

AValiação DO ENSINO E APRENDIZAGEM DE FÍSICA MODERNA E CONTEMPORÂNEA NO ENSINO MÉDIO¹

Daniel Iria Machado

Doutorando em Educação para a Ciência e Membro do Grupo de Pesquisa em Ensino de Ciências da Universidade Estadual Paulista – UNESP – Campus de Bauru. Professor Assistente Mestre da Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE – Campus de Foz do Iguaçu
dpedm@uol.com.br

Roberto Nardi

Professor Assistente Doutor do Departamento de Educação e Coordenador do Grupo de Pesquisa em Ensino de Ciências, do Programa de Pós-graduação em Educação para a Ciência da Faculdade de Ciências – Universidade Estadual Paulista – UNESP – Campus de Bauru
nardi@fc.unesp.br

A Física Moderna e Contemporânea (FMC) corresponde à Física desenvolvida desde o final do século XIX até os dias atuais, que trouxe profundas implicações para o nosso modo de entender o mundo e conseqüências amplas sobre o desenvolvimento tecnológico e seus impactos sociais, dentre as quais a energia nuclear e os transistores, por exemplo. Isto evidencia a importância da FMC para a cultura geral e a formação dos estudantes, não só daqueles que vão se dedicar a uma carreira científica e tecnológica, motivando a realização de uma investigação sobre as condições em que o ensino desta disciplina ocorre nas escolas de ensino médio, considerando o caso da cidade de Foz do Iguaçu. Os principais resultados desta pesquisa são apresentados neste artigo.

Para realizar o diagnóstico da situação em que se encontrava o ensino de FMC, foi elaborado um questionário destinado aos professores de Física do ensino médio com 83 questões. O questionário foi aplicado em todas as escolas de nível médio da rede pública estadual de Foz do Iguaçu com ensino regular de Física, totalizando 20 estabelecimentos, durante o segundo semestre de 2002. Dos 39 professores em atividade nestas escolas durante o período, 24 (61% da população em estudo) responderam ao questionário. As informações obtidas com os questionários foram tabuladas e concepções dos professores evidenciadas nas questões abertas foram classificadas em categorias, a fim de possibilitar a análise do material coletado e a realização de inferências sobre o processo de ensino e aprendizagem.

Quanto à formação acadêmica, verificou-se que a maior parte dos professores que responderam ao questionário não possuía graduação na área de Física. Destes, apenas 7 professores (29%) tinham formação específica na área: 2 Licenciados em Física; 3 Licenciados em Física e Matemática; e 2 Licenciados em Ciências com habilitação em Física. Outros 16 professores (67%) apresentavam formação em áreas diversas: Administração (1); Engenharia (3); Ciências (3); Ciências Exatas (1); Matemática (7) e Química (1). Houve 1 professor que não especificou sua formação. Constatou-se que 12 professores (50%) fizeram curso de Especialização: 4 (17%) na área de Física; 7 (29%) na área de Matemática e 1 (4%) com enfoque interdisciplinar. Apenas 1 professor possuía formação de Mestre, na área de Engenharia Agrícola. Foi solicitado aos professores que informassem se determinados tópicos de FMC, História e Filosofia da Ciência e metodologias do ensino de Física foram efetivamente abordados dentro de alguma disciplina ou constituíram uma disciplina específica durante o curso de graduação e pós-graduação. Na graduação, os assuntos foram assinalados pela seguinte porcentagem de professores: Teoria da Relatividade (46%), Metodologias para o Ensino de Física (42%), História da Física (38%), História da Ciência (33%), Física dos Semicondutores (29%), Mecânica Quântica (29%), Filosofia da Ciência (25%), Física de

¹ Apresentado na II JORNADA CIENTÍFICA DA UNIOESTE, realizada de 11 a 13 de junho de 2003 em Toledo – PR.

Partículas (25%), Cosmologia (17%), Física Nuclear (13%). Na pós-graduação, os assuntos foram assinalados pela seguinte porcentagem de professores: Metodologias para o Ensino de Física (17%), História da Física (17%), História da Ciência (12%), Teoria da Relatividade (8%), Cosmologia (4%), Física dos Semicondutores (4%), Mecânica Quântica (0%), Filosofia da Ciência (0%), Física de Partículas (0%), Física Nuclear (0%). Estes dados mostram uma evidente lacuna na formação da maioria destes professores quanto aos temas considerados, acentuada pelo fato da minoria ser formada na área específica de Física.

Todas as 20 escolas públicas avaliadas possuíam biblioteca, embora o acervo na área de Física não tenha sido considerado bom pela maioria dos professores. A maior parte das bibliotecas (65%) não possuía revistas de divulgação científica para consulta. Verificou-se que 70% das escolas apresentava laboratório de Física, que não foi considerado bom pela maior parte dos professores. Revelou-se uma estrutura laboratorial deficiente, com aparelhos restritos em cada escola a poucas áreas da Física, sem abarcar de modo geral o conjunto de temas desta Ciência e, em particular, sem contemplar a FMC. Quanto aos multimeios, encontrou-se que 95% das escolas possuía videocassete, 80% retroprojektor, 75% fitas de vídeo com temas de Física, 50% computador, 50% TV educativa, 30% projetor de *slides*, 15% *Internet* e 5% *softwares* educacionais de Física. Nenhuma escola dispunha de *datashow*. Isto evidenciou uma lacuna em informática, pois somente metade das escolas tinha computador para as aulas, apenas três dispunham de acesso à *Internet* e somente uma possuía *softwares* de Física, além da ausência de *datashow*.

Em relação ao ensino de FMC, a maioria dos professores (79%) informou abordar algum tópico desta área. Os tópicos mais abordados foram: *big-bang* (por 50% dos professores); fissão nuclear (por 42%); fusão nuclear (por 42%); buracos negros (por 33%); radioatividade (por 37%); semicondutores (por 37%); transistor (por 37%); equivalência entre matéria e energia (por 33%) e *laser* (por 33%). Apesar da relevância destes temas, que possibilitam discutir conceitos científicos e tecnologias fundamentais, com suas implicações sociais, constatamos que a escolha dos temas pelos professores foi bem diversificada, não se podendo caracterizar um programa comum de ensino que contemplasse um grupo de tópicos principais de FMC para o ensino médio, destinado a fornecer uma visão geral aos alunos. De fato, os nove temas mais abordados não foram mencionados por mais de 50% dos professores. Dos 39 tópicos de FMC indicados no questionário, 30 não foram assinalados por mais de 25% dos professores. Verificou-se que os conceitos fundamentais da mecânica quântica e relativística (contração e dilatação do espaço-tempo, curvatura do espaço-tempo, difração de elétrons, efeito fotoelétrico, estrutura do núcleo atômico, modelo atômico de Bohr, partícula-onda, princípio da equivalência, princípio da exclusão de Pauli, princípio da incerteza de Heisenberg, quantização da energia, salto quântico e spin, por exemplo) têm sido pouco explorados. Nenhum professor participante da pesquisa abordou os tópicos: diodo; efeito túnel; estranheza; mésons; microscópio de efeito túnel; neutrinos e supercordas.

Solicitados a explicitar o grau de importância que atribuíam ao ensino de FMC, 50% dos professores o considerou alto, 25% médio, 13% baixo e 4% nenhum, sendo que 8% não informou. Isto evidencia que o assunto é considerado importante pela maioria dos professores. Indagados sobre as razões que os levavam a abordar temas de FMC, foi possível identificar seis categorias de motivos. Os mais mencionados foram: possibilitar a atualização dos conhecimentos científicos (por 25% dos professores) e evidenciar o avanço científico e tecnológico (por 17% dos professores). Outros motivos, citados apenas uma vez, foram: apresentar a Teoria da Relatividade; interesse espontâneo dos estudantes; estimular o interesse dos estudantes; e evidenciar que sempre resta algo a ser conhecido no universo. Estas considerações dos professores constituem razões plausíveis para justificar a introdução de FMC no ensino médio, indicando seu grau de consciência quanto à relevância do tema. Apesar disto, somente 29% dos professores informou abordar temas de FMC frequentemente,

enquanto 38% o fazem às vezes, 8% raramente e 21% nunca. O tempo destinado ao trabalho com estes temas foi pequeno, conforme apontado pelos professores, sendo em geral menor do que 20 horas anuais. Onze professores (46%) nem mesmo informaram a carga horária média anual destinada ao assunto. Três professores mencionaram explicitamente a falta de tempo como um fator que impede a abordagem dos temas de FMC ou sua exploração mais abrangente. Pode-se inferir que este fator influencie a maioria dos professores, haja vista a baixa carga horária destinada à FMC. Uma alternativa para a superação deste problema, além da ampliação da carga horária semanal destinada à Física nas escolas (que atualmente é de 2 horas-aula por semana, em média), seria uma reformulação curricular, colocando-se menos ênfase em conceitos clássicos que não sejam essenciais e maior ênfase nos temas de FMC. Outra estratégia é abordar os conceitos de FMC desde o início do curso, ao invés de se aguardar o final do último ano do curso de ensino médio para sua introdução. Esta reformulação também deveria ser contemplada nos livros-texto de Física, que normalmente deixam tópicos de FMC para o final, seja o último volume ou o final dos capítulos, quando chegam a abordar o assunto (OSTERMANN & MOREIRA, 2000).

Considerando os enfoques adotados *com frequência* para o ensino de conceitos de FMC pelos 19 professores que os abordaram, encontrou-se que 53% destes utilizou-se de questões do cotidiano; 32% realizou aulas expositivas; 32% empregou relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS); 21% dos professores utilizou reportagens de jornais e revistas; 21% utilizou temas da Filosofia da Ciência; 11% empregou temas da História da Ciência; 5% (1 professor) ministrou aulas com apoio da *Internet*; 5% (1 professor) desenvolveu atividades experimentais; e nenhum professor utilizou multimeios ou empregou *softwares* educacionais. Considerando os enfoques adotados *às vezes* para o ensino de conceitos de FMC pelos 19 professores que os abordaram, encontrou-se que 37% destes empregou temas da História da Ciência; 21% utilizou relações entre CTS; 21% empregou temas da Filosofia da Ciência; 21% ministrou aulas com apoio da *Internet*; 16% realizou aulas expositivas; 16% utilizou-se de questões do cotidiano; 11% utilizou reportagens de jornais e revistas; 11% desenvolveu atividades experimentais; 11% utilizou multimeios; e nenhum professor empregou *softwares* educacionais. Estes dados mostram que as questões do cotidiano e o estabelecimento de relações entre CTS estão entre as abordagens utilizadas com maior frequência pelos professores que ensinam FMC, embora não sejam adotadas por todos. Os recursos da informática quase não são empregados no ensino de FMC, o que foi constatado para o ensino de outras áreas da Física também, embora 42% dos 24 professores contatados tivesse atribuído um alto grau de importância ao uso de computadores no ensino e 46% um grau médio de importância. A falta de pontos de acesso à *Internet* nas escolas e o pequeno número de *softwares* disponíveis para o ensino de FMC são fatores que contribuem para isto, dificultando a incorporação de recursos com grande potencial educacional (CLUNIE & SOUZA, 1995; MACHADO, 2000). As práticas experimentais quase não são realizadas também, sendo a insuficiência ou inexistência de equipamentos nas escolas um fator limitante, além das lacunas na formação dos professores. Esta constatação também se estende a outras áreas da Física, apesar de 67% dos professores contatados ter atribuído um alto grau de importância ao uso do laboratório e 21% um grau médio de importância. Comparativamente, a abordagem a questões do cotidiano foi a estratégia considerada de alto grau de importância por um maior número de professores (75% do total), enquanto a utilização de temas da Filosofia da Ciência foi considerada de alto grau de importância por um menor número de professores (33,5% do total). Este fato, em conjunto com a constatação de que os enfoques com História e Filosofia da Ciência são usados frequentemente por poucos professores, sugere a necessidade de maior ênfase em História e Filosofia da Ciência, haja vista sua importância no desenvolvimento de conceitos sobre a natureza da Ciência ou sobre o entendimento da Ciência enquanto forma de conhecer, que em geral são pouco

compreendidos pelos estudantes (LEDERMAN, 1992). O nível de interesse dos alunos, de modo geral, pelas aulas de FMC, foi considerado alto por 21% dos professores que abordaram estes temas, médio por 42% e baixo por 37%. Na percepção de mais da metade destes professores, portanto, os alunos têm interesse pela FMC. Analisando a opinião dos professores sobre as razões que levam o aluno a se interessar pelas aulas de FMC, foram identificadas seis categorias de motivos. O motivo mais freqüente foi a concepção de que as descobertas atuais despertam o interesse dos estudantes, mencionado por quatro professores. Outros motivos, citados apenas uma vez, foram: a ampliação do entendimento sobre a evolução da Física; o estabelecimento mais simples da relação entre o científico e o tecnológico, devido à atualidade dos temas e sua veiculação na mídia; o fato do conteúdo ser assimilado com mais facilidade; o fato dos temas serem esclarecedores.

A pesquisa revelou concepções dos professores sobre o processo de ensino e aprendizagem de FMC e forneceu alguns elementos para avaliar a sua prática. Visando agir sobre a realidade atual no ensino de FMC no contexto em que a pesquisa foi realizada, as seguintes linhas de atuação parecem ser indicadas, com base nos resultados obtidos no estudo realizado: 1. Investimento em cursos de aperfeiçoamento enfocando temas de FMC e metodologias para o ensino destes conceitos, incluindo atividades laboratoriais, enfoques da História e da Filosofia da Ciência e uso da informática educativa, visando atender às lacunas na formação dos professores de Física de nível médio; 2. Desenvolvimento de materiais pedagógicos em meios diversos, tais como livros-texto, vídeos, equipamentos de laboratório e sugestões de experimentos, *softwares* educacionais e outros, considerando tópicos de FMC, fundamentados nas pesquisas de ensino de Ciências e adequados ao ensino médio e à formação de professores para estas séries. Tal medida ajudaria a ampliar os recursos didáticos adequados, à disposição de professores e alunos, contribuindo para a preparação e desenvolvimento das aulas de FMC; 3. Investimento na melhoria da infra-estrutura das escolas, com especial ênfase em: estruturação de laboratórios de Física com equipamentos na área de FMC; ampliação do acervo das bibliotecas na área de Física, incluindo assinaturas de periódicos de divulgação científica e de ensino de Física; estruturação de laboratório de informática dispondo de acesso à *Internet* e *softwares* educacionais; 4. Implantação de cursos de Licenciatura em Física na região, com currículos atualizados segundo as recentes pesquisas em ensino de Ciências, contemplando a FMC e as questões relacionadas ao seu ensino. Isto contribuiria para suprir a falta de professores com formação específica na região, preparados para ministrar FMC já na universidade.

Referências

CLUNIE, G. E. T. de & SOUZA, J. M. de. *Hipertecnologias: recursos educacionais*. Publicações Técnicas ES – 340/95. Rio de Janeiro, COPPE / Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1995. 82 p.

LEDERMAN, N. G. Students' and teachers' conceptions of the nature of science: a review of the research. *Journal of Research in Science Teaching*. [s.l.], 29(4): 331-359, 1992.

MACHADO, D. I. *Avaliação da hipermídia no processo de ensino e aprendizagem da física: o caso da gravitação*. Marília, Universidade Estadual Paulista, 2000. VII+186p. (Dissertação de Mestrado).

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*. Porto Alegre, 5(1), março 2000. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/vol5/n1/v5_n1_a2.htm>. Acesso em: 10 jan. 2003.