B. Relatividade Restrita com o auxílio de diagramas. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 23, n. 2: p. 238-246, ago. 2006.
- SAVIANI, N. **Saber escolar, currículo e didática: problemas da unidade conteúdo/método no processo pedagógico**. Campinas, SP: Autores Associados, 1994.
- SIQUEIRA, Maxwell ; PIETROCOLA, Maurício . **A Transposição Didática aplicada a teoria contemporânea: A Física de Partículas elementares no Ensino Médio**. In: X Encontro de Pesquisa em Ensino de Física - EPEF, 2006, Londrina. Anais do X Encontro de Pesquisa em Ensino de Física - EPEF. v. 1. p. 1-1. Disponível em <http://nupic.incubadora.fapesp.br/porta/publicacoes/publicacoes-em-anais-de-congressos>

TERRAZZAN, E. A. Inovação escolar e pesquisa sobre formação de professores. In: NARDI (Org). **A pesquisa em Ensino de Ciências no Brasil: alguns recortes**. São Paulo: Escrituras Editora, 2007, p. 145-192.

TERRAZZAN, E. A. **Perspectivas para a inserção da Física Moderna na Escola Média**. São Paulo. FEUSP. 1994. 241p

VALADARES, E. C. e MOREIRA, A. M. Ensinando Física Moderna no Ensino Médio: Efeito fotoelétrico, Laser e Emissão de Corpo Negro. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, vol. 21, edição especial, 2004.

VAZ, A. M. Reflexões éticas de pesquisadores e professores: empecilhos à prática de colaboração e efeitos da coadjuvação. In: NARDI (Org). **A pesquisa em Ensino de Ciências no Brasil: alguns recortes**. São Paulo: Escrituras Editora, 2007, p. 219-238.

WILLIAMS, R. **Cultura**. São Paulo: Paz e Terra, 1992.

ZANON, L. B.; HAMES C. e STUMM C. L. Interações intersubjetivas na formação para o ensino em Ciências. In: MORAES e MANCUSO (Orgs). **Educação em Ciências: produção de currículos e formação de professores**. Ijuí: Editora Unijuí, 2006, p. 181-207.

## APÊNDICES

### Apêndice A – Questionário Exploratório

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ.  
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO

Curitiba, (data)  
Prezado professor

Este questionário é parte integrante de três trabalhos de pesquisas que estão sendo desenvolvidos no curso de Mestrado em Educação da Universidade Federal do Paraná, na linha de pesquisa Cultura, Escola e Ensino, sob a orientação dos professores Dr. Nilson M. D. Garcia e Dra. Ivanilda Higa e sua aplicação foi autorizada pelo Departamento de Educação Básica da SEED. As pesquisas são de natureza acadêmica e têm por objetivo geral contribuir para a melhoria do ensino de Física no ensino médio, razão pela qual estamos solicitando sua colaboração, de fundamental importância. Considerando que algumas das informações são de caráter pessoal, comprometemo-nos a usá-las somente no âmbito de nossa pesquisa e manter o anonimato dos participantes. Qualquer dúvida concernente às pesquisas, ao preenchimento do questionário e à devolução do mesmo, pedimos que você entre em contato conosco através de um dos telefones: **9933-3384 (Álvaro) ou 9618-5039 (Aline) ou 9668-4948 (Alisson)**.

Após preencher o questionário favor devolvê-lo utilizando o mesmo envelope.

Atenciosamente,

**Álvaro Emílio Leite**

Mestrando

**Aline D'Agostin**

**Martins**

Mestrando

**Alisson**

Mestrando

**Atenção:** Este questionário foi enviado somente para o colégio no qual você possui o maior número de aulas de Física, segundo dados obtidos no sítio da SEED.

1. Nome: \_\_\_\_\_ Idade: \_\_\_\_\_ Sexo: ( ) F ( ) M
2. E-mail pessoal: \_\_\_\_\_ Telefones: \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_
3. Situação funcional na SEED:  
( ) concursado desde \_\_\_\_\_. Disciplina(s) do concurso: \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_  
( ) contratado (PSS ou outro regime trabalhista)
4. Sobre a sua formação:  
Graduação: ( ) completa ( ) incompleta



Curso que fez ou faz na graduação.	Instituição	Ano de conclusão ou semestre que esta cursando.
1.		
2.		

5. Em relação ao tempo total que leciona em instituições públicas, ele é:
- ( ) menor que 5 anos                      ( ) entre 5 e 10 anos  
( ) entre 10 e 15 anos                      ( ) maior que 15 anos
6. Para responder esta questão **considere todos os colégios estaduais** nos quais você trabalha atualmente:
- a) Quantas horas aulas você trabalha em sala (não considere as horas atividades)?  
\_\_\_\_\_
- b) Desse total, quantas aulas são de Física? \_\_\_\_\_
- c) Quantas na 1ª série? \_\_\_\_\_. Quantas na 2ª série? \_\_\_\_\_. Quantas na 3ª série? \_\_\_\_\_
7. De acordo com as opções abaixo, marque nas colunas ao lado de cada estratégia de ensino a opção que melhor se aproxima da frequência com que você utiliza cada uma delas.

Estratégia de ensino	Nunca	Raramente	Às vezes	Frequentemente	Sempre
Aula expositiva					
Trabalho em grupos					
Pesquisa bibliográfica					
Uso de textos					
Uso de computador					
Uso de retroprojektor					
Aula de laboratório					
Atividade experimental em sala					
Projeção de filmes					
Desenvolvimento de Projetos					
Leituras em sala de aula					
Outra, _____ qual?					
Outra, _____ qual?					

## **Apêndice B – Carta de Apresentação**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ.  
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO

Curitiba, (data)

Prezado professor (nome do professor)

Você está sendo convidado a participar de um projeto de pesquisa que estou desenvolvendo sob a temática “Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio”, como aluna do Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Federal do Paraná, sob a orientação do professor Dr. Nilson Marcos Dias Garcia.

Você foi selecionado porque respondeu a um questionário enviado pelo Núcleo de Ensino e atendeu a alguns requisitos de nossa pesquisa: é licenciado em Física e concursado na mesma disciplina e trabalha na área há mais de cinco anos.

Nosso trabalho é puramente acadêmico e visa proporcionar contribuições para o Ensino de Física, razão pela qual nos comprometemos a manter o anonimato de todos os participantes.

Tal pesquisa será realizada em colégios públicos estaduais de Ensino Médio de Curitiba, e sua participação se dará através das seguintes ações:

1. Desenvolvimento de um “plano de trabalho docente”, para um colégio modelo em uma situação ideal, para a disciplina de Física;
2. Respostas a um questionário complementar ao desenvolvimento do plano de trabalho docente;
3. Entrevista que colherá suas opiniões a respeito da sua atividade profissional como professor de Física.

Certa de poder contar com sua colaboração, coloco-me à disposição para os esclarecimentos que se fizerem necessários para a execução do projeto.

Atenciosamente,

Aline D’Agostin – mestranda - UFPR

Tel. 3656-2237 ou 9618-5039

Email: alinedagostin@bol.com.br

## **Apêndice C – Plano de Trabalho Docente**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ.  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO

Curitiba, (data)

Caro professor (nome do professor)

O objetivo desta pesquisa de mestrado é investigar como os professores de Física respondem às solicitações presentes nos documentos oficiais e projetam sua prática em relação aos conteúdos de Física Moderna e Contemporânea (FMC).

Os documentos oficiais (Diretrizes Curriculares Nacionais, PCNs) tratam da renovação dos conteúdos do currículo e sugerem a inclusão de conteúdos de FMC no Ensino Médio, propostas estas que têm sido apresentadas aos professores de Física.

Tendo em vista investigar as condições materiais e pedagógicas inerentes ao atendimento das solicitações governamentais e como elas têm ou não sido atendidas, além de considerar as dificuldades encontradas em situações reais de abordagem sobre novos temas em níveis tanto materiais como pessoais, proponho uma investigação que se baseará numa situação hipotética, a seguir descrita:

“Um determinado colégio público estadual, considerado “modelo”, está admitindo professores de Física. O candidato deve ser licenciado em Física e deve submeter-se a um teste de seleção.

O teste de seleção constará dos seguintes itens:

- elaboração de um plano de trabalho docente (anexo 1) para a disciplina de Física que preveja o desenvolvimento de conteúdos de Física Clássica e de Física Moderna e Contemporânea para um ano de atividade (4 bimestres), ficando a critério do professor a escolha da série e dos conteúdos;
- elaboração de uma prova escrita que aborde os conteúdos de um bimestre do plano de trabalho docente e que seja prevista para ser resolvida em 50 minutos.

Para efeitos de pesquisa, consideramos que o “colégio modelo” atende as três séries (1<sup>a</sup>, 2<sup>a</sup> e 3<sup>a</sup>), divididas em quatro bimestres, que a disciplina de Física tem carga horária semanal de duas aulas de 50 minutos cada, por série e ao fim de cada bimestre há uma avaliação escrita dos conteúdos.

Peço que você se considere um candidato ao cargo de professor do “colégio modelo”, e que, gentilmente, desenvolva e nos entregue o plano de trabalho docente e a avaliação de um dos bimestres, tal como foi requisitado pelo “colégio modelo”.

Novamente agradeço sua colaboração.

Atenciosamente

Aline D’Agostin

ANEXO 1:

## PLANO DE TRABALHO DOCENTE - 2007

<b>DISCIPLINA:</b>	<b>SÉRIE:</b>
<b>PROFESSORES:</b>	<b>Nº DE AULAS SEMANAIS:</b>

<b>CONTEÚDOS</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>ENCAMINHAMENTO METODOLÓGICO</b>


<b>AVALIAÇÃO e RECUPERAÇÃO</b>		
<i>CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO</i>	<i>INSTRUMENTOS DE AVALIAÇÃO</i>	<i>RECUPERAÇÃO</i>

**REFERÊNCIAS** (PPP, LIVRO TEXTO ADOTADO, PERIÓDICOS, TÍTULOS DE FILMES, ENDEREÇOS ELETRÔNICOS, OUTROS LIVROS...):

Assinatura \_\_\_\_\_ do(s)  
 professor(es): \_\_\_\_\_  
 Data: \_\_\_\_\_

## Apêndice D – Questionário Aplicado aos Professores

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ.  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO

Curitiba, (data)

Nome do professor: \_\_\_\_\_

Colégio: \_\_\_\_\_

Complementando sua colaboração na minha atividade de pesquisa, solicito que você responda às seguintes questões, numerando suas respostas de acordo com a respectiva pergunta.

- 1) Na sua opinião, que características deve ter um colégio público para ser considerado um “colégio modelo”?
- 2) Numa situação ideal, que formação e conhecimentos deve ter um professor para desenvolver conteúdos de FMC?
- 3) Numa situação ideal, quais os meios materiais que você considera fundamentais para um colégio desenvolver os conteúdos de FMC no Ensino Médio?
- 4) Numa situação real, você acha possível ensinar Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio? Justifique sua resposta, tanto para o caso de você achar possível quanto impossível.
- 5) Que dificuldades você encontra ou prevê existirem para serem trabalhados tópicos de FMC no Ensino Médio?
- 6) Na sua opinião, os alunos aprendem mais facilmente os conteúdos de Física Clássica ou de FMC? O que você diz a respeito dessa situação?
- 7) No decorrer de sua carreira como professor, em algum momento, você ensinou ou trabalhou com conceitos de Física Moderna e Contemporânea (FMC) em suas aulas? Descreva essa experiência, se possível dizendo como e porque você a desenvolveu. .

Novamente agradeço sua colaboração.

Atenciosamente

Aline D’Agostin

## Apêndice E – Entrevista

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ.  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO

Roteiro para entrevista:

Sobre a sua carreira profissional:

Desde que idade o Senhor (você) trabalha?

Antes de atuar como professor o Senhor (você) já havia exercido outras profissões? Qual(is)?

Durante quanto tempo?

O Senhor (você) exerce alguma outra atividade em paralelo à profissão de professor? Qual?

Em qual universidade cursou a licenciatura em Física? Fez algum outro curso superior? Qual?

Qual a sua impressão a respeito do curso de Física que você fez?

Qual era a ênfase do curso: mais para Física Clássica ou para Física Moderna e Contemporânea?

Comparando a carga horária de FC com FMC, qual delas era maior? Como era a abordagem do ensino de FMC pelos professores da universidade?

Você consegue identificar algum elemento marcante sobre o ensino de FMC, na graduação? Qual? Sobre essa questão, consegue identificar pontos positivos e negativos.

E para o ensino de Física Clássica?

Você já fez algum curso de pós-graduação? Qual (is)? Onde?

Os cursos de pós-graduação lhe auxiliam nas suas aulas de Física? De que maneira?

Algum curso de pós-graduação tratou de assuntos relacionados à FMC?

Fez algum curso que foi significativo para sua atividade profissional? Qual (is)? Por que foi significativo?

Nas suas aulas de Física, para o ensino médio, você ensina tópicos de FMC?

Se sim:

De que maneira?

Para qual (is) série (s)? Em qual (is) bimestre (s)?

Como os alunos se portam quando o assunto está relacionado com FMC?

Outras observações?

Se não:

Por que não ensina?

Já teve alguma experiência em ensinar FMC? Comente?



Outras observações?

Qual sua opinião sobre o ensino de Física na rede pública de ensino?

Pontos positivos

Pontos negativos

Médio? Qual sua opinião sobre as exigências de que sejam ensinados Tópicos de FMC no Ensino

Pontos positivos

Pontos negativos

Outros comentários.

# Livros Grátis

( <http://www.livrosgratis.com.br> )

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)  
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)  
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)  
[Baixar livros de Matemática](#)  
[Baixar livros de Medicina](#)  
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)  
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)  
[Baixar livros de Meteorologia](#)  
[Baixar Monografias e TCC](#)  
[Baixar livros Multidisciplinar](#)  
[Baixar livros de Música](#)  
[Baixar livros de Psicologia](#)  
[Baixar livros de Química](#)  
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)  
[Baixar livros de Serviço Social](#)  
[Baixar livros de Sociologia](#)  
[Baixar livros de Teologia](#)  
[Baixar livros de Trabalho](#)  
[Baixar livros de Turismo](#)